



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL MELÉM MAUÉS
LUCAS FRANCO SOARES

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CINCO ÍNDICES DE CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS
URBANOS**

BELÉM
Dezembro/ 2022

GABRIEL MELÉM MAUÉS
LUCAS FRANCO SOARES

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CINCO ÍNDICES DE CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS
URBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

BELÉM
Dezembro/ 2022


GABRIEL MELÉM MAUÉS
LUCAS FRANCO SOARES

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CINCO ÍNDICES DE CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS
URBANOS**


Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Belém, 19 de dezembro de 2022

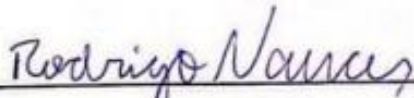
Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 MARCELO FIGUEIREDO MASSULO AGUIAR
Data: 20/12/2022 13:09:05-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

Documento assinado digitalmente
 MARCUS VINICIUS GUERRA SERAPHICO DE
Data: 04/01/2023 12:07:15-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho



Eng. M. Sc. Rodrigo Nassar Cruz

Aprovado, com conceito EXC, em 19 de dezembro de 2022.

À minha família, bem mais precioso da minha vida, espero um dia despertar-lhes muito orgulho. Em especial, a meu avô, *in memoriam*, que me acompanha a cada passo dado.

AGRADECIMENTOS GABRIEL

À Deus, primeiramente, agradeço por me permitir atravessar mais uma etapa da vida com saúde e ambição para buscar outros objetivos e desafios, voos mais altos e sucesso.

Aos meus pais, meus maiores professores, Heloisa Melém e Alfredo Maués, por serem as fundações da minha existência, minhas inspirações intelectuais e de vida, por não medirem esforços, apesar de quaisquer dificuldades, para prover aos filhos as melhores condições possíveis para trilhar os caminhos do bem, semeado por amor e educação.

Aos meus avós, Bosco e Carmen e José e Benedita, que representam mais dois casais de pais em minha vida, sempre presentes e nunca deixando faltar cuidados, carinho e afeição. Em especial, meu avô Bosco, *in memoriam*, por ter sido sempre um dos maiores incentivadores e guias na área de estudos que escolhi e que agora me apoia do plano espiritual.

Aos meus irmãos, Ana Beatriz e José Raiol, fica o agradecimento por terem participado dessa trajetória confiando a mim a responsabilidade de irmão mais velho e exemplo. Por terem relevado, por muitas vezes, a ausência tanto pela distância quanto pelos afazeres, vocês são fundamentais em minha vida, me inspirando a ser cada dia melhor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar, pela parceria, pela paciência, pelos incentivos, pelos ensinamentos e por depositar em mim a confiança de levar seu nome em uma pesquisa, a qual guardarei lembranças para o resto da vida. Ao colegiado do curso de Engenharia Civil, deixo aqui meus agradecimentos pelo compartilhamento de conhecimentos e a qualidade de ensino que incorporam a essa faculdade. Em especial, relembro o meu orientador juntamente ao Prof. Dr. Ronaldson Carneiro, exímios profissionais, nos quais me espelho para um dia, se possível, me tornar membro da academia.

Aos amigos, Murillo Castro, Rafaela Ribeiro, Layse Lima, Jônathas Miranda e Patrick Campos, pelas vivências juntos nesse curso que sugou nossas almas, mas

que nos uniu, creio que formamos um belo grupo de amigos e de profissionais de qualidade.

Aos amigos e parceiros de trabalho, Erica Simas, William Oliveira, Elisangela Pereira, Matheus Melo e Felipe Sales, pelos conselhos, ensinamentos e parceria que contribuíram no caminho para me tornar um profissional cada vez melhor.

Ao meu amigo e parceiro de TCC e de trabalho, Lucas Franco, que trilhou essa última (e árdua) batalha ao meu lado, conte comigo nas próximas.

Ao fim desse período de desenvolvimento e muito aprendizado, não há como ter outro sentimento além de felicidade por concretizar esse primeiro degrau. Meu primeiro sonho foi construído e trilhado por mim e por todos os citados, e, desse modo, espero que Deus me permita trilhar muitos mais.

AGRADECIMENTOS LUCAS

Agradeço a Deus pelo chamado à vida, pelo chamado à filiação divina e pelo chamado a servidão, principalmente pelos serviços na Renovação Carismática Católica e no Grupo dos Servidores do Altar. Também agradeço a Ele pelos cuidados maternos da Virgem Maria, pela Santa Igreja Católica e seus sacramentos, principalmente pelo sacramento da eucaristia, via de santificação para a humanidade.

Agradeço aos meus pais, Alcimar Freitas e Vera Franco, por todo amor que me foi dado, por serem meus melhores amigos, por serem meus pilares, por todos os ensinamentos e cuidados que tiveram comigo e por sempre estarem ao meu lado me dando força e apoio nessa dura e árdua caminhada.

Agradeço aos meus amigos, Cecília Carvalho, Ívella Gonçalves, Rafael Rosa, Douglas Xavier e Gabriel Melém, pela nossa amizade, por me tornarem uma pessoa melhor, por me aproximarem de Deus, por ajudarem na minha santificação e por todos os momentos juntos.

Agradeço a todos meus companheiros de trabalho por onde passei em especial à Erica Simas, a Felipe Sales, a Matheus Melo, à Jocasta Caldas, a William Souza e à Elisangela Pereira por todo aprendizado, conhecimento e experiência que me foram passados e pela relação de amizade criada no ambiente profissional.

Também agradeço a todos os meus professores, em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar, por todo aprendizado, ensinamento e paciência ao longo da graduação, seja nas disciplinas, seja no TCC. Além disso, gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Ritermayer Monteiro Teixeira por me apresentar a área de estruturas, a qual sou apaixonado e fascinado, e por ser um exemplo de profissional.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram e ajudaram na minha caminhada profissional e pessoal. Espero que Deus abençoe e proteja todos e que Maria os guarde em seu coração.

Aos meus pais. Em especial, a minha mãe, *in memoriam*, que fez sua páscoa com Jesus. Espero que esteja feliz e orgulhosa de mim.

RESUMO

Para que um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) seja implementado de maneira satisfatória se faz necessário um bom cálculo de Índice de Condição de Pavimento (ICP) para manutenção da qualidade das superfícies dos pavimentos. Quando se trata do cálculo desse índice, existem diversos métodos de cálculo, considerando defeitos diferentes, com pesos diferentes. Dessa maneira, o objetivo dessa pesquisa é efetuar o cálculo do Índice de Condição de Pavimento Urbano (ICPU) dos pavimentos presentes no bairro de Batista Campos, utilizando cinco diferentes métodos de cálculo e comparar seus resultados. A coleta de dados foi efetivada no bairro de Batista Campos, em 142 trechos, sendo o cálculo efetivado por meio de cinco métodos diferentes (Osório (2014), Páez (2015), Souza (2021), Aihuki (2022) e Albuquerque (2022)) e foram efetivadas comparações com os parâmetros estatísticos de média, mediana, moda, desvio padrão e coeficiente de variação, além da comparação em relação aos tipos de defeitos avaliados por cada método e quanto à tendência de resultados. Dentre os principais resultados, tem-se que a partir dos cinco ICPU's calculados, o $ICPU_{Osó}$ representou o maior índice e o menor foi o $ICPU_{Souza}$, sendo esse, também, o índice que apresentou maior coeficiente de variação, ou seja, segmenta melhor os trechos avaliados quanto a qualidade do pavimento observado, já o menor coeficiente de variação foi obtido pelo $ICPU_{Páez}$, além disso observou-se que os defeitos mais frequentes avaliados pelos métodos aplicados foram as trincas por fadiga, os remendos, as panelas e a deformação permanente por trilhas de roda e como defeitos menos frequentes viu-se trincas nos bordos e exsudação. Por fim, concluiu-se que o $ICPU_{Souza}$ obteve o maior coeficiente de variação e conseguiu efetivar a segregação dos melhores e piores trechos da malha viária em análise, além de necessitar de um levantamento que conta com menos defeitos que o estipulado pelo método padrão implementado pelo SHRP, analisando somente 10 defeitos e garantindo um resultado satisfatório.

Palavras-chave: Sistema de gerência de pavimentos urbanos; defeitos em pavimentos flexíveis; índice de condição de pavimento; avaliação da condição da superfície de rolamento;

ABSTRACT

In order to implement a Pavement Management System (SGP) satisfactorily, a good calculation of Pavement Condition Index (PCI) is necessary to maintain the quality of pavement surfaces. Regarding the calculation of such index, there are several methods, considering different defects, with different weights. Therefore, the purpose of this research is to calculate the Urban Pavement Condition Index (ICPU) of pavements in Batista Campos neighborhood, by using five different calculation methods and comparing their results. Data collection was carried out in Batista Campos neighborhood, in 142 places. Calculation has been carried out by using five different methods (Osório (2014), Páez (2015), Souza (2021), Aihuki (2022) and Albuquerque (2022)). Comparisons were made with statistical parameters of media, median, mode, standard deviation and coefficient of variation, besides the comparison among types of defects evaluated by each method and the trend of results. Among the main results, from the five ICPU's calculated, $ICPU_{Osó}$ represented the highest index. The lowest was $ICPU_{Souza}$, which is also the index which presented the highest coefficient of variation. It better segments the stretches evaluated for the quality of the observed pavement, since the lowest coefficient of variation was obtained by $ICPU_{Páez}$. In addition, it was observed that the most frequent defects evaluated by the applied methods were fatigue cracking, patching, pothole and rutting. The less frequent defects were cracks on the edges, cracks due to reflection and exudation. Finally, it was concluded that $ICPU_{Souza}$ obtained the highest coefficient of variation and managed to segregate the best and worst sections of the road network under analysis. It also requires a survey with fewer defects than that stipulated by the standard method implemented by the SHRP, analyzing only 10 defects and guaranteeing a satisfactory result.

Keywords: Urban pavement management system; defects in flexible pavements; pavement condition index; evaluation of the condition of the bearing surface;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma dos componentes de um sistema de gerência de pavimentos em nível de rede e projeto.....	19
Figura 2 - Importância da intervenção na minimização de custos em momento oportuno	20
Figura 3 - Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos	21
Figura 4 - Delimitação do bairro Batista Campos.....	38
Figura 5 - Classificação viária do Bairro Batista Campos.....	39
Figura 6 - Fluxograma do método.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos dedutíveis método padrão	24
Tabela 2 - Ponderações combinadas entre as severidades e extensões.....	25
Tabela 3 - Pontuação do cenário alternativo	26
Tabela 4 - Escala de classificação do $ICPU_{Aib}$	29
Tabela 5 - Estudos para a consolidação do $ICPU_{PÁEZ}$	30
Tabela 6 - Proposta do ICPU para o Distrito Federal (10 tipos de defeitos).....	31
Tabela 7 - Avaliação de um segmento para exemplificação	32
Tabela 8 - Cálculo do $ICPU_{Paéz}$	33
Tabela 9 - Escala de avaliação subjetiva para $ICPU_{Obs}$	34
Tabela 10 - Ponderação utilizada pelo método de Souza	41
Tabela 11 - Ponderação utilizada pelo método de Aihuki.....	42
Tabela 12 - Ponderação utilizada pelo método de Albuquerque.....	42
Tabela 13 - Ponderação utilizada pelo método de Páez	43
Tabela 14 - Ponderação utilizada pelo método de Osório.....	43
Tabela 15 - Avaliação do $ICPU_{SOUZA}$ no trecho C84.....	47
Tabela 16 - Comparativo de ICPU no trecho C84.....	48
Tabela 17 - ICPU's	49
Tabela 18 - Frequência dos defeitos nas avaliações	52
Tabela 19 - Defeitos e pesos em cada método	53
Tabela 20 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o ICP método SHRP.....	55
Tabela 21 - Parâmetros estatísticos de comparação dos métodos	56
Tabela 22 - Parâmetros estatísticos.....	56
Tabela 23 - Escala de variação do Coeficiente de Variação (CV)	58
Tabela 24 - Ranking e comparativo dos 15 menores valores de ICPU.....	60
Tabela 25 - Análise de convergência entre os métodos aplicados (15 piores trechos).....	61
Tabela 26 - Ranking e comparativo dos 15 maiores valores de ICPU	61
Tabela 27 - Análise de convergência entre os métodos aplicados (15 melhores trechos)	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comportamento dos índices dos ICPU's	51
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de Variância
CV	Coeficiente de Variação
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ICP	Índice de Condição de Pavimento
ICPU _{méd}	Índices de Condição de Pavimento Médios
ICPU	Índice de Condição de Pavimento Urbano
ICPU _{Alb}	Índice de Condição de Pavimento Urbano implementado por Albuquerque
ICPU _{Aihuki}	Índice de Condição de Pavimento Urbano proposto por Aihuki
ICPU _{Oso}	Índice de Condição de Pavimento Urbano proposto por Osório
ICPU _{Páez}	O Índice de Condição de Pavimento Urbano para o Distrito Federal proposto por Páez
ICPU _{Souza}	Índice de Condição de Pavimento Urbano proposto por Souza
ICPU _{Obs}	Índice de Condição do Pavimento Urbano Observado
IGD	Índice Global de Degradação
IGG	Índice de Gravidade Global
ISA	Índice de Serventia Atual
M&R	Manutenção e Reabilitação
NOVACAP	Companhia Urbanizadora da Nova Capital
PDI	<i>Pavement Distress Index</i>
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SGPU	Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos
SHRP	<i>Strategic Highway Research Program</i>
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VD	Valor Deduzido
VDT	Valor de Dedução Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivo	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
1.2	Justificativa	16
1.3	Estrutura do trabalho	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	Sistemas de gerência de pavimentos	18
2.2	Diferentes métodos para o cálculo do ICP	23
2.2.1	Método implementado por Aihuki (2022)	23
2.2.2	Cenário alternativo proposto por Souza (2021)	26
2.2.3	Índice de condição de pavimento flexível para rede viária urbana	27
2.2.4	Índice de condição de pavimento urbano do Distrito Federal	29
2.2.5	Índice de condição de pavimento urbano do Chile	33
2.3	Estudos que efetivaram a comparação de índices de condição de pavimentos urbanos	35
3	MÉTODO	37
3.1	Caracterização da área de estudo	37
3.2	Descrição do método	40
3.2.1	Cálculos dos ICPU's	41
3.2.2	Análise dos defeitos presentes em cada método	45
3.2.3	Comparação dos valores de ICP	45
3.2.4	Comparação dos rankings de trechos	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	Cálculo dos ICPU's	47
4.2	Análise dos métodos	52
4.3	Comparação dos valores de ICPU	54
4.4	Comparação das tendências do ICPU	59
5	CONCLUSÃO	65
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	66
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O aumento do contingente populacional está diretamente ligado à infraestrutura urbana, a qual deve possuir um planejamento adequado das políticas públicas para garantir uma gestão eficiente das cidades e conseqüentemente assegurar maior qualidade de vida à população (REIS, 2016). Nesse cenário, o planejamento urbano surgiu como um instrumento para ordenar o espaço urbano e buscar soluções coletivas de saneamento e transporte, garantindo, dessa forma, uma boa qualidade do sistema viário através de uma eficaz mobilidade urbana tanto de pessoas, como de cargas (SANTOS, 2006).

No entanto, a qualidade do sistema viário não acompanhou o crescimento dos grandes centros urbanos, ocasionando problemas de mobilidade urbana decorrente da péssima qualidade dos pavimentos. Por isso, ressalta-se a importância da construção, manutenção e reabilitação do sistema viário para melhorar a infraestrutura e gerar maior qualidade de vida aos habitantes, mesmo que isso demande muitos recursos da gestão pública (MELO, 1998).

Assim, surge o conceito de Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) com o intuito de fornecer pavimentos econômicos, confortáveis e seguros à população através de estratégias como bom dimensionamento das vias, processo construtivo executado de maneira correta e manutenção e reabilitação dos pavimentos no momento oportuno (SHOJI, 2000).

Dessa forma, o sistema de gerência de pavimentos é essencial do ponto de vista econômico, pois, ele ajuda a desconcentrar as atividades econômicas, distribuindo-as ao longo do espaço urbano, evitando desperdício de tempo nos congestionamentos, melhorando a dinâmica do crescimento urbano, maximizando o nível de produtividade e trazendo um retorno dos recursos públicos (FILHO, 2001).

Para que o SGP seja, de fato eficiente, é necessário que se utilize um Índice de Condição de Pavimentos (ICP), podendo ser calculado de diferentes formas. Sendo assim, um dos métodos mais tradicionais para o cálculo do ICP é do *Strategic Highway Research Program* (SHRP) que apresenta diferentes tipos de defeitos em pavimentos flexíveis e pavimentos rígidos caracterizando seus 15 tipos de defeitos, seus níveis de severidade e quantificando suas extensões (RIBEIRO, 2017).

Este trabalho está inserido em uma linha de pesquisa iniciada, pelo trabalho de Souza (2021) e sucedida pelo trabalho de Aihuki (2022), que investiga a qualidade dos pavimentos, mediante o cálculo do índice de condição dos pavimentos urbanos e sua evolução ao longo do tempo. Nessa linha de pesquisa os dados e informações coletadas foram estruturados de acordo com o método do SHRP.

Pretende-se contribuir com a linha de pesquisa ao comparar diferentes métodos de cálculo dos índices de condição de pavimento para um mesmo trecho. Neste trabalho os dados utilizados para definir os índices de condição dos pavimentos foram de Aihuki (2022), coletados nas vias urbanas do bairro de Batista Campos.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral efetuar o cálculo do índice de Condição de Pavimentos Urbanos (ICPU) por cinco métodos diferentes nos pavimentos presentes no bairro de Batista Campos, e comparar seus resultados.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar os defeitos mais e menos frequentes nos diferentes métodos de cálculo.
- Fazer uma análise estatística a partir dos resultados obtidos com os diferentes métodos.
- Comparar os resultados numéricos dos ICPU's.
- Comparar as tendências de comportamento a partir de rankings dos trechos analisados.

1.2 Justificativa

O SHRP é um método usado para identificar os tipos de defeitos de um pavimento, analisando tanto sua severidade quanto sua extensão e, dessa forma, busca solucionar esses problemas através de avaliações objetivas dos trechos estudados.

A utilização do método implementado pelo *Strategic Highway Reserch Program* (SHRP), tido como padrão para a avaliação da superfície dos pavimentos, é muito passível de contestações por conta de ser um método fortemente direcionado a avaliar superfícies de rodovias, ou seja, apresenta carências no contexto da avaliação de vias urbanas, visto que como os defeitos avaliados são pouco presentes nessas vias, o comportamento do índice final direciona-se a um resultado majorado, discrepante do observado (ALBUQUERQUE et al., 2022). Ou seja, a utilização do método SHRP em vias urbanas tende a conferir boas avaliações a pavimentos que, na prática, estejam em condições apenas regulares.

Nesse contexto, a presente pesquisa se faz necessária por conta desse interesse em averiguar a similaridade dos resultados gerados por métodos alternativos propostos à realidade das condições das vias, bem como fomentar a investigação científica acerca desse assunto na região Norte, onde se percebe uma escassez desses estudos.

Além disso, nota-se a importância do presente estudo por conta de o método padrão apresentar um grande número de variáveis (15 tipos de defeitos), o que faz com que todo o processo de investigação se torne mais prolongado e oneroso. Desse modo, o teste de métodos com menos tipos de defeitos se justifica pelo fato de promover a busca de resultados mais verossímeis à realidade das vias com uma demanda laboral diminuta em relação ao método padrão do SHRP, além de facilitar a tomada de decisão dos gestores públicos responsáveis.

1.3 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em 5 capítulos. Além desta introdução há o capítulo 2 (Revisão Bibliográfica), que identifica citações de trabalhos, artigos e documentos técnicos em três eixos para embasar o trabalho: Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP), diferentes métodos para o cálculo do Índice de Condição de Pavimento (ICP), e outros estudos que efetivaram a pesquisa e comparação de ICP's. No Método (capítulo 3), inicialmente, são detalhadas as características do bairro de Batista Campos e, em seguida, é exposto o passo a passo para a obtenção dos dados e resultados. O capítulo de Apresentação e Discussão dos Resultados (capítulo 4) aborda os principais resultados da pesquisa os quais são discutidos e, quando possível, confrontados com os resultados dos autores citados no capítulo 2. Neste capítulo também se apresentam as considerações finais a respeito da malha viária urbana do bairro de Batista Campos. Por fim, na Conclusão (capítulo 5), destacam-se os principais resultados e propõem-se sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

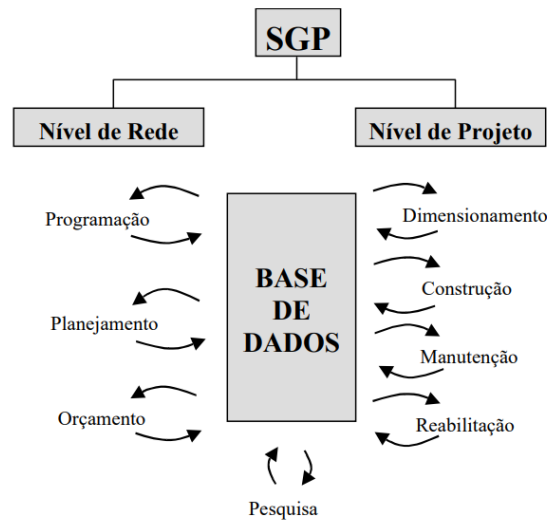
Este capítulo aborda a fundamentação teórica utilizada para embasar a definição, a importância, as principais etapas e as atividades de manutenção e reabilitação (M&R) referentes aos Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP). Nele também são apresentados diferentes métodos usados para o cálculo do Índice de Condição de Pavimentos (ICP) conforme os trabalhos de Osório (2014), Páez (2015), Sousa (2021), Aihuki (2022) e Albuquerque (2022). Por último, citam-se trabalhos semelhantes com o intuito de comparar os diferentes métodos de cálculo de ICP analisando seus respectivos resultados.

2.1 Sistemas de gerência de pavimentos

Gerência é definida como o ato de administrar recursos materiais essenciais à realização do processo produtivo com o intuito de fornecer um serviço de boa qualidade, com quantidades adequadas, prazos ideais e com o menor custo possível (VECINA; REINHARDT, 1998). A gerência de pavimentos funciona como um sistema, no qual, planejamento, projeto, construção e manutenção trabalham em conjunto. Além disso, ela interage com o orçamento da obra, os dados da malha viária e a diretriz administrativa para oferecer um serviço seguro, compatível e econômico (DNIT, 2011).

Geralmente, pode-se dividir o sistema de gerência de pavimentos em dois níveis administrativos: nível de rede e nível de projeto como mostrado na Figura 1 (HAAS et al., 1994).

Figura 1 - Fluxograma dos componentes de um sistema de gerência de pavimentos em nível de rede e projeto



Fonte: Haas et al. (1994)

Segundo Haas et al. (1994), o nível de rede trabalha com informações resumidas que serão utilizadas para tomar decisões administrativas como planejamento, programação e orçamento. Dentre as principais intervenções feitas nesse nível, pode-se destacar a manutenção corretiva, a manutenção preventiva, a ação postergada, o reforço e a reconstrução.

Em relação ao nível de projeto, as intervenções se apresentam de forma técnica e com tratamentos mais detalhados podendo diagnosticar o pavimento por meio do dimensionamento, da construção, da manutenção e da reabilitação (AASHTO, 2001).

O principal objetivo do SGP é garantir que os recursos públicos sejam utilizados de forma eficiente para a construção, manutenção e reabilitação do pavimento das vias urbanas, buscando manter a qualidade da estrutura em um nível aceitável e funcional à operação de veículos de modo a garantir conforto e segurança aos usuários (DNIT, 2011; YANG, 1972).

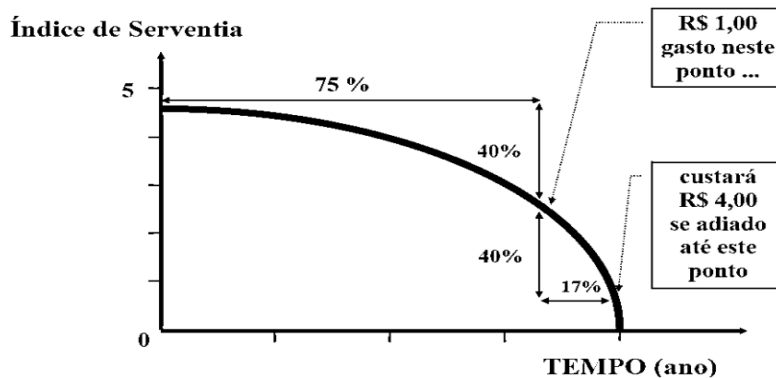
Segundo Machado (2013), a gerência de pavimentos é importante, pois a partir dela podem-se aperfeiçoar os serviços relacionados ao transporte rodoviário de forma econômica, avaliar possíveis defeitos presentes nos pavimentos e

consequentemente propor intervenções que otimizarão o sistema de transporte amparando a sociedade.

Além disso, o sistema de gerência de pavimentos é indispensável para o desenvolvimento econômico de uma cidade, pois, ao se aplicar técnicas de manutenção preventiva e reabilitação da vida útil das vias públicas, a gestão pública evita gastos excessivos futuramente (ALBUQUERQUE, 2017).

Porém, sabe-se que as decisões referentes à gerência de pavimentos são influenciadas por ingerências políticas que frequentemente intervêm tardiamente ao invés de efetivar um tratamento preventivo que possibilitaria, inclusive, uma economia de custos (FERNANDES, 2001). Tal conceito está ilustrado na Figura 2, onde se verifica que executar atividade de manutenção fora do período correto pode custar até quatro vezes mais.

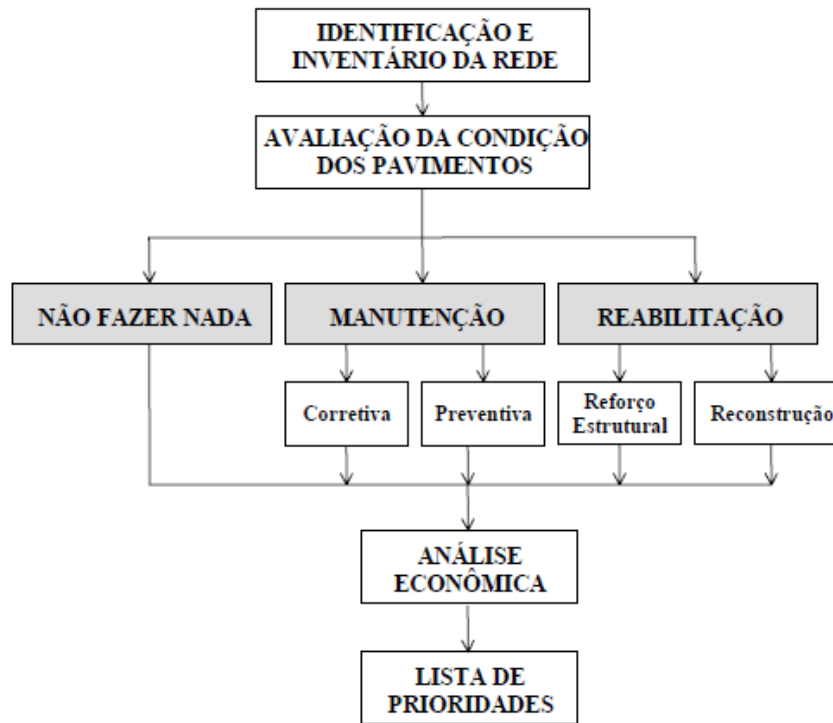
Figura 2 - Importância da intervenção na minimização de custos em momento oportuno



Fonte: FHWA (1989)

Dentre as etapas que constituem um SGP, estão: identificação do inventário de rede, levantamento de defeitos, avaliação da condição dos pavimentos, verificação das intervenções necessárias (atividades de M&R), análise econômica e lista de prioridades, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos



Fonte: Mapc (1986)

A definição do inventário de rede se refere à amostragem a ser avaliada e incorporada pelo sistema, e é importante, pois delimita a área de estudo e a abrangência do método a ser estabelecido para avaliar os pavimentos que obtiveram a coleta de dados.

Um adequado levantamento de defeitos e uma padronização são de fundamental importância, pois representa a coleta de dados que irá embasar toda a análise numérica da avaliação objetiva, implementando um nível de gerência que seja assertivo no grau de detalhes da avaliação e da frequência de coletas, permitindo que haja um modelo de definição de prioridades bem implementado (DNIT, 2011).

O procedimento de avaliação da condição dos pavimentos segue um método subjetivo que julga seu estado através da perspectiva dos usuários, analisando a capacidade de atingir sua finalidade de modo satisfatório (CAREY; IRICK, 1960).

Além da forma subjetiva, a forma objetiva se faz presente e se configura por uma análise baseada em fatores numéricos que tentam formatar um valor que tenha equivalência à serventia indicada pelos usuários e, por fim, indica uma classificação qualitativa e uma maneira de intervir nesse pavimento avaliado (ALBUQUERQUE, 2017; PÁEZ, 2015). Fernandes Júnior et. al. (1999) destacam algumas maneiras de avaliação objetivas em seu trabalho, são elas: avaliação da irregularidade superficial; execução de ensaios estruturais, avaliação do atrito superficial e identificação de defeitos superficiais.

A partir da identificação de defeitos superficiais é possível reconhecer o tipo de defeito, quantificar sua extensão e a identificação do nível de severidade de cada tipo de defeito, além da investigação das causas associadas ao surgimento e as formas de M&R.

A avaliação objetiva da superfície de rolamento pode ser efetivada por meio de índices que representem a qualidade dessa superfície de forma numérica, esse viés de aferição possui uma variabilidade de definições algébricas para atingir seu objetivo, visto que permite a existência de diferentes vertentes a fim de descrever o estado de deterioração do pavimento (NETO et al., 2019; SOUTO, 2018).

O estudo de novos índices de condição de pavimentos urbanos se torna indispensável, pois está diretamente associado a fatores que interferem diretamente na qualidade de vida dos usuários, assim como, a condição das superfícies dos pavimentos reflete o desenvolvimento e o crescimento das cidades, além de aprimorar as diretrizes de mobilidade presentes. Isto posto, justifica-se a necessidade de enfoque na concepção de índices melhor adaptados aos pavimentos urbanos, visto que os métodos mais frequentemente utilizados e consolidados pela comunidade científica visam e abordam massivamente os índices de avaliação direcionados a superfícies de rolamento em rodovias (DINIZ et al., 2020).

Ademais, as medidas tomadas para garantir a manutenção dos pavimentos em gestões governamentais representam outra perspectiva que incita a necessidade de avaliações com índices que melhor representem a conjuntura dos pavimentos urbanos. Nesse interim, frequentemente medidas de manutenção e reabilitação são

tomadas sem que os técnicos responsáveis estejam cientes da real demanda de intervenções dos pavimentos, o que ocasiona uma oneração desnecessária por conta de condutas mal designadas (ALBUQUERQUE, 2017).

Pode-se perceber que os ICP's são parâmetros que norteiam as atividades de M&R, de modo que a variação desses torna-se guia para a delimitação da intensidade, do custo e da eficiência das intervenções que identifica que uma intervenção preventiva acarreta soluções menos onerosas e garantem um prolongamento da vida útil do pavimento (OSÓRIO et al., 2014; PÁEZ, 2015; SOUTO, 2018).

2.2 Diferentes métodos para o cálculo do ICP

Este tópico aborda as visões de diferentes autores acerca do método original do SHRP, nas quais eles fazem adaptações visando contornar suas deficiências tais como: não aderência à avaliação subjetiva e grandes quantidades de defeitos a serem avaliados.

2.2.1 Método implementado por Aihuki (2022)

O presente trabalho dá seguimento ao já implementado por Aihuki (2022), o qual representa a segunda produção realizada na linha de pesquisa da Universidade Federal do Pará (UFPA) acerca da avaliação da condição dos pavimentos na cidade de Belém.

Essa elaboração tomou como base o manual “*Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project*” (SHRP, 1989), desenvolvido pelo Programa SHRP para a coleta de dados na malha viária avaliada, por se tratar de um método completo, prático e que padroniza as avaliações de defeitos nos pavimentos (ZERBINI, 1999).

Esse método implementado pelo SHRP, apesar de estar muito bem consolidado, não representa de maneira satisfatória as avaliações dos pavimentos em vias urbanas, onde os defeitos englobados pelo método tornam-se menos frequentes e ocorre a consequente majoração do ICP em relação à avaliação

subjetiva, portanto, evidencia-se a necessidade de métodos que avaliem uma menor quantidade de defeitos e sua frequência (ALBUQUERQUE et al., 2022).

Dentre os métodos citados neste trabalho, o método utilizado por Aihuki (2022) é o que mais se assemelha ao SHRP original, havendo apenas a substituição dos defeitos “desnível pista-acostamento” por “interferências com tubulações urbanas”.

Ele aplicou o método na malha viária do Bairro de Batista Campos, na cidade de Belém, em 142 trechos, avaliando 14 defeitos propostos pelo Manual do SHRP (1993) e acrescentando o defeito por interferências com tubulações urbanas. Na avaliação foi utilizada a ponderação proposta pelo método, indicada na Tabela 1.

Tabela 1 - Pesos dedutíveis método padrão

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

Fonte: Sousa e Aguiar (2021)

Os pesos identificados na figura representam os pontos dedutíveis utilizados no cálculo do ICP. O raciocínio idealizado no método do ICP propõe os trechos, inicialmente, com nota 100. A medida que o trecho apresenta os defeitos, ponderando suas severidades e extensões, as deduções ocorrem em cima dessa nota máxima de 100. A seguir, mostra-se a Equação 1 utilizada no método.

$$ICP = 100 - \sum_i \sum_j Dij \cdot fij \quad (1)$$

Em que: ICP ; Índice de Condição de Pavimento;
 Dij ; extensão do defeito i com nível de severidade j ;
 fij ; fator de ponderação do defeito i com nível de severidade j ;

Além dos pontos dedutíveis por tipo de defeito, há a ponderação por severidade e extensão, que no método adotado por Aihuki (2022), foram 1/3, 2/3 e 1, respectivamente para o nível de severidade baixo, médio e alto. As deduções em relação à extensão se assemelham, 1/3 para baixa, 2/3 para média e 1 para alta. Esses pesos se combinam, conforme a configuração do defeito, de modo que metade da dedução se dê por conta da severidade e a outra metade por conta da extensão. Essas ponderações realizadas são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Ponderações combinadas entre as severidades e extensões

		SEVERIDADE		
		ALTA	MÉDIA	BAIXA
EXTENSÃO	ALTA	$\frac{3+3}{6} = 1$	$\frac{3+2}{6} = \frac{5}{6}$	$\frac{3+1}{6} = \frac{2}{3}$
	MÉDIA	$\frac{2+3}{6} = \frac{5}{6}$	$\frac{2+2}{6} = \frac{2}{3}$	$\frac{2+1}{6} = \frac{1}{2}$
	BAIXA	$\frac{1+3}{6} = \frac{2}{3}$	$\frac{1+2}{6} = \frac{1}{2}$	$\frac{1+1}{6} = \frac{1}{3}$

Os defeitos identificados na avaliação superficial dos pavimentos apresentam sempre uma severidade associada a uma extensão, a Tabela 2 está mostrando a dedução a ser utilizada nas respectivas combinações entre severidade e extensão.

Como exemplo, imagina-se um trecho em que é identificada uma panela 1 de alta severidade e média extensão (5/6) e outra panela 2 de severidade média e

extensão baixa (1/2). Além de utilizar o fator dedutivo apresentado na Tabela 1 de 10 pontos pelo tipo de defeito, a combinação de severidade e extensão ainda irá deduzir pontos. Nesse caso, o método verifica qual combinação de severidade e extensão representará o maior dano à superfície e assim assume um fator dedutivo. Desse modo, de acordo com o exemplo, a panela 1 iria deduzir a maior pontuação e o ponto dedutivo de 5/6 seria levado em consideração no cálculo.

2.2.2 Cenário alternativo proposto por Souza (2021)

O trabalho de Souza (2021) foi o primeiro da linha de pesquisa desenvolvida na UFPA e continuada por Aihuki (2022), em seu trabalho foi avaliado o Índice de Condição do Pavimento (ICP) em 142 trechos presentes no Bairro de Batista campos, na cidade de Belém. A análise se deu pelo método SHRP (1993), com a utilização da pontuação por defeito sugerida por Zanchetta (2005) e uma classificação de categoria do pavimento indicada por Chen (1993). Após avaliar o ICP obtido, propôs-se a utilização de um cenário alternativo com a intenção de otimizar o processo de coleta de dados em campo, avaliando apenas os 10 defeitos mais frequentes e redistribuindo neles os pontos associados aos defeitos eliminados conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Pontuação do cenário alternativo

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

Fonte: Sousa e Aguiar (2021)

Ao observar a frequência dos defeitos avaliados, foram excluídos da avaliação os defeitos de trincas nos bordos, trincas por reflexão, corrugação, exsudação e agregados polidos, que anteriormente somavam 20 pontos, por apresentarem baixa frequência. Após a exclusão, os pontos foram redistribuídos e os defeitos de remendos, painelas, desgaste e interferências com tubulações urbanas, que antes deduziam até 5, 10, 5, e 10 pontos, passaram a deduzir até 11, 15, 10 e 14 pontos, respectivamente.

De modo análogo ao explicado no item anterior, o ICP em questão é realizado por meio da mesma rotina de cálculo efetivada por Aihuki (2022), porém, a quantidade de defeitos avaliados é de 10 e os pesos por tipo de defeito anteriormente apresentados foram redistribuídos e são maiores para alguns defeitos.

2.2.3 Índice de condição de pavimento flexível para rede viária urbana

O Índice de Condição de Pavimento Urbano implementado por Albuquerque (2022) ($ICPU_{Alb}$) foi validado utilizando a malha viária de João Pessoa.

O desenvolvimento desse índice tomou como referência de pareamento o Índice de Serventia Atual (ISA), o qual foi obtido por meio da coleta de dados por parte de uma equipe de 5 membros para a efetivação das avaliações subjetivas, com todos os integrantes capacitados de acordo com o DNIT PRO 009/2003b para garantir homogeneidade e um baixo coeficiente de variação entre elas.

O pareamento entre o $ICPU$ e o ISA foi necessário para igualar os resultados obtidos pela equação aos resultados identificados pelas sensações dos motoristas ao trafegar pelas vias. As equações utilizadas para o pareamento estão descritas, sendo a Equação 2 a representante do $ICPU_{Alb}$ e Equação 3 a que identifica a densidade de cada tipo de defeito (ALBUQUERQUE et al., 2022; ALBUQUERQUE, 2017).

$$ICPU_{Alb} = 5 - \sum_{i=1}^n (\alpha_i) \cdot (Defeito\%_{i,j}) = VSA \quad (2)$$

$$Defeito\%_{i,j} = \sum_{i,j=1}^{j=3} (Estensão\ do\ defeito\%_{i,j}) \cdot (Fator\ de\ Severidade_j) \quad (3)$$

Em que:	$ICPU_{Alb}$;	Índice de Condição de Pavimento Urbano;
	α_i ;	peso do defeito;
	$Defeito\%_{i,j}$;	densidade por cada tipo de defeito (%);
	$Estensão\ do\ defeito\%_{i,j}$;	porcentagem do comprimento ou área dos defeitos na amostra;
	$Fator\ de\ Severidade_j$;	tipo de severidade (baixa, moderada ou alta);

Os fatores para as severidades seguiram a indicação feita por Osório (2014), sendo 0,5 para severidade baixa, 1 para severidade média e 2 para severidade alta.

Após essas delimitações de pareamento e ponderação, o método foi submetido a alguns métodos estatísticos, como, por exemplo, o método dos mínimos quadrados para estimar os coeficientes das variáveis independentes (defeitos), além dos outros processos estatísticos para a validação da Equação 4.

$$ICPU_{Alb} = 5 - 0,016TF - 0,030RM - 0,266PN - 0,049DP - 0,021DE - 0,16AP \quad (4)$$

Em que:	TF :	Trincas por fadiga, %;
	RM :	Remendos, %;
	PN :	Panelas, %;
	DP :	Deformação Permanente, mm;
	DE :	Desgaste, %;
	AP :	Agregados polidos, %;

A classificação de categoria pode ser seguida pela seguinte escala, proposta por Neto, et al. (2019) e identificada na Tabela 4.

Tabela 4 - Escala de classificação do $ICPU_{Alb}$

Escala	Classificação
0 – 1	Péssimo
1,1 – 2	Ruim
2,1 – 3	Regular
3,1 – 4	Bom
4,1 – 5	Ótimo

Fonte: Neto et al. (2019)

Como pode ser observado na Tabela 4, o $ICPU_{Alb}$ varia em uma escala de 0 a 5, por conta disso e da necessidade de comparar esse a outros índices avaliados, multiplica-se esse índice por 20, visto que o ICP mais tradicional apresenta variação de 0 a 100.

2.2.4 Índice de condição de pavimento urbano do Distrito Federal

O Índice de Condição de Pavimento Urbano para o Distrito Federal proposto por Páez (2015) ($ICPU_{Páez}$), avaliou 10.402 trechos da malha viária da região com o apoio da Companhia Urbanizadora da Nova Capital (NOVACAP), que forneceu a base de dados para o Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), advinda de acervo próprio e de outros órgãos governamentais.

A idealização desse índice buscou agregar os principais benefícios providos por outros índices já implementados, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Estudos para a consolidação do ICPUPÁEZ

ICP	Detalhe	ICPU
PCI (1979)	Curvas de dedução por tipo de defeito	Referente fatores de severidade
VIZIR IGD (1972)	Matriz de decisão em função da gravidade e da extensão	Referente níveis de extensão
ISP (1994)	Muito complexo, calculando o ISP a partir de três diferentes índices.	-
IGG (Brasil)	Avaliação de severidade e extensão pouco confiável	-
ICP (1997)	Proposta do PCI em português	Manual de defeitos segundo Programa SHRP
Chen (1993) Khedr & El Dimeery (1994) Bertollo (1997)	Bertollo compara as propostas de Chen e Khedr & Dimeery, acrescentando mais uma para São Carlos, SP.	Calibração do ICPU (avaliação objetiva) a partir da avaliação subjetiva
PCR (1998)	Utiliza valores fixos a reduzir em função de fatores de ponderação	Definição do Método
PDI (2001)	Desenvolvido a partir de matriz de decisão (Método Análise Hierárquica)	Referente pesos por tipo de defeitos (Questionário)

Fonte: Páez (2015)

Páez (2015) concebeu o método em três etapas que se embasam nos índices já implementados que estão indicados na Tabela 5. Na primeira etapa há a definição dos pesos por tipo de defeito por meio da metodologia *Pavement Distress Index* (PDI), que consiste em um modo de calibração em formato de entrevista com o intuito de coletar a experiência de profissionais familiarizados com a avaliação de pavimentos utilizando uma matriz de decisão incorporada pelo Método de Análise Hierárquica do PDI.

A segunda etapa seguiu para uma definição dos fatores de ponderação em função da severidade de modo individualizado por defeito na classificação qualitativa de baixa, média ou alta severidade, fundamentada a partir da curva de Densidade do Defeito e da curva de Valor de Dedução Total (VDT) para determinação do Valor Deduzido (VD) introduzidas por Shahin e Khon (1979), que constituem o método PCI e que afetarão os pesos por tipo de defeito estabelecidos na primeira etapa.

Por fim, na terceira etapa ocorreu a definição dos fatores de ponderação em função da extensão, também, de modo individualizado por tipo de defeito e utilizando a escala qualitativa de baixa, média ou alta extensão. Essa etapa se aproveita de uma análise estatística que correlaciona a avaliação subjetiva e objetiva coletadas durante dois anos pela NOVACAP para a definição dos fatores, além do embasamento guiado pelo método VIZIR – Método francês que calcula o Índice

Global de Degradação (IGD) – que apresenta a matriz de decisão em função da gravidade e da extensão.

Aplicando as etapas já descritas, Páez (2015) avaliou os 15 defeitos propostos pelo Manual do SHRP (1993) com o objetivo de estabelecer a Equação 5 para o método proposto.

$$ICPU_{Páez} = 100 - \sum ((P_{Di}) \cdot (F_{Si}) \cdot (F_{Ei})) = ICP_{AV} \quad (5)$$

Em que $ICPU_{Páez}$: Índice de Condição de Pavimento Urbano (Avaliação Objetiva);

ICP_{AV} : Índice de Condição de Pavimento - Avaliação Subjetiva;

P_{Di} : Peso por tipo de defeito (primeira etapa);

F_{Si} : Fatores de ponderação em função da severidade (segunda etapa);

F_{Ei} : Fatores de ponderação em função da extensão (terceira etapa);

Por fim, o autor propôs três métodos com a avaliação de 5, 10 e 15 defeitos e para este trabalho foi escolhido utilizar o método que avalia 10 defeitos, o qual está indicado na Tabela 6.

Tabela 6 - Proposta do ICPU para o Distrito Federal (10 tipos de defeitos)

	TIPO DE DEFEITO	Peso (defeito)	Severidade			Extensão		
			Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
1	Trincas por Fadiga do Revestimento	16	0,5	0,8	1,0	0,2	0,2	1,3
2	Trincas em Blocos	8	0,3	0,6	1,0	0,4	1,1	3,5
3	Trincas Longitudinais	5	0,2	0,5	1,0	1,1	1,1	1,1
4	Trincas Transversais	6	0,2	0,5	1,0	1,9	1,9	1,9
5	Remendos	10	0,3	0,6	1,0	0,3	0,3	1,4
6	Panelas	16	0,6	0,8	1,0	0,1	2,4	2,4
7	Deformação Permanente	16	0,4	0,7	1,0	0,3	2,6	2,6
8	Corrugação	9	0,2	0,6	1,0	1,4	1,4	1,4
9	Desgaste	7	0,1	0,5	1,0	1,0	2,3	2,7
10	Bombeamento	7	1,0	1,0	1,0	0,3	0,3	0,3

Fonte: Páez (2015)

Nessa linha de raciocínio, o $ICPU_{Páez}$ é calculado utilizando-se dos coeficientes apresentados na Tabela 6 junto ao quantitativo dos defeitos identificados. Esse método contabiliza a quantidade dos defeitos, suas severidades e as porcentagens de extensão presentes em cada segmento para a efetivação do cálculo por tipo de defeito. O autor propõe um exemplo ilustrativo que será reproduzido a seguir para melhor entendimento, começando pela Tabela 7.

Tabela 7 - Avaliação de um segmento para exemplificação

TIPO DEFEITO	SEVERIDADE	PORCENTAGEM DEFEITO
Trincas por Fadiga do Revestimento	Baixa	0,09
Trincas por Fadiga do Revestimento	Média	0,09
Trincas por Fadiga do Revestimento	Alta	0,04
Trincas em Blocos	Média	0,19
Remendos	Baixa	0,19
Remendos	Média	0,19
Desgaste	Baixa	60,00
Desgaste	Média	20,00

Fonte: Páez (2015)

Na Tabela 7, são apresentados os defeitos constatados na avaliação in loco, é possível perceber que foram identificados quatro tipos de defeitos com diferentes severidades e porcentagens.

Após isso, são mostrados os pesos e os coeficientes de dedução por tipo de defeito, representados na Tabela 8. Cabe ressaltar que a classificação de severidade seguiu o modelo do SHRP e a classificação de extensão se deu de modo que para os defeitos contabilizados em área, a extensão abaixo de 10% seria de extensão baixa, entre 10% e 50% média e acima de 50% alta, já nos defeitos contabilizados em comprimento, abaixo de 5%, entre 5% e 15% e acima de 15%, respectivamente, baixa, média e alta. Após essas definições, o método efetiva a multiplicação do peso pelos dois fatores (severidade e extensão) e a dedução final, resultando no valor do índice, também exemplificado na Tabela 8.

Tabela 8 - Cálculo do $ICPU_{Paéz}$

TIPO DEFEITO	PESO	SEVERIDADE	FATOR	EXTENSÃO	FATOR	TOTAL
Trincas por Fadiga do Revestimento	16	Baixa	0,5	Baixa	0,2	1,6
Trincas por Fadiga do Revestimento	16	Média	0,8	Baixa	0,2	2,6
Trincas por Fadiga do Revestimento	16	Alta	1,0	Baixa	0,2	3,2
Trincas em Blocos	8	Média	0,6	Baixa	0,4	1,9
Remendos	10	Baixa	0,3	Baixa	0,3	0,9
Remendos	10	Média	0,6	Baixa	0,3	1,8
Desgaste	7	Baixa	0,1	Alta	2,7	1,9
Desgaste	7	Média	0,5	Média	2,3	8,1
ÍNDICE DE CONDIÇÃO DE PAVIMENTO URBANO= (100 - Σ TOTAL)					ICPU=	78,1

Fonte: Páez (2015)

2.2.5 Índice de condição de pavimento urbano do Chile

Em um projeto de 3 anos, da Pontifícia Universidade Católica do Chile (PUC), Osório et al. (2014) se propôs a calibrar e validar um Índice de Condição de Pavimento Urbano proposto ($ICPU_{Oso}$), representativo da condição geral dos pavimentos, de acordo com as medidas objetivas dos defeitos superficiais coletados manualmente ou de forma automatizada e a avaliação de um grupo de especialistas, tanto para pavimentos flexíveis quanto rígidos.

Para possibilitar a aplicabilidade do método, a avaliação dos pavimentos por parte dos especialistas foi vista como a condição geral dos pavimentos e concretizou o Índice de Condição do Pavimentos Urbanos Observado ($ICPU_{Obs}$), tido como variável dependente. Os defeitos coletados em campo foram estabelecidos como as variáveis independentes, sendo 18 no total.

A análise efetivada pela equipe de especialistas avaliou os trechos como um todo, englobando os tipos de defeitos e suas severidades de modo global, sendo utilizada uma escala de 0 a 10, onde 1 representa a pior condição e 10 a melhor.

Diante dessa classificação, elaborou-se uma escala numérica associada ao tipo de intervenção mais adequada, como visto na Tabela 9.

Tabela 9 - Escala de avaliação subjetiva para $ICPU_{Obs}$

Escala de $ICPU_{Obs}$	Intervenção proposta
$ICPU \leq 4$	Reabilitação
$4 < ICPU \leq 8$	Preservação
$ICPU > 8$	Manutenção de rotina

Para a calibragem e validação do método, esse foi submetido à análise de repetibilidade e reprodutibilidade, regressão linear, validação independente e cruzada das equações manuais e automatizadas por teste T e Análise de Variância (ANOVA).

As avaliações culminam em três equações para os diferentes tipos de pavimentos avaliados (flexível e rígido) e diferentes formas de avaliação (manual e automatizada), levando em conta apenas os defeitos de trincas por fadiga, trincas transversais e por reflexão somadas, remendos, panelas e deformação permanente por trilhas de roda, sendo que em circunstâncias em que ambos dados manuais e automatizados não dispuserem de medidas de rugosidade, a equação $ICPU$ manual é recomendada.

$$ICPU_{Oso}(asfalto) = 10 - 0,038FC - 0,049TRC - 0,046DP - 0,059R - 0,237P \quad (6)$$

Em que:

- FC : Trincas por fadiga, %;
- TRC : Soma das trincas transversais e por reflexão, %;
- DP : Remendo deteriorado, %;
- R : Deformação Permanente, mm;
- P : Panelas, %;

A abordagem dos defeitos e a aplicabilidade desses nas equações se dão com a soma das fissuras transversais com as fissuras de reflexão e uma ponderação nos defeitos de trinca por fadiga e remendo de acordo com as suas severidades (0,5, 1 e 2, para baixa, média e alta, respectivamente) antes de entrarem na equação.

Para efetivar análises comparativas, o referido método também necessita de uma parametrização, o índice que varia de 0 a 10 pode ser multiplicado por 10 para que possa se equivaler ao ICP.

2.3 Estudos que efetivaram a comparação de índices de condição de pavimentos urbanos

A seguinte seção elucida trabalhos semelhantes ao presente estudo, ou seja, que compararam os resultados de diferentes índices numéricos de condição de pavimentos e que servirão de parâmetro para confrontar os resultados apresentados nesta pesquisa no capítulo de resultados.

Inicialmente, pôde-se perceber que Albuquerque et al. (2022) identificaram que $ICPU_{Alb}$ apresentou menores erros relativos médios, quadrático médio e absoluto médio em relação ao $ICPU_{Oso}$, além de ter apresentado um coeficiente de correlação de 0,98 em relação ao VSA, ou seja, se mostra coerente com a avaliação subjetiva. O autor conclui que o $ICPU_{Oso}$, por apresentar a avaliação de trincas transversais e trincas por reflexão na equação e apresentar baixa incidência desses defeitos na avaliação dos trechos, apresentou um resultado superestimado, com uma alta discrepância em relação ao VSA.

Em outra análise, Neto et al. (2019), ao comparar o $ICPU_{Alb}$ com o VSA, com o Índice de Condição de Pavimento (ICP) e com o Índice de Gravidade Global (IGG) em uma análise das vias no entorno da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), percebeu que o índice que mais indicava uma qualidade ruim da superfície foi o IGG em relação aos outros índices. Além disso, também ressalta que a melhor representação e semelhança ao VSA foi apresentada pelo ICP e pelo $ICPU_{Alb}$. Deve-se levar em conta, também, que apesar de o $ICPU_{Alb}$ estar em consonância ao ICP no que se trata da avaliação qualitativa do pavimento, o $ICPU_{Alb}$ apresentou um índice numericamente maior em todos os casos.

Em pesquisa semelhante, Diniz et al. (2020), após classificar dez trechos da cidade de João Pessoa efetivando a comparação entre análises subjetivas (VSA e PCI/ Asphalt Institute) e objetivas (ICP e $ICPU_{Alb}$), percebeu que os índices de avaliação subjetiva indicam uma superfície mais bem conservada e otimista quanto

à condição do pavimento, enquanto que pelas avaliações objetivas, o $ICPU_{Aib}$ apresentou variedade na representação real da via e o PCI foi o índice mais criterioso e fiel na avaliação.

Ao avaliar a condição do pavimento da Avenida Brasil, na cidade de Itapoá – SC para obter o ICP da via e compará-lo com diferentes métodos, Souto (2018) propôs comparar os comportamentos do $ICPU_{Páez}$ e do ICP. No estudo foi possível identificar que os comportamentos apresentados se manifestaram de forma semelhante em todas as seções, sendo o $ICPU_{Páez}$ o índice que apresentou valores numericamente maiores em relação ao ICP, porém, a constatação acerca das intervenções a serem feitas no pavimento foram as mesmas para ambos os índices.

Por fim, Silva et al. (2020) avaliaram a condição do pavimento de um campus universitário, com o intuito de simular a malha viária urbana de uma pequena cidade, por meio de duas fases, sendo a primeira o PCI e a segunda o Índice de Condição de Pavimentos Urbanos de João Pessoa ($ICPU_{Aib}$), análise essa em que foram comparadas as categorizações atribuídas aos pavimentos e os testes de correlação. Com isso, concluiu-se que há discrepância entre os índices devido a quantidade de defeitos usada no cálculo $ICPU_{Aib}$ ser inferior ao método do PCI. Portanto, os defeitos encontrados em uma determinada cidade são afetados por características específicas daquele local podendo alterar o desempenho do índice utilizado em outra região com características diferentes.

3 MÉTODO

Este capítulo trata das características do bairro de Batista Campos e do método utilizado para a realização deste trabalho descrevendo gradativamente as etapas necessárias para a obtenção dos dados e resultados através do cálculo dos ICP's, da análise dos métodos, da comparação dos valores dos ICP's e da comparação das tendências dos ICP's.

3.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado no bairro Batista Campos, localizado na zona centro-sul da cidade de Belém do Pará, sendo caracterizado como um bairro nobre, organizado e próspero com moradores de classes média-alta e alta, abrangendo uma população de 19.136 habitantes, uma área territorial de 1,09 km² e uma densidade populacional de 13.475 hab/km² (IBGE, 2010).

Em relação ao uso e ocupação do solo, percebe-se que o espaço geográfico possui uma infraestrutura com ampla rede de serviços, Shopping Center, grandes supermercados, várias escolas particulares e públicas, hospitais, diversas farmácias e importante zona comercial.

A Figura 4 mostra a delimitação do bairro de Batista Campos e, conseqüentemente, a área de estudo deste trabalho.

Figura 4 - Delimitação do bairro Batista Campos



Fonte: Google Earth (2022)

No que se refere ao sistema viário, as vias são classificadas em quatro categorias: estruturais, arteriais, coletoras e locais. A Figura 5 mostra classificação viária do bairro Batista Campos de acordo com o plano diretor de Belém.

Figura 5 - Classificação viária do Bairro Batista Campos



LEGENDA:

Categorização Viária

— Arterial Principal	— Coletora
- - - Arterial Principal (Requalificação)	- - - Coletora (Requalificação)
— Arterial Secundária	— Estrutural (Diretriz de Projeto)
- - - Arterial Secundária (Requalificação)	- - - Estrutural (Requalificação)
— Ciclovias ou Ciclofaixas	- - - Estrutural de Transporte Coletivo (Requalificação)
- - - Ciclovias ou Ciclofaixas (Requalificação)	

Fonte: Prefeitura Municipal de Belém. Lei nº 8.655, anexo II

A escolha do bairro se deu em virtude de dois grandes fatores: a diversidade viária e a variação altimétrica. No primeiro, destacam-se tanto vias largas quanto vias estreitas como é o caso da Av. Gentil Bittencourt e da R. Arcipreste Manoel Teodoro, respectivamente. Também, podem-se destacar três categorias viárias como vias arteriais, coletoras e locais. No segundo, destacam-se duas unidades morfológicas diferentes que são as planícies holocênicas ou áreas de várzea, possuindo baixa altitude (entre 0-5 metros) e os terraços pleistocênicos ou áreas de terra-firme possuindo alta altitude (entre 4-25 metros) como é o caso da R. dos Mundurucus que sofre frequentemente com problemas de acúmulo de água e de trechos da Travessa Padre Eutíquio próximos à praça Batista Campos com melhores condições de drenagem, respectivamente.

Com isso, pode-se avaliar a situação da malha viária tanto de ruas com um intenso tráfego de transporte coletivo como de ruas com pouco tráfego de veículos.

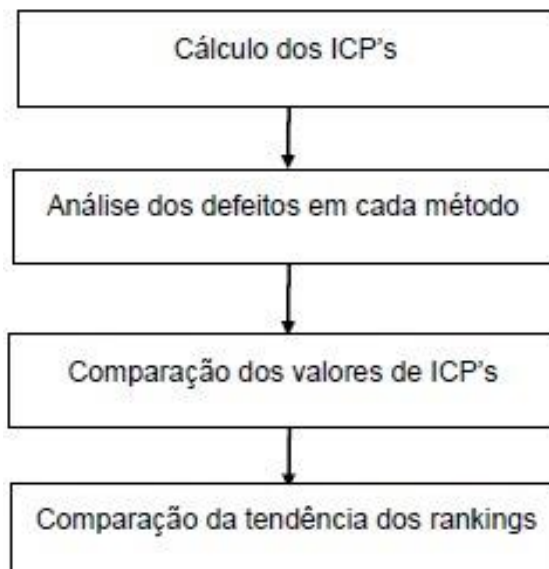
Também, pode-se analisar o estado de ruas propícias a problemas de acúmulo de água e de ruas com boas condições de drenagem.

Os defeitos presentes na malha viária foram avaliados de forma objetiva por Aihuki (2022) e os dados do seu Trabalho de Conclusão de Curso Avaliação de desempenho de vias do bairro de Batista Campos, em Belém-PA será utilizado como fundamento para as análises deste trabalho. Por fim, as informações acerca do ICP se encontram no Apêndice 1.

3.2 Descrição do método

O fluxograma a seguir na Figura 6 descreve objetivamente o percurso do método desenvolvido no trabalho.

Figura 6 - Fluxograma do método



3.2.1 Cálculos dos ICPU's

A efetivação dos cálculos dos ICPU's por meio dos cinco métodos empregados se deu a partir dos dados coletados por Aihuki (2022).

A consolidação dos métodos se deu com a aplicação das fórmulas associadas a cada uma das pesquisas citadas e os pesos aplicados para a dedução dos pontos em cada método estão apresentados na Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14.

Tabela 10 - Ponderação utilizada pelo método de Souza

SOUZA (2021)	
DEFEITOS	PESOS
1. Trincas por Fadiga (m ²)	15
2. Trincas em Blocos (m ²)	5
3. Trincas nos Bordos (m)	0
4. Trincas Longitudinais (m)	5
5. Trincas por Reflexão (m)	0
6. Trincas Transversais (m)	5
7. Remendos (m ²)	11
8. Painéis (m ²)	15
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas (%)	15
10. Corrugação (m ²)	0
11. Exsudação (m ²)	0
12. Agregados Polidos (m ²)	0
13. Desgaste (m ²)	10
14. Interferências com Tubulações urbanas (m ²)	14
15. Bombeamento (m)	5

Tabela 11 - Ponderação utilizada pelo método de Aihuki

AIHUKI (2022)	
DEFEITOS	PESOS
1. Trincas por Fadiga (m ²)	15
2. Trincas em Blocos (m ²)	5
3. Trincas nos Bordos (m)	5
4. Trincas Longitudinais (m)	5
5. Trincas por Reflexão (m)	4
6. Trincas Transversais (m)	5
7. Remendos (m ²)	5
8. Painéis (m ²)	10
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas (%)	15
10. Corrugação (m ²)	5
11. Exsudação (m ²)	3
12. Agregados Polidos (m ²)	3
13. Desgaste (m ²)	5
14. Interferências com Tubulações urbanas (m ²)	10
15. Bombeamento (m)	5

Tabela 12 - Ponderação utilizada pelo método de Albuquerque

ALBUQUERQUE (2017)	
DEFEITOS	PESOS
1. Trincas por Fadiga (m ²)	0,016
2. Trincas em Blocos (m ²)	0
3. Trincas nos Bordos (m)	0
4. Trincas Longitudinais (m)	0
5. Trincas por Reflexão (m)	0
6. Trincas Transversais (m)	0
7. Remendos (m ²)	0,03
8. Painéis (m ²)	0,266
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas (mm)	0,049
10. Corrugação (m ²)	0
11. Exsudação (m ²)	0
12. Agregados Polidos (m ²)	0,16
13. Desgaste (m ²)	0,021
14. Interferências com Tubulações urbanas (m ²)	0
15. Bombeamento (m)	0

Tabela 13 - Ponderação utilizada pelo método de Páez

PÁEZ (2015)	
DEFEITOS	PESOS
1. Trincas por Fadiga (m ²)	16
2. Trincas em Blocos (m ²)	8
3. Trincas nos Bordos (m)	0
4. Trincas Longitudinais (m ²)	5
5. Trincas por Reflexão (m)	0
6. Trincas Transversais (m)	6
7. Remendos (m ²)	10
8. Painelas (m ²)	16
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas (m ²)	16
10. Corrugação (m ²)	9
11. Exsudação (m ²)	0
12. Agregados Polidos (m ²)	0
13. Desgaste (m ²)	7
14. Interferências com Tubulações urbanas (m ²)	0
15. Bombeamento (m ²)	7

Tabela 14 - Ponderação utilizada pelo método de Osório

OSÓRIO (2014)	
DEFEITOS	PESOS
1. Trincas por Fadiga (%)	0,038
2. Trincas em Blocos (m ²)	0
3. Trincas nos Bordos (m)	0
4. Trincas Longitudinais (m)	0
5. Trincas por Reflexão (m)	0
6. Somas das Trincas Transversais e por reflexão (%)	0,049
7. Remendos (%)	0,046
8. Painelas (m ²)	0,237
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas (mm)	0,059
10. Corrugação (m ²)	0
11. Exsudação (m ²)	0
12. Agregados Polidos (m ²)	0
13. Desgaste (m ²)	0
14. Interferências com Tubulações urbanas (m ²)	0
15. Bombeamento (m)	0

Vale ressaltar que algumas adaptações foram necessárias durante o delineamento da pesquisa. Como exemplificação dessas adaptações tem-se a necessidade imposta a todas as pesquisas observadas de descartarem o defeito relacionado ao desnível entre a faixa de rolamento e o acostamento, visto que os índices propostos visam avaliar as vias urbanas, onde o acostamento não se faz presente.

Outra adaptação foi necessária devido à ausência de equipamentos adequados na coleta de dados realizada por Aihuki (2022). O defeito de deformação permanente por trilha de roda, presente em todos os índices propostos, foi medido diferentemente da maneira indicada pelo manual do SHRP, visto que a “treliça”, aparelho utilizado para averiguar a profundidade da deformação, estava indisponível por conta da falta de recursos destinados à pesquisa, desse modo, as aferições se deram de maneira a avaliar a severidade (baixa, média ou alta) de forma subjetiva e a dimensão longitudinal do trecho com deformação permanente e utilizar a porcentagem dessa em relação ao comprimento total do segmento avaliado.

Em decorrência disso, nos modelos propostos por Albuquerque (2017) e por Osório (2014), que solicitam a implementação desses dados na unidade de milímetros, utilizou-se de 10, 20 e 30 mm, associados às severidades baixa, média e alta, respectivamente. No modelo proposto por Páez (2015), as porcentagens em relação ao comprimento foram convertidas para a unidade de metro quadrado, impondo uma largura de 40 cm ao comprimento já coletado, simulando um afundamento ocasionado pela passagem de tandens.

Além dessas adaptações, pode-se observar que os diferentes autores necessitaram, por vezes, avaliar os mesmos defeitos de maneiras diferentes, Páez (2015) necessitou avaliar o defeito de trincas longitudinais por meio de uma área que representasse a deterioração, com uma largura de 25 cm para cada lado da manifestação patológica, enquanto todos os outros autores avaliaram o mesmo defeito apenas utilizando a extensão linear. Além dessa variação, pode-se identificar que Osório (2014), por perceber que os defeitos de trincas transversais e trincas por reflexão ocorriam com menor frequência na malha viária avaliada propôs uma soma desses quantitativos e os representou em porcentagem, enquanto os outros

avaliadores que levaram em consideração esses defeitos o julgaram de forma individual e por meio da extensão linear.

3.2.2 Análise dos defeitos presentes em cada método

Os métodos foram comparados em relação aos defeitos considerados e respectivos pesos, no intuito de descobrir os defeitos mais e menos presentes, bem como os defeitos mais ou menos relevantes.

3.2.3 Comparação dos valores de ICP

Os valores de ICP calculados pelos 5 diferentes métodos, conforme descrito no item 3.2.1. serão comparados estatisticamente pelas técnicas do teste F, teste de Student e ANOVA.

As referidas técnicas estatísticas foram operadas pelo software Microsoft Excel. Ao operacionalizar os testes, verificou-se relações de igualdade e diferença estatística entre as variâncias e médias com o teste F, Teste T e ANOVA, sempre utilizando significância de 5% para os testes estabelecidos.

Para possibilitar a análise proposta, foi necessária a parametrização dos índices $ICPU_{Alb}$ e $ICPU_{Oso}$, pois os referidos índices propõem escalas de 0 a 5 e de 0 a 10, respectivamente. Isso posto, a parametrização se consolidou ao efetivar a multiplicação do $ICPU_{Alb}$ por 20 e $ICPU_{Oso}$ por 10 a fim de permitir que a comparação com os demais índices (que possuem escalas de 0 a 100) nas mesmas escalas numéricas.

3.2.4 Comparação dos rankings de trechos

Além da comparação numérica final, é importante comparar o ranking de trechos de acordo com cada método de cálculo visando descobrir se os rankings são semelhantes e convergem entre si.

Para a efetivação dessa análise, foram selecionados aproximadamente 10% do total de trechos para analisar os melhores e os piores (15 maiores e 15 menores índices de cada método), utilizando como critério de convergência a quantidade mínima de 8 trechos para identificar se os métodos convergem ou divergem entre si.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo engloba os principais resultados da pesquisa, os quais são discutidos e, quando possível, confrontados com os resultados de outros autores citados no capítulo 2 (Revisão Bibliográfica). Apresentam-se, também, as considerações finais a respeito da malha viária urbana do bairro de Batista Campos.

4.1 Cálculo dos ICPU's

O cálculo dos índices de condição dos pavimentos urbanos foi efetivado utilizando o software Microsoft Excel. Os índices foram calculados e durante a descrição no texto foi utilizada a mesma codificação de trechos definida por Souza (2021) e Aihuki (2022), os quais constam no Apêndice 1 do trabalho.

A seguir, para complementação e melhor entendimento dos procedimentos de cálculo, efetiva-se o comentário detalhado, tendo início com a Tabela 15, a qual identifica os defeitos e severidades apresentados no trecho C84 sendo avaliado de acordo com o método do $ICPU_{Souza}$.

Tabela 15 - Avaliação do $ICPU_{SOUZA}$ no trecho C84

Índice de Condição do Pavimento:	Área (m ²)			577,5
	Trecho C84		Largura	extensão
Defeitos			3,5	165
	B	M	A	Pontos dedutíveis
1. Trincas por Fadiga (m ²)	117	106	40	10,00
2. Trincas em Blocos (m ²)				0,00
3. Trincas nos Bordos (m)				0,00
4. Trincas Longitudinais (m)		5		2,50
5. Trincas por Reflexão (m)				0,00
6. Trincas Transversais (m)	9			1,67
7. Remendos (m ²)	40		3	7,33
8. Pannelas (m ²)		0,5		7,50
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas (%)				0,00
10. Corrugação (m ²)				0,00
11. Exsudação (m ²)				0,00
12. Agregados Polidos (m ²)				0,00
13. Desgaste (m ²)	577,5			6,67
14. Interferências com Tubulações urbanas (m ²)		1		7,00
15. Bombeamento (m)				0,00
			ICPU	57,33

Fonte: Souza (2021)

Na Tabela 15, mostra-se o código do trecho, os defeitos a serem avaliados em cada trecho, as unidades avaliadas nos respectivos defeitos em cada método, os quantitativos de defeitos verificados in loco, a largura, extensão e área do trecho, as severidades baixa, média e alta (representadas, respectivamente, pelas letras maiúsculas “B”, “M” e “A”), os pontos dedutíveis e o ICPU após as deduções.

O trecho C84 apresentou os defeitos de trincas por fadiga, trincas longitudinais, trincas transversais, remendos, panelas, desgaste e interferência com tubulações urbanas, defeitos esses que possibilitam dedução máxima no método do ICPU_{Souza}, respectivamente, de 15, 5, 5, 11, 15, 10 e 14 pontos.

Por fim, após o cálculo das deduções por tipo de defeito, faz-se a subtração final desses valores a partir do número 100 e obtém-se o ICPU em questão.

O procedimento adotado e descrito é tido como padrão e utilizado para os demais métodos, possuindo apenas adaptações, como unidades de medida utilizadas por cada autor em alguns defeitos, os pesos atribuídos à dedução em cada defeito e a faixa de variação de cada índice.

Tabela 16 - Comparativo de ICPU no trecho C84

ICP	Métodos Avaliados				
	ICPU _{Alb}	ICPU _{Oso}	ICPU _{Páez}	ICPU _{Aihuki}	ICPU _{Souza}
Trecho: C84					
Defeitos	Pontos dedutíveis				
Trincas por fadiga	0,16	1,61	7,36	10,00	10,00
Trincas em blocos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trincas nos bordos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trincas longitudinais	0,00	0,00	2,75	2,50	2,50
Trincas por reflexão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trincas transversais	0,00	0,04	2,28	1,67	1,67
Remendos	0,03	0,21	3,90	3,33	7,33
Panelas	0,01	0,02	1,28	5,00	7,50
Det. perm. por trilha de roda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corrugação	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desgaste	0,25	0,00	1,89	3,33	6,67
Interf. com tubulações urbanas	0,00	0,00	0,00	5,00	7,00
Bombeamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ICPU	4,55	8,13	80,54	69,17	57,33
ICPU Parametrizado	90,96	81,25	-	-	-

Na Tabela 16 é traçado um comparativo entre os pontos dedutíveis e os ICPU's avaliados, no ICPU_{Alb} as deduções máximas possibilitam reduções de 0,016, 0, 0,

0,03, 0,266, 0,021 e 0 pontos em relação aos defeitos encontrados na via, assim como 0,038, 0, 0,049, 0,046, 0,237, 0 e 0 antes da parametrização no $ICPU_{Oso}$, 16, 5, 6, 10, 16, 7 e 0 para o $ICPU_{Páez}$ e 15, 5, 5, 5, 10, 5 e 10 no $ICPU_{Aihuki}$.

O trecho C84 foi utilizado por ser um exemplo de trecho que possui uma boa variedade de defeitos e de índices diferentes. Assim como explicado, o restante dos trechos passa pelo mesmo procedimento proposto pelo método do presente trabalho.

A partir da análise em questão, quando efetivada para todos os trechos em todos os métodos, torna-se possível desenvolver o $ICPU$ de cada método por meio da média dos resultados de todos os trechos estudados. Na Tabela 17, são ilustrados os Índices de Condição de Pavimentos Urbanos Médios ($ICPU_{méd}$) de acordo com cada método que avaliou a malha viária do bairro de Batista Campos.

Tabela 17 - $ICPU$'s

Método	$ICPU$
$ICPU_{Oso}$	93,31
$ICPU_{Páez}$	88,76
$ICPU_{Alb}$	86,39
$ICPU_{Aihuki}$	81,27
$ICPU_{Souza}$	73,00

Como é visto na tabela, apesar de a maioria dos índices estar na mesma faixa de categorização, o $ICPU_{Oso}$ apresentou o valor numérico mais elevado dentre os índices analisados, o que coincide com o indicado por Albuquerque et al. (2022) quando demonstraram que o $ICPU_{Oso}$ possui certa tendência a ser superestimado por incluir os defeitos de trincas transversais e trincas por reflexão na equação, sendo que esses defeitos são considerados como pouco recorrentes.

Em outro aspecto, Souto (2018) mostra em seu trabalho, resultado semelhante ao ocorrido no presente estudo, visto que há a indicação de que o $ICPU_{Páez}$ sempre se apresenta numericamente maior que o ICP em todos os casos avaliados pela autora, apesar de obedecer a média geral e indicar o mesmo tipo de intervenção, como ocorre no estudo apresentado aqui. Outrossim, apesar de não

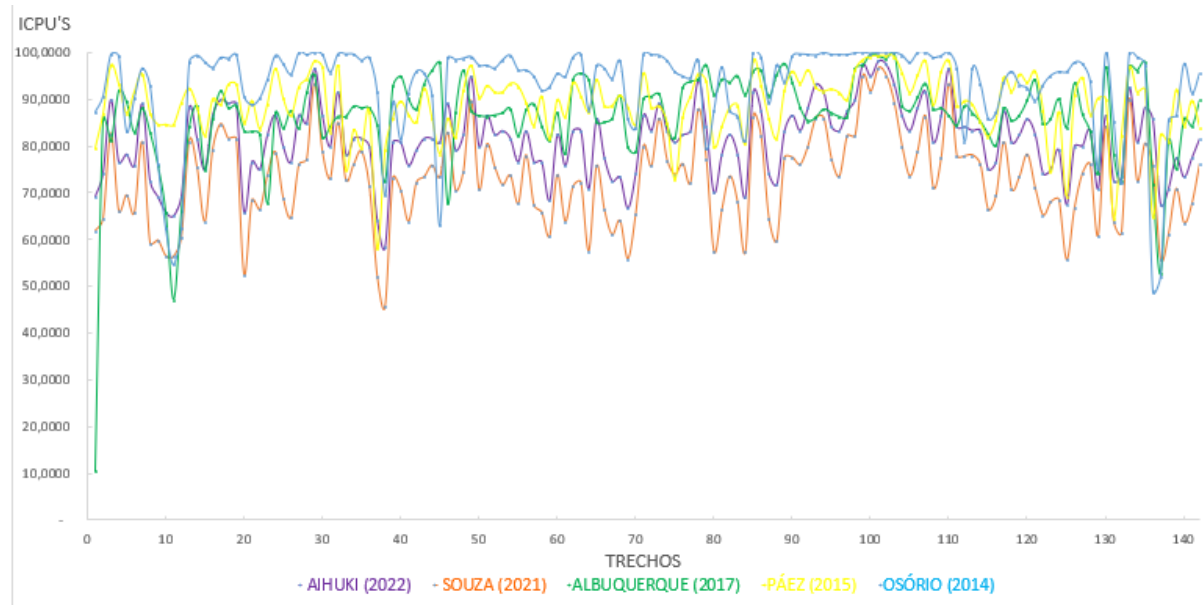
haver certa diferença na avaliação mais ampla, ocorre que esses detalhes aparecem na avaliação mais específica (trecho-a-trecho).

Em outra análise, percebe-se que o $ICPU_{Alb}$ apresentou o terceiro maior índice avaliando a malha viária em questão. Quando comparado ao índice $ICPU_{Aihuki}$, que é o método que mais se assemelha ao método original de cálculo do ICP conforme o SHRP, foi numericamente maior, coincidindo com o exposto por Neto et al. (2019) que justificaram o resultado como decorrência de o $ICPU_{Alb}$ adotar somente 6 defeitos, o que, em certos casos, pode isolar defeitos mais significativos e que prevalecem nos trechos avaliados.

De modo análogo, Diniz et al. (2020) e Silva et al. (2020) vão em convergência com o elucidado anteriormente, mostrando com seus resultados da comparação entre ICP e $ICPU_{Alb}$ que o ICP foi mais criterioso e fiel na avaliação, ratificando a característica já citada, o fato de $ICPU_{Alb}$ contemplar poucos defeitos na avaliação.

De modo geral, avaliando somente a média dos índices, o método que apresentou um valor mais reduzido foi o $ICPU_{Souza}$ em seu cenário alternativo, visto que esse cenário foi proposto com base na primeira avaliação efetivada da malha viária em questão que contabilizou todos os defeitos em consonância com o método do SHRP, ou seja, o referido cenário se enquadra muito melhor à área delimitada para a avaliação. Por outro lado, o índice com melhor resultado para as condições dos pavimentos do bairro de Batista Campos foi o $ICPU_{Oso}$, o qual foi idealizado tomando como referência uma malha viária chilena.

Nesse contexto, após o cálculo dos $ICPU$'s, foi gerado um gráfico para ilustrar o comportamento dos índices dos dados gerados por cada método, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Comportamento dos índices dos ICPU's

O Gráfico 1 mostra que apesar de os métodos estatísticos indicarem que os métodos são diferentes, há trechos em que os valores numéricos obtidos por diferentes métodos são muito semelhantes.

Nesse contexto, é importante dar relevância ao detalhe de que as curvas presentes no gráfico não indicam uma continuidade dos dados, pois não seguem uma lei de formação específica ou relação entre os trechos das vias, a curva indicada foi utilizada para tornar a visualização dos dados mais acessível por conta da densidade de dados a ser apresentada.

Outro ponto de relevância se trata do $ICPU_{A1b}$, o qual foi o índice que mais se distanciou dos outros por conta de apresentar um trecho bastante degradado (trecho C1), que apresenta quase todos os defeitos avaliados com maior frequência, bem como por se tratar, também, do único trecho que apresenta uma deformação permanente por trilhas de roda com severidade alta, que a partir da adaptação necessária para a efetivação do trabalho, por conta da ausência da treliça no momento da medição, utilizou-se 30 mm no que se referiu a esse método, o qual contabiliza tal defeito por milímetros.

4.2 Análise dos métodos

À vista dos defeitos considerados, apresentaram-se como mais frequentes nas avaliações dos cinco métodos propostos, os defeitos de trincas por fadiga, remendos, panelas e deformação permanente por trilha de roda. Os defeitos de trincas transversais e agregados polidos estavam presentes em quatro métodos. Trincas em blocos, longitudinais e bombeamento de finos apareceram em três métodos. Corrugação, agregados polidos, trincas por reflexão e interferências com tubulações urbanas em dois métodos. Trincas nos bordos e exsudação em apenas um método. Na Tabela 18 é ilustrada a frequência dos defeitos entre os métodos selecionados.

Tabela 18 - Frequência dos defeitos nas avaliações

Defeitos	Frequência
Trincas por fadiga	5
Remendos	5
Panelas	5
Deformação permanente de trilha de roda	5
Trincas transversais	4
Desgaste	4
Trincas em blocos	3
Trincas longitudinais	3
Bombeamento	3
Corrugação	2
Agregados polidos	2
Interferências com tubulações urbanas	2
Trincas por reflexão	2
Trincas nos bordos	1
Exsudação	1

Pode-se observar na Tabela 18 uma ordem decrescente da frequência em que os defeitos listados são citados nos métodos utilizados, a partir disso é possível tomar um direcionamento para selecionar os tipos de defeitos mais significativos e quais priorizar em uma determinada nova proposta de avaliação. De modo complementar, na Tabela 19 são mostrados os defeitos, os métodos e os pesos associados a cada defeito.

Tabela 19 - Defeitos e pesos em cada método

Defeitos	ICPU _{Aihuki}	ICPU _{Souza}	ICPU _{Albuquerque}	ICPU _{Páez}	ICPU _{Osório}
Trincas por fadiga	15,00	15,00	0,32	16,00	0,38
Remendos	5,00	11,00	0,60	10,00	0,46
Panelas	10,00	15,00	5,32	16,00	2,37
Def. perm. por trilha de roda	15,00	15,00	0,98	16,00	0,59
Trincas transversais	5,00	5,00	0,00	6,00	0,05
Desgaste	5,00	10,00	0,42	7,00	0,00
Trincas em blocos	5,00	5,00	0,00	8,00	0,00
Trincas longitudinais	5,00	5,00	0,00	5,00	0,00
Bombeamento	5,00	5,00	0,00	7,00	0,00
Corrugação	5,00	0,00	0,00	9,00	0,00
Agregados polidos	3,00	0,00	3,20	0,00	0,00
Inter.com tubulações urbanas	10,00	14,00	0,00	0,00	0,00
Trincas por reflexão	4,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Trincas nos bordos	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exsudação	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Como pode ser visto na Tabela 19, dentre os cinco métodos estudados, todos mostram como mais significativos os defeitos de trincas por fadiga, remendos, panelas e deformações permanentes, pois esses defeitos estão presentes em todos os métodos citados e apresentam, por vezes, os pesos mais significativos para a dedução de pontos dos ICPU's. Faz-se importante frisar que, a ilustração dos pesos do ICPU_{Alb} e ICPU_{Oso} na Tabela 19 estão parametrizados para que a comparação seja feita, logo, os valores apresentados já estão multiplicados por 20 e por 10 aos índices, respectivamente.

Os ICPU_{Souza}, ICPU_{Alb}, ICPU_{Páez} e ICPU_{Oso} apresentam a mesma linha de raciocínio em relação ao defeito de panelas, instituindo-o como mais considerável, dando a possibilidade de esse defeito deduzir a pontuação máxima entre as ponderações. O ICPU_{Aihuki} apesar de não considerar o defeito da mesma maneira, coloca-o com a segunda maior possibilidade de dedução.

O defeito de trinca por fadiga, embora não seja o defeito que deduz mais pontos na maioria dos casos, é considerado em todos os métodos. O ICPU_{Souza}, o ICPU_{Aihuki} e o ICPU_{Páez} quanto aos defeitos que mais deduzem pontos e mais geram desconforto em pavimentos, mostram os defeitos de trinca por fadiga e deformação permanente com os maiores pesos. Apesar disso, esses defeitos, por vezes, nem causam tanto desconforto ao rolamento dos veículos, são defeitos estruturais, ou seja, indicam que a estrutura do pavimento não está suportando o tráfego e tende a se deteriorar rapidamente. Portanto, ao se abater muitos dos pontos de trechos que

possuem esses defeitos, o ICP ficará mais baixo, fazendo que os trechos provavelmente entrem na lista de prioridade de intervenções.

As trincas transversais e os desgastes não são os mais frequentes, porém, também indicam vital importância na descrição da qualidade dos pavimentos, estão entre os defeitos citados em quatro dos métodos considerados.

Dentre os defeitos menos significativos, têm-se trincas nos bordos e exsudação, considerados apenas na avaliação do $ICPU_{Aihuki}$. Além desses, corrugação, agregados polidos, trincas por reflexão e a adaptação de interferência com tubulações urbanas possuíram uma frequência de citação de apenas duas vezes. A inclusão do defeito de interferências com tubulações urbanas é válida, pois trata-se de uma problemática frequente em cidades, diferentemente de rodovias, para as quais o método do ICP foi desenvolvido. Essas interferências incluem elementos como: acessos a caixas coletoras e poços de visita desnivelados e que proporcionam desconforto ao rolamento semelhante a passar sobre panelas e também afundamentos pontuais ou longitudinais que, claramente, são oriundos de trincheiras abertas nas vias para acesso às tubulações urbanas.

4.3 Comparação dos valores de ICPU

No âmbito da comparação entre os índices calculados, há inicialmente a categorização da superfície asfáltica da malha viária a partir dos resultados de ICPU médio, com base no método SHRP mostrada na Tabela 20.

Tabela 20 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o ICP 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 (1993)

A partir disso, nos ICPUs médios mostrados na Tabela 17 da seção 4.1 e na Tabela 20, verifica-se que o $ICPU_{\text{Souza}}$ é o único índice que classifica a malha viária do bairro de Batista Campos na categoria “bom”, enquanto todos os outros classificam como de categoria “excelente”.

Com o intuito de averiguar a semelhança desses resultados, aplicou-se os testes de Student, teste F e ANOVA, de modo que somente o teste F mostrou igualdade estatística entre alguns dos métodos, indicando que há igualdade estatística entre as variâncias dos métodos de Souza (2021), Albuquerque et al. (2017) e Osório (2015) e entre Aihuki (2022) e Páez (2015). Na comparação das médias, pelo teste T, e na comparação dos métodos, pelo ANOVA, os testes indicam que as médias e os métodos são estatisticamente diferentes. As tabelas de resultados dos referidos testes são apresentadas no Apêndice 2.

Além disso, na Tabela 21 são identificadas igualdades e diferenças apresentadas pelos métodos estatísticos.

Tabela 21 - Parâmetros estatísticos de comparação dos métodos

Método	ICPU _{Aihuki}	ICPU _{Souza}	ICPU _{Albuquerque}	ICPU _{Páez}	ICPU _{Osório}
ICPU _{Aihuki}		Teste t (≠) Teste F (≠) ANOVA (≠)	Teste t (≠) Teste F (=) ANOVA (≠)	Teste t (≠) Teste F (≠) ANOVA (≠)	Teste t (≠) Teste F (≠) ANOVA (≠)
ICPU _{Souza}			Teste t (≠) Teste F (≠) ANOVA (≠)	Teste t (≠) Teste F (=) ANOVA (≠)	Teste t (≠) Teste F (=) ANOVA (≠)
ICPU _{Albuquerque}				Teste t (≠) Teste F (≠) ANOVA (≠)	Teste t (≠) Teste F (≠) ANOVA (≠)
ICPU _{Páez}					Teste t (≠) Teste F (=) ANOVA (≠)
ICPU _{Osório}					

No que se trata de medidas de centralidade (média, mediana e moda) e medidas de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação), a Tabela 22 mostra os resultados obtidos.

Tabela 22 - Parâmetros estatísticos

Parâmetros Estatísticos	ICPU _{Aihuki}	ICPU _{Souza}	ICPU _{Alb}	ICPU _{Páez}	ICPU _{Oso}
ICPU Mínimo	58,33	45,67	10,44	58,02	48,89
ICPU Máximo	98,33	96,67	99,98	98,11	100,00
Mediana	81,67	73,50	87,50	89,67	96,62
Moda	83,33	76,00	-	98,11	100,00
Desvio Padrão	7,80	9,75	10,36	6,95	9,78
Coeficiente de Variação	9,60%	13,36%	9,49%	7,83%	10,51%

A partir desses resultados, inicia-se a análise verificando a discrepância nas diferenças entre os ICPU's mínimos, dentre os quais, quatro deles apresentam-se em uma faixa de variação aproximada, ainda que fora dos limites de variação estabelecidos pelo desvio padrão de cada índice. Reitera-se que o ICPU_{Alb} foi o que mais se distanciou dos outros por conta de o trecho C1 possuir quase todos os defeitos avaliados pelo método, além do defeito de deformação permanente que sofreu adaptação, como citado anteriormente. Por outro aspecto, no tocante aos ICPU's máximos, esses apresentaram uma aproximação bem mais acentuada.

Há de ser evidenciado que, apesar de todos os casos tratarem de um índice mínimo na mesma malha viária, esses índices não se referem aos mesmos trechos,

ou seja, a análise de diferentes métodos no mesmo trecho pode resultar em categorizações e índices diferentes, visto que os diferentes trechos apresentam defeitos variados e os diferentes métodos avaliam defeitos e quantidade de defeitos diferentes. Assim, por exemplo, os trechos que apresentaram índices mínimos em cada método foram: trecho C136 ($ICPU_{Osó}$); trecho C37 ($ICPU_{Páez}$); trecho C01 ($ICPU_{Alb}$); trecho C38 ($ICPU_{Souza}$); trecho C38 ($ICPU_{Aihuki}$).

Ao verificar os resultados obtidos a partir do $ICPU_{Osó}$, identifica-se que 111 trechos se mostram com índice acima de 90. Além disso, a moda é outro parâmetro que indica o elucidado anteriormente, no caso do $ICPU_{Osó}$ apresenta-se o valor 100 como moda, pois 7 trechos apresentam o $ICPU$ numericamente igual a 100 (trechos C29, C85, C99, C101, C102, C107 e C110). Os trechos elucidados pelo método de Osório et al. (2014), apesar das divergências indicadas por outros autores, se mostrou coerente em possibilitar índices altos aos trechos citados, visto que coerentemente os outros métodos indicam com frequência como bons e excelentes trechos, ou seja, imagina-se uma possível convergência a partir desse detalhe.

As modas nos outros métodos foram mais semelhantes aos resultados de média apresentados em cada método, o $ICPU_{Alb}$ não possui moda por não apresentar mais de um trecho com os mesmos índices, o $ICPU_{Páez}$ obteve 4 trechos com 98,11 (trechos C29, C85, C107 e C110), que de fato representam bons trechos, o $ICPU_{Souza}$ apresenta 6 trechos com 76,00 e o $ICPU_{Aihiki}$ 14 trechos com 83,33 (trechos C53, C56, C62, C63, C72, C74, C77, C89, C91, C96, C105, C113, C114 e C128).

Por fim, para verificar se a proposta de confirmar se houve, dentre os métodos escolhidos para o presente estudo, um método que pudesse melhor segmentar os trechos bons e ruins e melhor representar a qualidade da malha viária do bairro de Batista Campos, calculou-se o Coeficiente de Variação (CV). Na Tabela 23 são mostradas as faixas de classificação desse parâmetro.

Tabela 23 - Escala de variação do Coeficiente de Variação (CV)

Coeficiente de Variação (CV)	Classificação
$CV < 10\%$	Baixo
$10\% \leq CV < 20\%$	Médio
$20\% \leq CV < 30\%$	Alto
$CV \geq 30\%$	Muito alto

Fonte: Gomes (1990)

Seguindo essa linha, consegue-se classificar os $ICPU_{Páez}$, $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Alb}$ como índices de baixa variação, e o $ICPU_{Oso}$ e o $ICPU_{Souza}$ como índices de variação média. Esse fator assume vital importância, pois a partir dele é possível direcionar a análise para indicar o índice que melhor representa e guia as intervenções na malha viária em estudo.

Nessa análise, o CV é de extrema relevância, visto que para que seja implantado um método de avaliação do ICPU em um SGP é muito necessário que esse método consiga estabelecer as diferenças na degradação e qualidade que de fato existem entre os trechos da malha viária em questão. Um baixo valor de CV indica que o método testado não foi capaz de distinguir com precisão quais trechos estão em boa qualidade e podem ser mantidos sem alterações e trechos que necessitam iminentemente de tratamento e intervenção.

Para que se encontre esse método que possua real significância a ponto de garantir mais respaldo aos resultados obtidos, o parâmetro estatístico CV deve apresentar um valor elevado.

Partindo-se de uma base de dados comum aos cinco métodos utilizados, o maior CV tende a representar o melhor índice como já evidenciado, e que apesar de todos os índices estarem com esse resultado bem próximo, no caso em questão, o $ICPU_{Souza}$ mostra-se com o CV mais elevado e, portanto, infere-se que esse representa o método que mais consegue distinguir as condições dos trechos apresentados dentre as vias de estudo. O $ICPU_{Oso}$ também mostra um resultado interessante, pois já não permanece mais na escala de variação baixa.

Em outro aspecto, o $ICPU_{Alb}$ apresentou um resultado interessante. Em primeira análise, efetivou-se o cálculo do CV desse método e obteve-se um valor de 12,02%, o qual representaria o segundo maior valor de ICPU encontrado, porém,

nos dados que consolidam esse método percebeu-se um espúrio muito discrepante, juntamente o trecho C1, indicado como o valor mínimo de $ICPU_{Alb}$, sobre o qual fez-se uma análise e decidiu-se efetivar a exclusão para não tendenciar o resultado. Desse modo, como consequência, obteve-se em um segundo cálculo do parâmetro CV, um valor de 9,49%, tornando, na verdade, o $ICPU_{Alb}$ como o quarto colocado, dentre os valores dos CV's na classificação dos métodos avaliados.

4.4 Comparação das tendências do ICPU

Como última análise de resultados, fez-se a verificação das tendências dos resultados obtidos por cada método para verificar se esses, mesmo que apresentando resultados numericamente diferentes, mostrem uma certa correlação no sentido de indicar uma qualidade semelhante entre os trechos, classificando, no mínimo, os mesmos trechos em posições semelhantes em um ranking idealizado a partir de duas escalas, sendo uma com os 15 trechos mais bem avaliados e a outra com os 15 que obtiveram as piores avaliações, foram utilizados 15, por representar, aproximadamente 10% do total dos trechos para serem avaliados.

Nesse sentido, como referência foram utilizados os valores de $ICPU_{Aihuki}$ para comparar os resultados obtidos pelos outros métodos, por conta de ser o método que mais se aproximou do formato do método padrão. A Tabela 24 mostra os referidos rankings.

Tabela 24 - Ranking e comparativo dos 15 menores valores de ICPU

Trechos	ICPU _{Aihuki}	Trechos	ICPU _{Souza}	Trechos	ICPU _{Alb}	Trechos	ICPU _{Páez}	Trechos	ICPU _{Oso}
Trecho 38	58,33	Trecho 38	45,67	Trecho 01	10,44	Trecho 37	58,02	Trecho 136	48,89
Trecho 37	64,17	Trecho 37	52,17	Trecho 11	47,17	Trecho 131	64,55	Trecho 137	52,19
Trecho 11	65,00	Trecho 20	52,50	Trecho 137	52,61	Trecho 136	64,69	Trecho 11	54,62
Trecho 10	65,83	Trecho 125	55,67	Trecho 10	65,89	Trecho 125	69,19	Trecho 10	62,37
Trecho 20	65,83	Trecho 69	55,83	Trecho 12	66,07	Trecho 75	72,71	Trecho 12	62,39
Trecho 69	66,67	Trecho 137	55,83	Trecho 46	67,75	Trecho 123	74,33	Trecho 45	62,99
Trecho 125	67,50	Trecho 11	56,33	Trecho 23	67,83	Trecho 33	74,98	Trecho 38	69,41
Trecho 137	67,50	Trecho 10	56,50	Trecho 136	71,93	Trecho 45	78,33	Trecho 132	72,14
Trecho 59	68,33	Trecho 80	57,33	Trecho 38	72,40	Trecho 38	79,18	Trecho 129	75,20
Trecho 01	69,17	Trecho 84	57,33	Trecho 132	72,45	Trecho 01	79,47	Trecho 09	76,26
Trecho 09	69,17	Trecho 64	57,50	Trecho 129	74,25	Trecho 35	79,59	Trecho 79	79,40
Trecho 12	69,17	Trecho 08	59,17	Trecho 15	74,96	Trecho 80	79,89	Trecho 112	80,97
Trecho 84	69,17	Trecho 88	59,67	Trecho 139	75,05	Trecho 84	80,54	Trecho 84	81,25
Trecho 80	70,00	Trecho 09	59,83	Trecho 09	75,96	Trecho 138	80,93	Trecho 40	81,36
Trecho 129	70,83	Trecho 12	60,33	Trecho 131	78,31	Trecho 59	81,43	Trecho 05	83,15

Inicialmente, verifica-se a quantidade de trechos elencados pelo ICPU_{Aihuki} que apareceram na classificação dos outros métodos e, dessa forma, dentre os 15 menores trechos, todos foram replicados nos outros rankings pelo menos uma única vez.

Tomou-se como parâmetro para a confirmação de convergência entre as tendências uma quantidade de 8 trechos sendo replicados pelas outras sequências. Nas classificações foi observado que o ICPU_{Souza} apresentou 11 trechos convergentes com o ICPU_{Aihuki}, o ICPU_{Alb} com 8 trechos convergentes, o ICPU_{Páez} com 7 trechos convergentes, e o ICPU_{Oso} também com 8 trechos convergentes. A respectiva quantidade de trechos convergentes com o ICPU_{Aihuki} aparece na Tabela 24.

Desse modo, foi possível consolidar as sequências que de fato convergiram com a sequência implementada pelo ICPU_{Aihuki} e verificar se as sequências convergiram ou divergiram entre si, dados esses que estão representados na Tabela 24. As tabelas de comparação par a par de convergência entre os 15 piores trechos estão registradas no Apêndice 3.

Tabela 25 - Análise de convergência entre os métodos aplicados (15 piores trechos)

Método	ICPU _{Aihuki}	ICPU _{Souza}	ICPU _{Alb}	ICPU _{Páez}	ICPU _{Osório}
ICPU _{Aihuki}		Convergem	Convergem	Divergem	Convergem
ICPU _{Souza}			Divergem	Divergem	Divergem
ICPU _{Albuquerque}				Divergem	Convergem
ICPU _{Páez}					Divergem
ICPU _{Osório}					

Observa-se então na tabela 25 que os métodos que convergem em relação aos 15 piores trechos são: ICPU_{Aihuki} e ICPU_{Souza}; ICPU_{Aihuki} e ICPU_{Osório}; ICPU_{Aihuki} e ICPU_{Alb} e ICPU_{Osório} e ICPU_{Alb}.

Sob outro ponto de vista, tem-se também a possibilidade de verificação dos trechos convergentes e divergentes em relação aos 15 trechos mais bem avaliados em cada método. A Tabela 26 mostra os 15 maiores trechos de todos os métodos sendo comparados ao ICPU_{Aihuki}.

Tabela 26 - Ranking e comparativo dos 15 maiores valores de ICPU

Trechos	ICPU _{Aihuki}	Trechos	ICPU _{Souza}	Trechos	ICPU _{Alb}	Trechos	ICPU _{Páez}	Trechos	ICPU _{Osório}
Trecho 101	98,33	Trecho 101	96,67	Trecho 103	99,98	Trecho 24	96,51	Trecho 29	100,00
Trecho 102	97,50	Trecho 99	95,00	Trecho 100	99,71	Trecho 133	96,79	Trecho 85	100,00
Trecho 99	97,50	Trecho 102	95,00	Trecho 101	99,28	Trecho 30	96,83	Trecho 99	100,00
Trecho 110	96,67	Trecho 29	93,33	Trecho 102	98,76	Trecho 03	97,21	Trecho 101	100,00
Trecho 29	96,67	Trecho 110	93,33	Trecho 135	97,92	Trecho 32	97,21	Trecho 102	100,00
Trecho 100	95,00	Trecho 100	91,67	Trecho 45	97,78	Trecho 49	97,21	Trecho 107	100,00
Trecho 49	95,00	Trecho 133	90,00	Trecho 89	97,66	Trecho 29	98,11	Trecho 110	100,00
Trecho 78	94,17	Trecho 49	89,67	Trecho 79	97,40	Trecho 85	98,11	Trecho 103	99,98
Trecho 103	93,33	Trecho 103	89,33	Trecho 99	97,33	Trecho 107	98,11	Trecho 133	99,98
Trecho 93	93,33	Trecho 78	87,83	Trecho 133	97,06	Trecho 110	98,11	Trecho 106	99,93
Trecho 133	92,50	Trecho 85	86,33	Trecho 130	96,98	Trecho 99	98,39	Trecho 94	99,92
Trecho 107	91,67	Trecho 107	86,33	Trecho 98	96,54	Trecho 100	99,10	Trecho 27	99,91
Trecho 32	91,67	Trecho 93	86,00	Trecho 48	96,28	Trecho 103	99,10	Trecho 130	99,89
Trecho 85	91,67	Trecho 94	86,00	Trecho 86	96,17	Trecho 101	99,30	Trecho 98	99,86
Trecho 94	91,67	Trecho 73	85,83	Trecho 44	96,16	Trecho 102	99,30	Trecho 71	99,74

De modo análogo, identifica-se facilmente que a ocorrência da primeira análise do contexto anterior se repete e os 15 trechos do $ICPU_{Aihuki}$ são elencados pelos outros métodos em pelo menos uma única vez.

O critério de convergência se repete e torna-se perceptível que o $ICPU_{Souza}$ possui 14 trechos em convergência com o $ICPU_{Aihuki}$, o $ICPU_{Alb}$ converge com apenas 4 trechos, 12 trechos no $ICPU_{Páez}$ e 10 no $ICPU_{Oso}$. De modo semelhante, na Tabela 26 são representadas essas combinações de convergência entre os métodos em relação ao $ICPU_{Aihuki}$.

A comparação de convergência entre os métodos está representada na Tabela 27.

Tabela 27 - Análise de convergência entre os métodos aplicados (15 melhores trechos)

Método	$ICPU_{Aihuki}$	$ICPU_{Souza}$	$ICPU_{Alb}$	$ICPU_{Páez}$	$ICPU_{Osório}$
$ICPU_{Aihuki}$		Convergem	Divergem	Convergem	Convergem
$ICPU_{Souza}$			Divergem	Convergem	Convergem
$ICPU_{Albuquerque}$				Divergem	Divergem
$ICPU_{Páez}$					Convergem
$ICPU_{Osório}$					

Nesse sentido, na verificação dos métodos que convergem quando comparados os 15 melhores trechos, estão convergindo: $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Souza}$; $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Páez}$; $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Oso}$; $ICPU_{Souza}$ e $ICPU_{Páez}$; $ICPU_{Souza}$ e $ICPU_{Oso}$ e $ICPU_{Páez}$ e $ICPU_{Oso}$. Assim como citado anteriormente, as tabelas de comparação de convergência entre os 15 melhores trechos de cada método estão registradas no Apêndice 4. Nessa última observação, o $ICPU_{Alb}$ não convergiu com nenhum dos métodos presentes.

Diante desses resultados, conclui-se que $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Souza}$ e $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Oso}$ convergiram tanto nos piores quanto nos melhores trechos e que $ICPU_{Souza}$ e $ICPU_{Alb}$ e $ICPU_{Páez}$ e $ICPU_{Alb}$ divergiram nas duas análises. Os demais pares convergiram entre somente 1 análise, ou nos 15 piores trechos ou nos 15 melhores trechos.

4.5 Considerações finais

A utilização de 5 métodos para categorizar as superfícies de rolamento do bairro de Batista Campos demonstrou detalhadamente como esses índices se comportam, características importantes visto que apresentam defeitos e quantidade de defeitos diferentes na avaliação. Apesar disso, os valores finais de ICPU em todos os métodos foram significativamente discrepantes, porém, ainda possibilitam uma priorização para o uso e melhor significância no sentido de representação fiel ao encontrado in loco na avaliação de defeitos.

Nesse delineamento, foi possível identificar quais defeitos são prioritários na visão dos autores envolvidos e, conseqüentemente, os mais deterioram e afetam a qualidade da superfície de rolamento, podendo ser citados os defeitos de trincas por fadiga, remendos, panelas e deformação permanente por trilhas de roda. Nesse contexto, também são evidenciados os defeitos de menor significância para a análise da malha viária, são eles: trincas nos bordos, trincas por reflexão e exsudação.

Outro fator de importante percepção se trata da ponderação que os autores definem, esse é o mecanismo principal para se perceber quais defeitos são considerados como mais significativos e o que diferencia um método do outro, pelo fato de que nem todos os métodos avaliam os mesmos defeitos ou mesmo quando avaliam, tratam disso de modo e com uma ponderação diferente.

Em termos de categorização da malha viária em questão, os índices mostraram de forma majoritária que as superfícies de rolamento do bairro de Batista Campos estão em condições excelentes, sendo que apenas o ICPU_{Souza} foi destoante e indicou essa malha como de categorização boa.

Os testes estatísticos, em sua maioria, mostram poucas semelhanças entre os métodos, apesar de que nos dados finais os valores se mostrassem próximos. Na avaliação pelo CV, elencou-se o método de Souza (2021) (CV = 13,36%) como o melhor método, pois esse permite ao avaliador ter uma maior distinção de qualidade dos pavimentos, segmentação entre os trechos, permitindo uma real segregação das superfícies realmente degradadas das que ainda podem ser mantidas com procedimentos simples, além de guiar intervenções e priorização de trechos para

tratamentos imediatos ou ainda seleção de trechos com bom desempenho e com durabilidade e vida útil aceitáveis para permanecer sem intervenções.

Como já descrito anteriormente no trabalho, ressalta-se novamente que a presente pesquisa necessitou de adaptações quanto a coleta de dados de deformação permanente, por conta da ausência do equipamento adequado (treliça). Certamente, a coleta de dados com a treliça alteraria numericamente os resultados dos ICPUs, modificando alguns resultados, mas como se trata de apenas 1 defeito, dentre métodos que consideram 5, 6, 10 e 15 defeitos, o efeito pode ser diluído e as conclusões válidas, com a devida ressalva.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo efetuar o cálculo do ICPU dos pavimentos presentes no bairro de Batista Campos, utilizando cinco diferentes métodos de cálculo, com o intuito de diferenciar esses métodos pelos defeitos utilizados para avaliar a malha em questão e as tendências apresentadas. Ao efetivar essa análise, busca-se além de tornar a gerência de pavimentos mais aplicável às vias urbanas com métodos direcionados a esse nicho, um fomento à pesquisa acerca dessa temática na região Norte. Ademais, possuir um índice que necessite de uma quantidade de defeitos reduzida em relação ao método padrão do SHRP representa um menor tempo de coleta de dados, um menor custo para a pesquisa e uma garantia de significância e qualidade nos resultados apresentados.

Os principais resultados encontrados foram:

- $ICPU_{Oso} = 93,31$; $ICPU_{Páez} = 88,76$; $ICPU_{Alb} = 86,39$; $ICPU_{Aihuki} = 81,27$ e $ICPU_{Souza} = 73,00$;
- As categorizações implementadas por cada índice foram: $ICPU_{Oso} =$ Excelente; $ICPU_{Páez} =$ Excelente; $ICPU_{Alb} =$ Excelente; $ICPU_{Aihuki} =$ Excelente e $ICPU_{Souza} =$ Bom;
- Os métodos de $ICPU_{Páez}$, $ICPU_{Alb}$ e $ICPU_{Aihuki}$ apresentaram os índices médios numericamente mais próximos;
- Os métodos de $ICPU_{Oso}$ e $ICPU_{Souza}$ apresentaram os índices mais distanciados dos demais;
- O método que apresentou maior valor de Coeficiente de Variação (CV) e é indicado como melhor método na avaliação da malha viária do bairro de Batista Campos é o $ICPU_{Souza}$;
- Dentre as combinações entre métodos que convergiram entre si, quando avaliados os 15 piores trechos em cada método, os índices que indicaram convergência foram: $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Souza}$; $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Oso}$; $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Alb}$ e $ICPU_{Oso}$ e $ICPU_{Alb}$;
- Dentre as combinações entre métodos que convergiram entre si, quando avaliados os 15 melhores trechos em cada método, os índices que indicaram convergência foram: $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Souza}$; $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Páez}$; $ICPU_{Aihuki}$ e $ICPU_{Oso}$; $ICPU_{Souza}$ e $ICPU_{Páez}$; $ICPU_{Souza}$ e $ICPU_{Oso}$ e $ICPU_{Páez}$ e $ICPU_{Oso}$;

- Na verificação de convergência, quando analisados os melhores 15 trechos de cada método, o $ICPU_{Alb}$ não apresentou convergência com nenhum dos métodos aplicados, o que possivelmente pode ser uma consequência da não utilização da treliça no momento do levantamento de defeitos, pois esse fato foi preponderante para a variação numérica do respectivo índice;
- Os defeitos mais frequentes nos métodos aplicados foram: trincas por fadiga, remendos, panelas e deformação permanente por trilhas de roda;
- Os defeitos menos frequentes nos métodos aplicados foram: trincas nos bordos, trincas por reflexão e exsudação;
- Os defeitos trincas nos bordos, trincas por reflexão e exsudação foram investigados somente na análise do $ICPU_{Aihuki}$;

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

De maneira a dar continuidade a essa linha de pesquisa e considerando as limitações temporais, de recursos humanos e financeiros inerentes ao presente trabalho, sugerem-se as seguintes atividades:

- Efetivar a atual comparação com novos índices presentes na literatura;
- Aumentar a malha viária para verificar o comportamento dos índices utilizados com uma quantidade de trechos maior;
- Propor uma comparação estatística entre os rankings mais apurada;
- Refazer a análise com a coleta de dados mais acurada da deformação permanente;
- Correlacionar os $ICPU$'s aqui apresentados com avaliações subjetivas da qualidade dos pavimentos.

REFERÊNCIAS

- AIHUKI, J. N. **Avaliação de desempenho de vias do bairro de Batista Campos, em Belém-PA, em relação ao índice de condição do pavimento (ICP)**. 2022. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.
- ALBUQUERQUE, F. S. **Sistema de Gerência de Pavimento para Departamentos de Estradas do Nordeste Brasileiro**. 2007. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- ALBUQUERQUE, F. S. et al. Desenvolvimento de um índice de condições de pavimento flexível para rede viária urbana. **Transportes**. São Paulo, SP, v. 30 n. 2, julho. 2022.
- ALBUQUERQUE, T. P. **Índice de condição baseado em defeitos superficiais para gerência de pavimentos urbanos**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- AMORIM FILHO, O.; SERRA, R.V. Evolução e perspectivas do papel das cidades médias no planejamento urbano e regional. In: ALMEIDA, T; SERRA, R. (Org.). **Cidades médias brasileiras**. Rio de Janeiro: Ipea, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: Informação e documentação: Referências**. Rio de Janeiro, 2018.
- CATARINO JUNIOR, J. C. **Aplicação do sistema de gerência de pavimentos urbanos (SGPU) no município de Maringá-PR**. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campos Mourão, 2019.
- CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 33, 2019, Balneário Camboriú, SC. **Avaliação de condições superficiais de pavimento urbano utilizando o manual shrp e o método de vizir**.
- CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 33, 2019, Balneário Camboriú, SC. **Avaliação das condições do pavimento em via urbana na cidade de João Pessoa/PB – comparação entre índices**.
- CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 34, 2020, Digital. **Comparação entre índices de condição de pavimentos para proposta de atividades de manutenção e reabilitação em vias urbanas da cidade de João Pessoa – PB**.
- CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 34, 2020, Digital. **Análise comparativa de índices de classificação da condição de pavimentos flexíveis**
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro, 2011.
- ELHADIDY, A. A., EL-BADAWY, S. M., ELBELTAGI, E. E. A simplified pavement condition index regression model for pavement evaluation. **International Journal of Pavement Engineering**, v. 22, n. 5, p. 643-652, 2021.
- FERNANDES, F. A. T. **Desenvolvimento de um sistema de gerenciamento para conservação do pavimento de vias urbanas, através de um sistema de informações geográficas (SIG)**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- LISBOA, Rose Suellen. Guia de elaboração de trabalhos acadêmicos. **Belém: Biblioteca UFPA**, 2017.

- MACENA, L. N., ZANCHETTA, F. Avaliação funcional de pavimentos urbanos: estudo de caso em Valparaíso de Goiás. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, PR, v. 7, n. 5, p. 44015-44023, maio. 2021.
- MACHADO, D. M. C. **Avaliação de normas de identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis**. 2013. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- MAJIDIFARD, H. ADU-GYAMFI, Y; BUTTLAR, W.G. Deep machine learning approach to develop a new asphalt pavement condition index. **Construction and building materials**, v. 247, p. 118513, 2020.
- MATOS, F. C. **Gerência da manutenção da superfície de rolamento de vias urbanas utilizando SIG**. 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- MELO, R. A. **Avaliadores, notas e qualidade de pavimentos**. 1998. 125 f. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
- MILLER, J. S. et al. **Distress identification manual for the long-term pavement performance program**. United States. Federal Highway Administration. Office of Infrastructure Research and Development, 2003.
- MOHALLEM, D. F. et al. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 449-453, 2008.
- NEWMAN, J. K. et al. **Evaluation of strategic highway research program (SHRP) products for application to airport pavements**. United States. Federal Aviation Administration, 2000.
- OSORIO, A. et al. Calibration and validation of condition indicator for managing urban pavement networks. **Transportation Research Record**. v. 2455, n. 1, p. 28-36, 2014.
- PÁEZ, E. M. A. **Índice de Condição do Pavimento (ICP) para Aplicação em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos**. 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.
- PARÁ (Estado) PREFEITURA, DE BELÉM. Lei Nº 8.655 de 30 de julho de 2008. **Plano Diretor do Município de Belém**. 2008.
- PARANÁ (Estado). CAMÂRA MUNICIPAL DE MERCEDES. Lei complementar Nº 006/2008, de 23 de outubro de 2008. **Dispõe sobre o sistema viário de Mercedes e dá outras providências**. 2008.
- PRESTES, M. P. **Métodos de avaliação visual de pavimentos flexíveis: um estudo comparativo**. 2001. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- REIS, E. V. B.; VENÂNCIO, S. R. O direito à cidade e a participação popular no planejamento urbano municipal. **Revista de Direito da Cidade**, v. 8, n. 4, p. 1205-1230, 2016.
- SADEGHI, J., NAJAFABADI, E. R., KABOLI, M. E. Development of degradation model for urban asphalt pavement. **International Journal of Pavement Engineering**, v. 18, n. 8, p. 659-667, 2017.
- SANTOS, A. M. S. P. Planejamento urbano: para quê e para quem?. **Revista de Direito da Cidade**, v. 1, n. 1, p. 51-94, 2006.
- SOUSA, T. C. **Avaliação objetiva de pavimentos flexíveis pelo método do ICP/SHRP. Estudo caso, bairro de Batista Campos em Belém-PA**. 2021. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal do Pará, Belém, 2021.

SOUTO, I. A. **Análise de métodos de cálculo do índice de condição do pavimento aplicado à gerência de pavimentos urbanos**. 2018. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

STUCHI, E. T. **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos**. 2005. Tese (Doutorado) - Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ZANCHETTA, F. **Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica**. 2017. 234 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

ZANCHETTA, F. **Aquisição de dados sobre a condição dos pavimentos visando a implementação de sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ZERBINI, L. F. **Desenvolvimento de modelos de desempenho para utilização em sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. 1999. 163 f. Tese (Doutorado) - Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

APÊNDICE 1 – Listagem de trecho da malha viária

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área (m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C1	Av.16 de Novembro	Alm. Tamandaré e Veiga Cabral	5,6	430	2408	TRECHO 01	69,17	61,83	10,44	79,47	87,25
C2	Av.16 de Novembro	Veiga Cabral e Arcipreste	5,6	145	812	TRECHO 02	74,17	64,33	85,82	86,79	90,61
C3	Trav. São	Alm. Tamandaré e Veiga Cabral	5,6	376	2105,6	TRECHO 03	90,00	82,67	81,14	97,21	99,56
C4	Trav. São	Veiga Cabral e Arcipreste	5,6	162	907,2	TRECHO 04	76,67	66,17	91,74	93,23	99,24
C5	Trav. Tupinambás	Arcipreste e Conselheiro	3,8	85	323	TRECHO 05	78,33	69,50	89,42	86,99	83,15
C6	Trav. Tupinambás	Conselheiro e Tamoios	8,4	155	1302	TRECHO 06	75,83	65,67	82,90	91,57	90,18
C7	Trav. Tupinambás	Tamoios e Mundurucus	7,4	152	1124,8	TRECHO 07	89,17	80,83	88,12	95,41	96,61
C8	Trav. Tupinambás	Mundurucus e Pariquis	8,4	155	1302	TRECHO 08	72,50	59,17	82,93	86,97	92,83
C9	Trav. Tupinambás	Pariquis e Caripunas	8,4	155	1302	TRECHO 09	69,17	59,83	75,96	84,54	76,26
C10	Trav. Tupinambás	Caripunas e Timbiras	8,4	155	1302	TRECHO 10	65,83	56,50	65,89	84,54	62,37
C11	Trav. Tupinambás	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	155	1302	TRECHO 11	65,00	56,33	47,17	84,50	54,62
C12	Trav. Tupinambás	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	155	1302	TRECHO 12	69,17	60,33	66,07	89,21	62,39
C13	Trav. Tupinambás	São Miguel e São Silvestre	8,4	150	1260	TRECHO 13	88,33	81,00	84,04	92,29	97,93
C14	Trav. Tupinambás	São Silvestre e Quintino	8,4	147	1234,8	TRECHO 14	81,67	75,33	88,55	88,33	99,36
C15	Trav. São Pedro	Av. Tamandaré e Veiga Cabral	7,9	322	2543,8	TRECHO 15	75,00	63,83	74,96	82,16	97,90

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C16	Trav. São Pedro	Veiga Cabral e Arcipreste	7,4	136	1006,4	TRECHO 16	86,67	79,33	85,73	90,01	96,69
C17	Trav. São Pedro	Arcipreste e Conselheiro	8,4	1122	9424,8	TRECHO 17	90,00	84,67	91,74	88,76	98,86
C18	Trav. Dos Apinagés	Conselheiro e Tamoios	8,4	150	1260	TRECHO 18	89,17	81,50	88,11	93,13	98,63
C19	Trav. Dos Apinagés	Tamoios e Mundurucus	8,4	152	1276,8	TRECHO 19	89,17	81,50	88,64	93,13	99,45
C20	Trav. Dos Apinagés	Mundurucus e Pariquis	8,4	152	1276,8	TRECHO 20	65,83	52,50	83,33	84,91	90,53
C21	Trav. Dos Apinagés	Pariquis e Caripunas	8,4	154	1293,6	TRECHO 21	76,67	68,33	83,08	89,65	88,74
C22	Trav. Dos Apinagés	Caripunas e Timbiras	8,4	154	1293,6	TRECHO 22	75,00	66,33	82,58	83,67	90,14
C23	Trav. Dos Apinagés	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	154	1293,6	TRECHO 23	82,50	73,83	67,83	89,05	94,23
C24	Trav. Dos Apinagés	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	154	1293,6	TRECHO 24	86,67	78,67	87,05	96,51	99,31
C25	Trav. Dos Apinagés	São Miguel e São Silvestre	8,4	150	1260	TRECHO 25	80,00	68,83	83,73	90,11	97,49
C26	Trav. Dos Apinagés	São Silvestre e Quintino	8,4	80	672	TRECHO 26	76,67	64,67	87,61	86,45	95,29
C27	Padre Eutíquio	Alm. Tamararé e dos 48	10,2	180	1836	TRECHO 27	86,67	76,00	83,81	92,61	99,91
C28	Padre Eutíquio	Dos 48 e Veiga Cabral	10,2	93	948,6	TRECHO 28	85,00	77,17	91,46	94,33	99,50
C29	Padre Eutíquio	Veiga Cabral e Arcipreste	10,2	55	561	TRECHO 29	96,67	93,33	95,11	98,11	100,00
C30	Padre Eutíquio	Arcipreste e Conselheiro	10,2	193	1968,6	TRECHO 30	86,67	78,83	81,95	96,83	99,52

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C31	Padre Eutíquio	Conselheiro e Tamoios	10,2	1590	16218	TRECHO 31	80,00	73,00	84,24	83,01	95,74
C32	Padre Eutíquio	Tamoios e Mundurucus	10,2	150	1530	TRECHO 32	91,67	85,00	86,36	97,21	99,64
C33	Padre Eutíquio	Mundurucus e Pariquis	10,2	152	1550,4	TRECHO 33	78,33	72,67	86,30	74,98	99,63
C34	Padre Eutíquio	Pariquis e Caripunas	8,4	153	1285,2	TRECHO 34	81,67	76,00	88,55	83,43	99,57
C35	Padre Eutíquio	Caripunas e Timbiras	8,4	152	1276,8	TRECHO 35	81,67	78,83	88,11	79,59	98,26
C36	Padre Eutíquio	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	154	1293,6	TRECHO 36	80,00	71,33	88,13	87,30	98,79
C37	Padre Eutíquio	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	150	1260	TRECHO 37	64,17	52,17	84,42	58,02	91,46
C38	Padre Eutíquio	São Miguel e Quintino	8,4	166	1394,4	TRECHO 38	58,33	45,67	72,40	79,18	69,41
C39	Presid. Pernambuco	Gama abreu e dos 48	3,62	145	524,9	TRECHO 39	80,83	73,17	92,83	86,03	89,37
C40	Presid. Pernambuco	Dos 48 e Arcipreste	3,62	74	267,88	TRECHO 40	80,83	70,50	95,00	89,53	81,36
C41	Presid. Pernambuco	Arcipreste e Gentil	4	160	640	TRECHO 41	75,83	63,83	90,13	86,65	91,38
C42	Presid. Pernambuco	Gentil e Conselheiro	7,4	152	1124,8	TRECHO 42	79,17	72,17	87,90	85,05	95,91
C43	Presid. Pernambuco	Conselheiro e Tamoios	7,4	84	621,6	TRECHO 43	81,67	73,33	93,34	92,37	95,45
C44	Ferreira Cantão	Gama abreu e dos 48	2,2	135	297	TRECHO 44	81,67	75,83	96,16	85,85	90,90
C45	Ferreira Cantão	Dos 48 e Arcipreste	2,2	43	94,6	TRECHO 45	80,83	73,33	97,78	78,33	62,99

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C46	Av Serzedelo Correa	Gama Abreu e Braz de Aguiar	8,4	410	3444	TRECHO 46	89,17	82,83	67,75	85,86	98,78
C47	Av Serzedelo Correa	Braz de Aguiar e Gentil	8,4	162	1360,8	TRECHO 47	79,17	70,50	87,21	81,80	98,40
C48	Av Serzedelo Correa	Gentil e Conselheiro	8,4	160	1344	TRECHO 48	82,50	74,50	96,28	91,85	98,72
C49	Av Serzedelo Correa	Conselheiro e Mundurucus	8,4	160	1344	TRECHO 49	95,00	89,67	87,59	97,21	99,06
C50	Av Serzedelo Correa	Mundurucus e Pariquis	8,4	160	1344	TRECHO 50	80,00	70,67	86,51	90,29	97,19
C51	Av Serzedelo Correa	Pariquis e Caripunas	8,4	160	1344	TRECHO 51	86,67	80,33	86,38	92,85	97,22
C52	Av Serzedelo Correa	Caripunas e Timbiras	8,4	160	1344	TRECHO 52	82,50	75,50	86,64	91,41	96,59
C53	Dr. Moraes	Gentil e Conselheiro	8,4	160	1344	TRECHO 53	83,33	71,67	87,08	91,45	98,34
C54	Dr. Moraes	Conselheiro e Mundurucus	8,4	160	1344	TRECHO 54	81,67	73,67	88,00	93,33	99,36
C55	Dr. Moraes	Mundurucus e Pariquis	8,4	160	1344	TRECHO 55	76,67	67,67	82,10	92,73	96,25
C56	Benjamin Constant	Gentil e Conselheiro	8,4	144	1209,6	TRECHO 56	83,33	78,00	87,72	89,17	96,20
C57	Benjamin Constant	Conselheiro e Mundurucus	8,4	120	1008	TRECHO 57	76,67	67,33	89,03	84,27	94,84
C58	Rui Barbosa	Gentil e Conselheiro	8,4	144	1209,6	TRECHO 58	76,67	65,83	84,36	90,61	91,87
C59	Rui Barbosa	Conselheiro e Mundurucus	8,4	150	1260	TRECHO 59	68,33	60,67	81,17	81,43	92,60
C60	Rui Barbosa	Mundurucus e Pariquis	8,4	143	1201,2	TRECHO 60	82,50	73,83	87,05	89,85	95,44

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C61	Rui Barbosa	Pariquis e Caripunas	8,4	144	1209,6	TRECHO 61	75,83	63,83	78,36	86,14	94,81
C62	Euclides da Cunha	Conselheiro e Mundurucus	3,9	145	565,5	TRECHO 62	83,33	71,33	94,33	93,51	98,95
C63	Euclides da Cunha	Mundurucus e Pariquis	3,9	125	487,5	TRECHO 63	83,33	72,17	95,63	90,65	99,56
C64	Euclides da Cunha	Pariquis e Caripunas	3,9	100	390	TRECHO 64	70,83	57,50	94,12	87,29	87,68
C65	Quintino Bocaiuva	Gentil e Conselheiro	10,2	142	1448,4	TRECHO 65	85,83	75,67	85,07	94,13	97,12
C66	Quintino Bocaiuva	Conselheiro e Mundurucus	8,4	167	1402,8	TRECHO 66	77,50	66,33	85,13	88,57	96,54
C67	Quintino Bocaiuva	Mundurucus e Pariquis	8,4	145	1218	TRECHO 67	72,50	61,00	85,89	88,57	94,35
C68	Quintino Bocaiuva	Pariquis e Caripunas	8,4	115	966	TRECHO 68	73,33	64,00	90,76	90,75	98,11
C69	Quintino Bocaiuva	Caripunas e Timbiras	8,4	134	1125,6	TRECHO 69	66,67	55,83	79,73	88,25	85,72
C70	Quintino Bocaiuva	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	160	1344	TRECHO 70	74,17	65,50	78,74	84,55	83,77
C71	Alm. Tamandaré	16 de Novembro e São Francisco	7	160	1120	TRECHO 71	86,67	80,00	90,10	95,61	99,74
C72	Alm. Tamandaré	São Francisco e São Pedro	7	150	1050	TRECHO 72	83,33	75,67	90,61	88,11	99,45
C73	Alm. Tamandaré	São Pedro e Padre Eutíquio	7	145	1015	TRECHO 73	89,17	85,83	91,08	88,53	99,36
C74	Gama Abreu	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	10,2	170	1734	TRECHO 74	83,33	77,00	84,44	84,87	98,18
C75	Gama Abreu	Pres. Pernambuco e Arcipreste	10,2	185	1887	TRECHO 75	80,83	73,83	81,74	72,71	95,76

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C76	Gama Abreu	Arcipreste e Serzedelo Correa	10,2	82	836,4	TRECHO 76	82,50	76,17	92,56	86,05	94,91
C77	Guilherme seixas	São Pedro e São Francisco	3	165	495	TRECHO 77	83,33	72,17	93,80	90,65	94,54
C78	Dos 48	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	4,2	138	579,6	TRECHO 78	94,17	87,83	94,36	95,41	98,13
C79	Dos 48	Pres. Pernambuco e Ferreira Cantão	4,2	33	138,6	TRECHO 79	84,17	77,33	97,40	93,75	79,40
C80	Veiga Cabral	16 de Novembro e São Francisco	2,7	165	445,5	TRECHO 80	70,00	57,33	91,00	79,89	87,67
C81	Veiga Cabral	São Francisco e São Pedro	2,7	200	540	TRECHO 81	78,33	66,33	94,30	84,16	96,87
C82	Veiga Cabral	São Pedro e Padre Eutíquio	2,7	175	472,5	TRECHO 82	82,50	73,50	93,64	88,19	87,54
C83	Veiga Cabral	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	2,7	124	334,8	TRECHO 83	78,33	68,00	95,03	88,71	86,34
C84	Arcipreste	16 de Novembro e São Francisco	3,5	165	577,5	TRECHO 84	69,17	57,33	90,96	80,54	81,25
C85	Arcipreste	São Francisco e Tupinambás	3,5	130	455	TRECHO 85	91,67	86,33	96,03	98,11	100,00
C86	Arcipreste	Tupinambás e São Pedro	3,5	120	420	TRECHO 86	87,50	82,17	96,17	93,05	99,00
C87	Arcipreste	São Pedro e Padre Eutíquio	3,5	200	700	TRECHO 87	74,17	64,50	90,65	85,80	89,07
C88	Arcipreste	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	3,5	133	465,5	TRECHO 88	71,67	59,67	95,21	81,60	97,31
C89	Arcipreste	Pres. Pernambuco e Ferreira Cantão	3,5	60	210	TRECHO 89	83,33	77,50	97,66	91,95	93,58
C90	Arcipreste	Ferreira Cantão e Gama Abreu	3,5	200	700	TRECHO 90	86,67	77,50	93,59	95,93	99,25

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C91	Gentil	Pres. Pernambuco e Serzedelo	8,4	160	1344	TRECHO 91	83,33	76,00	88,18	93,33	99,63
C92	Gentil	Serzedelo e Dr.Moraes	10,2	160	1632	TRECHO 92	88,33	80,00	85,37	96,25	99,49
C93	Gentil	Dr.Moraes e Benjamin Constant	10,2	150	1530	TRECHO 93	93,33	86,00	86,16	92,41	99,40
C94	Gentil	Benjamin Constant e Rui Barbosa	10,2	135	1377	TRECHO 94	91,67	86,00	87,93	91,69	99,92
C95	Gentil	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	10,2	142	1448,4	TRECHO 95	84,17	77,17	87,05	92,09	99,50
C96	Conselheiro	Tupinambás e Apinagés	10,2	150	1530	TRECHO 96	83,33	73,50	86,28	91,33	99,50
C97	Conselheiro	Apinagés e Padre Eutíquio	10,2	150	1530	TRECHO 97	87,50	82,17	86,24	89,91	99,46
C98	Conselheiro	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	10,2	150	1530	TRECHO 98	90,00	82,17	96,54	96,21	99,86
C99	Conselheiro	Pres. Pernambuco e Serzedelo	10,2	120	1224	TRECHO 99	97,50	95,00	97,33	98,39	100,00
C100	Conselheiro	Serzedelo e Dr.Moraes	10,2	180	1836	TRECHO 100	95,00	91,67	99,71	99,10	99,71
C101	Conselheiro	Dr.Moraes e Benjamin Constant	10,2	82	836,4	TRECHO 101	98,33	96,67	99,28	99,30	100,00
C102	Conselheiro	Benjamin Constant e Rui Barbosa	10,2	140	1428	TRECHO 102	97,50	95,00	98,76	99,30	100,00
C103	Conselheiro	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	10,2	140	1428	TRECHO 103	93,33	89,33	99,98	99,10	99,98
C104	Tamoios	Tupinambás e Apinagés	8,4	150	1260	TRECHO 104	86,67	80,00	88,67	95,61	99,39
C105	Tamoios	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	150	1260	TRECHO 105	83,33	73,50	87,50	91,33	97,81

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C106	Tamoios	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	8,4	130	1092	TRECHO 106	88,33	79,00	90,44	95,11	99,93
C107	Tamoios	Pres. Pernambuco e Serzedelo	8,4	90	756	TRECHO 107	91,67	86,33	93,41	98,11	100,00
C108	Mundurucus	Tupinambás e Apinagés	8,4	155	1302	TRECHO 108	80,83	71,00	87,93	88,77	98,87
C109	Mundurucus	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	155	1302	TRECHO 109	86,67	77,50	88,11	95,93	99,27
C110	Mundurucus	Padre Eutíquio e Serzedelo	8,4	185	1554	TRECHO 110	96,67	93,33	86,45	98,11	100,00
C111	Mundurucus	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	TRECHO 111	84,17	77,83	84,43	88,50	96,62
C112	Pass. Do Orto	Mundurucus e Conselheiro	4,4	155	682	TRECHO 112	84,17	77,83	88,68	89,65	80,97
C113	Mundurucus	Dr.Moraes e Rui Barbosa	8,4	155	1302	TRECHO 113	83,33	78,00	86,99	88,75	96,69
C114	Mundurucus	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	8,4	150	1260	TRECHO 114	83,33	76,00	85,26	85,05	93,27
C115	Pariquis	Tupinambás e Apinagés	7,4	155	1147	TRECHO 115	75,00	66,33	82,52	81,98	85,77
C116	Pariquis	Apinagés e Padre Eutíquio	7,4	155	1147	TRECHO 116	76,67	69,33	80,16	85,65	87,08
C117	Pariquis	Padre Eutíquio e Serzedelo	7,4	132	976,8	TRECHO 117	87,50	80,83	88,13	94,69	93,66
C118	Pariquis	Serzedelo e Dr.Moraes	7,4	180	1332	TRECHO 118	80,83	70,67	85,40	91,57	95,87
C119	Pariquis	Dr.Moraes e Rui Barbosa	7,4	100	740	TRECHO 119	82,50	73,50	86,65	95,29	93,06
C120	Pariquis	Rui Barbosa e Euclides da Cunha	7,4	60	444	TRECHO 120	85,83	78,17	89,86	93,49	92,34

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m ²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C121	Pariquis	Euclides da Cunha e Quintino	7,4	55	407	TRECHO 121	82,50	71,00	94,15	95,93	89,68
C122	Caripunas	Tupinambás e Apinagés	8,4	155	1302	TRECHO 122	74,17	65,17	84,80	87,57	93,05
C123	Caripunas	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	155	1302	TRECHO 123	75,00	68,00	85,89	74,33	95,07
C124	Caripunas	Padre Eutíquio e Serzedelo Correa	8,4	90	756	TRECHO 124	79,17	68,50	90,08	87,29	95,83
C125	Caripunas	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	TRECHO 125	67,50	55,67	83,93	69,19	95,76
C126	Caripunas	Dr.Moraes e Rui Barbosa	8,4	75	630	TRECHO 126	80,00	66,67	93,45	90,81	97,83
C127	Caripunas	Rui Barbosa e Quintino	8,4	110	924	TRECHO 127	80,00	74,00	86,88	94,59	97,53
C128	Timbiras	Tupinambás e Apinagés	8,4	168	1411,2	TRECHO 128	83,33	76,00	83,10	86,65	93,93
C129	Timbiras	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	170	1428	TRECHO 129	70,83	60,67	74,25	90,17	75,20
C130	Timbiras	Padre Eutíquio e Serzedelo	8,4	41	344,4	TRECHO 130	86,67	84,17	96,98	90,05	99,89
C131	Timbiras	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	TRECHO 131	72,50	63,83	78,31	64,55	85,17
C132	Timbiras	Dr.Moraes e Quintino	8,4	123	1033,2	TRECHO 132	73,33	61,33	72,45	82,17	72,14
C133	Fernando Guilhon	Tupinambás e Apinagés	8,4	160	1344	TRECHO 133	92,50	90,00	97,06	96,79	99,98
C134	Fernando Guilhon	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	170	1428	TRECHO 134	80,83	72,50	96,07	91,37	98,96
C135	Fernando Guilhon	Padre Eutíquio e Dr.Moraes	8,4	170	1428	TRECHO 135	88,33	80,50	97,92	92,06	97,38

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Largura (m)	Extensão (m)	Área(m ²)	TRECHOS	AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	ALBUQUERQUE (2017)	PÁEZ (2015)	OSÓRIO (2014)
C136	Fernando Guilhon	Dr.Moraes e Quintino	8,4	60	504	TRECHO 136	85,83	75,67	71,93	64,69	48,89
C137	São Miguel	Tupinambás e Apinagés	8,4	170	1428	TRECHO 137	67,50	55,83	52,61	82,37	52,19
C138	São Miguel	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	160	1344	TRECHO 138	70,83	61,00	81,00	80,93	85,44
C139	São Miguel	Padre Eutíquio e Dr.Moraes	8,4	130	1092	TRECHO 139	77,50	70,83	75,05	92,03	86,40
C140	São Silvestre	Tupinambás e Apinagés	5,7	180	1026	TRECHO 140	73,33	63,50	85,86	84,35	97,57
C141	Quintino Bocaiuva	Tupinambás e Apinagés	5,2	190	988	TRECHO 141	77,50	67,67	84,27	89,69	91,27
C142	Quintino Bocaiuva	Apinagés e Padre Eutíquio	5,2	160	832	TRECHO 142	81,67	76,33	89,90	83,89	95,64

APÊNDICE 2 – Avaliação de parâmetros estatísticos (Teste T, Teste F e ANOVA)

AIHUKI (2022)	SOUZA (2021)	
F > Fc	H1	VARIÂNCIAS DIFERENTES
Teste-F: duas amostras para variâncias		
	<i>SOUZA (2021)</i>	<i>AIHUKI (2022)</i>
Média	73,00117371	81,26760563
Variância	95,0675715	60,88178004
Observações	142	142
gl	141	141
F	1,561511037	
P(F<=f) uni-caudal	0,004263623	
F crítico uni-caudal	1,320459457	
T > Tc	H1	MÉDIAS SÃO DIFERENTES
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	<i>AIHUKI (2022)</i>	<i>SOUZA (2021)</i>
Média	81,26760563	73,00117371
Variância	60,88178004	95,0675715
Observações	142	142
Hipótese da diferença de	0	
gl	269	
Stat t	7,888064973	
P(T<=t) uni-caudal	3,87056E-14	
t crítico uni-caudal	1,650537873	
P(T<=t) bi-caudal	7,74113E-14	
t crítico bi-caudal	1,968821974	

AIHUKI (2022)		ALBUQUERQUE (2017)
F > Fc H1 VARIÂNCIAS DIFERENTES		
Teste-F: duas amostras para variâncias		
	ALBUQUERQUE	AIHUKI (2022)
Média	86,38631118	81,26760563
Variância	107,8881092	60,88178004
Observações	142	142
gl	141	141
F	1,772091899	
P(F<=f) uni-caudal	0,000378128	
F crítico uni-caudal	1,320459457	
T > Tc H1 MÉDIAS SÃO DIFERENTES		
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	ALBUQUERQUE	AIHUKI (2022)
Média	86,38631118	81,26760563
Variância	107,8881092	60,88178004
Observações	142	142
Hipótese da diferença de	0	
gl	262	
Stat t	4,695229628	
P(T<=t) uni-caudal	2,14961E-06	
t crítico uni-caudal	1,650690284	
P(T<=t) bi-caudal	4,29922E-06	
t crítico bi-caudal	1,969059715	

AIHUKI (2022)		PÁEZ (2015)
F < Fc	H0	VARIÂNCIAS IGUAIS
Teste-F: duas amostras para variâncias		
	AIHUKI (2022)	PÁEZ (2015)
Média	81,26760563	88,76485915
Variância	60,88178004	48,28572019
Observações	142	142
gl	141	141
F	1,260865113	
P(F<=f) uni-caudal	0,084991801	
F crítico uni-caudal	1,320459457	
T > Tc	H1	MÉDIAS SÃO DIFERENTES
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes		
	PÁEZ (2015)	AIHUKI (2022)
Média	88,76485915	81,26760563
Variância	48,28572019	60,88178004
Observações	142	142
Variância agrupada	54,58375012	
Hipótese da diferença de	0	
gl	282	
Stat t	8,55066095	
P(T<=t) uni-caudal	3,94614E-16	
t crítico uni-caudal	1,650274966	
P(T<=t) bi-caudal	7,89228E-16	
t crítico bi-caudal	1,968411901	

SOUZA (2021)		ALBUQUERQUE (2017)
F < Fc	H0	VARIÂNCIAS IGUAIS
Teste-F: duas amostras para variâncias		
	ALBUQUERQUE	SOUZA (2021)
Média	86,38631118	73,00117371
Variância	107,8881092	95,0675715
Observações	142	142
gl	141	141
F	1,134857108	
P(F<=f) uni-caudal	0,22677423	
F crítico uni-caudal	1,320459457	
T > Tc	H1	MÉDIAS SÃO DIFERENTES
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes		
	ALBUQUERQUE	SOUZA (2021)
Média	86,38631118	73,00117371
Variância	107,8881092	95,0675715
Observações	142	142
Variância agrupada	101,4778404	
Hipótese da diferença de	0	
gl	282	
Stat t	11,19609055	
P(T<=t) uni-caudal	1,28013E-24	
t crítico uni-caudal	1,650274966	
P(T<=t) bi-caudal	2,56025E-24	
t crítico bi-caudal	1,968411901	

SOUZA (2021)		PÁEZ (2015)
F > Fc H1 VARIÂNCIAS DIFERENTES		
Teste-F: duas amostras para variâncias		
	SOUZA (2021)	PÁEZ (2015)
Média	73,00117371	88,76485915
Variância	95,0675715	48,28572019
Observações	142	142
gl	141	141
F	1,96885479	
P(F<=f) uni-caudal	3,47981E-05	
F crítico uni-caudal	1,320459457	
T > Tc H1 MÉDIAS SÃO DIFERENTES		
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	PÁEZ (2015)	SOUZA (2021)
Média	88,76485915	73,00117371
Variância	48,28572019	95,0675715
Observações	142	142
Hipótese da diferença de	0	
gl	255	
Stat t	15,6891024	
P(T<=t) uni-caudal	1,3743E-39	
t crítico uni-caudal	1,650851092	
P(T<=t) bi-caudal	2,74859E-39	
t crítico bi-caudal	1,96931057	

ALBUQUERQUE (2017)		PÁEZ (2015)
F > Fc H1 VARIÂNCIAS DIFERENTES		
Teste-F: duas amostras para variâncias		
	ALBUQUERQUE	PÁEZ (2015)
Média	86,38631118	88,76485915
Variância	107,8881092	48,28572019
Observações	142	142
gl	141	141
F	2,234368853	
P(F<=f) uni-caudal	1,28204E-06	
F crítico uni-caudal	1,320459457	
T > Tc H1 MÉDIAS SÃO DIFERENTES		
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	PÁEZ (2015)	ALBUQUERQUE (2017)
Média	88,76485915	86,38631118
Variância	48,28572019	107,8881092
Observações	142	142
Hipótese da diferença de	0	
gl	246	
Stat t	2,268046518	
P(T<=t) uni-caudal	0,012097	
t crítico uni-caudal	1,651071345	
P(T<=t) bi-caudal	0,024194	
t crítico bi-caudal	1,969654176	

PÁEZ (2015)		OSÓRIO (2014)
F > Fc	H1	VARIÂNCIAS DIFERENTES
Teste-F: duas amostras para variâncias		
	OSÓRIO (2014)	PÁEZ (2015)
Média	93,06388412	88,76485915
Variância	95,67093073	48,28572019
Observações	142	142
gl	141	141
F	1,981350394	
P(F<=f) uni-caudal	2,98342E-05	
F crítico uni-caudal	1,320459457	
T > Tc	H1	MÉDIAS SÃO DIFERENTES
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	OSÓRIO (2014)	PÁEZ (2015)
Média	93,06388412	88,76485915
Variância	95,67093073	48,28572019
Observações	142	142
Hipótese da diferença de	0	
gl	254	
Stat t	4,269708951	
P(T<=t) uni-caudal	1,38354E-05	
t crítico uni-caudal	1,650874791	
P(T<=t) bi-caudal	2,76708E-05	
t crítico bi-caudal	1,96934754	

Anova: fator único							
RESUMO							
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
AIHUKI (2022)	143	11621,26761	81,26760563	60,45303511			
SOUZA (2021)	143	10439,16784	73,00117371	94,39808156			
ANOVA							
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre grupos	4885,873619	1	4885,873619	63,10414447	4,61771E-14	3,874410219	
Dentro dos grupos	21988,85857	284	77,42555834				
Total	26874,73219	285					

Anova: fator único							
RESUMO							
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
AIHUKI (2022)	143	11621,26761	81,26760563	60,45303511			
PÁEZ (2015)	143	12693,37486	88,76485915	47,94567991			
ANOVA							
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre grupos	4018,929941	1	4018,929941	74,15087789	5,07071E-16	3,874410219	
Dentro dos grupos	15392,61753	284	54,19935751				
Total	19411,54747	285					

Anova: fator único

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
SOUZA (2021)	143	10439,16784	73,00117371	94,39808156
PÁEZ (2015)	143	12693,37486	88,76485915	47,94567991

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	17767,30519	1	17767,30519	249,6393941	8,71285E-41	3,874410219
Dentro dos grupos	20212,81413	284	71,17188074			
Total	37980,11932	285				

Anova: fator único

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
AIHUKI (2022)	143	11621,26761	81,26760563	60,45303511
OSÓRIO (2014)	143	13308,13543	93,06388412	94,99719178

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	9949,381305	1	9949,381305	128,0072922	9,5529E-25	3,874410219
Dentro dos grupos	22073,93222	284	77,72511345			
Total	32023,31352	285				

Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
AIHUKI (2022) ALBUQUERQUE (2017)	143	11621,26761	81,26760563	60,45303511		
	142	12342,79881	86,92111839	66,69735233		
ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2277,279174	1	2277,279174	35,82646455	6,51437E-09	3,874527396
Dentro dos grupos	17988,65766	283	63,56416136			
Total	20265,93684	284				

Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
SOUZA (2021) OSÓRIO (2014)	143	10439,16784	73,00117371	94,39808156		
	143	13308,13543	93,06388412	94,99719178		
ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	28779,63295	1	28779,63295	303,9107834	8,82583E-47	3,874410219
Dentro dos grupos	26894,12882	284	94,69763667			
Total	55673,76177	285				

Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
PÁEZ (2015)	143	12693,37486	88,76485915	47,94567991		
OSÓRIO (2014)	143	13308,13543	93,06388412	94,99719178		
ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1321,435518	1	1321,435518	18,48900197	2,3519E-05	3,874410219
Dentro dos grupos	20297,88778	284	71,47143585			
Total	21619,3233	285				

Anova: fator único						
RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
ALBUQUERQUE (2017)	142	12342,79881	86,92111839	66,69735233		
OSÓRIO (2014)	143	13308,13543	93,06388412	94,99719178		
ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2688,483821	1	2688,483821	33,23330641	2,13527E-08	3,874527396
Dentro dos grupos	22893,92791	283	80,89727177			
Total	25582,41173	284				

Anova: fator							
RESUMO							
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
PÁEZ (2015)	143	12693,37486	88,76485915	47,94567991			
ALBUQUERQUE	142	12342,79881	86,92111839	66,69735233			
ANOVA							
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre grupos	242,202844	1	242,202844	4,227782647	0,040684323	3,874527396	
Dentro dos grupos	16212,61323	283	57,28838596				
Total	16454,81607	284					

Anova: fator							
RESUMO							
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
SOUZA (2021)	143	10439,16784	73,00117371	94,39808156			
ALBUQUERQUE	142	12342,79881	86,92111839	66,69735233			
ANOVA							
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre grupos	13805,5763	1	13805,5763	171,2921678	6,30699E-31	3,874527396	
Dentro dos grupos	22808,85426	283	80,59665817				
Total	36614,43056	284					

APÊNDICE 3 - Análise de convergência dos 15 piores trechos

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		12	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{SOUZA}
TRECHO 38	58,33	TRECHO 38	45,67
TRECHO 37	64,17	TRECHO 37	52,17
TRECHO 11	65,00	TRECHO 20	52,50
TRECHO 10	65,83	TRECHO 125	55,67
TRECHO 20	65,83	TRECHO 69	55,83
TRECHO 69	66,67	TRECHO 137	55,83
TRECHO 125	67,50	TRECHO 11	56,33
TRECHO 137	67,50	TRECHO 10	56,50
TRECHO 59	68,33	TRECHO 80	57,33
TRECHO 01	69,17	TRECHO 84	57,33
TRECHO 09	69,17	TRECHO 64	57,50
TRECHO 12	69,17	TRECHO 08	59,17
TRECHO 84	69,17	TRECHO 88	59,67
TRECHO 80	70,00	TRECHO 09	59,83
TRECHO 129	70,83	TRECHO 12	60,33

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		3	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{PÁEZ}
TRECHO 38	58,33	TRECHO 37	58,02
TRECHO 37	64,17	TRECHO 131	64,55
TRECHO 11	65,00	TRECHO 136	64,69
TRECHO 10	65,83	TRECHO 125	69,19
TRECHO 20	65,83	TRECHO 75	72,71
TRECHO 69	66,67	TRECHO 123	74,33
TRECHO 125	67,50	TRECHO 33	74,98
TRECHO 137	67,50	TRECHO 45	78,33
TRECHO 59	68,33	TRECHO 38	79,18
TRECHO 01	69,17	TRECHO 01	79,47
TRECHO 09	69,17	TRECHO 35	79,59
TRECHO 12	69,17	TRECHO 80	79,89
TRECHO 84	69,17	TRECHO 84	80,54
TRECHO 80	70,00	TRECHO 138	80,93
TRECHO 129	70,83	TRECHO 59	81,43

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		8	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{OSO}
TRECHO 38	58,33	TRECHO 136	48,89
TRECHO 37	64,17	TRECHO 137	52,19
TRECHO 11	65,00	TRECHO 11	54,62
TRECHO 10	65,83	TRECHO 10	62,37
TRECHO 20	65,83	TRECHO 12	62,39
TRECHO 69	66,67	TRECHO 45	62,99
TRECHO 125	67,50	TRECHO 38	69,41
TRECHO 137	67,50	TRECHO 132	72,14
TRECHO 59	68,33	TRECHO 129	75,20
TRECHO 01	69,17	TRECHO 09	76,26
TRECHO 09	69,17	TRECHO 79	79,40
TRECHO 12	69,17	TRECHO 112	80,97
TRECHO 84	69,17	TRECHO 84	81,25
TRECHO 80	70,00	TRECHO 40	81,36
TRECHO 129	70,83	TRECHO 05	83,15

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		8	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 38	58,33	TRECHO 01	10,44
TRECHO 37	64,17	TRECHO 11	47,17
TRECHO 11	65,00	TRECHO 137	52,61
TRECHO 10	65,83	TRECHO 10	65,89
TRECHO 20	65,83	TRECHO 12	66,07
TRECHO 69	66,67	TRECHO 46	67,75
TRECHO 125	67,50	TRECHO 23	67,83
TRECHO 137	67,50	TRECHO 136	71,93
TRECHO 59	68,33	TRECHO 38	72,40
TRECHO 01	69,17	TRECHO 132	72,45
TRECHO 09	69,17	TRECHO 129	74,25
TRECHO 12	69,17	TRECHO 15	74,96
TRECHO 84	69,17	TRECHO 139	75,05
TRECHO 80	70,00	TRECHO 09	75,96
TRECHO 129	70,83	TRECHO 131	78,31

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		4	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{SOUZA}	TRECHOS	ICPU _{PÁEZ}
TRECHO 38	45,67	TRECHO 37	58,02
TRECHO 37	52,17	TRECHO 131	64,55
TRECHO 20	52,50	TRECHO 136	64,69
TRECHO 125	55,67	TRECHO 125	69,19
TRECHO 69	55,83	TRECHO 75	72,71
TRECHO 137	55,83	TRECHO 123	74,33
TRECHO 11	56,33	TRECHO 33	74,98
TRECHO 10	56,50	TRECHO 45	78,33
TRECHO 80	57,33	TRECHO 38	79,18
TRECHO 84	57,33	TRECHO 01	79,47
TRECHO 64	57,50	TRECHO 35	79,59
TRECHO 08	59,17	TRECHO 80	79,89
TRECHO 88	59,67	TRECHO 84	80,54
TRECHO 09	59,83	TRECHO 138	80,93
TRECHO 12	60,33	TRECHO 59	81,43

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		6	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{SOUZA}	TRECHOS	ICPU _{OSO}
TRECHO 38	45,67	TRECHO 136	48,89
TRECHO 37	52,17	TRECHO 137	52,19
TRECHO 20	52,50	TRECHO 11	54,62
TRECHO 125	55,67	TRECHO 10	62,37
TRECHO 69	55,83	TRECHO 12	62,39
TRECHO 137	55,83	TRECHO 45	62,99
TRECHO 11	56,33	TRECHO 38	69,41
TRECHO 10	56,50	TRECHO 132	72,14
TRECHO 80	57,33	TRECHO 129	75,20
TRECHO 84	57,33	TRECHO 09	76,26
TRECHO 64	57,50	TRECHO 79	79,40
TRECHO 08	59,17	TRECHO 112	80,97
TRECHO 88	59,67	TRECHO 84	81,25
TRECHO 09	59,83	TRECHO 40	81,36
TRECHO 12	60,33	TRECHO 05	83,15

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		6	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{SOUZA}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 38	45,67	TRECHO 01	10,44
TRECHO 37	52,17	TRECHO 11	47,17
TRECHO 20	52,50	TRECHO 137	52,61
TRECHO 125	55,67	TRECHO 10	65,89
TRECHO 69	55,83	TRECHO 12	66,07
TRECHO 137	55,83	TRECHO 46	67,75
TRECHO 11	56,33	TRECHO 23	67,83
TRECHO 10	56,50	TRECHO 136	71,93
TRECHO 80	57,33	TRECHO 38	72,40
TRECHO 84	57,33	TRECHO 132	72,45
TRECHO 64	57,50	TRECHO 129	74,25
TRECHO 08	59,17	TRECHO 15	74,96
TRECHO 88	59,67	TRECHO 139	75,05
TRECHO 09	59,83	TRECHO 09	75,96
TRECHO 12	60,33	TRECHO 131	78,31

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		4	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{PÁEZ}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 37	58,02	TRECHO 01	10,44
TRECHO 131	64,55	TRECHO 11	47,17
TRECHO 136	64,69	TRECHO 137	52,61
TRECHO 125	69,19	TRECHO 10	65,89
TRECHO 75	72,71	TRECHO 12	66,07
TRECHO 123	74,33	TRECHO 46	67,75
TRECHO 33	74,98	TRECHO 23	67,83
TRECHO 45	78,33	TRECHO 136	71,93
TRECHO 38	79,18	TRECHO 38	72,40
TRECHO 01	79,47	TRECHO 132	72,45
TRECHO 35	79,59	TRECHO 129	74,25
TRECHO 80	79,89	TRECHO 15	74,96
TRECHO 84	80,54	TRECHO 139	75,05
TRECHO 138	80,93	TRECHO 09	75,96
TRECHO 59	81,43	TRECHO 131	78,31

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		4	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{PÁEZ}	TRECHOS	ICPU _{OSO}
TRECHO 37	58,02	TRECHO 136	48,89
TRECHO 131	64,55	TRECHO 137	52,19
TRECHO 136	64,69	TRECHO 11	54,62
TRECHO 125	69,19	TRECHO 10	62,37
TRECHO 75	72,71	TRECHO 12	62,39
TRECHO 123	74,33	TRECHO 45	62,99
TRECHO 33	74,98	TRECHO 38	69,41
TRECHO 45	78,33	TRECHO 132	72,14
TRECHO 38	79,18	TRECHO 129	75,20
TRECHO 01	79,47	TRECHO 09	76,26
TRECHO 35	79,59	TRECHO 79	79,40
TRECHO 80	79,89	TRECHO 112	80,97
TRECHO 84	80,54	TRECHO 84	81,25
TRECHO 138	80,93	TRECHO 40	81,36
TRECHO 59	81,43	TRECHO 05	83,15

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		9	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{OSO}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 136	48,89	TRECHO 01	10,44
TRECHO 137	52,19	TRECHO 11	47,17
TRECHO 11	54,62	TRECHO 137	52,61
TRECHO 10	62,37	TRECHO 10	65,89
TRECHO 12	62,39	TRECHO 12	66,07
TRECHO 45	62,99	TRECHO 46	67,75
TRECHO 38	69,41	TRECHO 23	67,83
TRECHO 132	72,14	TRECHO 136	71,93
TRECHO 129	75,20	TRECHO 38	72,40
TRECHO 09	76,26	TRECHO 132	72,45
TRECHO 79	79,40	TRECHO 129	74,25
TRECHO 112	80,97	TRECHO 15	74,96
TRECHO 84	81,25	TRECHO 139	75,05
TRECHO 40	81,36	TRECHO 09	75,96
TRECHO 05	83,15	TRECHO 131	78,31

APÊNDICE 4 - Análise de convergência dos 15 melhores trechos

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		14	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{SOUZA}
TRECHO 101	98,33	TRECHO 101	96,67
TRECHO 102	97,50	TRECHO 99	95,00
TRECHO 99	97,50	TRECHO 102	95,00
TRECHO 110	96,67	TRECHO 29	93,33
TRECHO 29	96,67	TRECHO 110	93,33
TRECHO 100	95,00	TRECHO 100	91,67
TRECHO 49	95,00	TRECHO 133	90,00
TRECHO 78	94,17	TRECHO 49	89,67
TRECHO 103	93,33	TRECHO 103	89,33
TRECHO 93	93,33	TRECHO 78	87,83
TRECHO 133	92,50	TRECHO 85	86,33
TRECHO 107	91,67	TRECHO 107	86,33
TRECHO 32	91,67	TRECHO 93	86,00
TRECHO 85	91,67	TRECHO 94	86,00
TRECHO 94	91,67	TRECHO 73	85,83

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		11	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{PÁEZ}
TRECHO 101	98,33	TRECHO 101	99,30
TRECHO 102	97,50	TRECHO 102	99,30
TRECHO 99	97,50	TRECHO 100	99,10
TRECHO 110	96,67	TRECHO 103	99,10
TRECHO 29	96,67	TRECHO 99	98,39
TRECHO 100	95,00	TRECHO 29	98,11
TRECHO 49	95,00	TRECHO 85	98,11
TRECHO 78	94,17	TRECHO 107	98,11
TRECHO 103	93,33	TRECHO 110	98,11
TRECHO 93	93,33	TRECHO 03	97,21
TRECHO 133	92,50	TRECHO 32	97,21
TRECHO 107	91,67	TRECHO 49	97,21
TRECHO 32	91,67	TRECHO 30	96,83
TRECHO 85	91,67	TRECHO 133	96,79
TRECHO 94	91,67	TRECHO 24	96,51

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		10	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{OSO}
TRECHO 101	98,33	TRECHO 29	100,00
TRECHO 102	97,50	TRECHO 85	100,00
TRECHO 99	97,50	TRECHO 99	100,00
TRECHO 110	96,67	TRECHO 101	100,00
TRECHO 29	96,67	TRECHO 102	100,00
TRECHO 100	95,00	TRECHO 107	100,00
TRECHO 49	95,00	TRECHO 110	100,00
TRECHO 78	94,17	TRECHO 103	99,98
TRECHO 103	93,33	TRECHO 133	99,98
TRECHO 93	93,33	TRECHO 106	99,93
TRECHO 133	92,50	TRECHO 94	99,92
TRECHO 107	91,67	TRECHO 27	99,91
TRECHO 32	91,67	TRECHO 130	99,89
TRECHO 85	91,67	TRECHO 98	99,86
TRECHO 94	91,67	TRECHO 71	99,74

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		6	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{AIHUKI}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 101	98,33	TRECHO 103	99,98
TRECHO 102	97,50	TRECHO 100	99,71
TRECHO 99	97,50	TRECHO 101	99,28
TRECHO 110	96,67	TRECHO 102	98,76
TRECHO 29	96,67	TRECHO 135	97,92
TRECHO 100	95,00	TRECHO 45	97,78
TRECHO 49	95,00	TRECHO 89	97,66
TRECHO 78	94,17	TRECHO 79	97,40
TRECHO 103	93,33	TRECHO 99	97,33
TRECHO 93	93,33	TRECHO 133	97,06
TRECHO 133	92,50	TRECHO 130	96,98
TRECHO 107	91,67	TRECHO 98	96,54
TRECHO 32	91,67	TRECHO 48	96,28
TRECHO 85	91,67	TRECHO 86	96,17
TRECHO 94	91,67	TRECHO 44	96,16

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		10	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{SOUZA}	TRECHOS	ICPU _{PAEZ}
TRECHO 101	96,67	TRECHO 101	99,30
TRECHO 99	95,00	TRECHO 102	99,30
TRECHO 102	95,00	TRECHO 100	99,10
TRECHO 29	93,33	TRECHO 103	99,10
TRECHO 110	93,33	TRECHO 99	98,39
TRECHO 100	91,67	TRECHO 29	98,11
TRECHO 133	90,00	TRECHO 85	98,11
TRECHO 49	89,67	TRECHO 107	98,11
TRECHO 103	89,33	TRECHO 110	98,11
TRECHO 78	87,83	TRECHO 03	97,21
TRECHO 85	86,33	TRECHO 32	97,21
TRECHO 107	86,33	TRECHO 49	97,21
TRECHO 93	86,00	TRECHO 30	96,83
TRECHO 94	86,00	TRECHO 133	96,79
TRECHO 73	85,83	TRECHO 24	96,51

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		8	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{SOUZA}	TRECHOS	ICPU _{OSO}
TRECHO 101	96,67	TRECHO 29	100,00
TRECHO 99	95,00	TRECHO 85	100,00
TRECHO 102	95,00	TRECHO 99	100,00
TRECHO 29	93,33	TRECHO 101	100,00
TRECHO 110	93,33	TRECHO 102	100,00
TRECHO 100	91,67	TRECHO 107	100,00
TRECHO 133	90,00	TRECHO 110	100,00
TRECHO 49	89,67	TRECHO 103	99,98
TRECHO 103	89,33	TRECHO 133	99,98
TRECHO 78	87,83	TRECHO 106	99,93
TRECHO 85	86,33	TRECHO 94	99,92
TRECHO 107	86,33	TRECHO 27	99,91
TRECHO 93	86,00	TRECHO 130	99,89
TRECHO 94	86,00	TRECHO 98	99,86
TRECHO 73	85,83	TRECHO 71	99,74

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		6	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{SOUZA}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 101	96,67	TRECHO 103	99,98
TRECHO 99	95,00	TRECHO 100	99,71
TRECHO 102	95,00	TRECHO 101	99,28
TRECHO 29	93,33	TRECHO 102	98,76
TRECHO 110	93,33	TRECHO 135	97,92
TRECHO 100	91,67	TRECHO 45	97,78
TRECHO 133	90,00	TRECHO 89	97,66
TRECHO 49	89,67	TRECHO 79	97,40
TRECHO 103	89,33	TRECHO 99	97,33
TRECHO 78	87,83	TRECHO 133	97,06
TRECHO 85	86,33	TRECHO 130	96,98
TRECHO 107	86,33	TRECHO 98	96,54
TRECHO 93	86,00	TRECHO 48	96,28
TRECHO 94	86,00	TRECHO 86	96,17
TRECHO 73	85,83	TRECHO 44	96,16

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		9	
MÉTODOS		CONVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{PAEZ}	TRECHOS	ICPU _{OSO}
TRECHO 101	99,30	TRECHO 29	100,00
TRECHO 102	99,30	TRECHO 85	100,00
TRECHO 100	99,10	TRECHO 99	100,00
TRECHO 103	99,10	TRECHO 101	100,00
TRECHO 99	98,39	TRECHO 102	100,00
TRECHO 29	98,11	TRECHO 107	100,00
TRECHO 85	98,11	TRECHO 110	100,00
TRECHO 107	98,11	TRECHO 103	99,98
TRECHO 110	98,11	TRECHO 133	99,98
TRECHO 03	97,21	TRECHO 106	99,93
TRECHO 32	97,21	TRECHO 94	99,92
TRECHO 49	97,21	TRECHO 27	99,91
TRECHO 30	96,83	TRECHO 130	99,89
TRECHO 133	96,79	TRECHO 98	99,86
TRECHO 24	96,51	TRECHO 71	99,74

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		6	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{PÁEZ}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 101	99,30	TRECHO 103	99,98
TRECHO 102	99,30	TRECHO 100	99,71
TRECHO 100	99,10	TRECHO 101	99,28
TRECHO 103	99,10	TRECHO 102	98,76
TRECHO 99	98,39	TRECHO 135	97,92
TRECHO 29	98,11	TRECHO 45	97,78
TRECHO 85	98,11	TRECHO 89	97,66
TRECHO 107	98,11	TRECHO 79	97,40
TRECHO 110	98,11	TRECHO 99	97,33
TRECHO 03	97,21	TRECHO 133	97,06
TRECHO 32	97,21	TRECHO 130	96,98
TRECHO 49	97,21	TRECHO 98	96,54
TRECHO 30	96,83	TRECHO 48	96,28
TRECHO 133	96,79	TRECHO 86	96,17
TRECHO 24	96,51	TRECHO 44	96,16

N° DE TRECHOS CONVERGENTES		7	
MÉTODOS		DIVERGENTES	
TRECHOS	ICPU _{OSO}	TRECHOS	ICPU _{ALB}
TRECHO 29	100,00	TRECHO 103	99,98
TRECHO 85	100,00	TRECHO 100	99,71
TRECHO 99	100,00	TRECHO 101	99,28
TRECHO 101	100,00	TRECHO 102	98,76
TRECHO 102	100,00	TRECHO 135	97,92
TRECHO 107	100,00	TRECHO 45	97,78
TRECHO 110	100,00	TRECHO 89	97,66
TRECHO 103	99,98	TRECHO 79	97,40
TRECHO 133	99,98	TRECHO 99	97,33
TRECHO 106	99,93	TRECHO 133	97,06
TRECHO 94	99,92	TRECHO 130	96,98
TRECHO 27	99,91	TRECHO 98	96,54
TRECHO 130	99,89	TRECHO 48	96,28
TRECHO 98	99,86	TRECHO 86	96,17
TRECHO 71	99,74	TRECHO 44	96,16