



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



AINOÃ ABIGAIL ARAÚJO CARDOSO
LUCAS NATANAEL FERREIRA NEVES

**Avaliação do desempenho de pavimentos flexíveis do bairro de Batista Campos
em Belém/PA mediante ao cálculo do índice de condição do pavimento**

Belém – PA

Julho/2023

AINOÃ ABIGAIL ARAÚJO CARDOSO
LUCAS NATANAEL FERREIRA NEVES

**Avaliação do desempenho de pavimentos flexíveis do bairro de Batista Campos
em Belém/PA mediante ao cálculo do índice de condição do pavimento**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Figueiredo
Massulo Aguiar**

Belém-PA
Julho/2023

AINOÃ ABIGAIL ARAÚJO CARDOSO

LUCAS NATANAEL FERREIRA NEVES

Avaliação do desempenho de pavimentos flexíveis do bairro de Batista Campos em Belém/PA mediante ao cálculo do índice de condição do pavimento

Belém, 03 de julho de 2023

Prof. Dr Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

Dr. pela UFPA

Orientador

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
MARCELO FIGUEIREDO MASSULO AGUIAR
Data: 05/07/2023 12:38:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

ITEC/ UFPA



Documento assinado digitalmente
MARCUS VINICIUS GUERRA SERAPHICO DE
Data: 06/07/2023 09:07:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho

ITEC/ UFPA



Documento assinado digitalmente
FERNANDA PEREIRA GOUVEIA
Data: 05/07/2023 13:45:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Fernanda Pereira Gouveia

CAMTUC/UFPA

CONCEITO FINAL: EXC

AGRADECIMENTOS AINOÃ

Agradeço a Deus por sempre me conceder sabedoria, força e saúde ao longo de minha vida e por ter me proporcionado concluir mais essa etapa que é a graduação.

Também quero dedicar este trabalho às seguintes pessoas que fizeram parte da minha trajetória:

Aos meus pais, Fausto Cardoso e Antônia Araújo que são minha base, meus amores e que são meus grandes exemplos e meus grandes inspiradores nos estudos.

À minha avó Rosa Cardoso por todo amor e dedicação, pelas suas orações e por ter feito parte da minha vida desde criança, sendo uma segunda mãe para mim. Obrigada vó!

Aos meus tios e padrinhos Francisco Ferreira e Sandra Suelly que me aconselharam e ajudaram em todos os momentos da minha caminhada.

Ao meu namorado, Lucas Neves, o qual fez parte deste trabalho árduo e enriquecedor e que além de ter contribuído com o desenvolvimento da pesquisa, me proporcionou um ambiente de tranquilidade e positividade em dias difíceis.

Ao professor Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar, pelos grandes ensinamentos na área de Infraestrutura de Transportes o qual contribuiu para o meu fascínio na área e agradeço a sua paciência e dedicação em nos ensinar e orientar.

Agradeço também ao CAMTUC (Campus Universitário de Tucuruí) da UFPA, pelo empréstimo da treliça metálica contribuindo assim para o aprimoramento dos dados deste trabalho.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta para essa conquista.

AGRADECIMENTOS LUCAS

Gostaria de dedicar este trabalho a algumas pessoas que fizeram parte da minha jornada:

Aos meus pais, Luciano Neves e Maira Santos, que me criaram com muito amor e sempre se esforçaram pela minha educação, principalmente a minha mãe, que presenciou todos os meus passos ao longo da minha vida, sempre lutou e me encorajou a ir atrás dos meus sonhos.

Aos meus queridos irmãos, e especialmente a minha irmã Luane, que é a pessoa mais forte que conheci e que mesmo nos momentos mais difíceis de sua saúde, jamais desistiu da vida, continuou sua luta pela vida e hoje é o maior exemplo de superação que tenho em meu coração.

Às minhas queridas avós, Dona Maria e Dona Nazaré, que sempre foram exemplos de força e que me ajudaram a enxergar sempre o melhor nas pessoas.

Ao meu querido avô, Seu João, que foi uma pessoa que foi crucial na escolha desse curso, que me ensinou a me levantar depois de cair e nunca deixar de me reerguer desde que eu era pequeno.

Aos meus tios Nilson e tia Lene, que sempre me receberam com muito afago e carinho nos momentos difíceis que precisei.

Aos meus primos, que sempre estiveram próximos em momentos que precisei, especialmente a Thays, Thayse e Wellison.

À minha melhor amiga e namorada, Ainoã Cardoso, que foi minha companheira de caminhada neste engrandecedor trabalho e se não fosse a presença dela, seria tudo infinitamente mais difícil de fazer acontecer.

Ao professor Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar, pelas cativantes disciplinas da área de Infraestrutura de Transportes, que me fizeram explorar um grande amor pela área de Transportes que eu desconhecia até ter aulas de suas disciplinas. Agradeço por sua paciência e dedicação em nos ensinar, orientar e pela leveza que conduziu em seus ensinamentos, sempre sendo calmo e solícito conosco.

Gostaria de agradecer também ao CAMTUC (Campus Universitário de Tucuruí) da UFPA, pelo empréstimo da treliça metálica contribuindo assim para o aprimoramento dos dados deste trabalho.

Por fim, não menos importante, gostaria de agradecer a todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta para essa conquista. Especialmente para meus amigos, que sempre ajudaram a facilitar em passar por momentos difíceis em minha vida.

RESUMO

CARDOSO,A.;NEVES,L. **Avaliação do desempenho de pavimentos flexíveis do bairro de Batista Campos em Belém/PA mediante ao cálculo do índice de condição do pavimento.** 113f 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)- Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

O Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Urbanos (SGPU) é um conjunto de estratégias que acompanham e tentam prever o desempenho do pavimento, direcionando as prioridades de atividades de manutenção e reabilitação, garantindo a eficaz utilização dos recursos públicos. Contudo, o SGPU requer sistemáticas coletas de dados sobre a malha viária. Inserido nesse contexto, este trabalho é quarto de uma linha de pesquisa cujo o objetivo é avaliar o desempenho da malha viária do bairro de Batista Campos em Belém-PA entre os anos de 2021 a 2023 por meio do cálculo do Índice de Condição dos Pavimentos (ICP). Para tanto, foram realizadas avaliações objetivas da condição da superfície de rolamento e os ICPs foram calculados de acordo com o método de Sousa (2021) que adaptou o método Strategic Highway Research Program (SHRP). Os ICPs de 2023 foram, então, confrontados com ICPs de 2021 e 2022 coletados previamente nessa linha de pesquisa. Os principais resultados foram: O ICP médio do bairro da Batista Campos reduziu de 79,89 (2021) para 71,96 (2023), redução de 9,93%. As vias arteriais do bairro possuem o maior ICP médio nos três anos (76,06 - 2023, 81,40 – 2022 e 88,45 - 2021) quando comparadas com as vias coletoras (69,34 – 2023, 70,67 – 2022 e 78,78 - 2021) e locais (72,00- 2023, 71,40 – 2022 e 77,45 - 2021). Os defeitos mais frequentes da malha viária analisada em 2023, foram os remendos (87,32%), desgaste (83,80%) e trincas por fadiga (69,01%), o que corrobora com os levantamentos dos anos anteriores. A rua São Silvestre apresentou maior variação média positiva (21,52%) e a Avenida 16 de Novembro apresentou maior variação média negativa (-26,94%) em 2023, diferente do ano anterior, cuja rua com maior variação média positiva foi a Avenida 16 de Novembro (5,71%) e maior variação média negativa foi a rua Guilherme Seixas (-20,11%). Por fim, concluiu-se que o desempenho dos pavimentos do bairro de Batista Campos, de modo geral, decaiu ao longo dos anos e a partir do presente trabalho foi

possível verificar os trechos que devem ser priorizados para futuras atividades de manutenção e reabilitação.

Palavras-chave: Sistema de Gerência de Pavimentos; Índice de condição do pavimento; Variação do Índice da condição do pavimento; Desempenho de pavimentos.

ABSTRACT

CARDOSO,A.;NEVES,L. **Avaliação do desempenho de pavimentos flexíveis do bairro de Batista Campos em Belém/PA mediante ao cálculo do índice de condição do pavimento.** 113f 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

The Urban Pavement Management System (SGPU) is a set of strategies that monitor and try to predict the performance of the pavement, directing the priorities of maintenance and rehabilitation activities, ensuring the effective use of public resources. However, the SGPU requires systematic data collection on the road network. Inserted in this context, this work is the fourth of a line of research whose objective is to evaluate the performance of the road network of the neighborhood of Batista Campos in Belém-PA between the years 2021 to 2023 through the calculation of the Pavement Condition Index (PCI). To this end, objective evaluations of the rolling surface condition were performed and the ICPs were calculated according to Sousa's (2021) method that adapted the Strategic Highway Research Program (SHRP) method. The 2023 ICPs were then compared with the 2021 and 2022 ICPs previously collected in this line of research. The main results were: The average PCI of the Batista Campos neighborhood decreased from 79.89 (2021) to 71.96 (2023), a reduction of 9.93%. The arterial roads of the neighborhood have the highest average ICP in the three years (76.06 - 2023, 81.40 - 2022 and 88.45 - 2021) when compared to the collector roads (69.34 - 2023, 70.67 - 2022 and 78.78 - 2021) and local (72.00 - 2023, 71.40 - 2022 and 77.45 - 2021). The most frequent defects of the road network analyzed in 2023 were patches (87.32%), wear (83.80%) and cracks due to fatigue (69.01%), which corroborates the surveys of previous years. São Silvestre Street presented the highest positive mean variation (21.52%) and Avenida 16 de Novembro presented the highest negative mean variation (-26.94%) in 2023, different from the previous year, whose street with the highest positive average variation was Avenida 16 de Novembro (5.71%) and the highest negative mean variation was Guilherme Seixas Street (-20.11%). Finally, it was concluded that the performance of the pavements of the neighborhood of Batista Campos, in general, decreased over the years and from the present work it was possible to verify the stretches that should be prioritized for future maintenance and rehabilitation activities.

Keywords: Pavement Management System; Pavement Condition Index; Variation of the Pavement Condition Index; Pavement performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Relação das estratégias de M&R com as outras etapas de um SGP	22
Figura 2-Matriz de tratamento relacionando M&R com o ICP	26
Figura 3-Classificação das atividades de intervenção no pavimento	31
Figura 4-Variação dos defeitos mais frequentes de 2021 para 2022	34
Figura 5-Percentual de defeitos constatados	35
Figura 6-Comparação dos valores de IGG obtidos por Silva (2021) e Santos (2022)	36
Figura 7-Valores do ICP	37
Figura 8-Resumo dos valores obtidos pelo cálculo do ICP e IGG no ano de 2022...	38
Figura 9-Delimitação do bairro de Batista Campos	39
Figura 10-Fluxograma do método	41
Figura 11- Identificação por código dos 142 trechos.....	41
Figura 12- Extensão e Largura do código C12.....	42
Figura 13- Formulário de Campo	43
Figura 14- instrumentos de medição	44
Figura 15- Pesos Dedutíveis Padrão e cenário alternativo	45
Figura 16- Categorização para os valores do coeficiente de correlação.....	48
Figura 17 - Planilha dos ICPs - método Aihuki – 15 defeitos.....	49
Figura 18- Planilha dos ICPs - método Sousa – 10 defeitos	50
Figura 19- Defeitos mais frequentes	67
Figura 20- Defeitos menos frequentes	68
Figura 21- Planilha do ICP de 2022 – trecho C1 e C2	80
Figura 22- Planilha do ICP de 2023 – trecho C1 e C2	80
Figura 23- Planilha do ICP de 2022 – trecho C74, C75 e C76.....	81
Figura 24- Planilha do ICP de 2023 – trecho C74, C75 e C76.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Denominação da categoria do pavimento segundo o ICP no método SHRP	33
Tabela 2- Resultados dos ICPs dos 142 trechos avaliados- Método SOUSA (2021)....	52
Tabela 3- Maiores Variações anuais de ICP entre os anos de 2021 e 2023.....	59
Tabela 4- Menores Variações de ICP entre os anos de 2023 e 2022.....	60
Tabela 5- Dados obtidos em relação aos mesmos trechos que possuem deformação permanente	65
Tabela 6- Trechos com desempenho regular.....	72
Tabela 7- Trechos com desempenho ótimo	73
Tabela 8- Valores do (R) e R ² por tipo de via <i>versus</i> cotas.....	85
Tabela 9- Valores do (R) e R ² por tipo de via <i>versus</i> n° de linhas de ônibus	86

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Cálculo do ICP	31
Equação 2, 3 e 4 - Variações percentuais dos ICPs	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Resultados dos ICPs	50
Gráfico 2- Histograma de Frequência Absoluta.....	53
Gráfico 3- ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais	54
Gráfico 4- Comparativo dos Resultados dos ICPs das Inspeções ao longo de um ano	57
Gráfico 5- Frequência relativa de defeitos dos trechos com ICP entre 80 e 100.....	61
Gráfico 6- Frequência relativa de defeitos dos trechos com ICP entre 60 e 80.....	62
Gráfico 7- Frequência relativa de defeitos dos trechos com ICP entre 40 e 60.....	63
Gráfico 8- Defeitos <i>versus</i> número de ocorrências relativas (%)......	66

Gráfico 9- Variação dos defeitos mais frequentes de 2021 a 2023	71
Gráfico 10- Curva de desempenho dos trechos C2 e C38	74
Gráfico 11- Curva de desempenho da rua Engenheiro Fernando Guilhon	75
Gráfico 12- Curva de desempenho da travessa Padre Eutíquio	77
Gráfico 13- Curva de desempenho da avenida Conselheiro Furtado.....	78
Gráfico 14- Variação média do ICP das ruas	79
Gráfico 15- Variação média por tipo de via	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SGP	Sistema de Gerência de Pavimento
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
SHRP	Strategic Highway Research Program
ICP	Índice de Condição do Pavimento
IBEU	Índice de Bem-Estar Urbano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGG	Índice de Gravidade Global
M&R	Manutenção e Reabilitação
CONVIAS	Controle de uso das vias públicas
AMAE	Agência Reguladora Municipal de Água e Esgoto de Belém
SESAN	Secretaria Municipal de Saneamento
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SEURB	Secretaria Municipal de Urbanismo
SEMOB	Superintendência de Mobilidade Urbana
USACE	Corpo de engenheiros do exército dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO	16
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS	19
2.2 INTERFERÊNCIAS COM TUBULAÇÕES URBANAS	22
2.3 MÉTODO DO SHRP PARA O CÁLCULO DO ICP	30
2.4 PESQUISAS QUE PESQUISARAM O DESEMPENHO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	33
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E MÉTODO DE PESQUISA.....	38
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO.....	38
3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO.....	40
3.2.1 CODIFICAÇÃO DOS TRECHOS.....	40
3.2.2 INVENTÁRIO DE REDE	41
3.2.3 FORMULÁRIO DE CAMPO E COLETA DE DADOS	42
3.2.4 CÁLCULO DO ICP	44
3.2.5 ANÁLISE DE DADOS.....	46
3.2.6 VARIAÇÃO DO ICP	47
3.2.7 CORRELAÇÃO DA VARIAÇÃO DO ICP <i>VERSUS</i> COTAS E <i>VERSUS</i> TIPOS DE VIAS	47
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	49
4.1 CÁLCULO DO ICP	49
4.2 ANÁLISE DE DADOS	54
4.2.1 TRECHOS CRÍTICOS	54
4.2.2 VARIAÇÃO DO ICP	56
4.2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEFEITOS	60
4.2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INSERÇÃO DA TRELIÇA METÁLICA	64
4.2.5 RELACIONANDO OS DEFEITOS MAIS FREQUENTES EM 2023 COM OS DESEMPENHOS DAS VIAS	65
4.2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DE RESULTADOS	84
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
5. CONCLUSÃO.....	89
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	91
REFERÊNCIAS.....	93

APÊNDICE A	96
APÊNDICE B	97
APÊNDICE C	101
APÊNDICE D	105
ANEXO A - DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	113

1. INTRODUÇÃO

No espaço urbano, o sistema viário é essencial pois proporciona o deslocamento e a circulação de pessoas e de bens e garante o acesso às edificações. Ademais, tem o dever de difundir o acesso às atividades sociais, para diferentes grupos sociais, de forma econômica na utilização de recursos (PIETRANTONIO, 2016).

Nessa conjuntura, o sistema de gerência de pavimentos (SGP) compreende em um conjunto de atividades envolvidas no planejamento, no projeto, na construção, na manutenção e na avaliação dos pavimentos, objetivando garantir o melhor custo x benefício em determinar de forma mais eficaz a aplicação dos recursos públicos e atender as necessidades dos usuários (DNIT, 2011).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e estatística- IBGE (2010), a cidade de Belém apresenta o pior índice de Bem- Estar Urbano (IBEU) relacionado a infraestrutura urbana. Este índice avalia a dimensão de bem-estar populacional usufruído, promovido por condições urbanas prestados pelos serviços sociais do Estado (IBEU, 2010).

Tais condições precárias de Infraestrutura urbana como: Iluminação pública, pavimentação, calçada, meio-fio/guia, bueiro ou boca de lobo, rampa para cadeirantes e logradouros revelam uma expansão da cidade sem planejamento. Vale ressaltar também, que Belém apresenta um alto índice pluviométrico o que faz com que intensifique de maneira negativa a qualidade do pavimento, revelando ainda mais a necessidade de usar atividades que buscam garantir uma boa utilização de recursos públicos já escassos.

Um dos níveis de decisão da gerência de pavimentos tem como objetivo estimar a evolução da condição do pavimento ao longo do tempo. Para a realização dessa estimativa, é realizado um estudo da malha viária onde se coleta e analisa dados sobre as condições do pavimento e com o auxílio de um manual se uniformiza essa apuração.

Dessa maneira, é de grande importância ter uma série histórica dos dados e avaliar a variação do Índice da Condição do Pavimento (ICP) ao longo do tempo para possibilitar a adequada priorização dos recursos disponíveis. Portanto, o presente trabalho foi realizado o levantamento e análise de dados do ICP e é o quarto de uma

linha de pesquisa realizada em Belém- PA pela UFPA, onde investiga a qualidade e o desempenho de 142 trechos da malha viária do bairro de Batista Campos no ano de 2023. Sousa (2021) realizou o primeiro levantamento nos 142 trechos do bairro de Batista Campos no ano de 2021; Aihuiki (2022) realizou a segunda pesquisa de campo, sendo realizado nos mesmos 142 trechos que Sousa (2021) levantou e Maués e Soares (2022), fizeram uma análise comparativa entre cinco índices de condição de pavimentos urbanos, os relacionando com a área de estudo de Batista Campos. Os valores do ICP foram atualizados para o ano de 2023, aferindo, em campo, os defeitos, severidades e extensões de acordo com o método do *Strategic Highway Research Program* (SHRP).

1.1. OBJETIVO

1.1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho dos pavimentos do bairro de Batista Campos no período de 2021 a 2023, por meio do cálculo do índice de condição do pavimento, com o uso do método proposto por Sousa (2021), adaptado do Método do SHRP, o que permite verificar a variação desse índice ao longo dos anos de 2021, 2022 e 2023.

1.1.2. Objetivos Específicos

O trabalho tem como objetivos específicos:

- Analisar a variação do ICP dos trechos no período de 2021 a 2023.
- Identificar os melhores e piores trechos do bairro de Batista Campos;
- Identificar os trechos onde ocorreram as maiores variações de ICP no período de 2021 a 2023;
- Averiguar se o uso do instrumento da treliça caracteriza um peso significativo no levantamento de dados relativos à deformação permanente por trilha de rodas;
- Identificar os defeitos mais e menos frequentes dos pavimentos flexíveis do bairro de Batista Campos;

- Investigar detalhadamente os trechos com as maiores variações percentuais de ICP;
- Correlacionar os valores de variações do ICP com diversos parâmetros, tais como cotas, tipos de vias, tráfego de transporte coletivo.

1.2. JUSTIFICATIVA

O cálculo do Índice de Condição do pavimento (ICP) é uma atividade relacionada ao Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP). A aferição da variação do ICP ao longo de um ano pode dar indícios de quais vias devem ser priorizadas nas próximas atividades de Manutenção e Reabilitação (M&R).

A avaliação da qualidade e durabilidade das atividades de M&R em malhas viárias permite a diminuição de custos e o direcionamento de maneira eficaz dos investimentos públicos. A continuidade da coleta de dados sobre avaliação objetiva da condição da superfície de pavimentos é promissora, haja vista que pode direcionar a implantação de um sistema de gerência de pavimentos que não se demonstra existente na realidade local.

Esta pesquisa é importante devido à carência de trabalhos acadêmicos sobre este tema no Estado do Pará e na continuidade da linha de pesquisa, este se demonstra relevante pois com os resultados dos ICPs será possível traçar as curvas de desempenho dos pavimentos o que facilita as tomadas de decisões acerca de quais trechos podem ser prioritárias para os procedimentos de M&R bem como definir o tempo considerado ótimo para realização dos serviços, e, com isso, viabilizar os investimentos de dinheiro público de forma mais direcionada, proporcionando menos dispêndio aos cofres públicos.

O bairro de Batista Campos foi escolhido como estudo de caso por ser considerado uma amostra bastante representativa do sistema viário de Belém, visto que consegue apresentar vias largas e estreias, também possui vias arteriais, coletoras e locais, diversos corredores de ônibus e a presença tanto de vias com cotas baixas (que podem apresentar mais problemas devido ao acúmulo de águas devido a falhas de drenagem) quanto cotas altas (que, em geral, possuem melhores condições de drenagem e tendem a apresentar menos defeitos nos pavimentos).

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 5 capítulos sendo o capítulo 1 a Introdução, o capítulo 2 (Revisão Bibliográfica) traz citações de trabalhos acadêmicos com temática semelhante e se concentra em grandes eixos temáticos como: Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP). Método do SHRP para o cálculo do ICP e utilização da adaptação de Sousa (2021) e estudos de caso da Variação do ICP em outras localidades do Brasil.

O Capítulo 3 se refere à caracterização da área de estudo, que é o bairro de Batista Campos, e ao método onde se mostra como foi realizado o trabalho por meio do inventário de rede, indica a codificação dos trechos que foram analisados no trabalho, demonstra o método de obtenção de dados realizado por meio do formulário de campo, bem como também perfaz comentários acerca dos métodos utilizados para o cálculo do ICP, relata sobre as filtragens realizadas para análise de dados, demonstra como serão realizados os cálculos para variação do ICP em relação a anos anteriores e, por fim, demonstra informações a respeito das correlações entre variáveis que serão demonstradas no capítulo posterior.

O capítulo 4 apresenta os resultados e discussões da pesquisa relativos à obtenção de dados do cálculo do ICP, debatendo e confrontando resultados do presente trabalho com os resultados dos autores citados no capítulo 2. Neste capítulo também são apresentadas as considerações finais a respeito da malha viária urbana do bairro de Batista Campos

Por fim, a conclusão presente no capítulo 5 deste trabalho, ressaltam-se os principais resultados obtidos e propõem-se sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo estão inseridas as principais caracterizações teóricas a respeito do sistema de gerência de pavimentos (SGP), dentre as quais: Definição, recapitulação histórica, importância da área de estudo, estrutura do sistema, níveis do SGP e, atividades de manutenção e reabilitação. Também são apresentados os impactos de interferências com tubulações urbanas em relação aos pavimentos estudados e suas consequências na vida útil e de seus desempenhos. Ademais, aborda-se a caracterização do método SHRP para cálculo do ICP e suas diretrizes para direcionamento do estudo de caso proposto. Por fim, são demonstrados neste capítulo alguns estudos com temática semelhante para efeito de posterior comparação e aprofundamento da área de estudo.

2.1. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Segundo Mascaró e Yoshinaga (2005), o sistema viário ocupa uma parcela considerável do solo urbano que está entre 20 e 25% e com isso a importância de uma implementação eficaz de um SGP pode ser relacionada com a importância de uma infraestrutura de qualidade. O sistema viário faz parte do sistema de infraestrutura urbana o qual é classificado pelo autor como o mais delicado, merecendo diversos cuidados pois é o que possui maior impacto orçamentário no custo de implementação da urbanização

Para o Instituto do asfalto dos Estados Unidos (1967), a manutenção no pavimento é a principal atividade do departamento de sistema de infraestrutura. Por conta da grande quantidade de rodovias e de suas longas extensões, o orçamento para execução de suas manutenções é bastante limitado.

Na malha viária existem diversos fatores que podem manifestar uma grande variedade de problemas nos pavimentos. Esses problemas possuem como causas principais: as associadas ao tráfego ou aos materiais empregados no pavimento ou devido ao meio ambiente como tipo de solo, regime pluviométrico e outros (FERNANDES JÚNIOR; ODA e ZERBINI, L.; 2006).

A partir da década de 1960 e ao longo da década de 1970, vários estudos ao redor do mundo foram produzidos com a intenção de introduzir o funcionamento de um SGP, visto que um sistema de transporte bem mantido pode ajudar numa

distribuição eficiente da população e isso afeta diretamente nas atividades econômicas e na qualidade de vida da população (QUEIROZ; HAAS; CAI, 1994).

De acordo com Shahin e Walther (1990), dentre as agências americanas responsáveis pela administração de rodovias, estava o exército americano, cuja responsabilidade de manutenção na época era de mais de 465 milhões de metros quadrados de pavimento. E a quantidade gigantesca de informação requeria uma tratativa sistemática e um método objetivo para determinação das necessidades de alocação de recursos para manutenção e reabilitação. Ainda de acordo com Shahin e Walther (1990), para auxílio das tomadas de decisões, os colaboradores do Laboratório de Pesquisa de Engenharia de Construção do Exército dos Estados Unidos desenvolveram o *Pavement Maintenance Management System*, mais conhecido como PAVER.

Um das primárias funções do PAVER, era prever as condições futuras de um determinado pavimento e que foi fundamental na obtenção de resultados que davam engajamento para o *Pavement Management System* (PMS), a partir de informações inseridas que eram escolhidas mediante formas objetivas de quantificar a condição dos pavimentos em função de um tratamento de dados, que neste caso era o *Pavement Condition Index* (ICP), índice que se baseia em tipos de patologias, severidade e quantidade de defeitos (SHAHIN; WALTER, 1990).

Haas, Hudson e Zaniewski (1994), definem que um gerenciamento de pavimentos envolve a identificação de estratégias que sejam otimizadas dentro de vários níveis que compõem o sistema, podendo ser esses níveis desde informações iniciais para planejamento, programação e execução de novas construções, manutenções e reabilitações, até os detalhes individuais de cada projeto e sua construção, bem como para programação do monitoramento dos pavimentos que estarão em uso de serviço.

Já a definição proposta por Zofka et al. (2014), um sistema de gerência de pavimentos pode ser explicado através de um processo transparente de planejamento e execução de manutenção na rede de pavimento, na prerrogativa de minimizar as despesas orçamentárias e o impacto ambiental causado na utilização de insumos para realização das manutenções, bem como na tentativa de maximizar a vida útil do pavimento e a segurança do usuário.

Aprofundando-se um pouco mais nas configurações de um sistema de gerência de pavimento, alguns tópicos foram abordados nos estudos de Amekudzi e Atooh-Okine (1997) que permeiam a introdução de um modelo de sistema de gerência de pavimento com três níveis, sendo estes:

- Nível de programa: cuja finalidade se dá em planejar e organizar a alocação de recursos para otimização da rede;
- Nível de seleção de projeto: classifica e prioriza os projetos candidatos, levando em consideração seus prós e contras quando é relacionado as restrições orçamentárias;
- Nível de projeto: abrange o detalhamento das atividades que devem ser abrangidas nos projetos que foram escolhidos na fase de seleção de projetos.

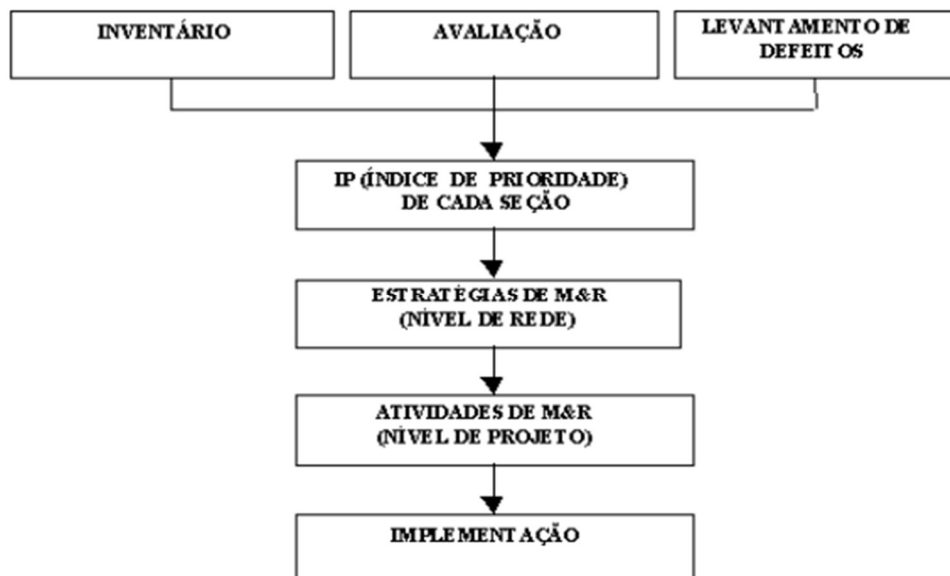
De acordo com o que é proposto por Haas, Hudson e Zaniewsk (1994), as informações primordiais para cada nível de um sistema de gerência devem ser coletadas e atualizadas periodicamente. Seus critérios de decisão devem ser estabelecidos previamente, juntamente com sua devida quantificação e com a proposição de estratégias alternativas que possam ser identificadas. Além disso, faz-se necessário prever o desempenho e os custos envolvidos em cada alternativa, bem como desenvolver procedimentos que irão levar a otimização e que estes considerem todo o ciclo de vida do pavimento.

Ao final, deve-se implantar todas estas atividades que permeiam a gerência e fazer uso daquela que proporcionar a maior eficácia, sendo considerada a estratégia ótima. Porém, de acordo com Peshkin, Hoerner e Zimmerman (2004), o escopo de direcionamento da manutenção de rodovias parte do princípio crucial de que as manutenções devem ser realizadas no tempo correto para obterem sua efetividade.

Em consonância ao mostrado na Figura 1 a seguir, está indicada a estrutura de um SGP. Percebe-se que numa das primeiras atividades, tem-se a caracterização e criação de um inventário de estudo e, após isto, é feita a avaliação e o levantamento de defeitos nos pavimentos. Posteriormente, é feita análise em relação a prioridade das seções, que podem ser exemplificados através de Índices de Prioridades (IP).

Em cada seção pode ser adotada uma estratégia de manutenção e reabilitação (inserido no contexto de nível de rede), e em geral, essas opções podem ser: Não Fazer Nada (NF), Manutenção Preventiva (MP), Manutenção Corretiva (MC), Reforço (RF) e Reconstrução (RC). Após essa classificação de necessidade, é repassada a informação para o detalhamento da ação (inserida no nível de projeto), com seleção da atividade de manutenção e reabilitação e o seu devido dimensionamento, se necessário. E, por conseguinte, tem-se a implementação da atividade escolhida.

Figura 1-Relação das estratégias de M&R com as outras etapas de um SGP.



Fonte: MAPC (1986).

A avaliação objetiva dos pavimentos é uma das principais etapas do sistema de gerência de pavimentos e se utiliza de instrumentos especializados para determinar as características físicas e mecânicas do pavimento, permitindo avaliar a condição da rodovia.

Ao longo das décadas subsequentes ao início das proposições de diversos estudos de sistema de gerência de pavimentos, ao redor do mundo criaram-se diversos métodos para quantificação e qualificação do estado do pavimento, como se tem a exemplo do Índice de serventia (IS) proposto por Carey e Irik em 1960, cuja tratativa parte de uma forma subjetiva de quantificar a condição atual de um determinado pavimento. No qual, tal índice varia de zero até cinco, cuja maior nota respectiva ao número cinco corresponde a um excelente estado da condição do pavimento.

Em consequência dos diversos estudos da área e em função do desenvolvimento ao longo das décadas, novas tratativas de quantificação e qualificação foram sendo criadas e algumas são abordadas neste trabalho. A exemplo do *Pavement Condition Index* (ICP), que de acordo com Zanchetta (2005), é caracterizado por ser o mais comum para o uso combinado de defeitos, sendo este, obtido a partir de uma avaliação objetiva do pavimento.

Por conseguinte, de acordo com o Shahim (1994), o método de avaliação objetiva denominado de ICP é um índice numérico, que varia desde 0 - pavimento totalmente degradado, até 100 - pavimento em condições perfeitas. Tal índice de cálculo possui seus resultados baseados em uma pesquisa da condição visual, no qual, o defeito do pavimento pode ser identificado por tipo, severidade e quantidade.

Ainda de acordo com o autor, o cálculo do ICP foi desenvolvido para fornecer um índice da integridade estrutural do pavimento e a condição da sua superfície. Tais informações dos defeitos presentes podem ser relacionadas com informações sobre a natureza dos defeitos e se estes podem estar interligados a carga de utilização e ao clima da região.

Newman et al. (2000) pontua que o maior esforço da pesquisa do SHRP foi direcionado para a ocorrência de problemas nos pavimentos asfálticos e estão sujeitos a problemas como deformações permanentes, trincas causadas por desgaste térmico, trincas causadas por fadiga relacionada ao uso do tráfego, e alguns outros problemas relacionados a uma adesão ineficaz do ligante asfáltico entre as porções de agregados e o concreto asfáltico. Logo, o manual do programa de pesquisa proposto pelo SHRP considera 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis, sendo inclusos alguns destes:

- Trincas por reflexão: situação de trincas ou junções que estão em camadas inferiores (antigas e/ou recapeadas) e que acabam refletindo em camadas novas executadas sobre as antigas.
- Trincas transversais: características de terem sentido perpendicular ao eixo da via observada.

- Remendos: são característicos de possuir uma porção da superfície do pavimento que seja de área maior que $0,1 \text{ m}^2$, sendo esta porção removida e substituída.
- Painelas: são comumente chamados de buracos, nos quais, são resultantes de desintegração localizada em determinada área pela ação do carregamento do tráfego e sob a presença de água. Também possui característica de advir em função da não manutenção dos diversos tipos de defeitos presentes no pavimento.
- Deformação permanente: é característico por um afundamento em sentido longitudinal nas regiões que as rodas dos veículos mais fazem contato com o pavimento, e é ocasionado pela densificação dos materiais que constituem a região deformada ou pelas rupturas dos mesmos por esforços de cisalhamento.
- Corrugação: possui característica de ser uma deformação plástica que forma ondulações na superfície com sentido transversal ao eixo do pavimento.
- Exsudação: pode ser exemplificada como excesso de ligante betuminoso sobre a superfície do pavimento.
- Agregados polidos: Ocasionado por um polimento dos agregados e do ligante asfáltico e a exposição dos agregados graúdos.
- Desgaste: caracterizada por perda da adesividade do ligante asfáltico e desalojamento dos agregados. Também é caracterizado por envelhecimento ou endurecimento do ligante asfáltico.
- Desnível: é caracterizada pela elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento da rodovia, que podem ser ocasionadas por camadas sucessivas de revestimento asfáltico.
- Bombeamento: que pode ser exemplificado pela saída de água pelas trincas do pavimento, com esta saída sendo ocasionada pela ação de cargas do tráfego ao redor das trincas, bem como deposição de material granular sobre a superfície, sendo este, advindo junto com a água.

Tais informações podem ser exemplificadas através do Anexo localizado ao final do trabalho, onde fica indicado uma forma facilitada de descrição dos defeitos, seus níveis de severidade e uma forma padronizada para quantificação de cada um.

De acordo com Al-Abdul Wahhab et al. (2002) as atividades de manutenção e reabilitação (M&R) que podem ser escolhidas para os diversos tipos de defeitos são baseados na relevância dos defeitos presentes, bem como no custo de cada tratamento e que segue a disponibilidade de recursos de cada organização que é responsável pela manutenção e reabilitação das vias.

O autor também discorre que cada defeito pode ser corrigido por um ou mais tipos de tratamentos baseado na severidade e em sua extensão. Além disso, ele pontua que a composição de um método de índice de prioridade de manutenção é um método simples e que é capaz de dar soluções próximas de resultados ótimos.

O índice indicado pelo autor considera que sete fatores são primordiais na importância da criação de um ranking de prioridade, sendo estes: classe da rodovia, condição do pavimento, tráfego operacional, condição de rolamento, condição da segurança da via, custo de manutenção e a importância da via para a comunidade ao seu redor. Ademais, cada um destes fatores possui seu valor de prioridade e um peso atrelado para realizar a classificação do ranking de vias a serem feitas as devidas atividades de manutenção e reabilitação.

De acordo com Zaghloul et al. (2006), cada tipo de atividade de M&R é específica para cada tipo de pavimento e este pode ser aplicado relacionando a cada custo unitário necessário para aplicação da atividade em relação ao grau de sua necessidade. Para isso, é recomendado que estes custos sejam revisados em uma base de dados anual para otimizar a precisão dos resultados de análises dos diversos cenários de investimentos que podem ser executados para cada atividade de M&R. O autor classifica que existem quatro tipos de atividades de M&R, sendo:

M – Atividade de manutenção localizada;

G – Atividade de manutenção generalizada;

R – Atividade de reabilitação;

C – Atividade de construção.

Dando continuidade, Zaghoul et al. (2006) ressaltam que os impactos de implementação de atividades do tipo R ou C são desenvolvidas para reproduzir saltos nas curvas de desempenho dos pavimentos, que representam melhoras significativas na condição do pavimento. Enquanto as atividades do tipo M ou G são modeladas para representar um período de contenção dos defeitos e seus impactos na condição do pavimento.

A Figura 2 a seguir, demonstra uma matriz de tratamento de algumas atividades de manutenção e reabilitação que são utilizadas pelo Condado de *Champaign* para selecionar um tratamento apropriado e determinar as necessidades globais da rede de pavimentos com relação ao trecho de superfície escolhido.

Figura 2-Matriz de tratamento relacionando M&R com o ICP.

ICP VALOR	ICP AVALIAÇÃO	ICP VALOR			TRAFEGO ALTO TRAFEGO BAIXO AVALIAÇÃO ESTRUTURAL
		< 35 < 45	35-50 45-75	> 50 > 70	
100	EXCELENTE	BOM	REGULAR	RUIM	
90	MUITO BOM	ADIAR MANUTENÇÃO			
80	BOM	SELAGEM DE TRINCAS			
65	REGULAR	CAPA SELAGEM	ADIAR MELHORIAS		
40	RUIM	RECICLAGEM		RECICLAGEM	
0		FRESAGEM E RECICLAGEM		RECONSTRUÇÃO	

Fonte: Champaign County treatment matrix (ARA, 2009) *apud* Wolters, A. et al (2011).

O Condado de Champanhe utiliza a matriz de tratamento, demonstrada na Figura 2 acima, juntamente com o sistema de gestão de pavimentos implantado no Condado para analisar as classificações de ICP para chegar a um método de tratamento adequado e eficaz para cada ponto específico da sua malha viária.

Zofka et al. (2014) realizaram diversas simulações computacionais para verificar as vantagens, desvantagens e seus custos associados em manter a condição do pavimento em nível elevado na rede de inventário utilizada com o intuito de obter

as mais significantes extensões de vida útil de acordo com os tratamentos de M&R empregados.

Foram classificados quatro cenários de condição de pavimentos (1 - Não realizar nenhuma atividade de M&R em 20 anos, 2 - manter o pavimento com ICP maior que 60, 3 - manter o pavimento com ICP maior que 70, 4 - manter o pavimento com ICP maior que 80), e, com estes cenários, foi possível aferir a importância da manutenção ao longo dos anos, pois mesmo com o maior investimento inicial do cenário 4, este apresentou menor custo anual ao longo dos 20 anos, bem como apresentou a melhor vida útil e quando comparado com o cenário de não realizar nenhuma atividade de M&R, percebeu-se que o cenário 1 é duas vezes mais caro que o cenário 4 quando comparado com o custo de valor líquido atual.

Em um estudo proposto por Martin e Choummanivong (2016), foi relatado que a previsão da performance de um pavimento pode ser considerada um elemento chave quando usado juntamente com a avaliação anual para obtenção de informações do estado das vias, sendo inserido no contexto de um sistema de gerência de pavimentos, cuja importância serve para estimar as necessidades de investimento no futuro da sua malha viária. Além disso, foi demonstrado que manter a deterioração de um pavimento em um estado mínimo possível, pode gerar uma economia nas organizações responsáveis pela manutenção e reabilitação, que pode variar entre 5% e 70% em relação aos custos alocados para essas atividades.

2.2. INTERFERÊNCIAS COM TUBULAÇÕES URBANAS

No espaço urbano, as redes de infraestrutura devem se constituir em um sistema harmônico onde esses elementos estejam articulados entre si. Porém, esse conceito é pouco utilizado perante as empresas de serviços públicos, configurando-se em uma desordem do subsolo urbano (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

As redes de infraestrutura urbana presentes no nível do subsolo, correspondem às redes de drenagem pluvial, esgoto, gás, eletricidade e de telefonia. Essas redes presentes no subterrâneo não estão ligadas a rede viária, porém influenciam no nível da superfície do terreno, uma vez que se faz necessário as reparações e ampliações das mesmas (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

De acordo com Stuchi (2005), uma forma de mitigar os efeitos de aberturas de valas na superfície da pavimentação era passar todas as redes sob a calçada, além disso, segundo Diniz et al. (2016) a alternativa de traçado de redes cortando o subsolo de passeios reduz os custos a longo prazo “em função da redução dos procedimentos de reaterro e repavimentação extensamente utilizada em operações de manutenção em redes sob o eixo de rolamento”.

A má execução de serviços de manutenção provoca a redução da conservação do pavimento e resulta no reaparecimento dos mesmos defeitos em um curto prazo de tempo, gerando transtornos aos usuários, às concessionárias/ permissionárias e aos órgãos públicos (PERTELINI apud DINIZ et al, 2016). A reposição da pavimentação no local onde houve a interferência urbana tem como objetivo garantir o restabelecimento do pavimento com características estruturais iguais ou superiores às do pavimento original, obedecendo às normas municipais (STUCHI, 2005).

Sousa (2021) utilizou em seu método de pesquisa uma adaptação da planilha do Manual do SHRP que considera 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis, desconsiderando o defeito “desnível pista-acostamento” e substituindo por “interferência com tubulações urbanas”. Tal adaptação ocorreu em função deste defeito, no qual é exclusivo de região urbana, interferir diretamente na qualidade do rolamento, pois acarretam desníveis que possuem características semelhantes aos defeitos de panelas.

Pode-se afirmar também que, em virtude do defeito interferência com tubulação urbana ser específico de regiões de características urbanas, este não se faz presente nos diversos manuais que são propostos pelos departamentos que regem as diretrizes normativas, de projetos e de execução de rodovias.

Na cidade de São Paulo - SP há o Departamento de Controle de Uso das Vias Públicas- CONVIAS que, por meio de diretrizes, outorga às pessoas jurídicas de direito público e privado permissão de uso das vias públicas municipais incluindo os respectivos subsolos e espaço aéreo, e das obras de arte de domínio municipal. Estas diretrizes ordenam e otimizam a ocupação das vias e mitiga o impacto gerado pelas obras públicas de infraestrutura urbana.

Em Belém-PA, as intervenções em vias públicas relacionadas ao saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário), são fiscalizadas e monitoradas por

Órgãos/Entidades municipais envolvidos, sendo eles: Agência Reguladora Municipal de Água e Esgoto de Belém - AMAE cuja finalidade é de dar cumprimento às políticas e regular, controlar e fiscalizar sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário do Município de Belém, concedidos, permitidos, autorizados ou contratados ; Secretaria Municipal de Saneamento - SESAN; Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA; . Secretaria Municipal de Urbanismo - SEURB e por fim, Superintendência de Mobilidade Urbana - SEMOB.

De acordo com a resolução Nº 007/2018 da AMAE em casos de intervenções públicas configuradas como de caráter emergencial, é de responsabilidade da prestadora dos serviços a realização da recomposição do pavimento asfáltico seguindo as normas técnicas estabelecidas por cada órgão municipal competente para cada caso específico, caso contrário a mesma resolução estabelece:

“Art. 6º Casos em que a Prestadora de Serviços, seja acionada para execução de serviço emergencial, tendo o mesmo sido ocasionado por terceiros, fica a Prestadora de Serviço autorizada a efetuar a cobrança, ao ente causador do serviço emergencial, pelo referido serviço de reparo”.

Na ocorrência da recusa do serviço de pavimentação na intervenção realizada pela permissionária/concessionária ou a manifestação de inconformidades do serviço de reconstituição do pavimento após refeito ou o Órgão/Entidade Municipal competente encaminhará um laudo com justificativa técnica para AMAE cuja ação será notificar a empresa e *“garantindo a mesma o direito de ampla defesa e contraditório, através de processo administrativo interno desta AMAE”* (RESOLUÇÃO Nº. 007/2018).

O método de controle das intervenções urbanas em São Paulo, quando comparado com o método de fiscalização da Prefeitura de Belém, nota-se que o sistema de gerenciamento aplicado em São Paulo é mais efetivo visto o controle mais rígido das intervenções urbanas em pavimentos flexíveis.

De acordo com Sousa (2021), os desníveis de interferências por tubulações urbanas na área de estudo chegaram à margem de 20 cm em diversos trechos, e esse desnível por si só, pode acarretar danos quanto a parte mecânica dos veículos que trafegam os trechos que demonstram esse defeito, bem como podem ocasionar

acidentes, principalmente em dias de chuvas, nos quais reduzem consideravelmente a visibilidade dos motoristas. Ainda em relação ao trabalho de Sousa (2021), entre os 10 trechos com os menores ICPs, para o cenário de referência, 8 se demonstram com interferências com tubulações urbanas e caso estes trechos não apresentassem esse defeito, teriam um aumento no seu respectivo ICP, que varia de 5% a 8%, como no caso dos trechos C10, C11, C70 e C20 que poderiam aumentar em 5%, e no caso dos trechos C9 e C37 que poderiam aumentar 8% em ambos.

Em relação ao trabalho de Aihuki (2022), dentre os 10 trechos com os menores ICPs para o cenário de referência, 8 apresentam interferências com tubulações urbanas e caso estes trechos não apresentassem o referido defeito, teriam um aumento no seu respectivo ICP, que varia de 5% a 10%, a exemplo dos trechos C37, C11 e C59 que poderiam aumentar em 5%, e no caso do trecho C20 que poderia aumentar em 10%.

2.3. MÉTODO DO SHRP PARA O CÁLCULO DO ICP

Dada a importância da infraestrutura para viabilidade de grandes demandas da sociedade e a crescente necessidade pela manutenção de projetos que têm um grande impacto econômico com a implementação de suas obras, a exemplo das malhas viárias, é que os Órgãos governamentais perceberam a demanda de se ter uniformização de coleta de informações sobre os defeitos dos pavimentos e mensurar a qualidade desses trechos viários (PRESTES, 2001). Partindo desse princípio é que foram criados diversos métodos que quantificam que avaliam objetivamente mediante determinadas informações. O método do ICP – *Pavement Condition Index*, desenvolvido pelo SHRP foi fundamental para a longevidade da malha viária norte americana e o melhor direcionamento de recursos para manutenção e reabilitação.

De acordo com Newman et al. (2000), o *Strategic Highway Research Program - SHRP* foi um investimento de 150 milhões de dólares direcionado a quatro grandes áreas relacionadas as rodovias, sendo estas: asfalto, concreto, operações de rodovias e engenharia de pavimentação. Em consequência disso, os resultados obtidos a partir desse investimento são uma série de 128 produtos que podem ser classificados como especificações, dispositivos mecânicos, processos, relatórios ou programas de

computador voltados para mitigar ou solucionar um problema específico envolvendo algumas dessas áreas.

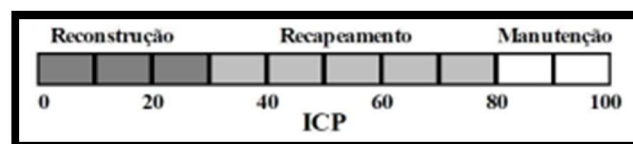
De acordo com Shahim (1994) é possível utilizar a Equação 1 para obter o índice da Condição do pavimento (ICP), cujas variáveis D_{ij} e F_{ij} são, respectivamente, extensão e fator de ponderação do defeito. Na Equação 1, i significa o defeito específico apresentado e j significa o nível de severidade desse defeito, de acordo com o Instituto do asfalto (1989).

$$ICP = 100 - \sum i \sum j D_{ij} x f_{ij} \quad (1)$$

O valor do ICP obtido, além de representar quantitativamente a condição do pavimento a partir da magnitude, dos tipos e características dos defeitos, serve, também, para determinar a priorização dos trechos que mais necessitam de intervenção e quais tipos de serviços de M&R que devem ser realizados. Segundo este parâmetro, é possível estabelecer uma priorização das atividades que devem ser aplicadas para obter os níveis operacionais, estruturais e de segurança, seja por reconstrução, recapeamento ou manutenção.

A Figura 3 apresenta os intervalos para classificar as atividades segundo o ICP calculado, após o estudo de levantamento do trecho (Instituto do Asfalto, 1989).

FIGURA 3-CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES DE INTERVENÇÃO NO PAVIMENTO.



FONTE: INSTITUTO DO ASFALTO (1989).

De acordo com Fernandes Júnior, Oda e Zerbini (2006), fez-se necessária uma adaptação da planilha 1 utilizada no manual de levantamento do SHRP (1981). A adaptação está localizada no Apêndice A, que dispõe dos defeitos presentes, também

mencionados no tópico 2.1, e a organização categórica de dados referentes a área estudada.

Zanchetta (2005) e Sousa (2021), verificaram que na planilha original, alguns defeitos possuem fatores de ponderação que não demonstram significância para a contagem total do respectivo ICP pelo SHRP (1993). O que difere da configuração dos seus estudos com a planilha original, é a retirada dos pontos dedutíveis desses itens específicos para cada inventário de estudo, pois podem não ter sido encontrados durante os levantamentos ou estão mais ligados ao acontecimento destes em rodovias do que pavimentos urbanos.

Logo, em função disso, é feita uma variação para consideração de cada defeito, como é sugerido por Zanchetta (2005), no qual, introduz o conceito de composição pontuando que a metade da pontuação seja determinada pelo maior grau de severidade do defeito encontrado no trecho avaliado, e que será disposto 1/3 para severidades do tipo baixa, 2/3 para severidades médias e pontuação integral para severidade alta; além disso, a metade restante da pontuação será determinada pela extensão que configura o grau mais severo do defeito encontrado, aliado a sua extensão, que deve ser avaliada em pequena, média ou grande, seguindo os mesmos padrões de ponderação adotados para severidade.

No caso de Sousa (2021), o autor indicou um cenário alternativo que diferencia os pesos de 5 dos defeitos não encontrados ou menos aparentes na sua área de pesquisa, aumentando o peso daqueles que se fazem mais estatisticamente presentes. Tal modificação foi classificada por Maués e Soares (2022) como melhor método de avaliação destinado para a área de estudo abordada, pois permite que o avaliador consiga uma maior diferença da qualidade dos pavimentos, o que leva a uma categorização melhor das superfícies que necessitam de intervenções, bem como aquelas que estão com bom desempenho.

Os resultados que comporão cada trecho de pavimento avaliado serão relacionados separadamente e calculados a partir da fórmula:

$$ICPobj = 100 - (\text{soma dos defeitos})$$

Onde a significância de cada defeito pode definir os fatores de ponderação para os níveis de severidade alta, média e baixa. Como proposto por Zanchetta (2005) e Sousa (2022).

Após a obtenção das notas de ICP para os respectivos trechos, como demonstrado na tabela a seguir, será possível definir o estado de utilização em que os pavimentos se encontram.

TABELA 1- DENOMINAÇÃO DA CATEGORIA DO PAVIMENTO, SEGUNDO O ICP, NO MÉTODO. SHRP

ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO	CATEGORIA DO PAVIMENTO
ICP DE 100 A 80	EXCELENTE (ÓTIMO)
ICP DE 80 A 60	BOM
ICP DE 60 A 40	REGULAR
ICP DE 40 A 20	RUIM
ICP DE 20 A 0	PÉSSIMO

FONTE: CHEN; DOSSEY E HUDSON (1993).

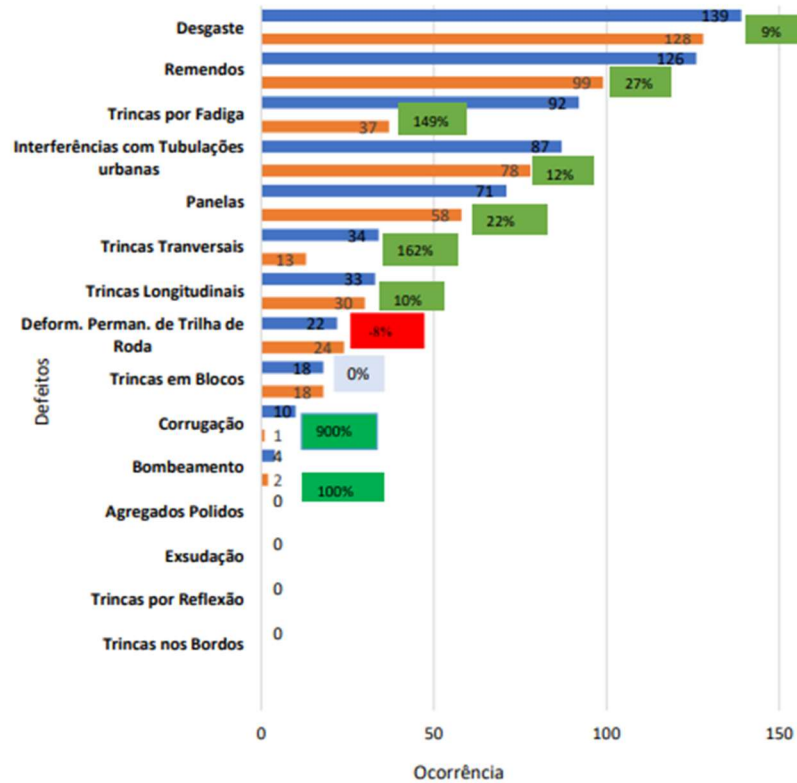
2.4. PESQUISAS QUE INVESTIGARAM O DESEMPENHO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Aihuki (2022) identificou a variação dos ICPs em 147 trechos do Bairro da Batista Campos em Belém/PA entre os anos de 2021 e 2022. Para a identificação dos defeitos, o autor utilizou o método do Strategic Highway Research Program (SHRP).

Os resultados obtidos pelo autor foi que o ICP médio do bairro reduziu de 86,75 para 81,27. As vias arteriais do bairro estavam mais bem conservadas que as vias coletoras e locais. O trecho mais crítico apresentou um ICP de 58,33 e o melhor trecho exibiu ICP de 98,3. A maior redução do ICP foi de -20,45 %. Apenas a Avenida 16 de Novembro apresentou uma variação média positiva no ICP, de +3,34%. 85,91 % dos trechos exibiram uma variação percentual do ICP negativa. A rua São Silvestre apresentou a maior variação média negativa do ICP de -12,85%. A figura 4 abaixo

mostram que os defeitos que mais evoluíram foram as corrugações 900%, Trincas transversais 162%, Trincas por fadiga 149% e os remendos 27% (AIHUKI, 2022).

FIGURA 4- VARIAÇÃO DOS DEFEITOS MAIS FREQUENTES DE 2021 PARA 2022.

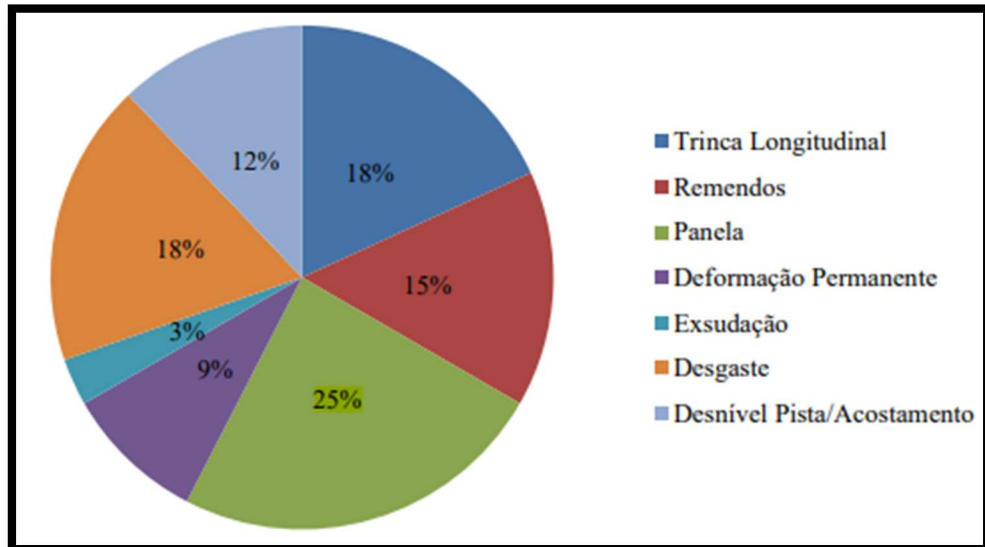


FONTE: AIHUKI (2022).

Cavalcante (2017) aplicou o método do ICP no trecho RN-177 com extensão de aproximadamente de 1759 metros, no município de Pau dos Ferros-RN. O autor utilizou o método do SHRP para a identificação dos defeitos e para as análises quantitativas baseou-se na metodologia desenvolvida pelo Corpo de engenheiros do exército dos estados unidos- USACE.

O pesquisador constatou que dentre os defeitos mais recorrentes foram os de: Desgaste representando 25%; trincas longitudinais e desgaste ambos correspondendo a 18% e remendos contabilizados com 15%. Os defeitos menos recorrentes foram Deformação permanente com 9% e por último com 3% a exsudação. A Figura 5 abaixo mostra o percentual de defeitos constatados.

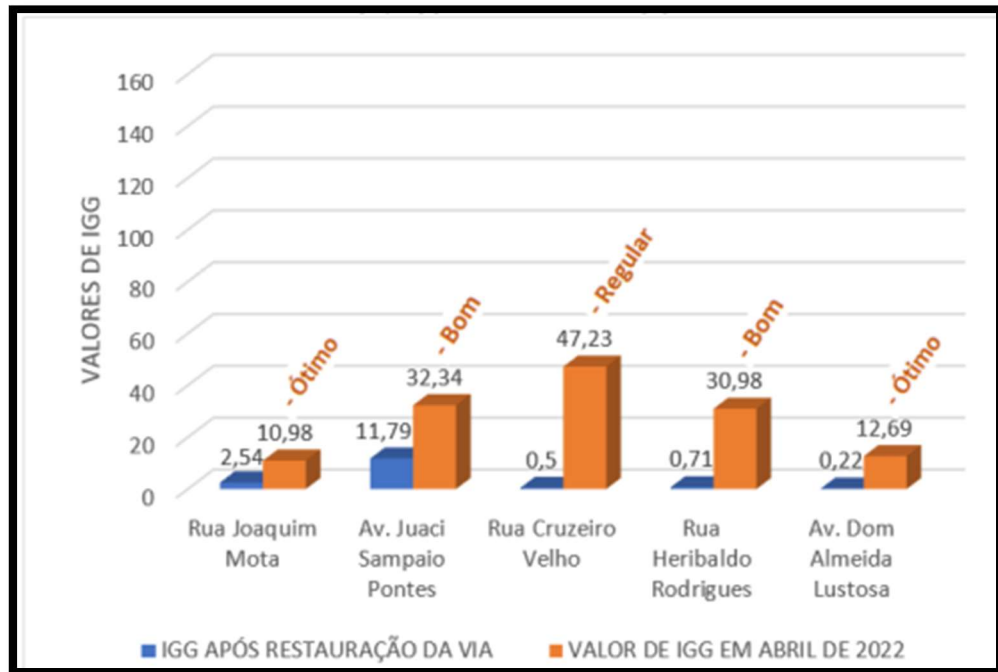
FIGURA 5-PERCENTUAL DE DEFEITOS CONSTATADOS.



FONTE: CAVALCANTE (2017).

Santos (2022) analisou trechos de cinco ruas do estado de Caucaia no estado do Ceará por meio do cálculo do Índice de Condição do Pavimento - ICP e índice de gravidade global- IGG. O método utilizado para o cálculo do ICP foi a do Corpo de Engenharia do Exército do Estados Unidos - USACE. Os resultados obtidos pelo cálculo do IGG foram comparados aos dados anteriores realizados por Silva (2021) permitindo uma visão geral da variação da qualidade do pavimento (Figura 6).

FIGURA 6- COMPARAÇÃO DOS VALORES DE IGG OBTIDOS POR SILVA (2021) E SANTOS (2022).



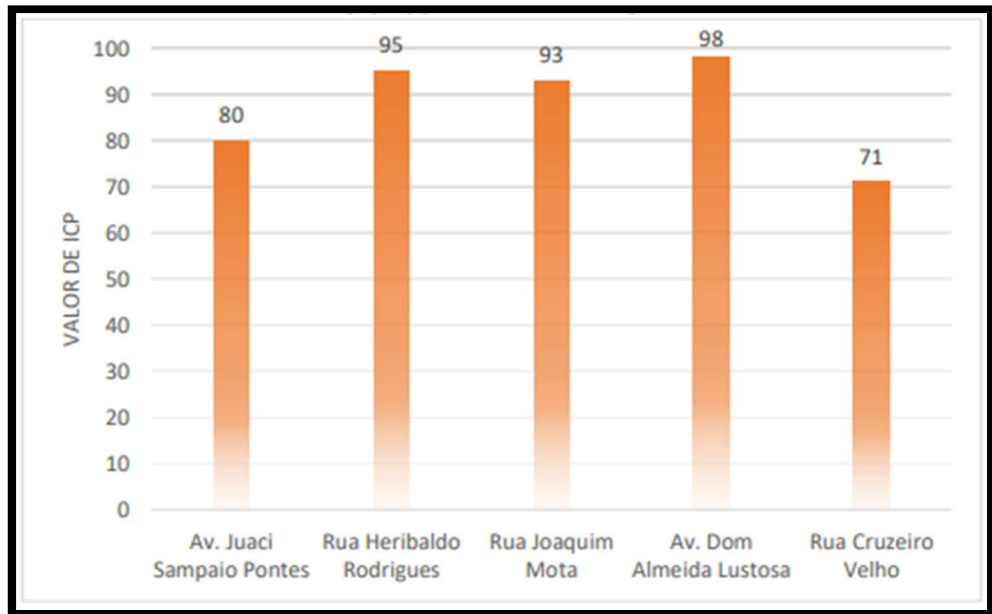
FONTE: SANTOS (2022).

Os trechos avaliados por Silva (2021) foram realizados no primeiro quadrimestre de 2021 logo após a requalificação e reconstrução das vias. O levantamento dos dados obtidos por Santos (2022) ocorreu nos meses de março e abril. Analisou-se nos trechos da Av. Juaci Sampaio Pontes, Ruas Cruzeiro Velho e Heribaldo Rodrigues obtiveram um acréscimo significativo no IGG diminuindo o conceito obtido.

Santos (2022) ressalva também que esse acréscimo significativo no IGG pode ser devido a subdimensionamento do pavimento, deterioração do sistema de drenagem de águas pluvias ou até à escolha do recapeamento asfáltico. Também ressaltou que a forma que a análise foi realizada pode ter influenciado no resultado final do IGG pois pode ter desconsiderado a severidade dos defeitos significativos nas vias estudadas.

Para o cálculo do ICP os resultados obtidos por Santos (2022) podem-se observar que as ruas Heribaldo Rodrigues, Joaquim Mota e a Avenida Dom Almeida Lustosa obtiveram ICP excelente, e apenas duas ruas como a Avenida Juaci Sampaio Pontes e Rua Cruzeiro Velho foram classificadas como Bom (Figura 7).

FIGURA 7- VALORES DO ICP.



FONTE: SANTOS (2022).

Os dados obtidos por meio do cálculo do ICP e do IGG realizado por Santos (2022) foram comparados de acordo com a Figura 8 abaixo:

FIGURA 8- RESUMO DOS VALORES OBTIDOS PELO CÁLCULO DO ICP E IGG NO ANO DE 2022.

VIAS	VALORES E CONCEITO OBTIDO (IGG)		VALORES E CONCEITO OBTIDO (ICP)	
	Valor	Conceito	Valor	Conceito
Av. Dom Almeida Lustosa	12,69	ÓTIMO	98	EXCELENTE
Av. Juaci Sampaio Pontes	32,34	BOM	80	MUITO BOM
Rua Cruzeiro	47,23	REGULAR	71	MUITO BOM
Rua Heribaldo Rodrigues	30,98	BOM	95	EXCELENTE
Rua Joaquim Mota	10,98	ÓTIMO	93	EXCELENTE

FONTE: SANTOS (2022).

Para as ruas Joaquim Mota e Av. Dom Almeida Lustosa, os resultados do IGG e do ICP mostrara-se iguais com condições de pavimento ótima e excelente. Diferente da Rua Cruzeiro onde a condição do pavimento realizado pelo cálculo do IGG demonstrou estado regular e para o cálculo do ICP resultou em um pavimento com o conceito bom.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo será destinado a caracterização da área de estudo, além de serem introduzidos os principais dados socioeconômicos do bairro da Batista Campos, bem como a hierarquização do sistema viário do bairro, a descrição objetiva referente ao passo a passo do método empregado na pesquisa, cujo contempla a codificação dos trechos inseridos nos quarteirões, o inventário da rede, a coleta de dados primários, como o cálculo do ICP de 2023, e secundários, como o levantamento dos ICPs de 2021 e 2022 para o método aplicado, bem como cálculo da variação do ICP, análise e correlação dos dados levantados.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

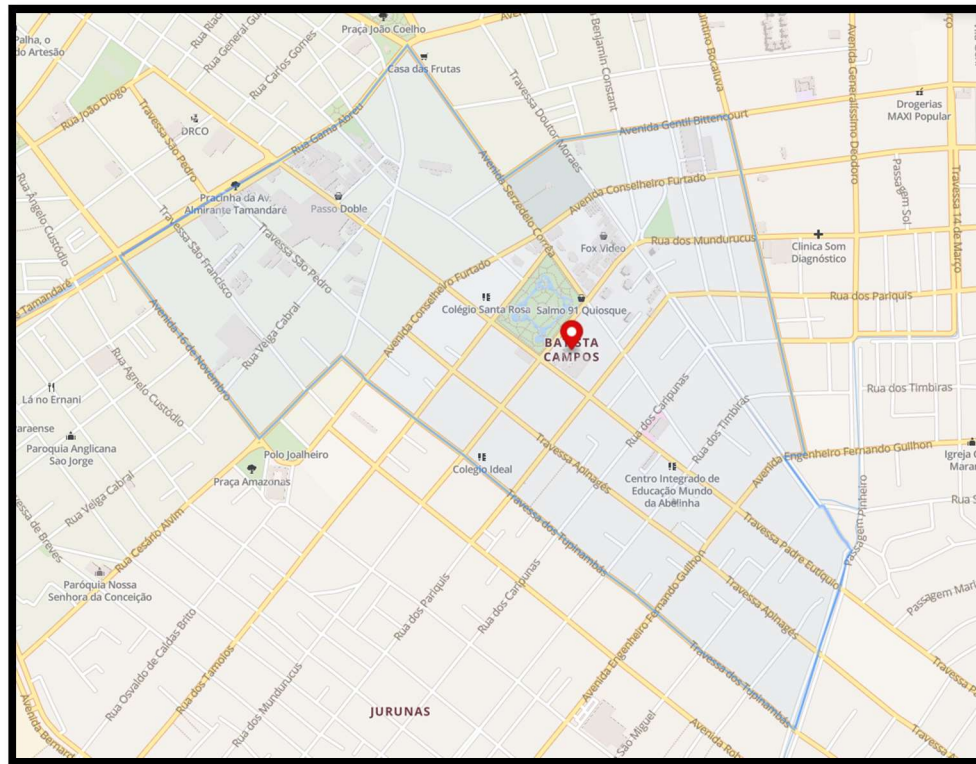
A aplicação do estudo foi realizada na cidade de Belém/ PA no bairro da Batista Campos como mostrado na Figura 9 abaixo. O bairro é composto por uma população estimada em 20.000 habitantes e possui uma área total de aproximadamente 1,43 km (IBGE,2010).

O bairro da Batista Campos é classificado como área nobre de Belém e de acordo com Ribeiro (2013), as áreas centrais e imediações do município de Belém estão concentradas as áreas com melhor infraestrutura, com o parque imobiliário de melhor conservação, mais alto padrão construtivo e com maior disponibilidade de serviços, comércio e equipamentos públicos.

De acordo com Santos (2010), referenciado por Souza (2019), o relevo da cidade de Belém é caracterizado por pertencer a planície amazônica, tem sua variação de cota sendo característica entre 5 e 25 m.

O sistema viário da região, de acordo com o vigente Plano Diretor de Belém, pode ser categorizado entre: vias estruturais, vias arteriais, vias coletoras e vias locais e a presença de tráfego de transporte público ocorre especialmente nas vias arteriais e vias coletoras.

FIGURA 9 - DELIMITAÇÃO DO BAIRRO DE BATISTA CAMPOS.



FONTE: GUIAMAPA (2023).

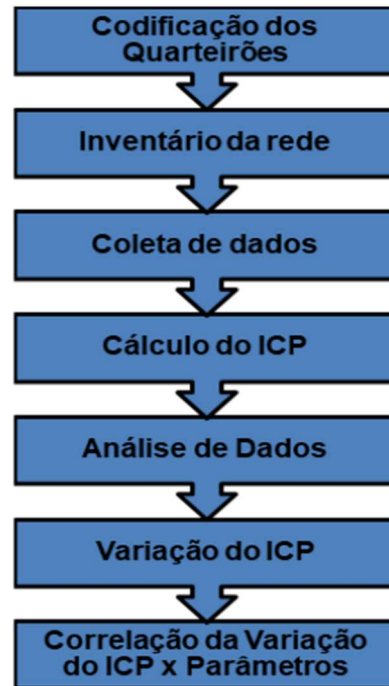
No bairro da Batista Campos, há 60 linhas que percorrem pela Rua Gama Abreu, 44 linhas que passam pela avenida Almirante Tamandaré (lado pertencente a Batista Campos), 36 linhas que perpassam a avenida Padre Eutíquio, na frente do shopping Pátio Belém, 33 que passam na gentil, 28 linhas que passam na 16 de novembro, 23 linhas que passam pela avenida conselheiro furtado e 23 linhas que passam pela avenida mundurucus.

As informações relacionadas as cotas de profundidade, linhas de ônibus, bem como sobre o índice pluviométrico da região, a deficiência de infiltração natural do solo e a deficiência de drenagem urbana se fazem expressivamente importantes para as análises que serão abordadas no capítulo 4. Ademais, no intervalo entre a pesquisa de Aihuki (2022) e a presente pesquisa (2023) foram executadas apenas pequenas atividades de manutenção, sem nenhuma reabilitação de trechos.

3.2. DESCRIÇÃO DO MÉTODO

Na Figura 10 apresenta-se o fluxograma do método do trabalho.

FIGURA 10- FLUXOGRAMA DO MÉTODO.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

3.2.1. Codificação do Trecho

Foi realizada a codificação dos trechos inseridos nos quarteirões do bairro da Batista Campos com o objetivo de organizar a coleta e a tabulação dos dados obtidos na pesquisa de campo (SOUSA, 2021). A Figura 11 evidencia os códigos dos 142 trechos da pesquisa, com exceção de 6 trechos, identificados de vermelho na figura, que não foram avaliados devido não ser pavimentação asfáltica, cujo é o foco da pesquisa. Informações abrangendo nome da via, perímetro, extensão, largura, cota, tipo de via, dentre outras, encontram-se codificadas no Apêndice D.

FIGURA 12- EXTENSÃO E LARGURA DO CÓDIGO C12.



FONTE: GOOGLE EARTH (2023).

3.2.3. Formulário de Campo

Para a identificação dos defeitos e coleta de dados nos pavimentos asfálticos foi utilizado a planilha elaborado por Sousa (2021). O método americano implantado pelo SHRP foi aplicado para o levantamento da condição da superfície do pavimento.

Sousa (2021) ressaltou que o método SHRP considera 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis e na planilha utilizada pelo autor foi desconsiderado o defeito “desnível pista-acostamento” e considerado o defeito “interferência com tubulações urbanas” uma vez que o levantamento das condições dos pavimentos flexíveis é realizado em área urbana e não em rodovias e inserido nesse contexto, as consequências do defeito de desnível possui semelhança com o defeito de interferência, visto que este pode acarretar em diversos problemas mecânicos aos veículos e a diminuição de segurança aos utilizadores das vias. A Figura 13 apresenta um exemplo do formulário utilizado para a coleta de dados

FIGURA 13- FORMULÁRIO DE CAMPO.

Endereço	Benjamin Constant(Gentil e Mundurucus	Extensão(m)	144		
Código do trecho:	C56	Largura(m)	8,4		
N°	Tipo de defeito	Nível de Severidade			
		Baixa	Média	Alta	
1	Trincas por fadiga (m ²)				
2	Trincas em bloco (m ²)				
3	Trincas em bordos (m)				
4	Trincas longitudinais (m)				
	Nas trilhas de rodas selagem(m)				
	Fora das trilhas de rodas selagem(m)				
5	Trincas por reflexão (número)				
	Trincas transversais(m)				
	Selagem(m)				
	Trincas Longitudinais (m)				
	Selagem(m)				
6	Trincas transversais (m)				
	Número				
	Extensão(m)				
	Selagem(m)				
7	Remendos (número)				
	Área m ²				
8	Panelas (número)				
	Área m ²				
9	Deformação Permanente nas trilhas de roda (% da extensão do trecho)				
10	Corrugação (número)				
	Área m ²				
11	Exsudação (m ²)				
12	Agregados Polidos (m ²)				
13	Desgaste (m ²)				
14	Bombeamento (número)				
	Extensão (m)				
9.Deformação Permanente nas trilhas de roda					
	Trilha interna (mm)		Trilha externa (mm)		
15. Interferência com tubulações urbanas					
	Área (m ²)		Desnível		
15.Sinalização Horizontal		Bom estado	Parcial apagada	Tota apagada	
Linha de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS-1 e LMS-2)					
Controlo de estacionamento (LPP,MVE,MER)					
Faixa de travessia de pedestres (FTP)					
Linha de retenção (LRE)					
Inscrições no pavimento (setas,símbolos e legendas)					

FONTE: SOUSA (2021).

É válido ressaltar que os defeitos trincas em bordos, trincas por reflexão, corrugação, exsudação e agregados polidos não foram levantados in loco, devido a modificação proposta por Sousa e Aguiar (2021), que propõe apenas os 10 defeitos mais estatisticamente presentes.

Um semestre anterior ao levantamento dos defeitos em campo, os autores dessa pesquisa realizaram a disciplina optativa “Conservação de rodovias” ministrada pelo professor orientador do trabalho, no qual receberam o treinamento de campo. Ademais, os primeiros sete trechos foram avaliados juntamente com a orientação do professor para a padronização dos dados e critérios.

A sinalização horizontal, apesar de constar no formulário, não foi abordada no trabalho pois fará parte de outros artigos do projeto de pesquisa. Já para a análise dos pavimentos, foi desconsiderada as faixas de estacionamento devido à falta de

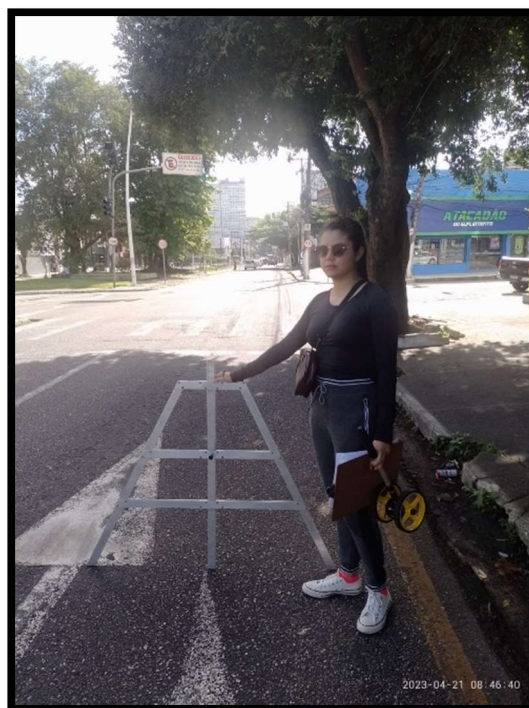
visibilidade da faixa ocupada por veículos e foi considerada somente a pista de rolamento.

O levantamento da malha viária foi realizado por caminhadas nos trechos em análise e demorou em média 35 minutos para cada trecho. Os trechos com maiores volumes de tráfego como Gentil, Padre Eutíquio e Conselheiro Furtado foram avaliados no domingo para segurança dos avaliadores e melhor detalhamento dos defeitos.

Devido ao levantamento ter sido realizado no início do ano de 2023 coincidindo com a época das chuvas em Belém-PA, optou-se por realizar a coleta de dados no período da manhã e sendo levantado em média 10 trechos por dia.

A coleta de dados foi realizada com o auxílio de uma trena analógica de 1000 metros, trena de 3 metros e treliza metálica para medição das flechas da trilha de roda conforme ilustrado na Figura 14 abaixo.

FIGURA 14- INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

3.2.4. Cálculo do ICP

Para a distribuição dos pesos para cada defeito foi utilizada a sugerida por Sousa (2021) que conforme o relatado por Maués e Soares (2022), o método utilizado para os cálculos trouxe bons resultados quando comparado com o método de cálculo do Aihuki (2022).

Segundo Sousa (2021) os defeitos de pavimentos que obtiveram o menor peso foram aqueles que tiveram menos impacto quando analisados estatisticamente. No entanto, os defeitos de pavimentos que apresentaram maior impacto estatístico, obtiveram pesos maiores (pontos a serem dedutíveis).

Cada defeito levantado no pavimento será deduzido a sua pontuação correspondente. Destaque-se que é necessário que a soma dos pontos dedutíveis dos 10 tipos de defeitos seja igual a cem (100) pontos. A Figura 15 abaixo apresenta os pontos dedutíveis que cada defeito possuía e passaram a ter.

FIGURA 15- PESOS DEDUTÍVEIS PADRÃO E CENÁRIO ALTERNATIVO.

DEFEITOS	PESOS		PESOS
1. Trincas por Fadiga (m ²)	15		15
2. Trincas em Blocos (m ²)	5		5
3. Trincas nos Bordos (m)	5	→	0
4. Trincas Longitudinais(m)	5		5
5. Trincas por Reflexão(m)	4		0
6. Trincas Transversais(m)	5		5
7. Remendos (m ²)	5		11
8. Painelas (m ²)	10		15
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)	15		15
10. Corrugação(m ²)	5		0
11. Exsudação(m ²)	3		0
12. Agregados Polidos(m ²)	3	→	0
13. Desgaste(m ²)	5		10
14. Interferências com Tubulações urbanas(m ²)	10		14
15. Bombeamento(m)	5		5
	100	TOTAL	100

FONTE: ADAPTADO DE SOUSA E AGUIAR (2021).

Para determinar o grau de pontuação do trecho analisado, foi utilizado o método de Zanchetta (2005) apud Sousa (2021), no qual determina que a metade da pontuação é analisada de acordo com o maior grau de severidade do trecho encontrado e a outra metade da pontuação é determinada segundo a extensão do grau mais severo do defeito encontrado.

Para trechos avaliados com defeitos de severidade baixa aplica-se a pontuação de 1/3; para severidade média 2/3 e pontuação integral para trechos que possuem defeitos de gravidades altas. A outra metade da pontuação é de acordo com a extensão, sendo avaliada em pequena caso a área do defeito for menor que 5% da área do quarteirão; Extensão Média (entre 5 e 15% da área do quarteirão) ou alta (maior que 15% da área do quarteirão). Como ressaltou Sousa (2021), para a avaliação do grau de severidade foi utilizado o manual do SHRP.

Conforme exemplificado por Sousa (2021), um trecho que apresenta baixa severidade de desgaste e se encontra em uma extensão média, significa que dos 5 pontos que podem ser deduzidos, metade (2,5 pontos) podem ser deduzidos para a severidade e a outra metade (2,5 pontos) podem ser deduzidos para a extensão. Logo, o trecho deduziria 1,67 pontos pela extensão média e 0,83 pontos pela baixa severidade.

O método de distribuição de pesos considerado para o tratamento de dados foi o relativo ao cenário alternativo proposto por Sousa (2021), em função deste ser considerado melhor método para a área de estudo analisado, de acordo com Maués e Soares (2022).

O tratamento dos dados foi realizado no programa do Excel, respeitando o método SHRP, desta forma foi possível obter uma nota ICP para cada um dos 142 trechos analisados, tanto em 2023 quanto 2022 e utilizando os dados de 2021. Após os resultados dos ICPs dos trechos, estes foram classificados de acordo com a categoria do pavimento sugerido por Chen et al. (1993), vista na Tabela 1 do item 2.3 deste trabalho.

3.2.5. Análise de Dados

A análise dos dados partiu do seu refinamento e posterior obtenção da frequência dos resultados dos trechos mais críticos e menos críticos para as condições de rolamento. Além disso, foram feitas filtragens de dados primários (coletados pelos autores deste trabalho) e secundários (coletados por Sousa (2021) e Aihuki (2022)), que são especificamente referidos ao tipo de via (via local, via coletora e via arterial), bem como foram feitas filtragens de dados relacionados aos trechos com presença do defeito de deformação permanente nas trilhas de roda, para

poderem ser feitas comparações relacionadas a qualidade do levantamento de dados dos afundamentos relacionada a inserção do instrumento da treliça metálica, que não se fazia presente nos trabalhos de Sousa (2021) e Aihuki (2022).

3.2.6. Variação do ICP

O cálculo da Variação percentual do ICP para cada trecho foi realizado no período de 2021 a 2023 utilizando as Equações 2, 3 e 4, com os dados obtidos por Aihuki (2022), Sousa (2021) e os ICPs calculados nesta pesquisa.

$$ICP_{2023-202} = \frac{ICP_{2023} - ICP_{2022}}{ICP_{2022}} \times 100 \quad (2)$$

$$ICP_{2023-2021} = \frac{ICP_{2023} - ICP_{2021}}{ICP_{2021}} \times 100 \quad (3)$$

$$ICP_{2022-2021} = \frac{ICP_{2022} - ICP_{2021}}{ICP_{2021}} \times 100 \quad (4)$$

3.2.7. Correlação da Variação do ICP versus Cotas e versus Tipos de Vias

Nesta etapa foi utilizado o método estatístico de correlação linear de Pearson (r) com o intuito de identificar se há correlação entre a variação do ICP entre os anos de 2021, 2022 e 2023 *versus* parâmetros como cotas ou tipos de vias e se essas variáveis são diretamente ou inversamente relacionadas.

Como citado por Aihuki (2022), foram descartados os trechos que foram recentemente recapeados para evitar distorções na análise. Sendo assim, para cada conjunto de dados o valor do coeficiente de correlação de Pearson (r) estará no intervalo de -1 a 1. Quanto mais forte for a correlação dos dados o resultado será mais próximo de -1 ou de 1. Porém, quando não houver forte correlação dos dados, o resultado acusará um valor próximo de 0 (zero). A Figura 16 a seguir caracteriza os valores que podem ser encontrados para a correlação linear em função do valor de r.

FIGURA 16- CATEGORIZAÇÃO PARA OS VALORES DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO.

Coeficiente de Correlação	Classificação
$r = 0$	Nula
$0 < r \leq 0,3 $	Fraca
$ 0,3 < r \leq 0,6 $	Moderada
$ 0,6 < r \leq 0,9 $	Forte
$ 0,9 < r < 1 $	Muito Forte
$r = 1$	Perfeita

FONTE: CALLEGARI JACQUES (2009) APUD SOUSA (2021).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo aborda o tratamento dos dados coletados e discute os resultados obtidos, e, sempre que possível, correlatando, debatendo e confrontando resultados de autores citados no capítulo 2 (Revisão Bibliográfica). Além disso, serão apresentadas considerações finais relativas à malha viária urbana do bairro da Batista Campos.

4.1. Cálculo do ICP

O cálculo dos ICPs correspondentes a cada trecho foi realizado no *software Excel*. Foram computadas todas as coletas de dados realizadas em campo no bairro da Batista Campos e por meio da combinação de diversas fórmulas foi calculado o ICP respectivo para cada trecho que faz parte da malha viária urbana levantada previamente.

Na Figura 17 é apresentada parte da planilha que foi utilizada para calcular os ICPs pelo método do SHRP considerando os 15 defeitos, os trechos avaliados, com suas respectivas áreas, cotas e tipos de via. Já na Figura 18 é apresentada parte da planilha que foi utilizada para calcular os ICPs pelo método do SHRP considerando apenas os 10 defeitos mais presentes, proposto por Sousa (2021) e caracterizado estatisticamente por Maués e Soares (2022) como melhor método de cálculo de ICP para representação de dados da malha viária na área de estudo aplicada.

FIGURA 17 - PLANILHA DOS ICPS - MÉTODO AIHUKI – 15 DEFEITOS.

Índice de Condição do Pavimento:	Área 1360,8				Área 1344				Área 1344			
	trecho 47		trecho 48		trecho 49		trecho 47		trecho 48		trecho 49	
	B	II	A	ICP	B	II	A	ICP	B	II	A	ICP
1. Trincas por Fadiga (m ²)	1,97	8	15,496	10,00	42,17			7,50				0,00
2. Trincas em Blocos (m ²)				0,00				0,00				0,00
3. Trincas nos Bordos (m)				0,00				0,00				0,00
4. Trincas Longitudinais (m)		3	5	3,33	7,6			1,67				0,00
5. Trincas por Reflexão (m)				0,00				0,00				0,00
6. Trincas Transversais (m)	4,4	6	6,6	3,33	1,2			1,67				0,00
7. Remendos (m ²)	15,69		3,6	3,33	35,05			2,50				0,00
8. Painelas (m ²)		1		5,00	2,04			5,00				0,00
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas (%)	27,77778			10,00				0,00				0,00
10. Corrugação (m ²)				0,00				0,00				0,00
11. Exsudação (m ²)				0,00				0,00				0,00
12. Agregados Polidos (m ²)				0,00				0,00				0,00
13. Desgaste (m ²)	1360,8			3,33	336			2,50	1344			3,33
14. Interferências com Tubulações urbanas (m ²)	0,5			3,33				0,00				0,00
15. Bombeamento (m)				0,00				0,00				0,00
	cota (m)	19		58,33	cota (m)	18		79,17	cota (m)	18		96,67

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

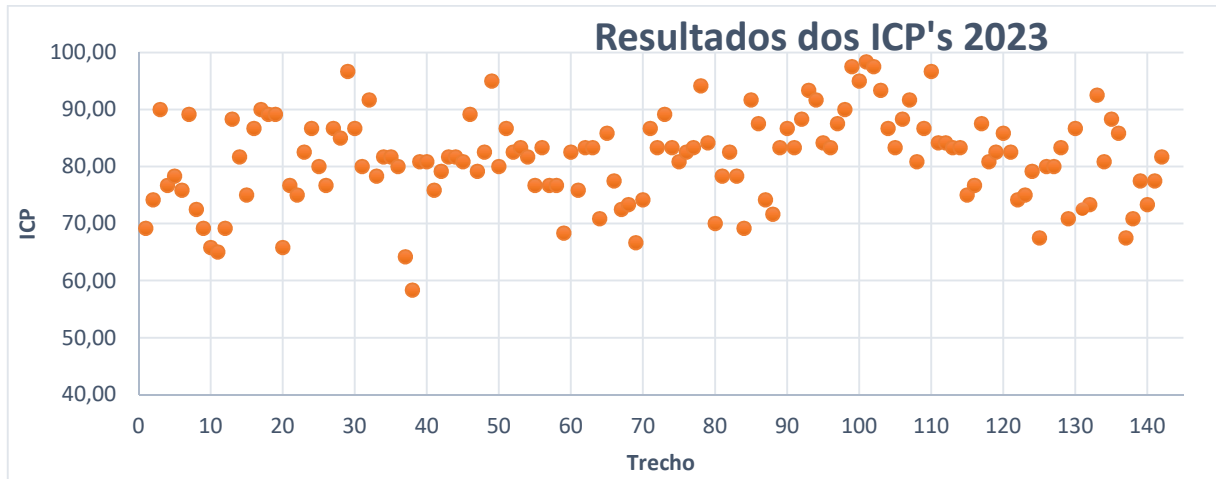
FIGURA 18- PLANILHA DOS ICPS - MÉTODO SOUSA – 10 DEFEITOS.

Índice de Condição do Pavimento:	Área 1293,6				Área 1260				Área 1394,4			
	trecho 36		Largura 8,4	extensão 154	trecho 37		Largura 8,4	extensão 150	trecho 38		Largura 8,4	extensão 166
	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP
1. Trincas por Fadiga (m²)	0,3	27,12		7,50	166,74	840		12,50			687,86	15,00
2. Trincas em Blocos (m²)				0,00				0,00				0,00
3. Trincas nos Bordos (m)				0,00				0,00				0,00
4. Trincas Longitudinais(m)		12,8		2,50				0,00			43,6	4,17
5. Trincas por Reflexão(m)				0,00				0,00				0,00
6. Trincas Transversais(m)				0,00				0,00				0,00
7. Remendos(m²)	18,6		117,6	7,38		78,3		5,50		37,2	5,94	7,38
8. Painéis(m²)			6,48	10,00		0,75	0,78	10,00	0,25	3,46	0,45	10,00
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)				0,00				0,00				0,00
10. Corrugação(m²)				0,00				0,00				0,00
11. Exsudação(m²)				0,00				0,00				0,00
12. Agregados Polidos(m²)				0,00				0,00				0,00
13. Desgaste(m²)	1293,6			6,67	1260			6,67	1394,4			6,67
14. Interferências com Tubulações urbanas(m²)	1,28			4,67		180		9,38	13,73	2,89	6,56	9,38
15. Bombeamento(m)				0,00				0,00				0,00
	cota(m)	8		61,33	cota(m)	7		56,00	cota(m)	6		47,50

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Com os cálculos realizados, foi possível plotar o Gráfico 1, apresentando os resultados dos ICPs do bairro da Batista Campos para o ano de 2023.

GRÁFICO 1- RESULTADOS DOS ICPS DE 2023 – MÉTODO DE SOUSA (2021).



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Na Tabela 2 a seguir, são apresentados os resultados do ICP dos 142 trechos calculados pelo método de Sousa (2021) e destacam-se em fonte vermelha os valores de ICP mais baixos, em negrito os valores de ICP mais elevados e os que estão em amarelo representam os trechos que foram verificados com a presença do defeito de deformação permanente de trilhas de rodas.

Em função dos valores obtidos, foi possível gerar os resultados das medidas de centralidade (Média, Moda e Mediana), bem como as medidas de dispersão (Desvio Padrão e Coeficiente de Variação - CV)

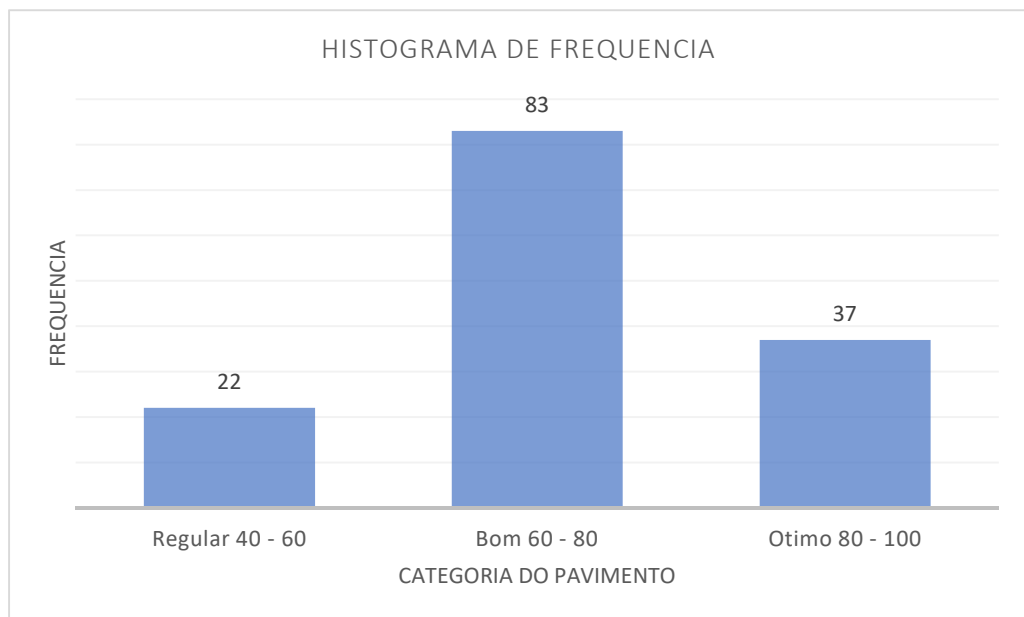
TABELA 2- RESULTADOS DOS ICPS DOS 142 TRECHOS AVALIADOS- MÉTODO SOUSA (2021).

Trecho	Nota	Trecho	Nota	Trecho	Nota
1	49,50	49	93,33	97	74,17
2	42,50	50	59,00	98	79,67
3	67,50	51	78,50	99	85,00
4	64,33	52	75,50	100	71,67
5	70,33	53	65,00	101	85,00
6	61,33	54	82,00	102	83,00
7	55,50	55	59,33	103	75,17
8	47,50	56	63,67	104	77,67
9	62,33	57	64,00	105	81,00
10	73,50	58	55,67	106	81,33
11	51,67	59	63,00	107	88,67
12	61,00	60	62,50	108	71,50
13	76,33	61	59,17	109	80,00
14	78,00	62	69,67	110	88,67
15	66,33	63	82,33	111	81,00
16	91,67	64	56,00	112	79,17
17	74,67	65	65,50	113	81,33
18	70,83	66	71,33	114	85,50
19	57,33	67	70,67	115	56,67
20	55,00	68	69,17	116	69,00
21	65,00	69	58,00	117	88,00
22	66,33	70	68,83	118	85,00
23	81,33	71	67,50	119	83,83
24	67,83	72	65,67	120	78,17
25	64,00	73	78,33	121	73,00
26	68,67	74	59,33	122	64,00
27	76,00	75	70,83	123	95,33
28	71,00	76	55,00	124	87,83
29	93,33	77	78,33	125	71,33
30	75,00	78	65,50	126	71,33
31	69,50	79	70,17	127	80,33
32	82,17	80	74,50	128	83,00
33	81,33	81	73,00	129	85,17
34	75,17	82	75,00	130	91,67
35	81,33	83	72,00	131	75,00
36	61,33	84	62,33	132	93,33
37	56,00	85	69,67	133	80,33
38	47,50	86	65,50	134	74,83
39	57,33	87	73,00	135	70,50
40	64,83	88	73,00	136	70,00
41	58,83	89	90,00	137	66,33
42	74,00	90	85,00	138	67,67
43	73,33	91	80,00	139	81,33
44	69,17	92	79,50	140	77,17
45	74,50	93	72,83	141	78,00
46	58,83	94	64,67	142	76,67
47	47,17	95	81,33	Média	71,91
48	71,17	96	83,67	Moda	81,33
				Mediana	75,75
				Desvio	10,73
				Coefic	
				iente	14,92%

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

O ICP médio dos trechos avaliados pelo método do SHRP, utilizando-se a modificação proposta por Sousa (2021) apresentou pelos cálculos realizados o valor de 71,91, o que é caracterizado como desempenho “Bom”, de acordo com Chen (1993). Pode-se observar a partir do Gráfico 2 que 37 trechos (26,06%) avaliados foram caracterizados com desempenho “Ótimo”, 83 trechos (58,45%) caracterizados com desempenho “Bom” e 22 trechos (15,49%) indicados com desempenho “Regular”.

GRÁFICO 2- HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA ABSOLUTA.

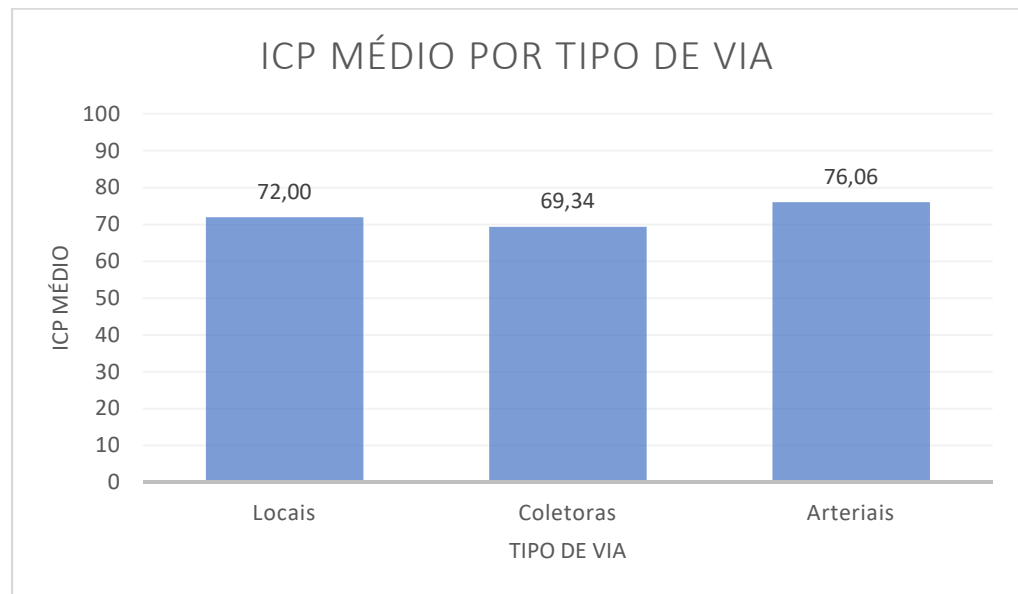


FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Percebeu-se que a nota mais baixa do ICP dos trechos avaliados foi igual a 42,50 (caracterizada como desempenho “Regular”) indicada para o trecho C2 e a nota mais elevada foi igual a 95,33 (caracterizada como desempenho “Ótimo”) indicada para o trecho C123. A mediana foi igual a 75,75. A distribuição da moda possui valor de 81,33 na qual se repetiu em 7 trechos. O desvio padrão apresentado foi de 10,78 e o coeficiente de variação (CV) foi de 14,98%, quase configurando média dispersão, a qual se inicia com $CV \geq 15\%$.

Com a informação dos índices para os 142 trechos, foi possível calcular a média aritmética dos trechos, classificando-os em função do tipo de via característica como mostra no Gráfico 3 abaixo:

GRÁFICO 3 - ICP MÉDIO DAS VIAS COLETORAS, LOCAIS E ARTERIAIS.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Analisando o Gráfico 3, foi possível notar que entre os três tipos de vias presentes de acordo com a classificação proposta pelo Plano Diretor de Belém, as vias arteriais são as que apresentam os maiores valores do ICP médio, enquanto as vias coletoras apresentam menores valores do ICP médio.

Esse resultado pode ser explicado pela priorização das atividades de M&R para as vias arteriais, visto que é característico que essas vias possuam um intenso volume de tráfego e as viagens mais longas, apresentando um maior número de defeitos quando comparadas com os outros dois tipos de vias (coletoras e locais).

4.2. Análise de Dados

4.2.1. Trechos Críticos

Com os dados obtidos, foi possível observar a existência de alguns trechos críticos, o que foi caracterizado pelos valores mais baixos de ICP. O trecho C2 na avenida 16 de Novembro entre Veiga Cabral e Arcipreste, apresentou o menor valor do ICP igual a 42,50 e, portanto, foi enquadrado com desempenho “Regular”, segundo Chen et al. (1993).

O trecho crítico foi diferente daqueles encontrados nos trabalhos de Sousa (2021) e Aihuki (2022). Para Sousa (2021), os trechos C10 e C11 foram os mais críticos resultando um ICP igual a 61,67 enquadrado como “Bom” desempenho e para Aihuki (2022), o trecho mais crítico foi o C38 cujo valor de ICP foi igual a 58,33 caracterizado com desempenho “Regular”.

É possível observar que, diferentemente dos resultados de Sousa (2021) no qual teve 8 trechos (apenas no cenário alternativo) com $ICP < 60$ e Aihuki (2022) que teve apenas 1 trecho (C38) com $ICP < 60$, em 2023, 22 trechos apresentaram $ICP < 60$ (condição regular).

Os diferentes defeitos que foram localizados nos trechos que obtiveram condição regular podem ter relação com diversos fatores, dentre eles, o nível da cota referente aos trechos, visto que dentre os 22 trechos com $ICP < 60$, 13 destes possuem cota igual ou inferior a 10 metros. Além disso, é válido ressaltar que entre os 22 trechos com $ICP < 60$, 11 são do tipo de via caracterizada como via local, 9 são do tipo via coletora e 2 do tipo via arterial, diante disso se deduz que por se tratar da maioria dos trechos serem em vias locais, as atividades de M&R são negligenciadas por se tratar de vias que não possuem um intenso tráfego.

Em contrapartida, os 37 trechos mostraram um “Ótimo” desempenho com $ICP \geq 80$. Tal fato se demonstra diferente quando comparado com os resultados de Sousa (2021) que possui 112 trechos (cenário padrão) e 64 trechos (cenário alternativo) categorizados como ótimo, bem como nos resultados de Aihuki (2022) que possui 84 trechos categorizados com desempenho ótimo.

Além disso, é importante dar ênfase para os 4 melhores trechos que foram categorizados em configuração ótima no levantamento de 2023, são eles: trechos C123 (95,33) na rua dos Caripunas, C29 (93,33), C49 (93,33) e C132 (93,33). Tais trechos obtiveram notas altas do ICP e foram considerados os melhores do bairro devido ao fato da presença de poucos defeitos em função de baixa extensão e baixa severidade.

Outra informação pertinente quanto as diferenças de valores de ICP ao longo dos anos é o fato de em 2023, nenhum trecho se demonstra com valor de $ICP = 100$, diferentemente dos trabalhos de Sousa (2021) que possui 7 trechos sendo

caracterizados como excelentes, de acordo com Chen et al. (1993). Assim como os levantamentos de Aihuki (2022), este trabalho também não demonstrou trechos com categorização excelente e isto se deve pelo fato de não ter acontecido nenhuma atividade de reabilitação entre os períodos de levantamento de dados in loco.

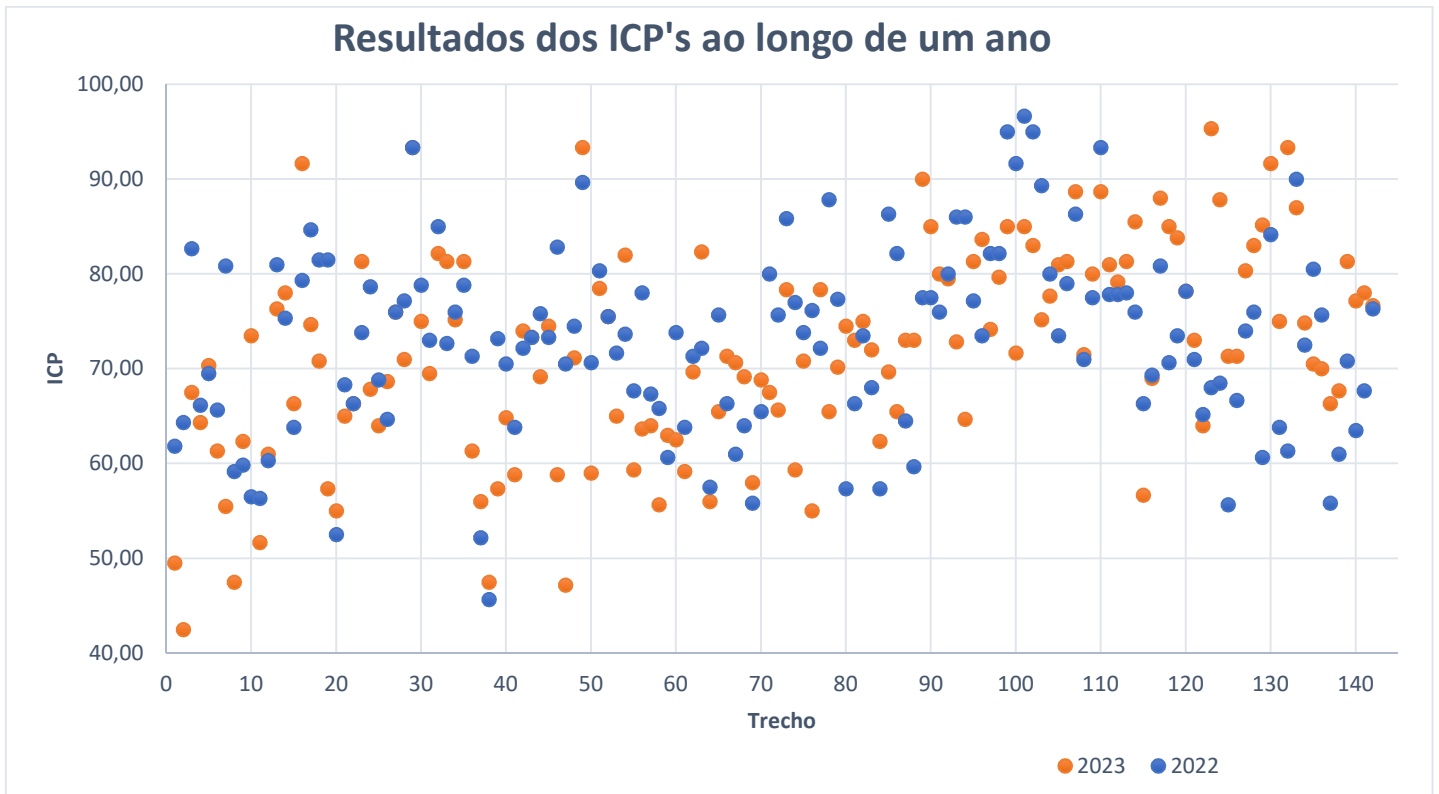
4.2.2. Variação do ICP

A avaliação objetiva do desempenho da malha viária do bairro de Batista Campos foi realizada em janeiro nos anos de 2021 por Sousa (2021) e 2022 realizada por Aihuki (2022) e este presente trabalho foi realizada em janeiro de 2023.

Os levantamentos efetuados por Sousa (2021) e Aihuki (2022) apresentaram um ICP médio igual a 79,89 (condição “Boa”) e 73,00 (condição “Boa”), respectivamente. No presente trabalho, o ICP médio é igual a 71,96, categorizando a média dos pavimentos do bairro também como “Bom” de acordo com o método SHRP. Logo, ao longo de um ano, o ICP do pavimento apresentou um decréscimo do ICP médio de 1,42% em relação ao ano de 2022 e em relação ao ano de 2021, foi um decréscimo de 9,93%.

O Gráfico 4 apresenta um comparativo dos resultados dos ICPs dos dois últimos levantamentos, onde é possível notar que a os pontos em laranja se demonstram, em maioria, abaixo de pontos azuis e tal resultado já era esperado para o desempenho de pavimentos que costuma cair com a passagem do tempo e do tráfego. Aqueles pontos laranjas que estão acima dos azuis, é possível o acontecimento de pequenas atividades de manutenção e/ou reabilitação de pavimentos entre janeiro de 2022 e 2023.

GRÁFICO 4- COMPARATIVO DOS RESULTADOS DOS ICPS DAS INSPEÇÕES AO LONGO DE UM ANO.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

As Tabelas 3 e 4 apresentam as variações do ICP do ano de 2021 para 2022, de 2022 para 2023 e 2021 para 2023, onde são evidenciadas as 15 maiores e 15 menores variações negativas, cujas representações equivalem a decréscimos de valores de ICP relativos aos anos comparados. No Apêndice C mostra-se a Tabela completa das informações sobre as variações anuais dos 142 trechos. É válido ressaltar que 47,89% dos trechos de 2023 em relação a 2022, foram evidenciados apresentando uma variação negativa (decréscimo em seu índice de condição do pavimento) e os trechos que apresentaram variação percentual positiva (aumento do índice) também representam 47,89% e 4,22% de trechos com nenhuma variação.

Pode ser observado nas primeiras duas colunas da Tabela 3 uma disparidade de quase todos os trechos que apresentam maior variação negativa, com exceção do trecho C47. Em vista disso, foi feita uma verificação nos dados de levantamento que mostrou que dentre esses 15 trechos da primeira coluna, apenas 4 continuaram com variação negativa de 2023 em relação a 2022.

Dentre os três primeiros trechos que apresentaram as maiores variações negativas de 2022 em relação a 2021, o trecho C141 apresenta uma diminuição na quantidade de trincas por fadiga que haviam sido encontradas no ano de 2022, tal fato é considerado relevante no desencadeamento de novas painéis que possuem severidade alta e em vista disso, o peso diminuído por trincas por fadiga deixa de entrar na contagem para diminuição do ICP e verificando os dados, percebe-se que apesar do aumento do ICP, é considerado que o trecho não apresentou atividades de M&R e apenas mudança da presença de determinados defeitos que levaram a contagem a um parâmetro diferente da diminuição esperada.

Além disso, os trechos C64 e C66 também mostraram expressiva variação negativa de 2022 em relação a 2021, porém, em relação a 2023, o trecho C64 apesar do aumento de severidade do desgaste e no aparecimento de novas trincas por fadiga de severidade baixa, houve aparecimento de grande número de remendos que podem ter sido tentativas de manutenções, mas que ainda sim estão levando a uma ínfima diminuição do ICP. Enquanto no trecho C66, apesar do aumento da área e da severidade de trincas por fadiga, estes defeitos não foram suficientes para demonstrar um decaimento do ICP, que somado ao fato do aumento de número de remendos, que parecem ter sido executados sobre as painéis existentes em 2022 foram de crucial importância para o aumento do ICP em relação aos anos anteriores.

Como é observado na terceira coluna da Tabela 3, o trecho C2 e C47 apresentam os maiores percentuais de variação negativa entre os anos de 2022 e 2023 representando 33,94% e 33,10%, respectivamente. Ainda observando a tabela, é possível verificar a maior variação negativa entre os anos de 2021 e 2022, sendo configurado o trecho C141 o que apresenta a maior perda de desempenho, quando comparada com o ano anterior. Ademais, é verificado que as maiores variações negativas apresentadas entre os anos de 2021 e 2023 dos trechos C47 (-45,89%), C76 (-40,00%) e C2 (-33,94%) se mostraram de forma muito expressiva, que pode caracterizar os trechos como prioritários para receberem atividades de M&R nas próximas obras.

TABELA 3- MAIORES VARIAÇÕES ANUAIS DE ICP ENTRE OS ANOS DE 2021 E 2023.

MAIORES VARIAÇÕES ANUAIS DE ICP 2021-2022 (%)		MAIORES VARIAÇÕES ANUAIS DE ICP 2022-2023 (%)		MAIORES VARIAÇÕES ANUAIS DE ICP 2021-2023 (%)	
141	-28,77%	2	-33,94%	47	-45,89%
66	-26,02%	47	-33,10%	76	-40,00%
64	-25,32%	7	-31,34%	2	-33,94%
38	-24,73%	19	-29,65%	50	-31,66%
134	-23,95%	46	-28,97%	8	-31,33%
15	-23,25%	76	-27,79%	19	-31,20%
33	-22,14%	78	-25,43%	94	-30,71%
139	-22,02%	94	-24,81%	46	-29,40%
136	-20,63%	74	-22,94%	7	-29,00%
77	-20,11%	100	-21,82%	100	-28,33%
48	-19,75%	39	-21,64%	56	-27,65%
142	-19,65%	86	-20,28%	64	-27,27%
47	-19,12%	1	-19,95%	136	-26,57%
84	-18,87%	8	-19,72%	135	-26,05%
20	-18,81%	85	-19,31%	78	-25,43%

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Já na Tabela 4, o trecho C116 apresentou o menor percentual de variação negativa com apenas -0,42 % de 2023 em relação ao ano anterior. Além disso, também é possível ver que entre 2021 e 2022, o trecho C16 é o que apresenta a menor variação negativa, com apenas -0,42% e entre 2021 e 2023, o trecho C54 é o que apresenta a menor variação negativa, com apenas -0,40%.

É possível visualizar na primeira coluna que os trechos C16, C46 e C104 são os que apresentam menor variação negativa de 2021 em relação a 2022. No caso do C16, este não apresentou aumento do número de defeitos e o único agravante que o fez diminuir seu desempenho foi o aparecimento de um único remendo que possui severidade alta, de acordo com o levantamento de Aihuki (2022). No caso do C46, é notável o aumento tanto de severidade por parte dos defeitos trincas longitudinais, trincas transversais e os remendos, bem como o aparecimento de interferências com tubulações urbanas. E no caso do C104, houve o aparecimento de interferências por tubulações urbanas, que não eram presentes no levantamento de 2021.

Destaque para os trechos C75 e C104, que foram os dois únicos trechos que se mostraram presentes nas três colunas, demonstrando que tiveram pouca perda de desempenho ao longo dos anos. Acredita-se que o trecho C75 apresentou baixa variação negativa por ser uma via arterial e estar mais sujeita a possíveis atividades de manutenção em função da sua prioridade no sistema viário, enquanto o trecho

C104 é configurado como via local, que é característico de possuir baixo volume de tráfego, o que acaba não afetando de forma expressiva em relação ao desempenho. Em vista disso, acredita-se que estes dois trechos são alguns dos que não precisam receber atividades de M&R no momento, em vista da pouca disponibilidade de recursos públicos.

TABELA 4- MENORES VARIAÇÕES DE ICP ENTRE OS ANOS DE 2021 E 2022.

MENORES VARIAÇÕES ANUAIS DE ICP 2021-2022 (%)		MENORES VARIAÇÕES ANUAIS DE ICP 2022-2023 (%)		MENORES VARIAÇÕES ANUAIS DE ICP 2021-2023 (%)	
16	-0,42%	116	-0,48%	54	-0,40%
46	-0,60%	92	-0,63%	14	-0,85%
104	-0,62%	34	-1,10%	130	-1,79%
60	-0,89%	122	-1,79%	138	-2,17%
75	-0,89%	51	-2,28%	32	-2,18%
63	-0,92%	62	-2,34%	62	-2,34%
58	-1,25%	64	-2,61%	109	-2,64%
74	-1,28%	4	-2,77%	22	-2,69%
119	-1,34%	104	-2,92%	104	-3,52%
42	-1,59%	98	-3,04%	82	-4,05%
55	-1,93%	32	-3,33%	59	-4,30%
31	-2,01%	133	-3,33%	87	-4,37%
93	-2,09%	75	-4,06%	45	-4,89%
19	-2,20%	48	-4,47%	75	-4,92%
117	-2,22%	31	-4,79%	110	-5,00%

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

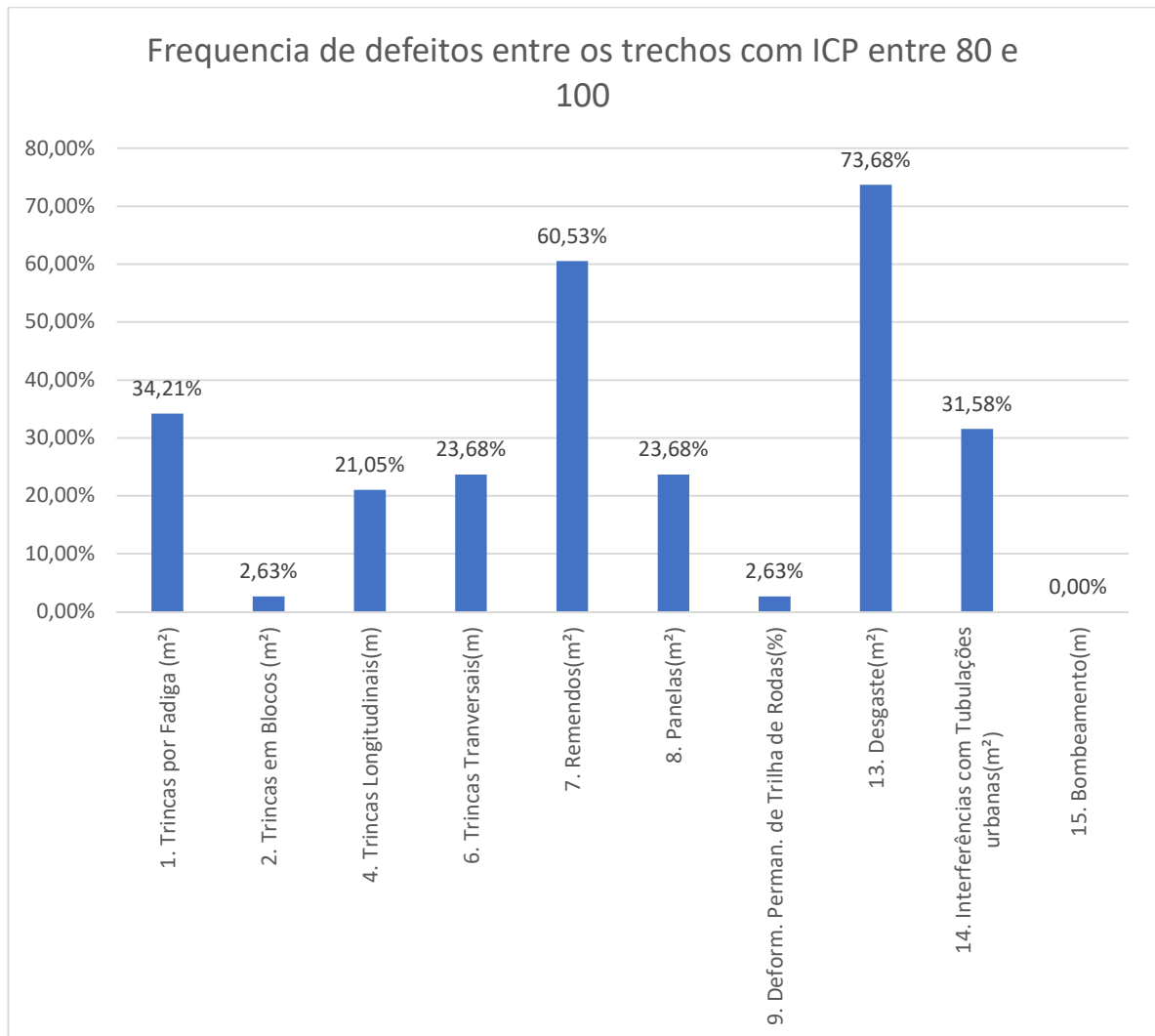
Além destas variações, existem outros trechos que apresentaram variação positiva, logo, é verificado um aumento no respectivo índice de condição do pavimento de 68 trechos do ano de 2023 em relação ao ano de 2022 e apenas 39 trechos apresentam variação positiva de 2023 em relação ao ano de 2021. Estes valores podem ser explicados devido atividades de manutenção que podem ter acontecido ao longo do período entre a execução dos levantamentos de Sousa (2021), Aihuki (2022) e os levantamentos realizados pelos próprios autores deste respectivo estudo. Além disso, é válido ressaltar que foram percebidas pequenas atividades de manutenção durante o levantamento realizado em janeiro de 2023, sendo executadas no trecho C123.

4.2.3. Considerações sobre os defeitos

Com os levantamentos de defeitos terminados e os ICPs de todos os trechos calculados, com o Gráfico 5 a seguir, foi possível perceber que dentre os 37 trechos

com ICP considerado ótimo, o defeito que mais se mostrou presente foi o “desgaste” (73,68%), seguido pelo “remendo” (60,53%), “trincas por fadiga” (34,21%) e as “interferências com tubulações urbanas” (31,58%). Os outros defeitos aparecem todos abaixo dos 30% em relação aos 37 trechos com desempenho ótimo.

GRÁFICO 5- FREQUÊNCIA RELATIVA DE DEFEITOS DOS TRECHOS COM ICP ENTRE 80 E 100.

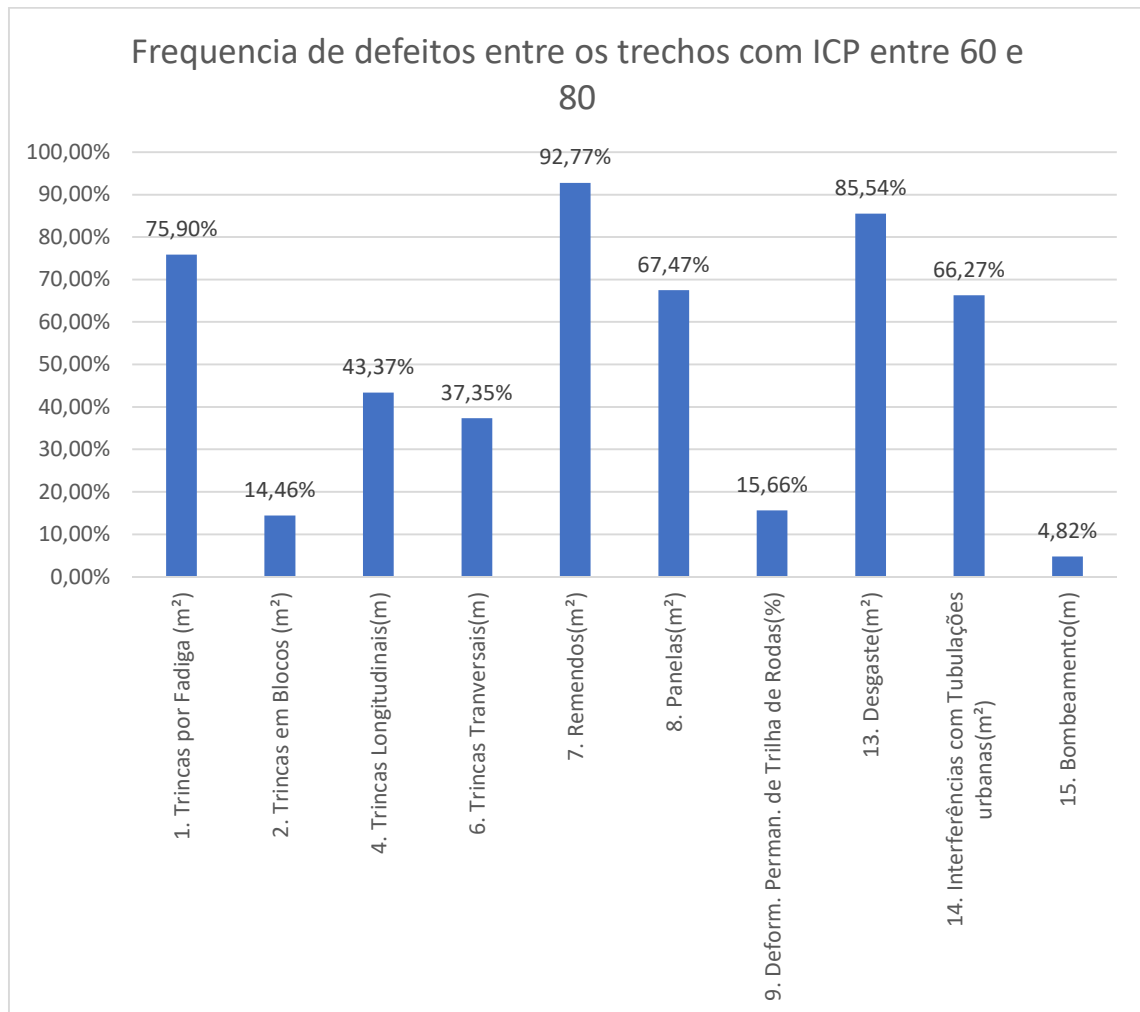


FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Já em relação aos 83 trechos caracterizados com ICP entre os intervalos de 60 e 80, que é classificado como “bom” pela literatura, foi observado que há uma ocorrência maior de diversos defeitos quando comparado com o intervalo demonstrado no Gráfico 6, no qual, o que se mostrou mais frequente foi o “remendo” (92,77%), seguido pelo “desgaste” (85,54%), “trincas por fadiga” (75,90%), “panelas” (67,47%) e “interferências com tubulações urbanas” (66,27%). Todos os outros defeitos considerados pelo método de Sousa (2021) tiveram uma aparição menor que

50% em relação aos 83 trechos levados em consideração. É válido ressaltar as frequências dos três defeitos menos aparentes (trincas em bloco, deformação permanente de trilhas de rodas e bombeamento) que tendem a continuar baixas como no Gráfico 5.

GRÁFICO 6- FREQUÊNCIA RELATIVA DE DEFEITOS DOS TRECHOS COM ICP ENTRE 60 E 80.



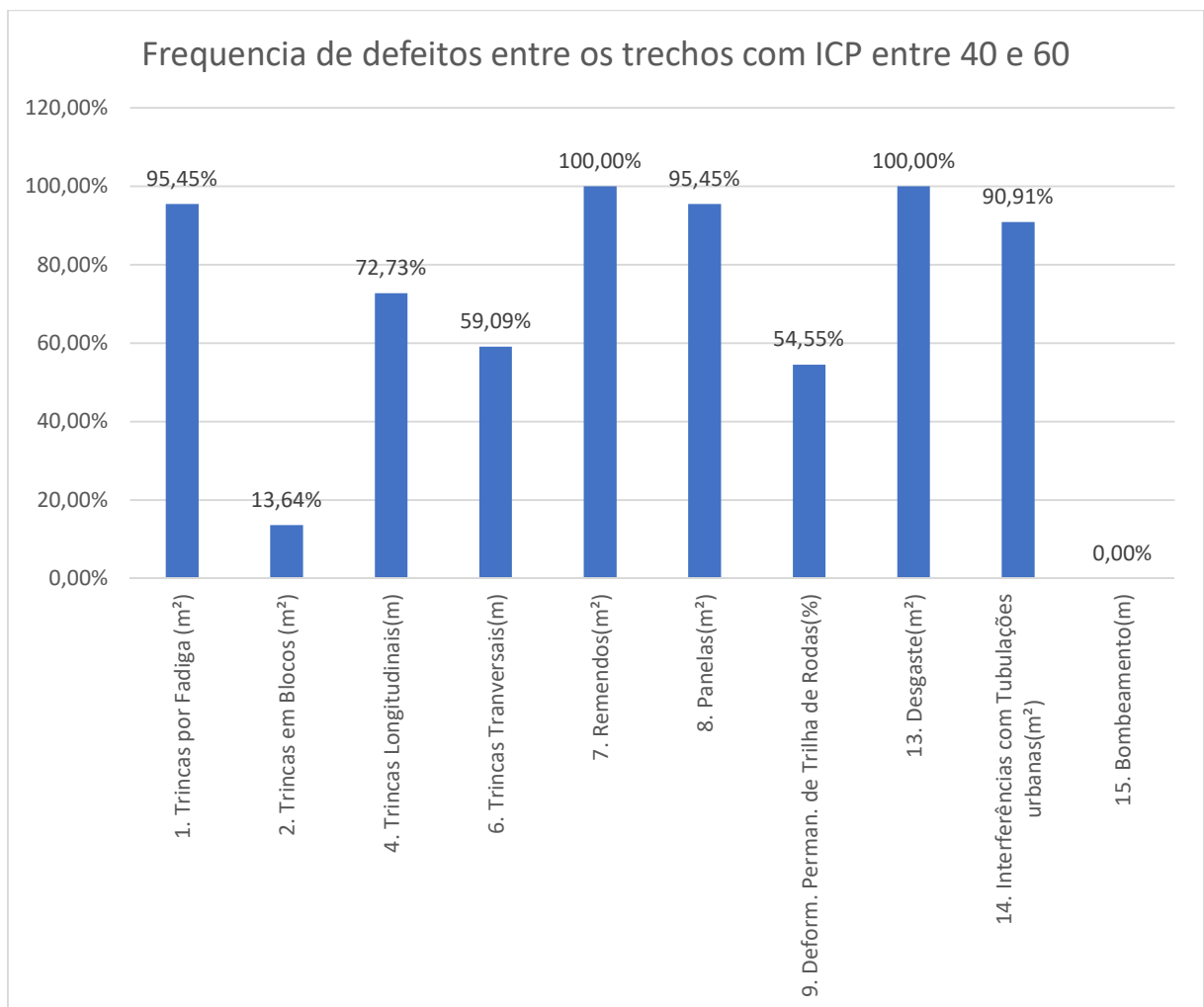
FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

No Gráfico 7 a seguir, pode-se observar a frequência dos defeitos para os 22 trechos que apresentam intervalo entre 40 e 60 de ICP, cuja conceituação do intervalo é denominado como sendo de desempenho “regular”. Percebeu-se que o aumento na ocorrência dos defeitos continua para este intervalo, o que já era esperado, visto que a diminuição do ICP possui uma relação inversamente proporcional com a tendência

do aumento no número de defeitos apresentados pelos trechos que estão sendo avaliados.

Com os dados gerados pelo Gráfico 7, pode-se afirmar que remendos (100%) e desgastes (100%) estão presentes em todos os trechos que apresentam desempenho regular, bem como os defeitos de trincas por fadiga (95,45%), painelas (95,45%) e interferências por tubulações urbanas (90,91%) que se evidenciam de forma muito expressiva nos trechos avaliados. Os três últimos defeitos quando comparados com a quantidade de remendos (100%), percebe-se uma característica comportamental das entidades responsáveis pela manutenção e reabilitação de apenas tentarem fazer micro reparos nos defeitos que já se encontram em níveis de severidade médios e altos, ao invés de realizarem a manutenção preventiva, como é recomendada pelos sistemas de gerência de pavimentos mais robustos.

GRÁFICO 7- FREQUÊNCIA RELATIVA DE DEFEITOS DOS TRECHOS COM ICP ENTRE 40 E 60.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Além disso, é válido ressaltar a expressiva presença dentre os 22 trechos, onde quase sempre (90,91% dos casos) há a presença de interferências com tubulações urbanas, que se fazem muito presentes devido a execuções de serviços realizados pelas companhias públicas de água e saneamento que, em maioria, não são executados respeitando as boas práticas de engenharia, pois os padrões desses serviços sempre aparentam faltar qualidade na sua execução e ficam evidentes as permanências de suas falhas executivas ao longo da malha viária estudada. Tal fato que demonstra a importância da introdução de interferências com tubulações urbanas, demonstra o descaso com esse defeito, que inclusive não é abordado em nenhum manual de normas do DNIT para abordagem de defeitos e pode comprometer diretamente a segurança dos usuários tanto em pavimentos urbanos quanto em rodovias.

4.2.4. Considerações sobre a inserção da Treliza Metálica

Com os dados gerados pelos cálculos dos ICPs também foi possível se aprofundar na diferenciação de qualidade dos dados levantados em campo, visto que, diferentemente de Sousa (2021) e Aihuki (2022), para levantamento dos dados referentes às deformações permanentes causadas pelas trilhas de rodas, foi utilizado o auxílio do instrumento da treliza metálica para medição de afundamentos e profundidades. Em consequência disso, foram feitas duas filtragens no que diz respeito as análises de dados relativas à presença do defeito ou a sua ausência.

Como de fato o levantamento de dados, apesar de ser executado através de padronizações, estes também estão sujeitos a questões subjetivas que podem levar a diferenciações no levantamento. Desse modo, percebeu-se que entre o levantamento de dados relativos a deformações permanentes por trilhas de rodas no ano de 2022 e 2023, são demonstradas disparidades quanto aos trechos que se fazem presente esse defeito.

Além disso, a treliza implica numa padronização do levantamento de dados de acordo com as normas do SHRP e do DNIT, percebeu-se que a verificação dá coerência entre essa relação do peso que a treliza traria no levantamento dos defeitos quando comparado aos dados levantados sem o instrumento. Em consequência disso, foi feita a análise objetiva relacionando os mesmos trechos de levantamento sem treliza (Aihuki, 2022) e com treliza (2023), o que fica demonstrado na Tabelas 5

a seguir. As análises da tabela 5 apresentam apenas os 3 trechos que ficam caracterizados como equivalentes, pois em ambos os levantamentos, de 2022 e 2023 corroboram que há presença de deformações permanentes. Análogo aos dados apresentados, é observado que a variação se configura de forma bastante expressiva, cuja variação relativa ultrapassa os 20%.

TABELA 5 - DADOS OBTIDOS EM RELAÇÃO AOS MESMOS TRECHOS QUE POSSUEM DEFORMAÇÃO PERMANENTE.

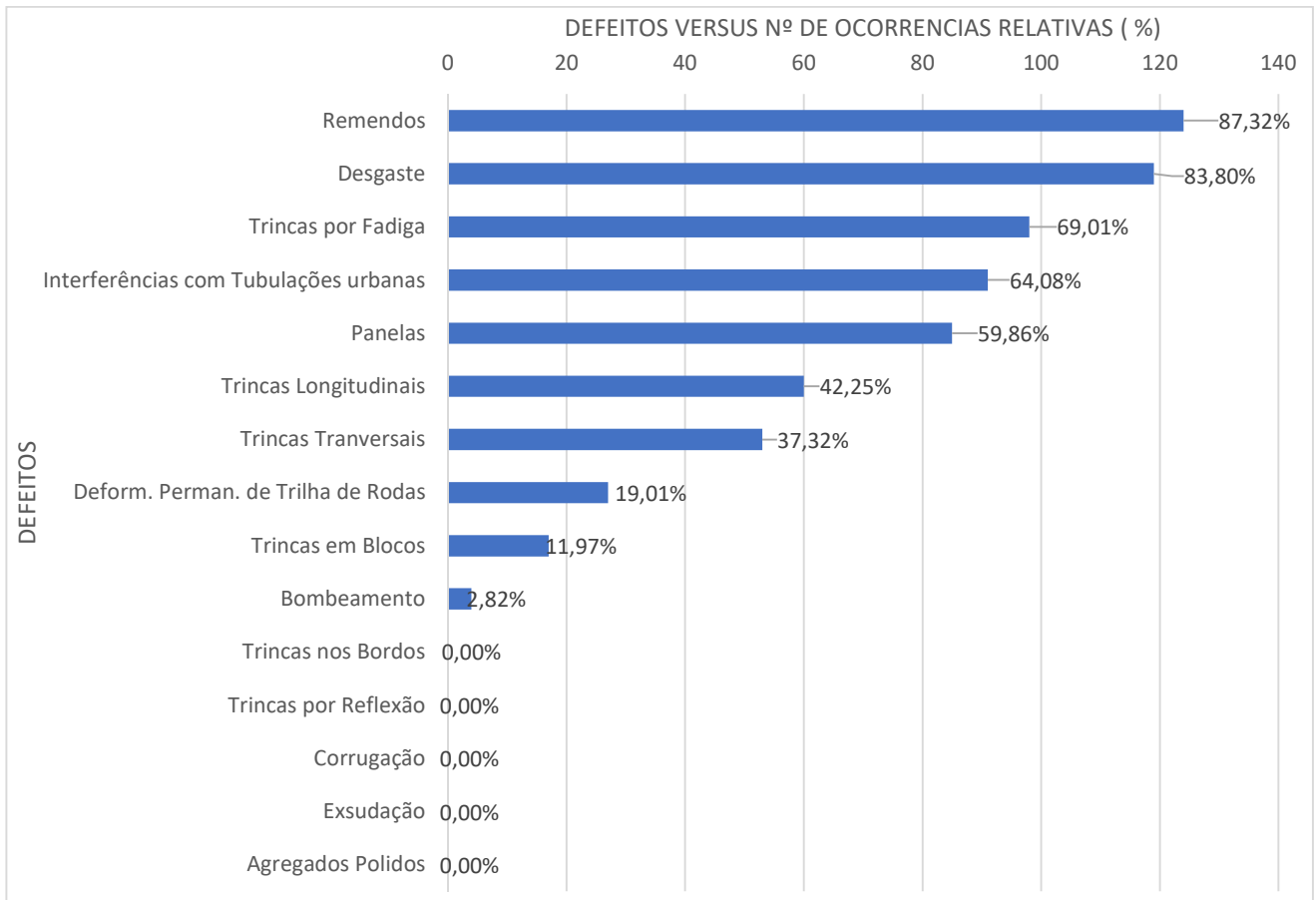
TRECHOS EQUIVALENTES - MESMOS TRECHOS				
TRECHOS	ICP 2022	ICP 2023	VARIAÇÃO ABSOLUTA	VARIAÇÃO RELATIVA
1	61,83	49,50	-19,94	-32,25%
2	64,33	42,50	-21,83	-33,93%
55	75,67	59,33	-16,34	-21,59%

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

4.2.5. Relacionando os defeitos mais frequentes em 2023 com os desempenhos das vias

Ainda de acordo com o Gráfico 8, o defeito mais frequente é o “Remendo” que corresponde a 87,32% frequente nos 142 trechos analisados, logo em seguida o “Desgaste” com frequência de 83,10% e as Trincas por “ Fadiga” com 69,01%. Em contrapartida, os defeitos menos frequentes foram as trincas nos bordos, trincas por reflexão, corrugação, exsudação e agregados polidos com frequência nula.

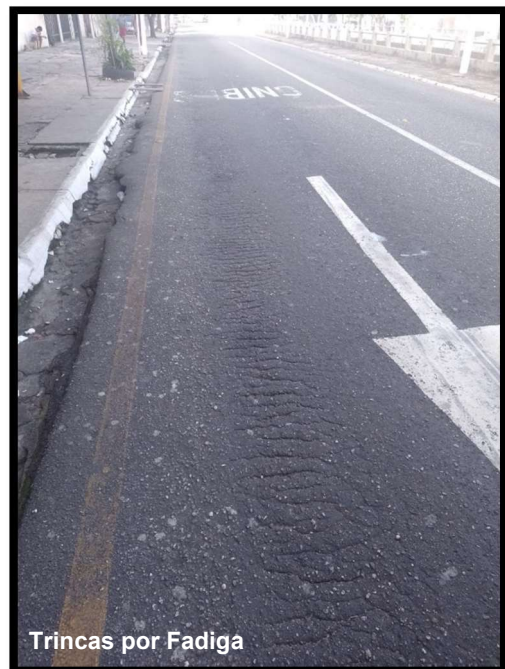
GRÁFICO 8- DEFEITOS VERSUS NÚMERO DE OCORRÊNCIAS RELATIVAS (%).

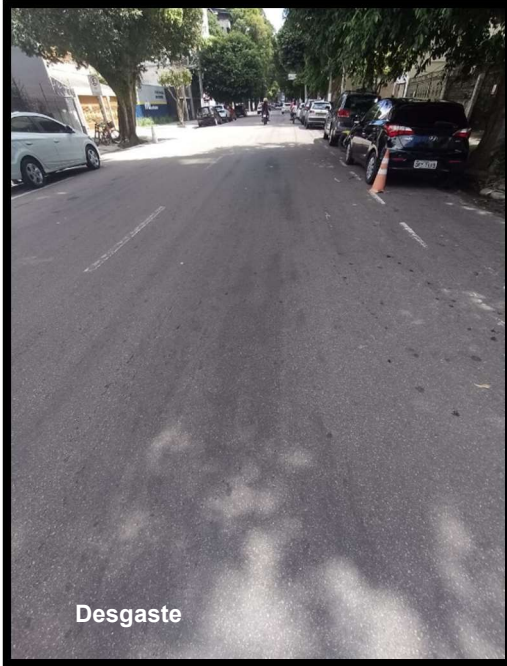


FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

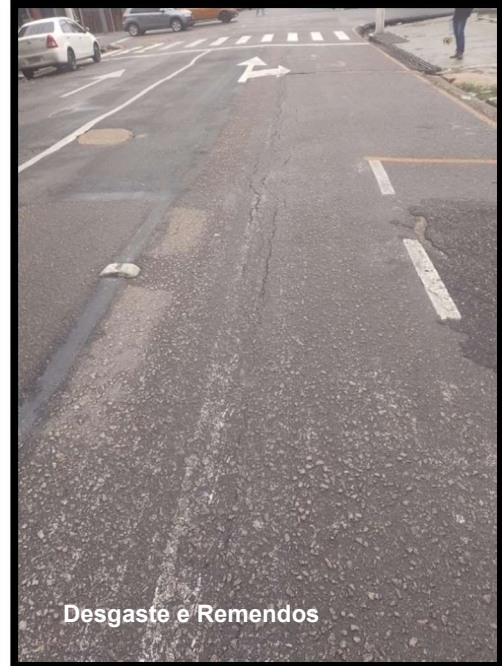
As Figuras 19 e 20 a seguir indicam exemplos dos defeitos mais frequentes e menos frequentes, respectivamente.

FIGURA 19- DEFEITOS MAIS FREQUENTES.





Desgaste



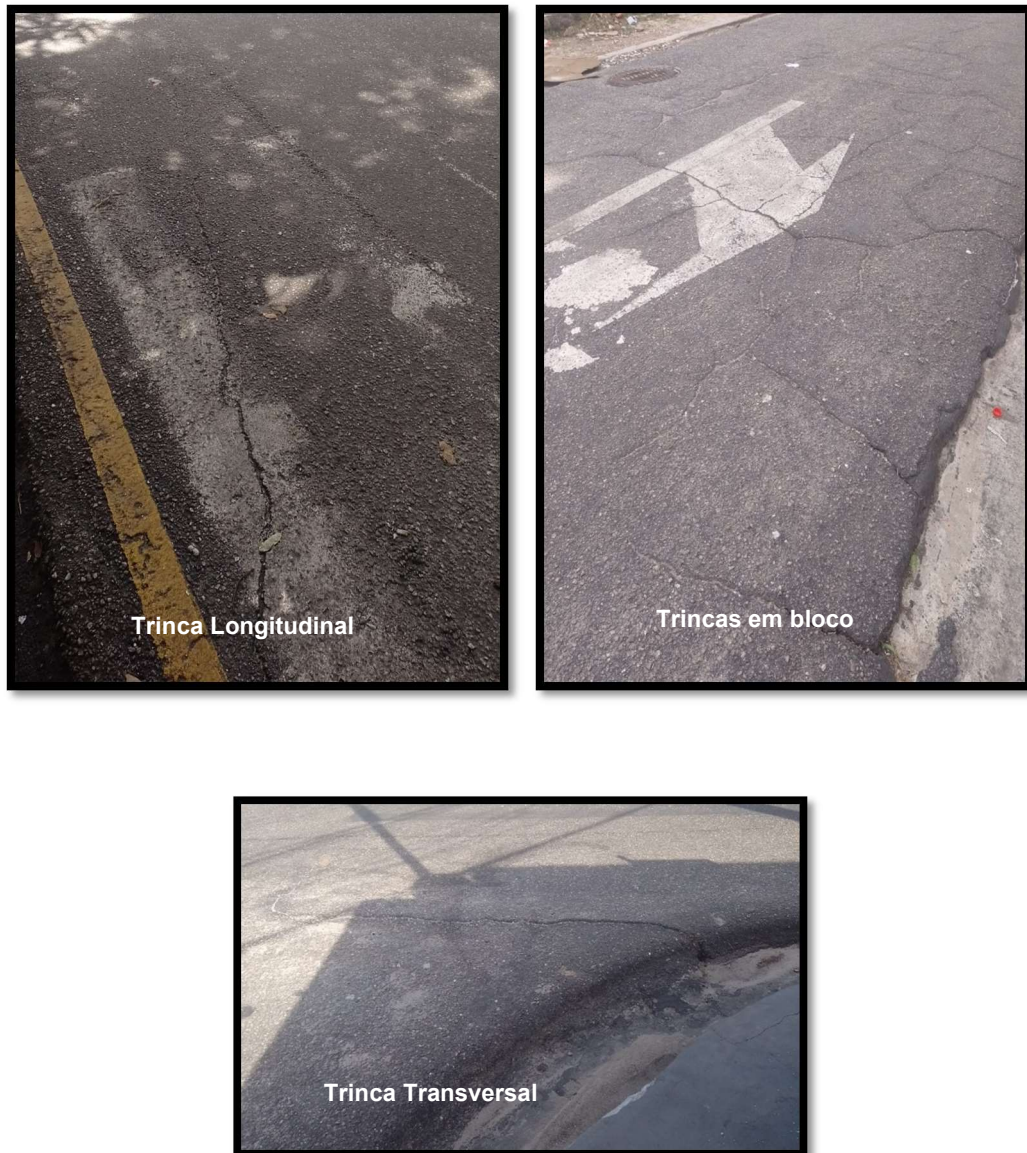
Desgaste e Remendos



Trincas por fadiga e Panela

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

FIGURA 20- DEFEITOS MENOS FREQUENTES.



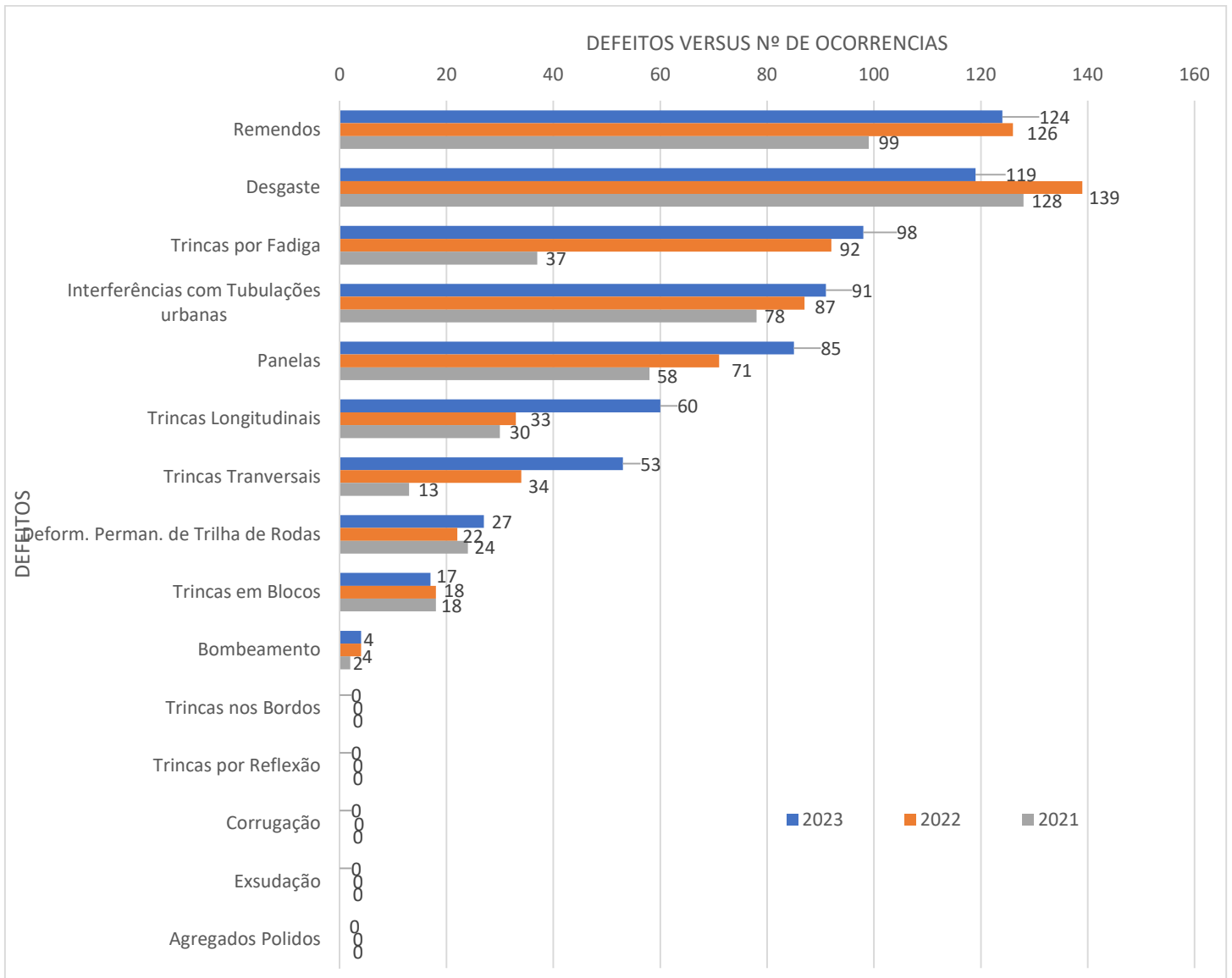
FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Cavalcante (2017) constatou que dentre os defeitos mais recorrentes foram os de: Desgaste representando 25%; trincas longitudinais correspondendo a 18% e remendos contabilizados com 15%. Os defeitos menos recorrentes foram Deformação permanente com 9% e por último com 3% a exsudação. Os resultados dos defeitos mais e menos frequentes de Cavalcante (2017) são equiparados a este trabalho cujo defeito mais frequente foi o de Remendo com 87,32% e Desgaste com 83,10%. E os

com menores frequências correspondem a deformação permanente com 19,01% e exsudação com 0%.

O Gráfico 9 demonstra numericamente a variação dos defeitos entre os anos de 2021, 2022 e 2023. É possível perceber que dentre as variações percebidas, os defeitos “Remendos” e “Desgaste” são os mais expressivos quando levados em consideração a quantidade do número de ocorrências, visto que o primeiro teve uma variação positiva de 25,25% em relação a 2021 e o segundo foi diminuído em 14,38% em relação a 2022. Além disso, os defeitos de trincas longitudinais, transversais e por fadiga aumentaram, respectivamente, 81,81%, 55,88% e 6,52% em relação ao ano de 2022 e 100%, 407,7% e 264,86%, respectivamente, em relação ao ano de 2021, que se mostram de forma bastante expressiva, e somado com a potencialidade destes, quando não executada nenhuma manutenção preventiva, em se tornarem panelas, que também possuíram aumento percentual de 19,72% em relação a 2022 e 46,55% em relação a 2021.

GRÁFICO 9- VARIAÇÃO DOS DEFEITOS MAIS FREQUENTES DE 2021 A 2023.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

O fato dos avaliadores mudarem ao longo dos 3 anos da pesquisa relativa ao levantamento dos defeitos da malha viária do bairro de Batista Campos pode ser de crucial diferença na avaliação dos defeitos, pois, como mencionado anteriormente, apesar do uso dos manuais para caracterização dos defeitos, estes levantamentos também estão inseridos num contexto de subjetividade da percepção na hora do levantamento in loco, o que pode evidenciar mudanças na totalidade dos defeitos levantados em cada ano. Porém, é explícito o aumento do número de defeitos que são esperados devido à perda de desempenho ao longo dos anos, como no exemplo das trincas por fadiga, longitudinais e transversais que tendem a culminar em panelas, caso não executada nenhuma atividade de manutenção, e são, posteriormente,

levadas a serem executadas pequenas manutenções que culminam em remendos mal executados na tentativa de tratamento dos defeitos mais severos.

Em função do aumento do número de ocorrências e da severidade dos defeitos, foi possível evidenciar a existência de 22 trechos que apresentaram ICP menor que 60, sendo o trecho C2 (Av. 16 de Novembro, entre Veiga Cabral e Arcipreste) caracterizado como o que obteve o menor ICP, cujo seu valor foi de 42,5, que é conceituado como regular, porém, chama atenção para a proximidade ao nível caracterizado como ruim (ICP < 40) segundo Chen et al. (1993). Além deste, os trechos C47 (47,17), C8 (47,50), C38 (47,50) e C1 (49,50) são evidenciados pelo baixíssimo valor de ICP. A Tabela 6 evidencia todos os trechos que foram caracterizados com desempenho regular em ordem crescente de ICP.

TABELA 6 - TRECHOS COM DESEMPENHO REGULAR (40 < ICP < 60).

TRECHO	ICP	COTA
2	42,50	9
47	47,17	19
8	47,50	9
38	47,50	6
1	49,50	8
11	51,67	8
20	55,00	12
76	55,00	15
7	55,50	10
115	55,67	9
37	56,00	7
64	56,00	5
58	56,67	12
19	57,33	15
39	57,33	13
59	58,00	5
41	58,83	14
46	58,83	18
50	59,00	13
61	59,17	5
55	59,33	8
74	59,33	10

	Via Local
	Via coletora
	Via arterial

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Em contraparte aos trechos apresentados na Tabela 6, os trechos que apresentaram valores de ICP mais elevados estão evidenciados na Tabela 7 a seguir.

TABELA 7 - TRECHOS COM DESEMPENHO ÓTIMO (ICP \geq 80).

TRECHO	ICP	COTA
91	80,00	19
109	80,00	14
133	80,33	7
127	80,33	6
105	81,00	19
111	81,00	12
23	81,33	8
33	81,33	10
35	81,33	18
95	81,33	12
106	81,33	19
113	81,33	9
139	81,33	7
54	82,00	9
32	82,17	18
63	82,33	14
102	83,00	11
128	83,00	9
96	83,67	12
119	83,83	6
90	85,00	12
99	85,00	19
101	85,00	13
118	85,00	11
129	85,17	8
114	85,50	10
124	87,83	12
107	88,00	18
117	88,67	14
110	88,67	16
89	90,00	14
16	91,67	9
130	91,67	9
29	93,33	13
49	93,33	12
132	93,33	4
123	95,33	10

	Via arterial
	Via coletora
	Via Local

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

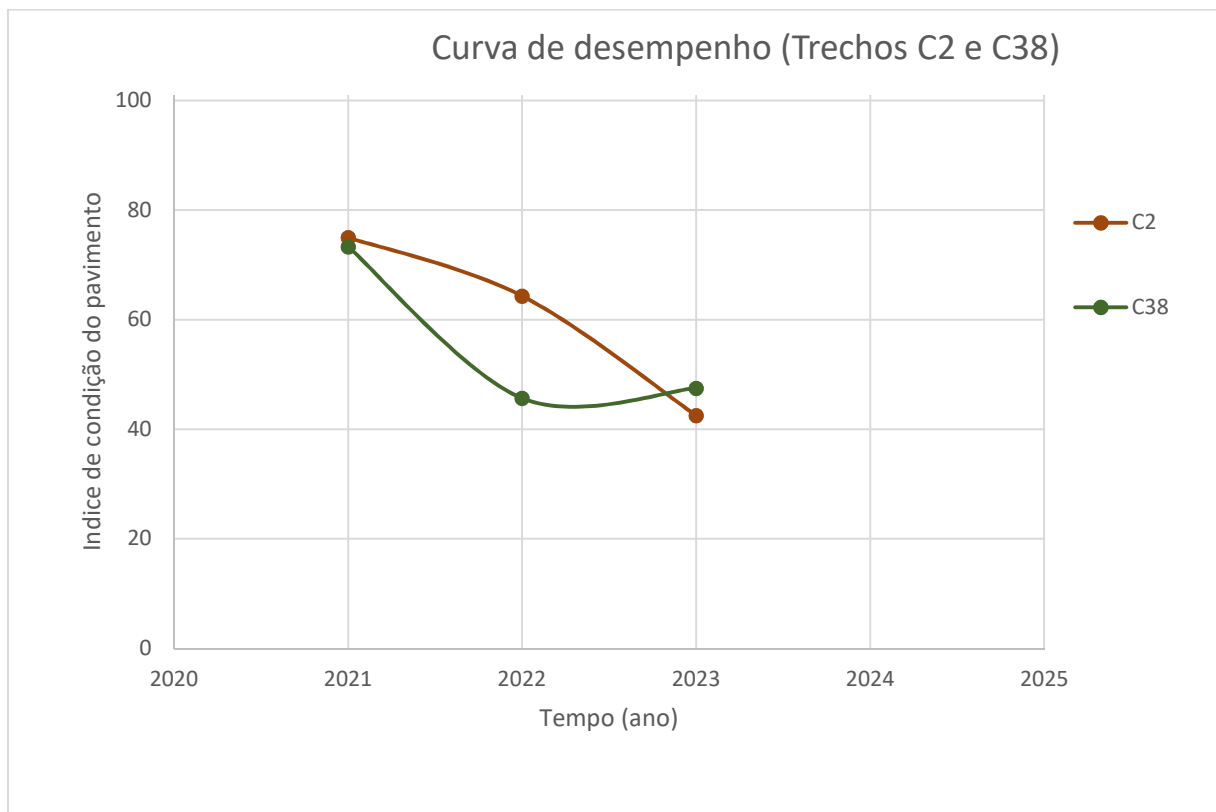
É possível observar que 37 trechos apresentaram valores de ICP que podem ser caracterizados como ótimos, dentre os quais, os trechos com desempenho ótimo que podem ser evidenciados são: C123 (Rua dos Caripunas, entre Apinagés e Padre Eutíquio), C49 (Avenida Serzedelo Correia, entre Conselheiro e Mundurucus), C132 (Rua dos Timbiras, entre Dr. Moraes e Quintino) e C29 (Travessa Padre Eutíquio, entre Veiga Cabral e Arciprestes).

No trecho C123, que ficou evidenciado pela atividade de manutenção que estava sendo executada no momento do levantamento de dados realizados durante

janeiro. Acredita-se que esta atividade de M&R esteja diretamente ligada aos empreendimentos que estão sendo construídos nas proximidades deste trecho, o que viabiliza intervenção pública em parceria com as empresas privadas interessadas.

Com o Gráfico 10 a seguir, foi possível analisar as curvas de desempenho para os trechos C2 e C38, que foram abordadas no trabalho de Aihuk (2022). De acordo com Aihuki (2022), o trecho C38 apresentava curva de desempenho muito inclinada, cujas características desses comportamentos são que a via em questão apresenta comportamento próximo do final de vida útil, o que acentua a deterioração e o trecho C2 apresentava uma curva de desempenho mais “suave”, porém, o que foi verificado no presente trabalho é que o comportamento da curva de desempenho desse trecho se comportou de forma totalmente invertida. Somado ao fato de os trechos em questão terem característica de via coletora e, especialmente, o trecho C2 por possuir intenso volume de tráfego, há um excessivo decaimento no seu ICP quando comparado com o ano anterior, o que é uma configuração diferente da previsão de Aihuki (2022).

GRÁFICO 10- CURVA DE DESEMPENHO DOS TRECHOS C2 E C38.

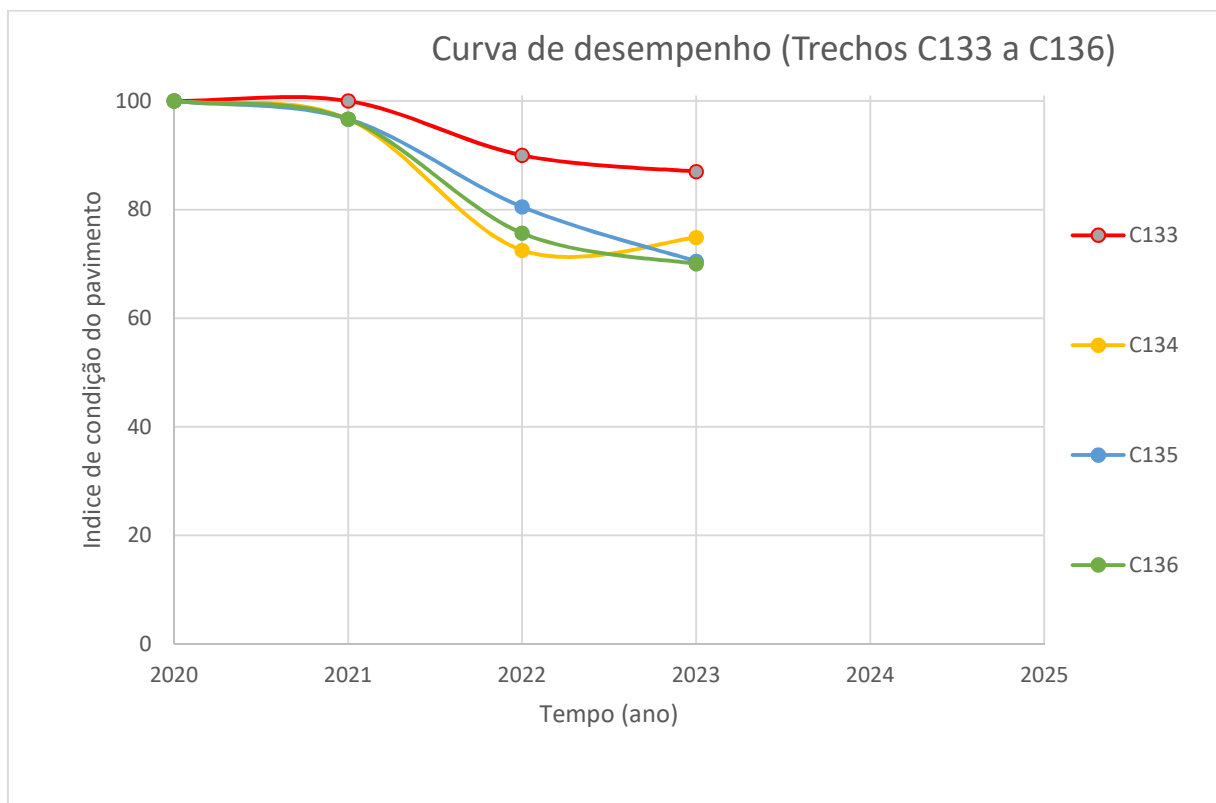


FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

A seguir, os trechos C133 a C136 do Gráfico 11; C27 a C30 do Gráfico 12 e os trechos C98 a C103 correspondente ao Gráfico 13, foram trechos reabilitados no final de 2020, pouco antes da coleta de dados em janeiro de 2021, portanto os gráficos abaixo mostram o desempenho real do ciclo de vida destes trechos pós-intervenção.

De acordo com o Gráfico 11 a seguir, é possível aferir que os trechos relativos à rua Fernando Guilhon estão se comportando de forma esperada com o relatado por Aihuki (2022), visto que os trechos estão se deteriorando de forma rápida, o que é evidenciado pela continuação no aumento da variação negativa do ICP, dado que entre 2021 e 2022 a maior variação foi de 23,95% enquanto entre 2022 e 2023 a maior variação negativa foi de 12,42%. O trecho C136 foi o que teve a maior diminuição de desempenho em relação a 2021(-26,57%). Segundo o próprio Autor, o aparecimento dos defeitos está diretamente interligado à proximidade da rua com o canal, que apresenta muitos acontecimentos de cheias devido a sua cota, relativamente, baixa.

GRÁFICO 11- CURVA DE DESEMPENHO DA RUA ENGENHEIRO FERNANDO GUILHON.



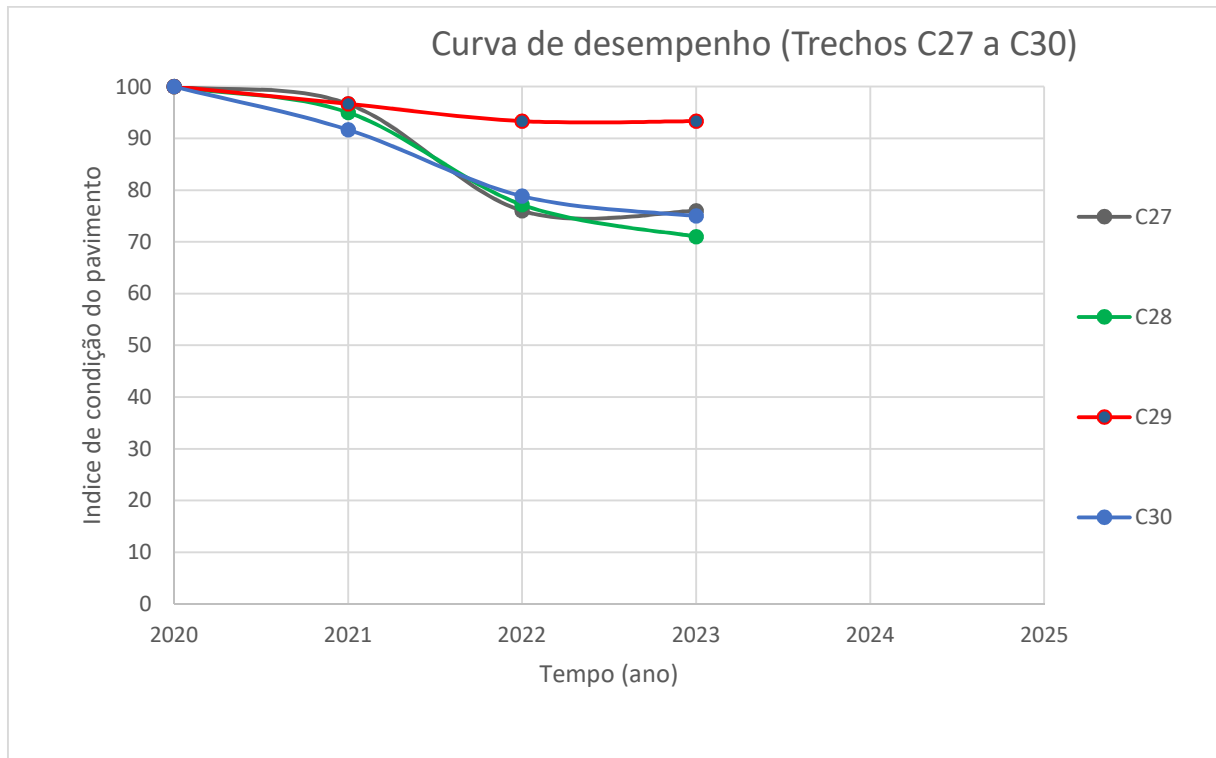
FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

De acordo com o Gráfico 12 a seguir, que representa a curva de desempenho para a travessa Padre Eutíquio, é possível aferir que a variação dos trechos ao longo dos anos está sendo conforme o esperado, visto que dentre os anos de 2021 e 2022, tiveram a maior variação negativa de 10,53% enquanto entre os anos de 2022 e 2023 foi verificada a maior variação sendo de 16,47%, o que demonstra um aumento na perda de desempenho ao longo dos anos, porém não apresentado de forma tão expressiva quando comparado com outros trechos mais críticos.

É interessante ressaltar o comportamento do trecho C29, pois apesar do mesmo possuir condições agravantes parecidas com os outros trechos da travessa, como tráfego intenso e cotas parecidas, ele não apresenta variação negativa quando comparado com os demais. Tal ausência de variação diferente dos outros trechos da travessa, pode ser devido a presença de apenas um defeito e que este não está aumentando seu nível de severidade ao longo dos anos como seria o esperado. Além de ser um trecho que possui área de 30% a 60% menor quando comparada com os demais da análise em questão, e, em vista disso, os outros trechos estarão mais suscetíveis a terem uma diminuição do ICP.

Além disso, é válido ressaltar que os trechos seguintes C27 e C28 possuem dois semáforos que representam mudanças no comportamento da solicitação efetuada sobre os pavimentos, haja vista que o fluxo dos veículos que perpassam os trechos são constantemente forçados a parar para que os pedestres possam atravessar em sua faixa, mudando o carregamento dinâmico para pontual, o que pode ajudar a gerar fadigas sobre as camadas que fazem conjunto do pavimento e podendo facilitar o aparecimento de defeitos mais severos.

GRÁFICO 12- CURVA DE DESEMPENHO DA TRAVESSA PADRE EUTÍQUIO.

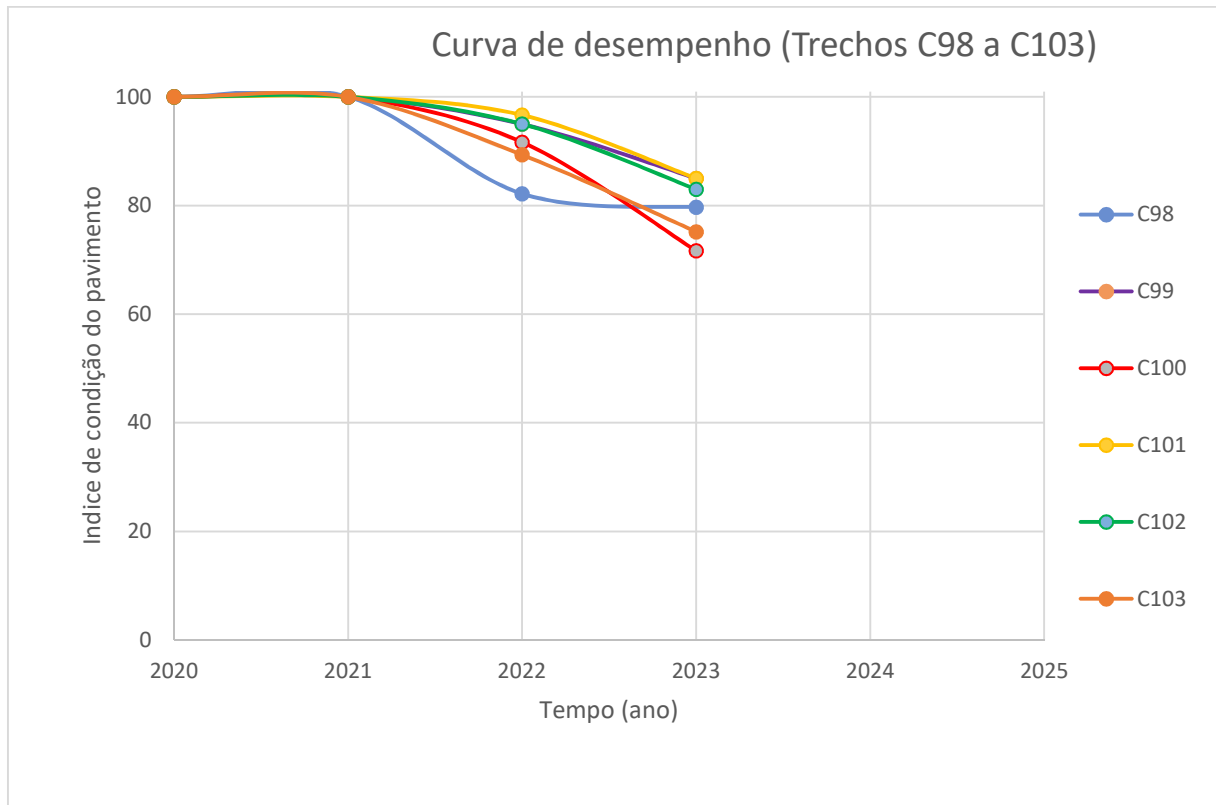


FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Além disso, pode ser compreendido como trecho que obteve as execuções de M&R de forma mais bem executadas, o que viabiliza uma durabilidade maior quando comparado com trechos que obtiveram tratativas de M&R parecidas, mas que foram mal executadas.

De acordo com o Gráfico 13 a seguir, que representa a curva de desempenho da avenida Conselheiro Furtado, é possível notar uma considerável variação negativa para os trechos em questão, dentre os anos de 2021 para 2022 e de 2022 para 2023. Visto que entre 2021 e 2022, a maior variação negativa foi de 17,83 %, o que é considerável regular para a quantidade de tráfego e o tipo de carga de veículos que os trechos apresentam, porém, entre os anos de 2022 e 2023, a menor variação negativa foi de 3,04% enquanto a maior foi de 21,82%, o que continua dentro do esperado em relação da perda no desempenho real dos trechos em questão, que está diretamente relacionado a quantidade de carga elevada dos veículos que perpassam por esses trechos, evidenciada pelas 23 linhas de ônibus relatadas no capítulo 3.

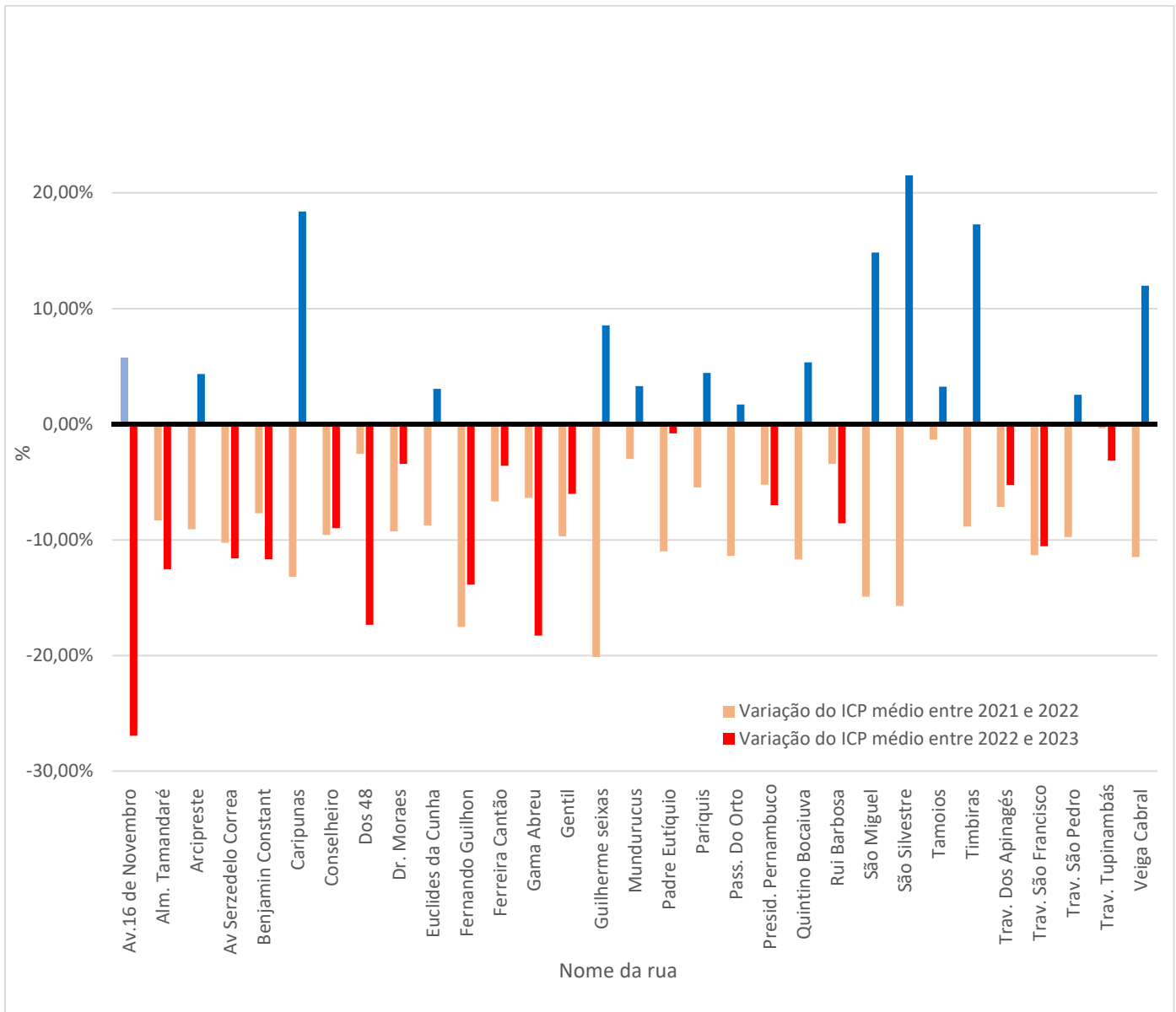
GRÁFICO 13- CURVA DE DESEMPENHO DA AVENIDA CONSELHEIRO FURTADO.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Em vista das análises relativas ao desempenho dos trechos, pode-se obter as informações para demonstrar as variações médias dos ICPs das ruas. Logo, de acordo com o Gráfico 14, observa-se que a Av. 16 de Novembro apresentou a maior variação negativa em relação ao ano de 2022. Em contrapartida, de acordo com Aihuki (2022) a avenida foi o único trecho a apresentar variação média positiva do ICP devido as atividades de M&R realizadas entre os anos de 2021 e 2022.

GRÁFICO 14- VARIAÇÃO MÉDIA DO ICP DAS RUAS.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

O decaimento abrupto da variação média do ICP da Av. 16 de Novembro é entendida pelo intenso tráfego de veículos e pela má execução das atividades de M&R, o que viabiliza uma perda de desempenho no pavimento e acaba facilitando a presença de novos defeitos, que quando somados com a cota que é relativamente baixa, a proximidade ao canal da Tamandaré em períodos chuvosos e de alta maré podem ter influência direta no contato do pavimento com o acúmulo de água, ocasionando um aumento na severidade dos defeitos ao longo dessa exposição.

Outro fator que vale ressaltar que pode ter sido essencial no baixo valor do ICP é o fato da mudança dos pesos entre o método utilizado por Aihuki (2022) e a presença de novos defeitos que exerceram uma significativa diminuição do ICP, a exemplo das interferências por tubulações urbanas, nas quais não se faziam presentes no levantamento de Sousa (2021) e Aihuki (2022) e no presente trabalho, retiram 9,33 pontos. Além do defeito supracitado, é válido ressaltar o aumento do defeito de deformação permanente por trilhas de rodas, que se mostrou de forma expressiva no levantamento de 2023, diferenciando-se de Sousa (2021) e Aihuki (2022), pois no caso, apenas esse defeito retirou 12,5 pontos e já nos trabalhos anteriores, ambos haviam retirado apenas 5 pontos (trecho C2). Tal fato corrobora a qualidade dos levantamentos de deformações permanentes utilizando a treliça metálica, a qual foi mencionada no tópico 4.2.4.

Por outro lado, as ruas São Silvestre, dos Caripunas e dos Timbiras apresentaram as maiores variações positivas dos ICPs em relação a 2022. Além disso, estas possíveis variações positivas dos trechos podem ser exemplificadas pelo aumento do número de remédios realizados na tentativa de minimizar os defeitos anteriormente apresentados.

A Figura 21 evidencia os defeitos levantados para a avenida 16 de Novembro no ano de 2022 em relação ao ano de 2023, demonstrado pela Figura 22. Cujas ruas foram as que apresentaram a maior variação negativa por rua em relação ao ano de 2022 (-35,57%), o que fica demonstrado na Figura 22, com a presença de defeitos já existentes, mas que começam a apresentar severidade mais elevada, como no caso das trincas em blocos, das trincas longitudinais, o desgaste, bem como o aparecimento de trincas transversais, além do aumento no número de remendos e na aparição de panelas com severidade média. Esses fatores, quando somados com a modificação de pesos referentes ao método de Sousa (2021), culminaram na determinação da maior variação negativa com relação às ruas.

FIGURA 21- PLANILHA DO ICP DE 2022 – TRECHO C1 E C2.

Índice de Condição do Pavimento:	Via coletora				Via coletora				812
	trecho C1		Área (m²)		trecho 2		Área		
	B	M	Largura	extensão	B	M	Largura	extensão	
DEFEITOS			5,6	430			5,6	145	
			A	Pontos dedutíveis			A	Pontos dedutíveis	
1. Trincas por Fadiga (m²)	14	200		10,00	229	35		7,50	
2. Trincas em Blocos (m²)	70			1,67	30			1,67	
3. Trincas nos Bordos (m)				0,00				0,00	
4. Trincas Longitudinais(m)	60			2,50				0,00	
5. Trincas por Reflexão(m)				0,00				0,00	
6. Trincas Transversais(m)				0,00				0,00	
7. Remendos(m²)	111	7	11	7,33			3	7,33	
8. Painelas(m²)				0,00		0,3		7,50	
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)	2,5		0,1	10,00	1,84			5,00	
10. Corrugação(m²)				0,00				0,00	
11. Exsudação(m²)				0,00				0,00	
12. Agregados Polidos(m²)				0,00				0,00	
13. Desgaste(m²)	2408			6,67	812			6,67	
14. Interferências com Tubulações urbanas(m²)				0,00				0,00	
15. Bombeamento(m)				0,00				0,00	
cota(m)	8		ICP	61,83	cota(m)	9	ICP	64,33	

FONTE: AIHUKI (2022).

FIGURA 22- PLANILHA DO ICP DE 2023 – TRECHO C1 E C2.

Índice de Condição do Pavimento:	Via coletora				Via coletora				812
	trecho C1		Área (m²)		trecho 2		Área		
	B	M	Largura	extensão	B	M	Largura	extensão	
DEFEITOS			5,6	430			5,6	145	
			A	Pontos dedutíveis			A	Pontos dedutíveis	
1. Trincas por Fadiga (m²)		129,42		10,00	129,705			7,50	
2. Trincas em Blocos (m²)		114,38		2,50				0,00	
3. Trincas nos Bordos (m)				0,00				0,00	
4. Trincas Longitudinais(m)		31		3,33			24,6	4,17	
5. Trincas por Reflexão(m)				0,00				0,00	
6. Trincas Transversais(m)	0,8	60,1		3,33				0,00	
7. Remendos(m²)	347,12			5,50		13	1,62	7,33	
8. Painelas(m²)		0,45		7,50		0,4	0,36	10,00	
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)	26,16279	13,95348837		10,00	31,03448		5,172413793	12,50	
10. Corrugação(m²)				0,00				0,00	
11. Exsudação(m²)				0,00				0,00	
12. Agregados Polidos(m²)				0,00				0,00	
13. Desgaste(m²)		2408		8,33	812			6,67	
14. Interferências com Tubulações urbanas(m²)				0,00			2,32	9,33	
15. Bombeamento(m)				0,00				0,00	
cota(m)	8		ICP	49,50	cota(m)	9	ICP	42,50	

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

O segundo lugar de maior variação negativa em relação as ruas, ficou com a rua Gama Abreu, na qual é demonstrada as suas informações referentes ao ano de 2022 na Figura 23 e evidenciadas as mudanças na Figura 24, referente ao ano de 2023.

FIGURA 23- PLANILHA DO ICP DE 2022 – TRECHO C74, C75 E C76.

Índice de Condição do Pavimento:	Área				1734				Área				1887				Área				836,4				
	trecho 74		Largura		extensão		trecho 75		Largura		extensão		trecho 76		Largura		extensão		trecho 74		Largura		extensão		
	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	
			10,2	170			10,2	185			10,2	82			10,2	82			10,2	82			10,2	82	
DEFEITOS																									
1. Trincas por Fadiga (m²)		5,4		7,50	48	69			7,50				2,73												7,50
2. Trincas em Blocos (m²)				0,00					0,00																0,00
3. Trincas nos Bordos (m)				0,00					0,00																0,00
4. Trincas Longitudinais(m)				0,00					0,00				3,8												1,67
5. Trincas por Reflexão(m)				0,00					0,00																0,00
6. Trincas Transversais(m)	25	34		3,33	22	39	9,6	3,33					12												2,50
7. Remendos(m²)	24	2,52		5,50	39			3,67					19	68											5,50
8. Painelas(m²)				0,00		0,78			5,00																0,00
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)				0,00				0,00																	0,00
10. Corrugação(m²)				0,00					0,00																0,00
11. Exsudação(m²)				0,00					0,00																0,00
12. Agregados Polidos(m²)				0,00					0,00																0,00
13. Desgaste(m²)	1734			6,67	1887			6,67					627												6,67
14. Interferências com Tubulações urbanas(m²)				0,00				0,00																	0,00
15. Bombeamento(m)				0,00				0,00																	0,00
cota(m)	10			77,00	13			73,83	15				15												76,17

FONTE: AIHUKI (2022).

FIGURA 24 – PLANILHA DO ICP DE 2023 – TRECHO C74, C75 E C76.

Índice de Condição do Pavimento:	Área				1734				Área				1887				Área				836,4				
	trecho 74		Largura		extensão		trecho 75		Largura		extensão		trecho 76		Largura		extensão		trecho 74		Largura		extensão		
	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	B	M	A	ICP	
			10,2	170			10,2	185			10,2	82			10,2	82			10,2	82			10,2	82	
DEFEITOS																									
1. Trincas por Fadiga (m²)	22,25			5,00	0,27			5,00				3,9													5,00
2. Trincas em Blocos (m²)				0,00				0,00				55,62													1,67
3. Trincas nos Bordos (m)				0,00				0,00																	0,00
4. Trincas Longitudinais(m)	4,5			1,67				0,00																	0,00
5. Trincas por Reflexão(m)				0,00				0,00																	0,00
6. Trincas Transversais(m)	22,25			2,50	25,1			2,50				51,12													2,50
7. Remendos(m²)		159,83		7,33				0,00				156,6													5,50
8. Painelas(m²)		1,02		7,50	3,47			5,00				1,26													5,00
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)	22,05882	8,8235		10,00	12,16216	8,10811		10,00				54,87805													10,00
10. Corrugação(m²)				0,00				0,00																	0,00
11. Exsudação(m²)				0,00				0,00																	0,00
12. Agregados Polidos(m²)				0,00				0,00																	0,00
13. Desgaste(m²)	1734			6,67	1887			6,67				836,4													8,33
14. Interferências com Tubulações urbanas(m²)				0,00				0,00				0,7													7,00
15. Bombeamento(m)				0,00				0,00																	0,00
cota(m)	10			59,33	13			70,83	15				15												55,00

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

O que se mostra bem expressivo de mudança em relação ao ano de 2022, são as presenças de painelas que começaram a ficar evidentes ao longo do tempo, que também podem ser causadas pelo aumento da severidade das trincas, visto que no ano de 2022 as trincas por fadiga já se demonstravam em severidade média, o que se diferencia do ano de 2023, por ter ficado bastante evidente a presença de remendos (trechos C74 e C76) e de trincas em blocos (trecho C76). Além disso, outros fatores que foram relevantes para essa variação, foi a presença das deformações por trilhas de rodas, que ficaram evidentes pelo auxílio da treliça no momento do

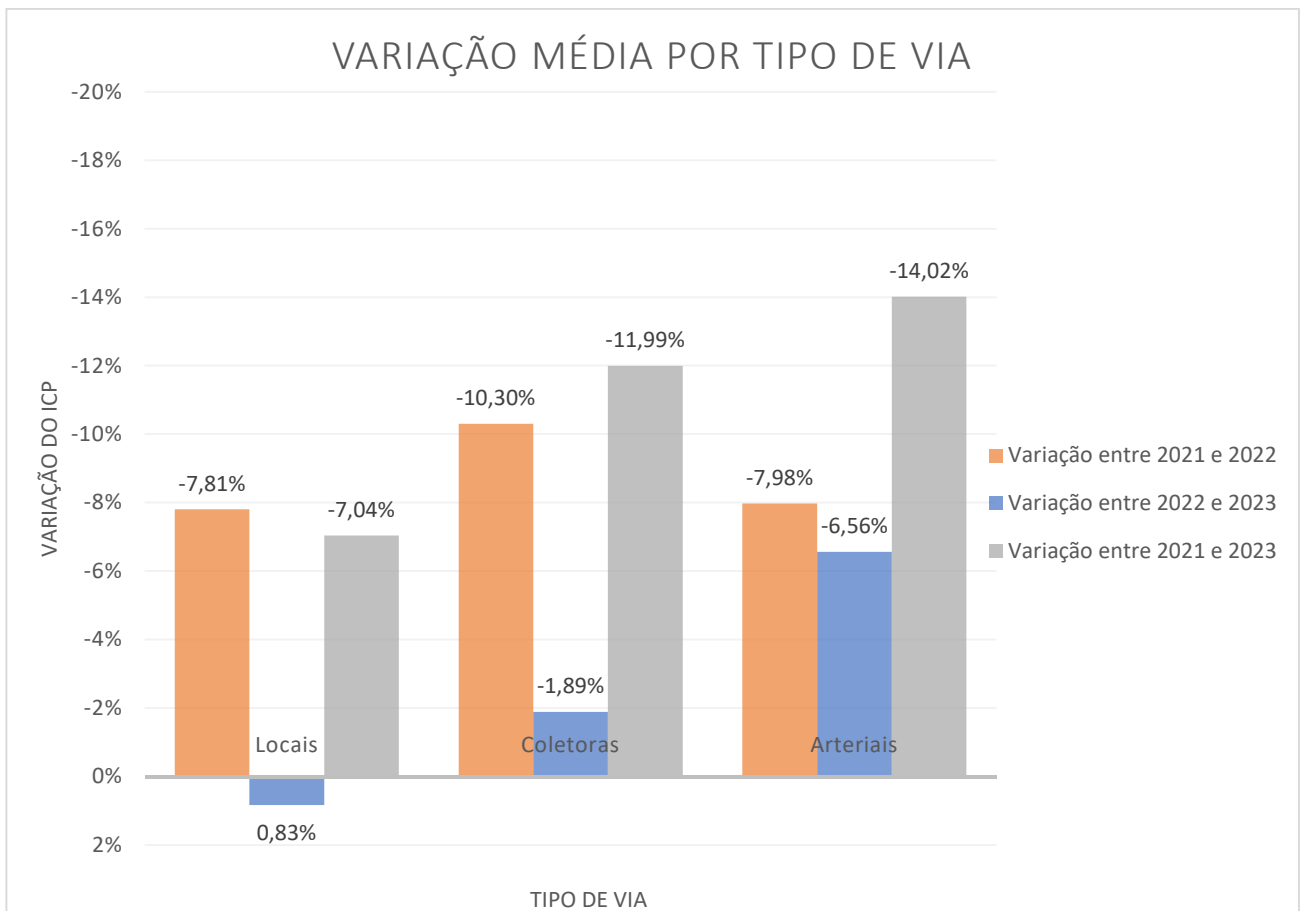
levantamento e a modificação dos pesos relativos aos defeitos mais aparentes proposto por Sousa (2021).

Todos esses fatores, quando somados com o fato de a rua apresentar um dos maiores volumes de tráfego relativos a toda malha viária (evidenciado pelas 56 linhas de ônibus), podem ser justificativas para a grande perda de desempenho em relação aos anos anteriores.

Relacionando os múltiplos fatores que podem estar atrelados às mudanças de desempenho nos pavimentos. Foi possível agrupar a variação por tipo de via (local, coletora e local). Em função disso, foi calculada a variação média relacionando a cada tipo de via, conforme ilustrado pelo Gráfico 15. Observou-se que as vias arteriais foram as que apresentaram a maior variação média, cujo valor de -6,56% evidencia a perda de desempenho destas de 2023 em relação a 2022. Concomitante a isso, as vias coletoras, cujo transporte coletivo também é bastante presente, apresentaram a segunda maior variação média, cujo valor de -1,89% demonstra de forma sucinta onde ocorreram as maiores variações com perda de desempenho. Ademais, obteve-se a variação das vias locais, cujo valor obtido positivo foi de 0,83%.

Os três valores não se mostram de forma bastante expressiva quando comparados com as variações do ano de 2022 em relação a 2021 apresentadas por Aihuki (2022), cujos valores em mesma ordem são de: -7,98% (V.A), -10,30% (V.C) e -7,81% (V.L). Porém, as variações médias por tipo de vias, quando observadas entre os anos de 2021 e 2023, acabam se mostrando de forma muito expressiva, que demonstram os valores de: -14,02% (V.A), -11,99% (V.C) e -7,04% (V.L).

GRÁFICO 15- VARIAÇÃO MÉDIA POR TIPO DE VIA.



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

4.2.6. Análise Estatística de Resultados

Haja vista que Sousa (2021) e Aihuki (2022) propuseram a busca pela correlação linear do ICP com outras variáveis, percebeu-se a necessidade da execução de análises parecidas para fins comparativos e de comprovações dos dados levantados. Em função disso, foi realizada, primeiramente, a busca pela correlação linear entre a variação do ICP versus cota.

Sousa (2021) encontrou correlação linear positiva com valor de (r) igual a 0,68 para a relação de ICP versus cota, enquanto Aihuki (2022) encontrou correlação linear (r) igual a 0,14 para a relação de variação dos ICPs versus cota. Já no presente trabalho, a correlação linear (r) entre todas as cotas versus variação negativa de ICPs, foi de apenas 0,019, categorizada como correlação fraca positiva.

Ao elevarmos o valor da correlação, podemos verificar o valor de R^2 da regressão linear, que pode ser dado pelo valor de: $R^2 = 0,0776$ para a tratativa das correlações, o que caracteriza que cerca de 7,76% das variações negativas de ICP x cota podem ser explicadas pela regressão linear.

Com os dados obtidos, houve a tentativa de inserir diversos tipos de correlações entre a variação dos ICPs detalhando por tipo de via, também foi possível encontrar as correlações lineares referentes a via local, coletora e arterial. Como indicado na Tabela 8 a seguir.

TABELA 8 - VALORES DO (R) E R^2 POR TIPO DE VIA VERSUS COTAS.

Tipo de Via	Valor de (r) e R^2 na correlação entre ICP versus nº de linhas de ônibus
Via local	(r) = -0,143632 e $R^2 = 0,0206302$
Via coletora	(r) = -0,352485 e $R^2 = 0,124256$
Via arterial	(r) = -0,00089 e $R^2 = 0,0000008$

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

Percebeu-se que mesmo separando os dados dos ICPS versus tipos de vias, bem como na tentativa de correlacionar as variações negativas versus as cotas e as variações positivas versus as cotas. É percebido que em todas as tentativas, as correlações lineares entre as diversas variáveis abordadas não se mostram fortemente relacionadas. A única correlação que foi considerável moderada foi a correlação da variação negativa das vias arteriais versus as cotas, que demonstraram o valor de -0,35. O que vai em desencontro ao esperado, pois é percebido que para a região estudada, os trechos que possuem cotas mais baixas são evidentemente mais afetados pela deficiência de drenagem urbana, que é característica dos fundos de vale que possuem cota baixa.

Além desta análise, também foi feita a correlação entre a quantidade de linhas de ônibus versus ICP, visto que em teoria, quanto menor a presença do tráfego de linhas de ônibus, maior seria o ICP, devido ao maior esforço estrutural causado pelo intenso tráfego das linhas de ônibus. Como pode ser demonstrada na Tabela 9 a seguir, as correlações entre o ICP por tipo de via versus nº de linhas de ônibus. Porém, para todas as correlações experimentadas, nenhuma se mostrou como a relação evidenciada por Sousa (2021), cujo valor de r para ICP versus cota de 0,68 possui a configuração de correlação linear positiva forte.

TABELA 9 - VALORES DO (R) E R² POR TIPO DE VIA VERSUS Nº DE LINHAS DE ÔNIBUS.

Tipo de Via	Valor de (r) e R ² na correlação entre ICP versus nº de linhas de ônibus
Via local	(r) = 0,174189 e R ² = 0,0303418
Via coletora	(r) = -0,3953156 e R ² = 0,1562744
Via arterial	(r) = -0,2985678 e R ² = 0,089143

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES (2023).

4.3. Considerações Finais

Foi calculado o índice de condição do Pavimento (ICP) para cada trecho avaliado obtendo uma média final de 71,91, ou seja, as condições das superfícies dos pavimentos da malha viária do bairro de Batista Campos no geral são consideradas em estado bom. Foram evidenciados 37 trechos tiveram um desempenho ótimo (26,05%), 83 trechos caracterizados com desempenho bom (58,45%), 22 trechos obtiveram desempenho regular (15,5%) e nenhum trechos com desempenho ruim (0%). Os 5 defeitos mais encontrados na pesquisa foram os de remendos com 124 ocorrências – 87,32%, seguidos pelo desgaste com 119 Ocorrências – 83,80%, trincas por fadiga com 98 ocorrências – 69,01%, interferências com tubulações urbanas com 91 ocorrências – 64,08% e panelas com 85 ocorrências – 59,86%.

Além disso, foi possível constatar que as vias arteriais apresentaram os ICPs mais elevados, enquanto as vias coletoras e locais tiveram o ICP médio mais baixo, ambas bem equiparadas, mas é dado destaque para o fato de as vias coletoras terem

apresentado ICP médio menor. Tal característica de desempenho demonstra a necessidade de priorização por parte das vias coletoras (categoricamente as que possuem segunda maior importância no sistema viário como um todo e maior número de vias do bairro quando comparadas com as arteriais). Haja vista que as vias coletoras possuem uma tendência para se deteriorarem mais rapidamente já que também possuem tráfego consideravelmente grande, evidenciado pelas diversas linhas de ônibus, porém, não devem ter a mesma estrutura mais robusta de pavimento, como as vias arteriais, para receber o tráfego, o que ocasiona uma perda de desempenho mais evidente. Outro fator bastante relevante na perda de desempenho é a falta de alocação de recursos e frequência de execução de atividades de M&R nas vias coletoras.

É válido destacar que o trecho mais crítico – C2, bem como a avenida 16 de novembro como um todo, apresentaram as maiores reduções do ICP de todo o bairro da Batista Campos, onde a variação de 33,94% para o trecho e 26,94% para a avenida toda quando comparado com o ano anterior. Tal fato caracteriza o trecho C2 como mais necessitado para uma atividade de M&R, mais especificamente, para uma atividade de recapeamento. O bairro, no geral, teve uma redução do ICP médio que permeia 1,5% e fica evidente o aumento do número de defeitos como trincas por fadiga, panelas, trincas longitudinais e trincas transversais. As trincas longitudinais foram o tipo de defeito que mais cresceu em relação ao ano de 2022. Essas trincas são causadas, no mais das vezes, por defeitos construtivos referentes a falhas nas superposições entre os panos de compactação adjacentes e que se revelam com o passar do tempo.

A grande variação do ICP negativo nos pavimentos pode ser explicada pelo surgimento de defeitos em trechos que não possuíam, bem como o aumento das severidades e da extensão de defeitos já existentes anteriormente ao presente estudo, como evidenciado pelo crescimento do número de defeitos supracitados. Já em função das variações positivas, estas podem ser explicadas em função de atividades de M&R que foram executadas ao longo do ano de 2022, o que fica evidenciado pela atividade de manutenção (Remendos) que estava sendo executada no trecho C123, durante os levantamentos em janeiro. Em função dos levantamentos, foi possível traçar curvas de desempenho entre os anos de 2021, 2022 e 2023 dos trechos, possibilitando a identificação das ruas prioritárias em relação a necessidade de

atividades de M&R, tais como o trecho C2 – 16 de Novembro entre Veiga Cabral e Arciprestes e C38 – Padre Eutíquio entre São Miguel e Quintino, dentre outras.

5. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o desempenho da malha viária e identificar a variação do ICP dos pavimentos flexíveis do bairro da Batista Campos em Belém-PA, durante os períodos de 3 anos (2021-2023). Em vista disso, foram realizadas inspeções em campo que viabilizaram a aferição do índice de condição do pavimento para cada trecho selecionado, com a devida utilização do método do SHRP adaptado por Sousa (2021), em função da severidade e extensão dos defeitos encontrados no ano de 2023. Para tanto, os atuais resultados foram confrontados e comparados com os dados coletados por Sousa (2021) e Aihuki (2022), ambos na mesma malha viária. A avaliação do desempenho de pavimentos é fundamental, dentro do contexto de um SGPU, para melhor alocação dos escassos recursos financeiros empregados na conservação do sistema viário.

Os principais resultados descobertos foram:

Sobre a descrição dos ICPs do ano de 2023:

- ✓ ICP médio = 71,91 (condição boa);
- ✓ 26,06% dos trechos apresentaram uma condição ótima, 58,45% dos trechos apresentaram uma condição boa e 15,49% dos trechos apresentaram uma condição regular;
- ✓ As vias arteriais apresentaram os maiores ICPs, exibindo um ICP médio de 76,06;
- ✓ Trecho mais crítico C2 – Avenida 16 de Novembro, entre Veiga Cabral e Arciprestes, ICP = 42,50;
- ✓ Trecho menos crítico C123 – Rua dos Caripunas, entre Apinagés e Padre Eutíquio, ICP = 95,33;
- ✓ Os defeitos mais frequentes foram: remendos (87,32%), desgastes (83,80%), trincas por fadiga (69,01%), interferências com tubulações urbanas (64,08%) e panelas (58,86%);

- ✓ Os defeitos menos frequentes foram: bombeamento, trincas em blocos e deformação permanente de trilhas de rodas;
- ✓ Os defeitos: agregados polidos, exsudação, corrugação, trincas por reflexão e trincas em bordos não foram encontrados na malha viária do bairro de Batista Campos, tanto que sequer foram considerados no cálculo do ICP.

Sobre a variação dos ICPs entre 2021, 2022 e 2023:

- ✓ 47,89% dos trechos apresentaram uma variação percentual negativa do ICP;
- ✓ Trecho crítico C2 – 16 de Novembro, entre Veiga Cabral e Arciprestes – apresentou a maior redução do ICP, de -33,94 %, passando de 64,33 em 2021 para 42,50 em 2023;
- ✓ As ruas: São Silvestre, dos Caripunas, dos Timbiras, São Miguel, Veiga Cabral, Guilherme Seixas, Quintino Bocaiuva, dos Pariquis, Arcipreste, dos Mundurucus, dos Tamoios, Euclides da Cunha, São Pedro e Passagem do Horto foram as que apresentaram uma variação média do ICP sendo positiva de 2022 em relação a 2023 de 21,52%, 18,39%, 17,27%, 14,85%, 11,98%, 8,55%, 5,34%, 4,42%, 4,35%, 3,30%, 2,55% e 1,71%, respectivamente;
- ✓ A avenida 16 de Novembro apresentou a maior variação média negativa do ICP entre 2022 e 2023, de -35,57%, entre 2021 e 2022 foi a Rua Guilherme Seixas, com -20,11% e entre 2021 e 2023, a avenida 16 de Novembro apresentou a maior variação média negativa do ICP, com -33,10%;
- ✓ As vias arteriais apresentaram a maior variação média de ICP com valor de -6,56% entre 2022 e 2023, já entre 2021 e 2022 foram as vias coletoras, com o valor de -10,30% e entre 2021 e 2023, as vias arteriais

que foram as que tiveram a maior variação média de ICP, com valor de -14,02%;

- ✓ As vias locais apresentaram a menor variação média de ICP com valor de +0,83% entre 2022 e 2023, entre 2021 e 2022 também foram as vias locais, com valor de -7,81% e entre 2021 e 2023, continuam sendo as vias locais que tiveram menor variação média de ICP, com valor de -7,04%;
- ✓ Os 142 trechos, no geral, apresentaram uma variação média do ICP de -1,42% entre 2022 e 2023, já entre 2021 e 2022, a variação média foi de -8,62% e entre 2021 e 2023, a variação média do ICP ficou com valor de -9,92%;
- ✓ O aumento das áreas afetadas e da severidade dos defeitos também foram efeitos causadores da diminuição de ICP;
- ✓ O aumento de ICP é evidenciado pela execução de pequenas atividades de M&R;
- ✓ Os defeitos que mais cresceram de 2022 para 2023 foram: trincas longitudinais (81,81%), trincas transversais (55,88%), deformação permanente de trilhas de rodas (22,73%) e painelas (19,72%), entre 2021 e 2022 foram: trincas transversais (162%), trincas por fadiga (149%) e bombeamento (100%) e entre 2021 e 2023, os defeitos que mais cresceram foram: trincas transversais (407,7%), trincas por fadiga (264,86%), trincas longitudinais (100%) e painelas (46,55%).

Sobre a busca de correlações lineares entre variação dos ICPs entre 2022 e 2023 e as cotas e tipos de vias não foram encontradas correlações que podem ser consideradas importantes, em nenhum dos cenários testados.

5.1. Sugestões para trabalhos futuros

- ✓ Continuar a linha de pesquisa por mais 7 anos, de modo a concluir um ciclo de vida padrão de pavimentos (10 anos) e com isso refazer a coleta de dados nos próximos 7 anos, pois a avaliação do pavimento flexível é realizada em um período de 10 anos devido a sua média de vida útil e com isso se obter a curva de desempenho, avaliar a variação do ICP ao longo do tempo e traçar as curvas do desempenho;
- ✓ Obter o inventário do sistema viário do bairro de Batista Campos, incluindo espessuras e materiais empregados nas camadas;
- ✓ Obter o histórico de atividades de M&R realizados nos últimos 10 anos do bairro;
- ✓ Fazer avaliações subjetivas, buscando correlacioná-las às avaliações objetivas;
- ✓ Continuar adaptando o método conforme as características estatísticas dos defeitos apresentados.

REFERÊNCIAS

AMAE. Agência Reguladora Municipal de Água e Esgoto de Belém. **Resolução Nº. 007/2018**. Disponível em: <https://arbel.belem.pa.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Resolucao-007.18_R06.pdf>. Acesso em: 19 de abr. De 2023.

AIHUKI, Josef Ndauvako et al. **Avaliação de desempenho de vias do bairro de Batista Campos, em Belém-PA, em relação ao Índice de Condição do Pavimento (ICP)**, 2022.

AMEKUDZI, A.; ATTOH-OKINE, N. O. **Institutional issues in implementation of pavement management systems by local agencies**. Transportation research record, v. 1524, n. 1, p. 10-15. 1996.

CAREY, W. N.; IRICK, P. E. (1960) **The pavement Serviceability. Performance Concept. Highway Research Board Bulletin 250**.

CAVALCANTE, A. **Aplicação de metodologia de avaliação superficial de pavimento: estudo de caso em trecho da RN-177**. 2017.

DINIZ, C. M. et al. **A interferência das redes subterrânea na qualidade da pavimentação urbana: comparativo econômico entre alternativas de traçado**. Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 2, n. 2. 2016.

DNIT. Manual de gerência de pavimentos 2011. Acessado em: 02 de jun. de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/745_manual_de_gerencia_de_pavimentos.pdf>

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos" insustentáveis"**. São Paulo em perspectiva, v. 15, p. 13-19. 2001.

HAAS, R.; HUDSON, R. W.; ZANIEWSKI, J. **Modern Pavement Management**. Editora Krieger Publishing Company. Malabar. Flórida. 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- **IBGE** 2010. Acessado em: 02 de jun. de 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>

INDICE DE BEM ESTAR URBANO- **IBEU**. Acessado em: 02 de jun. de 2023. Disponível em: <https://ibeu.observatoriodasmetroles.net.br/ibeu-global/>

MASCARÓ, J., YOSHINAGA, M. **Infraestrutura Urbana**. 2ª Ed. Porto Alegre: Masquatro, 1 janeiro 2005.

MAPC (1986). **Pavement Management, A Manual for Communities**. U. S. Department of Transportation. Metropolitan Area Planning Council, Boston, MA.

Mapa do Bairro da Batista Campos. Disponível em: <<https://guiamapa.com/pa/belem/batista-campos>>. Acesso em: 17 de abr de 2023.

MARTIN, T.; CHOUMMANIVONG, L.. **The benefits of Long-Term Pavement Performance (LTPP) research to funders**. Transportation Research Procedia, v. 14, p. 2477-2486, 2016.

NEWMAN, J. K. et al. **Evaluation of strategic highway research program (SHRP) products for application to airport pavements. United States**. Federal Aviation Administration, 2000.

PIETRANTONIO, H.; **Princípios básicos da Engenharia de Tráfego**. USP. Acessado em: 14 de Jun. de 2023. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br>>

PRESTES, M. P. **Métodos de avaliação visual de pavimentos flexíveis: um estudo comparativo**. 2001.

Plano Diretor de Belém. Prefeitura Municipal de Belém. **Lei N° 8.655 de 30 de junho de 2008**. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor.pdf>. Acessado em: 13 de abr. de 2023.

PESHKIN, D. G.; HOERNER, T. E.; ZIMMERMAN, K. A. **Optimal timing of pavement preventive maintenance treatment applications**. Transportation Research Board. 2004.

QUEIROZ, C.; HAAS, Ralph; CAI, Y.. **National economic development and prosperity related to paved road infrastructure**. Transportation Research Record, n. 1455. 1994.

RIBEIRO, L. C. de Q.; RIBEIRO, M. G. **Índice de bem-estar urbano**. 2013.

SOUSA, Talmo Cunha de. **Avaliação objetiva de pavimentos flexíveis pelo método do ICP/SHRP. Estudo caso, bairro de Batista Campos em Belém-PA**. 2021.

STUCHI, Eduardo Terenzi. **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Documento técnico do exército dos estados unidos que caracteriza a primeira linha de estudo de um sistema de gestão de pavimento.

SHAHIN, Mohamed Y.; WALTHER, Jeanette A. **Pavement maintenance management for roads and streets using the PAVER system**. CONSTRUCTION ENGINEERING RESEARCH LAB (ARMY) CHAMPAIGN IL, 1990.

SANTOS, Victor Pinheiro. **Avaliação de pavimentos urbanos por meio do índice de gravidade global e do índice de condição do pavimento para o município de Caucaia-CE**. 2022.

SOARES, Lucas Franco et al. **Análise comparativa de cinco índices de condição de pavimentos urbanos**. 2022.

WAHHAB, Hamad I. Al-Abdul et al. **Development of pavement management system for municipality roads, Saudi Arabia**. In: Transportation Research Board 81st Annual Meeting, Washington, DC, USA. 2002.

WOLTERS, Angela et al. **Implementing pavement management systems for local agencies**. 2011.

FERNANDES JÚNIOR, José Leomar; ODA, Sandra; ZERBINI, Luiz Francisco. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. 2006.

ZAGHLOUL, Sameh et al. **Development and implementation of Arizona Department of Transportation (ADOT) pavement management system (PMS)**. Arizona. Dept. of Transportation, 2006.

ZOFKA, Adam et al. **Elements of pavement management system: case study**. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2014. CHEN, Xin; DOSSEY, Terry; HUDSON, W. Ronald. Development of project-level urban roadway management system. Transportation Research Record, v. 1455, p. 62-68, 1994.

APÊNDICE A- QUANTIFICAÇÃO DO ICP CONTENDO TODOS OS DEFEITOS CONSIDERADOS NO PROGRAMA DE PESQUISA SHRP

PLANILHA PARA AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS	
Rodovia ou Rua: _____	Município ou Cidade: _____
Código da Seção: _____	
Extensão: _____	Largura: _____
Tipo de Pavimento: _____	Data: _____
DEFEITOS	AVALIAÇÃO
1. Trincas por Fadiga	0-15 _____
2. Trincas em Blocos	0-5 _____
3. Trincas nos Bordos	0-5 _____
4. Trincas Longitudinais	0-5 _____
5. Trincas por Reflexão	0-5 _____
6. Trincas Transversais	0-5 _____
7. Remendos	0-5 _____
8. Painelas	0-10 _____
9. Deformação Permanente nas Trilhas de Roda	0-15 _____
10. Corrugação	0-5 _____
11. Exsudação	0-5 _____
12. Agregados Polidos	0-5 _____
13. Desgaste	0-5 _____
14. Desnível Pista - Acostamento	0-5 _____
15. Bombeamento	0-5 _____
	Soma dos Defeitos: _____
Índice de Condição do Pavimento: ICP = 100 - Soma dos Defeitos	
	ICP = 100 - _____
	ICP = _____

APÊNDICE B – COORDENADAS DAS VIAS (UNIDADE EM GRAUS DECIMAIS)

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE
C1	-1.460825°	-48.497839°
C2	-1.462584°	-48.496480°
C3	-1.460176°	-48.496504°
C4	-1.461466°	-48.495499°
C5	-1.461393°	-48.494036°
C6	-1.462113°	-48.493209°
C7	-1.462997°	-48.492072°
C8	-1.463843°	-48.490987°
C9	-1.464717°	-48.489912°
C10	-1.465595°	-48.488818°
C11	-1.466549°	-48.487681°
C12	-1.467346°	-48.486730°
C13	-1.468321°	-48.485534°
C14	-1.469060°	-48.484670°
C15	-1.458407°	-48.495933°
C16	-1.459748°	-48.494478°
C17	-1.460557°	-48.493593°
C18	-1.461043°	-48.492361°
C19	-1.461877°	-48.491289°

C20	-1.462742°	-48.490172°
C21	-1.463589°	-48.489078°
C22	-1.464436°	-48.487928°
C23	-1.465183°	-48.486892°
C24	-1.466069°	-48.485694°
C25	-1.466939°	-48.484658°
C26	-1.467596°	-48.483862°
C27	-1.457354°	-48.494909°
C28	-1.457916°	-48.494175°
C29	-1.458329°	-48.493617°
C30	-1.459259	-48.492352
C31	-1.459926	-48.491444
C32	-1.460732	-48.490454
C33	-1.461659	-48.489197
C34	-1.462502	-48.488131
C35	-1.463361	-48.486995
C36	-1.464120	-48.485987
C37	-1.464966	-48.484843
C38	-1.465784	-48.483777
C39	-1.456429	-48.493989
C40	-1.457086	-48.493328
C41	-1.457473	-48.49.2762

C42	-1.458419	-48.491320
C43	-1.459095	-48.490573
C44	-1.456299	-48.493580
C45	-1.456737	-48.493173
C46	-1.454624	-48.492488
C47	-1.456266	-48.491368
C48	-1.457719	-48.490371
C49	-1.459218	-48.489333
C50	-1.460675	-48.488266
C51	-1.461833	-48.487411
C52	-1.462804	-48.486686
C53	-1.456922	-48.488954
C54	-1.458257	-48.487978
C55	-1.459374	-48.487215
C56	-1.456675	-48.487980
C57	-1.457968	-48.487681
C58	-1.456517	-48.486753
C59	-1.457703	-48.486500
C60	-1.459371	-48.486160
C61	-1.460201	-48.485781
C62	-1.457953	-48.485713
C63	-1.459202	-48.485470
C64	-1.460401	-48.485276

C65	-1.456414	-48.485457
C66	-1.457996	-48.485060
C67	-1.459074	-48.484816
C68	-1.460208	-48.484561
C69	-1.461475	-48.484277
C70	-1.462492	-48.484040
C71	-1.458757	-48.498961
C72	-1.457791	-48.4997762
C73	-1.457008	-48.496522
C74	-1.456359	-48.495186
C75	-1.455341	-48.493815
C76	-1.454438	-48.493123
C77	-1.458749	-48.496539
C78	-1.457261	-48.493980
C79	-1.456753	-48.493438
C80	-1.461337	-48.496520
C81	-1.459998	-48.495380
C82	-1.458669	-48.494231
C83	-1.457774	-48.493505
C84	-1.462428	-48.495684
C85	-1.461400	-48.494615
C86	-1.460922	-48.494172
C87	-1.459135	-48.493612

C88	-1.457855	-48.493273
C89	-1.457010	-48.493053
C90	-1.455653	-48.493087
C91	-1.457455	-48.491154
C92	-1.456678	-48.490079
C93	-1.456119	-48.488706
C94	-1.455960	-48.487456
C95	-1.455795	-48.486324
C96	-1.461212	-48.493406
C97	-1.460065	-48.492488
C98	-1.459070	-48.491212
C99	-1.458616	-48.490337
C100	-1.457861	-48.489188
C101	-1.457325	-48.488094
C102	-1.457217	-48.487229
C103	-1.457047	-48.486008
C104	-1.461952	-48.492239
C105	-1.459812	-48.490622
C106	-1.459892	-48.490693
C107	-1.459071	-48.490017
C108	-1.462844	-48.491204
C109	-1.461775	-48.490368
C110	-1.460508	-48.489314

C111	-1.459336	-48.488401
C112	-1.458128	-48.487431
C113	-1.458532	-48.487177
C114	-1.458435	-48.485486
C115	-1.463610	-48.490007
C116	-1.462499	-48.489133
C117	-1.461529	-48.488338
C118	-1.460401	-48.487426
C119	-1.459699	-48.486572
C120	-1.459670	-48.485698
C121	-1.459694	-48.485017
C122	-1.464561	-48.489011
C123	-1.463491	-48.488144
C124	-1.462561	-48.487409
C125	-1.461617	-48.486602
C126	-1.460885	-48.485719
C127	-1.460821	-48.484995
C128	-1.465300	-48.487799
C129	-1.464252	-48.486959
C130	-1.463526	-48.486397
C131	-1.462641	-48.485698
C132	-1.461964	-48.484524
C133	-1.466228	-48.486787

C134	-1.465072	-48.485865
C135	-1.463971	-48.484979
C136	-1.463340	-48.484038
C137	-1.467145	-48.485683
C138	-1.466005	-48.484796
C139	-1.464907	-48.483922
C140	-1.467960	-48.484613
C141	-1.468632	-48.483944
C142	-1.467131	-48.483467

FONTE:GOOGLE MAPS (2023)

APÊNDICE C- VARIAÇÕES ANUAIS DOS 142 TRECHOS DO BAIRRO DE BATISTA CAMPOS

Trecho	ICP 2021	ICP 2022	ICP 2023	Variação Anual 21-22(%)	Variação Anual 22-23(%)	Variação Anual 21-23(%)
1	55,5	61,83	49,50	11,41%	-19,95%	-10,81%
2	64,33333	64,33	42,50	0,00%	-33,94%	-33,94%
3	88,66667	82,67	67,50	-6,77%	-18,35%	-23,87%
4	78,66667	66,17	64,33	-15,89%	-2,77%	-18,22%
5	74,5	69,50	70,33	-6,71%	1,20%	-5,59%
6	72,66667	65,67	61,33	-9,63%	-6,60%	-15,60%
7	78,16667	80,83	55,50	3,41%	-31,34%	-29,00%
8	69,16667	59,17	47,50	-14,46%	-19,72%	-31,33%
9	54,16667	59,83	62,33	10,46%	4,18%	15,08%
10	50,66667	56,50	73,50	11,51%	30,09%	45,07%
11	49,66667	56,33	51,67	13,42%	-8,28%	4,03%
12	59,66667	60,33	61,00	1,12%	1,10%	2,23%
13	88,33333	81,00	76,33	-8,30%	-5,76%	-13,58%
14	78,66667	75,33	78,00	-4,24%	3,54%	-0,85%
15	83,16667	63,83	66,33	-23,25%	3,92%	-20,24%
16	79,66667	79,33	91,67	-0,42%	15,55%	15,06%
17	89,66667	84,67	74,67	-5,58%	-11,81%	-16,73%
18	85	81,50	70,83	-4,12%	-13,09%	-16,67%
19	83,33333	81,50	57,33	-2,20%	-29,65%	-31,20%
20	64,66667	52,50	55,00	-18,81%	4,76%	-14,95%
21	78,66667	68,33	65,00	-13,14%	-4,88%	-17,37%
22	68,16667	66,33	66,33	-2,69%	0,00%	-2,69%
23	70	73,83	81,33	5,48%	10,16%	16,19%
24	81,16667	78,67	67,83	-3,08%	-13,77%	-16,43%
25	76,16667	68,83	64,00	-9,63%	-7,02%	-15,97%
26	77	64,67	68,67	-16,02%	6,19%	-10,82%
27	93,33333	76,00	76,00	-18,57%	0,00%	-18,57%
28	89,66667	77,17	71,00	-13,94%	-7,99%	-20,82%
29	93,33333	93,33	93,33	0,00%	0,00%	0,00%
30	86,33333	78,83	75,00	-8,69%	-4,86%	-13,13%
31	74,5	73,00	69,50	-2,01%	-4,79%	-6,71%
32	84	85,00	82,17	1,19%	-3,33%	-2,18%
33	93,33333	72,67	81,33	-22,14%	11,93%	-12,86%
34	93,33333	76,00	75,17	-18,57%	-1,10%	-19,46%
35	89,16667	78,83	81,33	-11,59%	3,17%	-8,79%
36	77,5	71,33	61,33	-7,96%	-14,02%	-20,86%
37	54,83333	52,17	56,00	-4,86%	7,35%	2,13%
38	60,66667	45,67	47,50	-24,73%	4,01%	-21,70%
39	73	73,17	57,33	0,23%	-21,64%	-21,46%
40	73,33333	70,50	64,83	-3,86%	-8,04%	-11,59%
41	69,83333	63,83	58,83	-8,59%	-7,83%	-15,75%
42	73,33333	72,17	74,00	-1,59%	2,54%	0,91%
43	83,66667	73,33	73,33	-12,35%	0,00%	-12,35%
44	81,5	75,83	69,17	-6,95%	-8,79%	-15,13%

45	78,33333	73,33	74,50	-6,38%	1,59%	-4,89%
46	83,33333	82,83	58,83	-0,60%	-28,97%	-29,40%
47	87,16667	70,50	47,17	-19,12%	-33,10%	-45,89%
48	92,83333	74,50	71,17	-19,75%	-4,47%	-23,34%
49	89,66667	89,67	93,33	0,00%	4,09%	4,09%
50	86,33333	70,67	59,00	-18,15%	-16,51%	-31,66%
51	84,66667	80,33	78,50	-5,12%	-2,28%	-7,28%
52	83	75,50	75,50	-9,04%	0,00%	-9,04%
53	84,66667	71,67	65,00	-15,35%	-9,30%	-23,23%
54	82,33333	73,67	82,00	-10,53%	11,31%	-0,40%
55	69	67,67	59,33	-1,93%	-12,32%	-14,01%
56	88	78,00	63,67	-11,36%	-18,38%	-27,65%
57	70,16667	67,33	64,00	-4,04%	-4,95%	-8,79%
58	66,66667	65,83	55,67	-1,25%	-15,44%	-16,50%
59	65,83333	60,67	63,00	-7,85%	3,85%	-4,30%
60	74,5	73,83	62,50	-0,89%	-15,35%	-16,11%
61	66,33333	63,83	59,17	-3,77%	-7,31%	-10,80%
62	71,33333	71,33	69,67	0,00%	-2,34%	-2,34%
63	72,83333	72,17	82,33	-0,92%	14,09%	13,04%
64	77	57,50	56,00	-25,32%	-2,61%	-27,27%
65	82,66333	75,67	65,50	-8,46%	-13,44%	-20,76%
66	89,66667	66,33	71,33	-26,02%	7,54%	-20,45%
67	68,5	61,00	70,67	-10,95%	15,85%	3,16%
68	69	64,00	69,17	-7,25%	8,07%	0,24%
69	57,66667	55,83	58,00	-3,18%	3,88%	0,58%
70	59,16667	65,50	68,83	10,70%	5,09%	16,34%
71	85	80,00	67,50	-5,88%	-15,63%	-20,59%
72	85	75,67	65,67	-10,98%	-13,22%	-22,75%
73	93,33333	85,83	78,33	-8,04%	-8,74%	-16,07%
74	78	77,00	59,33	-1,28%	-22,94%	-23,93%
75	74,5	73,83	70,83	-0,89%	-4,06%	-4,92%
76	91,66667	76,17	55,00	-16,91%	-27,79%	-40,00%
77	90,33333	72,17	78,33	-20,11%	8,55%	-13,28%
78	87,83333	87,83	65,50	0,00%	-25,43%	-25,43%
79	81,5	77,33	70,17	-5,11%	-9,27%	-13,91%
80	69	57,33	74,50	-16,91%	29,94%	7,97%
81	71,33333	66,33	73,00	-7,01%	10,05%	2,34%
82	78,16667	73,50	75,00	-5,97%	2,04%	-4,05%
83	81	68,00	72,00	-16,05%	5,88%	-11,11%
84	70,66667	57,33	62,33	-18,87%	8,72%	-11,79%
85	88,66667	86,33	69,67	-2,63%	-19,31%	-21,43%
86	84,66667	82,17	65,50	-2,95%	-20,28%	-22,64%
87	76,33333	64,50	73,00	-15,50%	13,18%	-4,37%
88	69,66667	59,67	73,00	-14,35%	22,35%	4,78%
89	88,66667	77,50	90,00	-12,59%	16,13%	1,50%
90	75	77,50	85,00	3,33%	9,68%	13,33%
91	84,66667	76,00	80,00	-10,24%	5,26%	-5,51%
92	93,33333	80,00	79,50	-14,29%	-0,63%	-14,82%
93	87,83333	86,00	72,83	-2,09%	-15,31%	-17,08%
94	93,33333	86,00	64,67	-7,86%	-24,81%	-30,71%
95	89,66667	77,17	81,33	-13,94%	5,40%	-9,29%
96	89,66667	73,50	83,67	-18,03%	13,83%	-6,69%

97	89,66667	82,17	74,17	-8,36%	-9,74%	-17,29%
98	100	82,17	79,67	-17,83%	-3,04%	-20,33%
99	100	95,00	85,00	-5,00%	-10,53%	-15,00%
100	100	91,67	71,67	-8,33%	-21,82%	-28,33%
101	100	96,67	85,00	-3,33%	-12,07%	-15,00%
102	100	95,00	83,00	-5,00%	-12,63%	-17,00%
103	100	89,33	75,17	-10,67%	-15,86%	-24,83%
104	80,5	80,00	77,67	-0,62%	-2,92%	-3,52%
105	75,33333	73,50	81,00	-2,43%	10,20%	7,52%
106	80,83333	79,00	81,33	-2,27%	2,95%	0,62%
107	86,33333	86,33	88,67	0,00%	2,70%	2,70%
108	81	71,00	71,50	-12,35%	0,70%	-11,73%
109	82,16667	77,50	80,00	-5,68%	3,23%	-2,64%
110	93,33333	93,33	88,67	0,00%	-5,00%	-5,00%
111	79,66667	77,83	81,00	-2,30%	4,07%	1,67%
112	87,83333	77,83	79,17	-11,39%	1,71%	-9,87%
113	80,5	78,00	81,33	-3,11%	4,27%	1,04%
114	72,16667	76,00	85,50	5,31%	12,50%	18,48%
115	74,16667	66,33	56,67	-10,56%	-14,57%	-23,60%
116	78,5	69,33	69,00	-11,68%	-0,48%	-12,10%
117	82,66667	80,83	88,00	-2,22%	8,87%	6,45%
118	78,5	70,67	85,00	-9,98%	20,28%	8,28%
119	74,5	73,50	83,83	-1,34%	14,06%	12,53%
120	78,16667	78,17	78,17	0,00%	0,00%	0,00%
121	72,83333	71,00	73,00	-2,52%	2,82%	0,23%
122	72,83333	65,17	64,00	-10,53%	-1,79%	-12,13%
123	79,16667	68,00	95,33	-14,11%	40,20%	20,42%
124	82,16667	68,50	87,83	-16,63%	28,22%	6,90%
125	66,16667	55,67	71,33	-15,87%	28,14%	7,81%
126	79	66,67	71,33	-15,61%	7,00%	-9,70%
127	79	74,00	80,33	-6,33%	8,56%	1,69%
128	79,66667	76,00	83,00	-4,60%	9,21%	4,18%
129	70,83333	60,67	85,17	-14,35%	40,38%	20,24%
130	93,33333	84,17	91,67	-9,82%	8,91%	-1,79%
131	67,5	63,83	75,00	-5,43%	17,49%	11,11%
132	68,16667	61,33	93,33	-10,02%	52,17%	36,92%
133	100	90,00	87,00	-10,00%	-3,33%	-13,00%
134	95,33333	72,50	74,83	-23,95%	3,22%	-21,50%
135	95,33333	80,50	70,50	-15,56%	-12,42%	-26,05%
136	95,33333	75,67	70,00	-20,63%	-7,49%	-26,57%
137	62,66667	55,83	66,33	-10,90%	18,81%	5,85%
138	69,16667	61,00	67,67	-11,81%	10,93%	-2,17%
139	90,83333	70,83	81,33	-22,02%	14,82%	-10,46%
140	75,33333	63,50	77,17	-15,71%	21,52%	2,43%
141	95	67,67	68,00	-28,77%	0,49%	-28,42%
142	95	76,33	76,67	-19,65%	0,44%	-19,30%

APÊNDICE D – DADOS GERAIS DOS 142 TRECHOS

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?
C1	Av.16 de Novembro	Alm. Tamandaré e Veiga Cabral	5,6	430	2408	8	Coletora	Sim	28
C2	Av.16 de Novembro	Veiga Cabral e Arcipreste	5,6	145	812	9	Coletora	Sim	28
C3	Trav. São Francisco	Alm. Tamandaré e Veiga Cabral	5,6	376	2105,6	9	Local	Não	0
C4	Trav. São Francisco	Veiga Cabral e Arcipreste	5,6	162	907,2	8	Local	Não	0
C5	Trav. Tupinambás	Arcipreste e Conselheiro	3,8	85	323	11	Local	Não	0
C6	Trav. Tupinambás	Conselheiro e Tamoiós	8,4	155	1302	11	Local	Não	0
C7	Trav. Tupinambás	Tamoiós e Mundurucus	7,4	152	1124,8	10	Local	Não	0
C8	Trav. Tupinambás	Mundurucus e Paniquis	8,4	155	1302	9	Local	Sim	2
C9	Trav. Tupinambás	Paniquis e Caripunas	8,4	155	1302	9	Local	Sim	2
C10	Trav. Tupinambás	Caripunas e Timbiras	8,4	155	1302	10	Local	Sim	2
C11	Trav. Tupinambás	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	155	1302	8	Local	Sim	2
C12	Trav. Tupinambás	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	155	1302	7	Local	Sim	1
C13	Trav. Tupinambás	São Miguel e São Silvestre	8,4	150	1260	7	Local	Não	0
C14	Trav. Tupinambás	São Silvestre e Quintino	8,4	147	1234,8	6	Local	Não	0
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?
C15	Trav. São Pedro	Av. Tamandaré e Veiga Cabral	7,9	322	2543,8	8	Local	Sim	2
C16	Trav. São Pedro	Veiga Cabral e Arcipreste	7,4	136	1006,4	9	Local	Sim	2
C17	Trav. São Pedro	Arcipreste e Conselheiro	8,4	1122	9424,8	12	Local	Sim	2

C18	Trav. Dos Apinagés	Conselheiro e Tamoios	8,4	150	1260	16	Coletora	Não	0
C19	Trav. Dos Apinagés	Tamoios e Mundurucus	8,4	152	1276,8	15	Coletora	Sim	4
C20	Trav. Dos Apinagés	Mundurucus e Paiquis	8,4	152	1276,8	12	Coletora	Sim	4
C21	Trav. Dos Apinagés	Paiquis e Caripunas	8,4	154	1293,6	11	Coletora	Sim	4
C22	Trav. Dos Apinagés	Caripunas e Timbiras	8,4	154	1293,6	9	Coletora	Sim	4
C23	Trav. Dos Apinagés	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	154	1293,6	8	Coletora	Sim	4
C24	Trav. Dos Apinagés	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	154	1293,6	8	Coletora	Sim	4
C25	Trav. Dos Apinagés	São Miguel e São Silvestre	8,4	150	1260	7	Coletora	Sim	4
C26	Trav. Dos Apinagés	São Silvestre e Quintino	8,4	80	672	6	Coletora	Sim	4
C27	Padre Eutiquio	Av. Tamandaré e dos 48	10,2	180	1836	12	Coletora	Sim	41
C28	Padre Eutiquio	Dos 48 e Veiga Cabral	10,2	93	948,6	13	Coletora	Sim	41
C29	Padre Eutiquio	Veiga Cabral e Arcipreste	10,2	55	561	13	Coletora	Sim	41
C30	Padre Eutiquio	Arcipreste e Conselheiro	10,2	193	1968,6	14	Coletora	Sim	41
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?
C31	Padre Eutiquio	Conselheiro e Tamoios	10,2	1590	16218	18	Coletora	Sim	14
C32	Padre Eutiquio	Tamoios e Mundurucus	10,2	150	1530	18	Coletora	Sim	14
C33	Padre Eutiquio	Mundurucus e Paiquis	10,2	152	1550,4	14	Coletora	Sim	5
C34	Padre Eutiquio	Paiquis e Caripunas	8,4	153	1285,2	12	Coletora	Sim	3
C35	Padre Eutiquio	Caripunas e Timbiras	8,4	152	1276,8	10	Coletora	Sim	3
C36	Padre Eutiquio	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	154	1293,6	8	Coletora	Sim	3
C37	Padre Eutiquio	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	150	1260	7	Coletora	Sim	2
C38	Padre Eutiquio	São Miguel e Quintino	8,4	166	1394,4	6	Coletora	Sim	2
C39	Presid. Pernambuco	Gama abreu e dos 48	3,62	145	524,9	13	Local	Não	0
C40	Presid. Pernambuco	Dos 48 e Arcipreste	3,62	74	267,88	13	Local	Não	0
C41	Presid. Pernambuco	Arcipreste e Gentil	4	160	640	14	Local	Não	0
C42	Presid. Pernambuco	Gentil e Conselheiro	7,4	152	1124,8	19	Local	Não	0
C43	Presid. Pernambuco	Conselheiro e Tamoios	7,4	84	621,6	19	Local	Não	0

C44	Ferreira Cartão	Gama abreu e dos 48	2,2	135	297	14	Local	Não	0
C45	Ferreira Cartão	Dos 48 e Arcipreste	2,2	43	94,6	15	Local	Não	0
C46	Av Serzedelo Correia	Gama Abreu e Braz de Aguiar	8,4	410	3444	18	Coletora	Sim	40
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?
C47	Av Serzedelo Correia	Braz de Aguiar e Gentil	8,4	162	1360,8	19	Coletora	Sim	40
C48	Av Serzedelo Correia	Gentil e Conselheiro	8,4	160	1344	18	Coletora	Sim	4
C49	Av Serzedelo Correia	Conselheiro e Mundurucus	8,4	160	1344	18	Coletora	Sim	2
C50	Av Serzedelo Correia	Mundurucus e Paniquis	8,4	160	1344	13	Coletora	Sim	2
C51	Av Serzedelo Correia	Paniquis e Caripunas	8,4	160	1344	14	Coletora	Não	0
C52	Av Serzedelo Correia	Caripunas e Tinbiras	8,4	160	1344	11	Coletora	Não	0
C53	Dr. Moraes	Gentil e Conselheiro	8,4	160	1344	18	Local	Não	0
C54	Dr. Moraes	Conselheiro e Mundurucus	8,4	160	1344	12	Local	Não	0
C55	Dr. Moraes	Mundurucus e Paniquis	8,4	160	1344	8	Local	Não	0
C56	Benjamin Constant	Gentil e Conselheiro	8,4	144	1209,6	13	Local	Não	0
C57	Benjamin Constant	Conselheiro e Mundurucus	8,4	120	1008	10	Local	Não	0
C58	Rui Barbosa	Gentil e Conselheiro	8,4	144	1209,6	12	Coletora	Não	0
C59	Rui Barbosa	Conselheiro e Mundurucus	8,4	150	1260	10	Coletora	Não	0
C60	Rui Barbosa	Mundurucus e Paniquis	8,4	143	1201,2	8	Coletora	Não	0
C61	Rui Barbosa	Paniquis e Caripunas	8,4	144	1209,6	5	Coletora	Não	0
C62	Euclides da Cunha	Conselheiro e Mundurucus	3,9	145	565,5	10	Local	Não	0
C63	Euclides da Cunha	Mundurucus e Paniquis	3,9	125	487,5	9	Local	Não	0
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?
C64	Euclides da Cunha	Paniquis e Caripunas	3,9	100	390	5	Local	Não	0
C65	Quintino Bocaiuva	Gentil e Conselheiro	10,2	142	1448,4	13	Local	Sim	4
C66	Quintino Bocaiuva	Conselheiro e Mundurucus	8,4	167	1402,8	11	Local	Sim	4
C67	Quintino Bocaiuva	Mundurucus e Paniquis	8,4	145	1218	8	Local	Não	0
C68	Quintino Bocaiuva	Paniquis e Caripunas	8,4	115	966	5	Local	Não	0
C69	Quintino Bocaiuva	Caripunas e Tinbiras	8,4	134	1125,6	5	Local	Não	0
C70	Quintino Bocaiuva	Tinbiras e Fernando Guilhon	8,4	160	1344	4	Local	Não	0

C71	Alm. Tamandará	16 de Novembro e São Francisco	7	160	1120	7	Arterial	Sim	54
C72	Alm. Tamandará	São Francisco e São Pedro	7	150	1050	8	Arterial	Sim	54
C73	Alm. Tamandará	São Pedro e Padre Eutíquio	7	145	1015	9	Arterial	Sim	50
C74	Gama Abreu	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	10,2	170	1734	10	Arterial	Sim	68
C75	Gama Abreu	Pres. Pernambuco e Arcipreste	10,2	185	1887	13	Arterial	Sim	75
C76	Gama Abreu	Arcipreste e Serzedelo Correia	10,2	82	836,4	15	Arterial	Sim	75
C77	Guilherme seixas	São Pedro e São Francisco	3	165	495	8	Local	Não	0
C78	Dos 48	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	4,2	138	579,6	13	Local	Não	0
C79	Dos 48	Pres. Pernambuco e Ferreira Cantão	4,2	33	138,6	14	Local	Não	0
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?
C80	Veiga Cabral	16 de Novembro e São Francisco	2,7	165	445,5	9	Local	Não	0
C81	Veiga Cabral	São Francisco e São Pedro	2,7	200	540	9	Local	Não	0
C82	Veiga Cabral	São Pedro e Padre Eutíquio	2,7	175	472,5	11	Local	Não	0
C83	Veiga Cabral	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	2,7	124	334,8	13	Local	Não	0
C84	Arcipreste	16 de Novembro e São Francisco	3,5	165	577,5	9	Local	Não	0
C85	Arcipreste	São Francisco e Tupinambás	3,5	130	455	9	Local	Não	0
C86	Arcipreste	Tupinambás e São Pedro	3,5	120	420	10	Local	Não	0
C87	Arcipreste	São Pedro e Padre Eutíquio	3,5	200	700	11	Local	Não	0
C88	Arcipreste	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	3,5	133	465,5	13	Local	Não	0
C89	Arcipreste	Pres. Pernambuco e Ferreira Cantão	3,5	60	210	14	Local	Não	0
C90	Arcipreste	Ferreira Cantão e Gama Abreu	3,5	200	700	14	Local	Não	0

C91	Gentil	Pres. Pernambuco e Serzedelo	8,4	160	1344	19	Arterial	Não	0
C92	Gentil	Serzedelo e Dr.Moraes	10,2	160	1632	18	Arterial	Sim	43
C93	Gentil	Dr.Moraes e Benjamin Constant	10,2	150	1530	17	Arterial	Sim	41
C94	Gentil	Benjamin Constant e Rui Barbosa	10,2	135	1377	12	Arterial	Sim	41
C95	Gentil	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	10,2	142	1448,4	12	Arterial	Sim	41
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?
C96	Conselheiro	Tupinambás e Apinagés	10,2	150	1530	12	Arterial	Sim	0
C97	Conselheiro	Apinagés e Padre Eutíquio	10,2	150	1530	14	Arterial	Sim	0
C98	Conselheiro	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	10,2	150	1530	18	Arterial	Sim	27
C99	Conselheiro	Pres. Pernambuco e Serzedelo	10,2	120	1224	19	Arterial	Sim	27
C100	Conselheiro	Serzedelo e Dr.Moraes	10,2	180	1836	17	Arterial	Sim	27
C101	Conselheiro	Dr.Moraes e Benjamin Constant	10,2	82	836,4	13	Arterial	Sim	27
C102	Conselheiro	Benjamin Constant e Rui Barbosa	10,2	140	1428	11	Arterial	Sim	27
C103	Conselheiro	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	10,2	140	1428	12	Arterial	Sim	27
C104	Tancois	Tupinambás e Apinagés	8,4	150	1260	15	Local	Sim	9
C105	Tancois	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	150	1260	19	Local	Sim	6
C106	Tancois	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	8,4	130	1092	19	Local	Não	0
C107	Tancois	Pres. Pernambuco e Serzedelo	8,4	90	756	18	Local	Não	0
C108	Mundumucus	Tupinambás e Apinagés	8,4	155	1302	12	Arterial	Sim	1
C109	Mundumucus	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	155	1302	14	Arterial	Sim	25
C110	Mundumucus	Padre Eutíquio e Serzedelo	8,4	185	1554	16	Arterial	Sim	25
C111	Mundumucus	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	12	Arterial	Sim	25
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?

C112	Pass. Do Orto	Mundunucus e Conselheiro	4,4	155	682	10	Local	Não	0
C113	Mundunucus	Dr.Moraes e Rui Barbosa	8,4	155	1302	9	Arterial	Sim	25
C114	Mundunucus	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	8,4	150	1260	10	Arterial	Sim	25
C115	Paniquis	Tupinambás e Apinagés	7,4	155	1147	9	Local	Não	0
C116	Paniquis	Apinagés e Padre Eutíquio	7,4	155	1147	11	Local	Sim	1
C117	Paniquis	Padre Eutíquio e Serzedelo	7,4	132	976,8	14	Local	Sim	3
C118	Paniquis	Serzedelo e Dr.Moraes	7,4	180	1332	11	Local	Sim	1
C119	Paniquis	Dr.Moraes e Rui Barbosa	7,4	100	740	6	Local	Sim	1
C120	Paniquis	Rui Barbosa e Euclides da Cunha	7,4	60	444	6	Local	Sim	1
C121	Paniquis	Euclides da Cunha e Quintino	7,4	55	407	6	Local	Sim	1
C122	Caipunas	Tupinambás e Apinagés	8,4	155	1302	12	Coletora	Não	0
C123	Caipunas	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	155	1302	10	Coletora	Não	0
C124	Caipunas	Padre Eutíquio e Serzedelo Correa	8,4	90	756	11	Coletora	Não	0
C125	Caipunas	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	11	Coletora	Não	0
C126	Caipunas	Dr.Moraes e Rui Barbosa	8,4	75	630	6	Coletora	Não	0
C127	Caipunas	Rui Barbosa e Quintino	8,4	110	924	6	Coletora	Não	0
Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ômbus ?	Quartas linhas?
C128	Timb iras	Tupinambás e Apinagés	8,4	168	1411,2	9	Local	Não	0
C129	Timb iras	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	170	1428	8	Local	Não	0
C130	Timb iras	Padre Eutíquio e Serzedelo	8,4	41	344,4	9	Local	Não	0
C131	Timb iras	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	8	Local	Não	0
C132	Timb iras	Dr.Moraes e Quintino	8,4	123	1033,2	4	Local	Não	0
C133	Fernando Guilhon	Tupinambás e Apinagés	8,4	160	1344	7	Local	Sim	1
C134	Fernando Guilhon	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	170	1428	7	Local	Sim	2
C135	Fernando Guilhon	Padre Eutíquio e Dr.Moraes	8,4	170	1428	7	Local	Sim	2
C136	Fernando Guilhon	Dr.Moraes e Quintino	8,4	60	504	5	Local	Sim	2
C137	São Miguel	Tupinambás e Apinagés	8,4	170	1428	8	Coletora	Não	0

C138	São Miguel	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	160	1344	8	Coletora	Não	0
C139	São Miguel	Padre Eutíquio e Dr.Moraes	8,4	130	1092	7	Coletora	Não	0
C140	São Silves te	Tupinambás e Apinagés	5,7	180	1026	6	Local	Não	0
C141	Quintino Bocaiuva	Tupinambás e Apinagés	5,2	190	988	5	Coletora	Não	0
C142	Quintino Bocaiuva	Apinagés e Padre Eutíquio	5,2	160	832	6	Coletora	Não	0

ANEXO A – DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

DEFEITO	CARACTERÍSTICA	NÍVEL DE SEVERIDADE	COMO MEDIR
TRINCAS POR REFLEXÃO	Reflexão de trincas ou juntas das camadas inferiores. Recapeamento ou pavimentos novos (contração da base)	<p>BAIXA: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.</p> <p>MÉDIA: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa. ALTA: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta</p>	<p>Registrar, em separado, as trincas transversais e longitudinais. Registrar o nº de trincas transversais. Registrar a extensão das trincas e os níveis de severidade. Registrar a extensão com selante em boas condições.</p>
TRINCAS TRANSVERSAIS	Trincas predominantemente perpendiculares ao eixo. Severidade de uma trinca: adotar a mais elevada, desde que represente pelo menos 10% da extensão	<p>BAIXA: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições.</p> <p>MÉDIA: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa. ALTA: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta</p>	<p>Registrar o nº de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes. Registrar a extensão com selante em boas condições.</p>
REMENDOS	Porção da superfície do pavimento, maior que 0,1 m ² , removida e substituída ou material aplicado ao pavimento após a construção inicial	Função da severidade dos defeitos apresentados pelo remendo	Registrar o nº de remendos e a área afetada (m ²) para cada nível de severidade.
PANELAS	Buracos resultantes de desintegração localizada, sob a ação do tráfego e em presença de água. Fragmentação,	<p>BAIXA: profundidade menor que 25 mm. MÉDIA: profundidade entre 25 e 50 mm. ALTA:</p>	Registrar o nº de remendos e a área afetada para cada nível de severidade.

	causada por trincas por fadiga ou desgaste, e remoção localizada de partes do revestimento	profundidade maior que 50 mm	
DEFORMAÇÃO PERMANENTE	Depressão longitudinal nas trilhas de roda, em razão de densificação dos materiais ou ruptura por cisalhamento	Substituídos pelas medições da deformação permanente a cada 15 m	Registrar a máxima deformação permanente nas trilhas de roda.
CORRUGAÇÃO	Deformação plástica caracterizada pela formação de ondulações transversais na superfície do pavimento	Associados aos efeitos sobre a qualidade do rolamento	Registrar o no de ocorrências e a área afetada (m2).
EXSUDAÇÃO	Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento	BAIXA: mudança de coloração em relação ao restante do pavimento devido ao excesso de asfalto. MÉDIA: perda de textura superficial. ALTA: aparência brilhante; marcas de pneus evidentes em tempo quente; agregados cobertos pelo asfalto	Registrar a área afetada (m2) para cada nível de severidade.
AGREGADOS POLIDOS	Polimento (desgaste) dos agregados e do ligante betuminoso e exposição dos agregados graúdos	Níveis de polimento podem ser associados à redução no coeficiente de atrito pneu-pavimento	Registrar a área afetada (m2).
DESGASTE	Perda de adesividade do ligante betuminoso e desalojamento dos agregados. Envelhecimento, endurecimento	BAIXA: início do desgaste, com perda de agregados miúdos. MÉDIA: textura superficial torna-se áspera, com perda de agregados miúdos e de alguns graúdos. ALTA: textura superficial muito áspera, com perda de agregados graúdos	Registrar a área afetada (m2) para cada nível de severidade.
DESNÍVEL (DEGRAU) ENTRE PISTA E ACOSTAMENTO	Diferença de elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento: camadas sucessivas de revestimento asfáltico; erosão de acostamento não pavimentado; consolidação diferencial	Substituídos pelas medições do desnível	Registrar o desnível (mm) a cada 15 m, ao longo da interface pista acostamento.

BOMBEAMENTO	Saída de água pelas trincas do pavimento sob a ação das cargas do tráfego. Identificado pela deposição à superfície, de material carreado das camadas inferiores	Não aplicáveis porque o bombeamento depende do teor de umidade das camadas inferiores do pavimento	Registrar o no de ocorrências e a extensão afetada (m2)
--------------------	--	--	---