



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**TALMO CUNHA DE SOUSA**

**Avaliação objetiva de pavimentos flexíveis pelo método do ICP/SHRP.**

**Estudo de caso, bairro de Batista Campos em Belém-PA**

**BELÉM – PA**

**2021**

**TALMO CUNHA DE SOUSA**

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

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

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

**BELÉM – PA**

**2021**

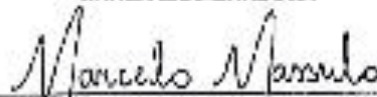
**TALMO CUNHA DE SOUSA**

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

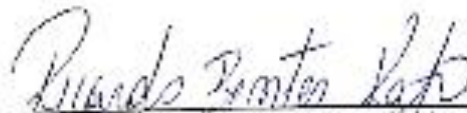
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de  
Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Belém, 09 de junho de 2021

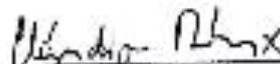
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. (Marcelo Figueiredo Mesquita Aguiar)  
Orientador



Prof. Dr. (Ricardo Barros Kato)  
Examinador



Eng. M. Sc. (Cláudia Luiza Dubois Neves Filho)  
Examinador

Aprovado, com conceito EXC, em  
09 de junho de 2021

Aos meus pais, maiores incentivadores da  
minha escolha.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por sempre ter me protegido, iluminado meus pensamentos e fazer com que meus objetivos fossem alcançados durante todos os meus anos de estudos. Agradeço também, por ter me dado saúde e sabedoria para seguir firme.

Agradeço aos meu pais, Mauro e Karla, meus irmãos, Tales e Tácio, por não medirem esforços para me ajudar nos meus sonhos e terem sido fundamentais em minha vida, desde os primeiros passos até hoje e por todo o incentivo que me deram nos momentos difíceis.

À Steffani Alves, por todo o incentivo e todos os conselhos, tornando todos os momentos, até mesmo os conturbados, mais felizes.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar, por aceitar conduzir o meu TCC, por toda paciência e toda dedicação em me auxiliar com esse trabalho. Por entender minhas dificuldades e por todos os ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

À todos que me ajudaram de forma direta ou indiretamente nessa jornada, deixo aqui os meus mais sinceros agradecimentos.

# **Avaliação objetiva de pavimentos flexíveis pelo método do ICP/SHRP.**

## **Estudo de caso, bairro de Batista Campos em Belém-PA**

Talmo Cunha de Sousa

### **RESUMO**

Os Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGPs) são ferramentas importantes para manter a malha viária urbana em boas condições de rolamento com o mínimo uso de recursos públicos, porém para que o SGP funcione bem é necessário haver a etapa de avaliação da condição da superfície de rolamento. Portanto, o objetivo dessa pesquisa é fazer o levantamento da condição da superfície do pavimento no bairro de Batista Campos. Para se atingir esse objetivo foi realizado o levantamento de campo baseado no método do SHRP (Strategic Highway Research Program) e paralelamente, por oportunidade, foram levantadas as condições da sinalização horizontal. A nota do pavimento foi obtida por meio do cálculo do ICP (Índice de Condição do Pavimento), que qualifica o estado do pavimento de 0 a 100. Dentre os principais resultados, tem-se que o ICP médio das vias do bairro de Batista Campos foi de 86,75 (excelente desempenho do pavimento). As vias arteriais do bairro estavam mais bem conservadas que as vias coletoras e locais. Os trechos mais críticos apresentaram o ICP de 61,67 e os melhores trechos exibiram ICP = 100. Os defeitos mais frequentes da malha viária analisada foram o desgaste, remendos e interferências com tubulações urbanas. A maioria dos defeitos detectados foi classificada como de baixa severidade e de baixa extensão. Houve uma forte correlação linear positiva entre as cotas dos trechos e seus respectivos ICPs. Apenas 48% das sinalizações horizontais do bairro estão bem conservadas, ou seja, a sinalização horizontal está em piores condições de conservação do que a superfície de rolamento dos trechos.

**Palavras-chave:** Sistema de gerência de pavimentos urbanos; defeitos em pavimentos flexíveis; pavimentos Urbanos; índice da condição do pavimento; Avaliação da condição da superfície de rolamento; Sinalização horizontal.

# **Objective assessment of flexible pavements using the PCI / SHRP method. Case study, Batista Campos district in Belém-PA**

Talmo Cunha de Sousa

## **ABSTRACT**

Pavement Management Systems (PMS) are important tools to keep the urban road network in good condition with the minimum use of public resources, but for the PMS to work well it is necessary to evaluate roads surface's conditions. Therefore, the objective of this research is to survey the condition of the pavement surface in the Batista Campos district. In order to do so, a field survey was carried out based on the SHRP (Strategic Highway Research Program) method and, at the same time, the conditions of horizontal signaling were surveyed. The pavement score was obtained by calculating Pavement Condition Index (PCI), which qualifies the pavement condition from 0 to 100. Among the main results, the average PCI was 86.75 (excellent pavement performance). The district's arterial roads were better preserved than the collecting and local roads. The most critical stretches had an PCI of 61.67 and the best stretches had an PCI = 100. The most frequent distress were raveling, patching and interference with urban pipes. Most distress detected were classified as low severity and low extension. There was a strong positive linear correlation between the stretch elevations and their respective PCI. Only 48% of the horizontal signs in the district are well preserved, so, the horizontal signs are in worse conservation conditions than the pavements surfaces.

**Key Words:** Urban pavement management system; distress in flexible pavements; Urban pavements; pavement condition index; distress identification.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos.....	18
Figura 2 – Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada com base no valor do ICP ...	25
Figura 3 - Planilha recomendada para avaliação de pavimentos.....	25
Figura 4 - Proposta inicial do ICPU para o Distrito Federal .....	28
Figura 5 - Proposta do ICPU para o D.F (10 tipos de defeitos) .....	28
Figura 6 - Proposta do ICPU para o D.F (5 tipos de defeitos) .....	28
Figura 7 - Linha simples seccionada (LMS-2) e linha simples contínua (LMS-1).....	31
Figura 8 – Linha retenção e faixa de travessia de pedestre .....	31
Figura 9 – Exemplos de MER, MVE e LPP.....	32
Figura 10 – Tipo de setas.....	32
Figura 11 – Legenda “velocidade regulamentada” e “pare” .....	33
Figura 12 – Área nobre do bairro de Batista Campos .....	36
Figura 13 – Delimitação do bairro Batista Campos .....	37
Figura 14 – Programa computacional do mapa topográfico de Batista Campos, altitude (cotas) .....	37
Figura 15 – Categorização viária do bairro de Batista Campos seguindo o Plano Diretor de Belém.....	38
Figura 16 – Número de Linhas de ônibus de cada via do bairro de Batista Campos .....	39
Figura 17 – Fluxograma do método .....	40
Figura 18 – Identificação por códigos dos 142 trechos do bairro Batista Campos .....	41
Figura 19 – Medição extensão e largura do código C32 .....	41
Figura 20 – Formulário de Campo .....	43
Figura 21 – Pesos dedutíveis método de referência .....	45
Figura 22 – Categorização para os valores do coeficiente de correlação .....	46
Figura 23 – Planilha dos ICPs .....	47
Figura 24 – Mapa de Classificação das vias por classes .....	50
Figura 25 – Resumo de resultados para o cenário alternativo.....	52
Figura 26 – Desgaste de média e alta severidade .....	56
Figura 27 – Exemplo de remendos .....	57
Figura 28 – Interferências com tubulações urbanas .....	58

Figura 29 - Corrugação.....	59
Figura 30 – Defeitos localizados nos trechos críticos do bairro de Batista Campos (C10 e C11).....	62
Figura 31 – Trechos C98/C99/C100/C101.....	63
Figura 32 – Trechos com a falta de sinalização adequada (MLS-2).....	65
Figura 33 – Trechos com a falta de sinalização adequada (FTP).....	66
Figura 34 – Incrições nos pavimentos com visibilidade adequada.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Denominação da categoria do pavimento, segundo o ICP método SHRP .....	26
Tabela 2 – Resultado dos ICPs dos 142 trechos avaliados.....	48
Tabela 3 – Comportamento dos defeitos em relação a severidade.....	60
Tabela 4 – Comportamento dos defeitos em relação a extensão.....	61
Tabela 5 – Resultados gerais sobre a sinalização horizontal do bairro de Batista Campos .....	64

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histograma de frequência absoluta .....	49
Gráfico 2 – ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais no cenário de referência .....	51
Gráfico 3 – Histograma de frequência absoluta no cenário alternativo .....	53
Gráfico 4 – ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais no cenário alternativo.....	54
Gráfico 5 – Comparação dos ICPs de referência versus alternativo .....	55
Gráfico 6 – 10 defeitos mais frequentes versus n° de ocorrências .....	56
Gráfico 7 – Cota versus ICP no cenário de referência .....	68
Gráfico 8 – Cota versus ICP no cenário alternativo .....	69
Gráfico 9 – N° de linhas de ônibus versus ICP no cenário de referência.....	70
Gráfico 10 – N° de linhas de ônibus versus ICP no cenário alternativo .....	71

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
1.1 Objetivo .....	14
1.1.1 Objetivo geral .....	14
1.1.2 Objetivos específicos .....	15
1.2 Justificativa .....	15
1.3 Estrutura do trabalho .....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Sistema de gerência de pavimentos .....	17
2.2 Método do SHRP para o cálculo do ICP.....	21
2.2.1 Método do SHRP .....	21
2.2.2 Cálculo do ICP .....	24
2.3 Estudos de caso de cálculo do ICP em vias urbanas .....	26
2.4 Sinalização horizontal.....	29
3. MÉTODO.....	36
3.1 Caracterização da área de estudo .....	36
3.2 Descrição do método .....	40
3.2.1 Codificações dos quarteirões .....	40
3.2.2 Inventário da rede.....	41
3.2.3 Cálculo do ICP .....	44
3.2.4 Análise de dados .....	46
3.2.5 Correlação ICP <i>versus</i> parâmetros .....	46
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
4.1 Cálculo do ICP para o cenário de referência .....	47
4.2 Cálculo do ICP para o cenário alternativo .....	52
4.3 Comparações dos valores de ICP no cenário de referência <i>versus</i> ICP do cenário alternativo	54
4.4 Descrição dos defeitos encontrados na malha viária do bairro de Batista Campos.....	55
4.5 Considerações sobre a severidade e a extensão dos defeitos.....	60
4.6 Detalhamento dos trechos que apresentaram os piores ICPs .....	61
4.7 Levantamentos da sinalização horizontal .....	64
4.8 Correlação ICP <i>versus</i> cotas e quantidades de linhas de ônibus.....	67
4.9 Considerações finais.....	71
5. CONCLUSÃO .....	73
5.1 Sugestões para trabalhos futuros .....	74
6. REFERÊNCIAS .....	75

APÊNDICE A – ASPECTOS GERAIS DO BAIRRO BATISTA CAMPOS .....	78
---	----

## **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento urbano está totalmente interligado ao crescimento das cidades, as quais com um planejamento urbano adequado podem ter uma melhoria da qualidade de vida da população. Deve-se valorizar a importância da mobilidade e o planejamento urbano no sistema viário do futuro (MANTAI, 2016). Ou seja, é fundamental que a qualidade do sistema viário urbano seja boa para a ocorrência de boa mobilidade urbana, seja de pessoas ou de cargas.

Seguindo esse contexto, os sistemas de gerência de pavimentos (SGP) é fundamental para garantir um bom uso e um bom retorno dos limitados recursos públicos, visto que o SGP tem por objetivo o melhor retorno possível para os recursos investidos, provendo pavimentos econômicos, confortáveis e seguros aos usuários. Os SGPs representam a possibilidade de se avançar de um simples esquema de manutenção baseado apenas na correção de problemas para um sistema de manutenção planejada, capaz de prolongar a vida útil e garantir padrões mínimos de serviço em toda a malha viária. Normalmente, ao se empregar somente atividades de manutenção corretiva nos pavimentos, o custo é sempre maior, seja para os usuários que trafegam sobre uma malhaviária deteriorada, seja para os cofres públicos, pois o dispêndio financeiro é maior para manutenções corretivas do que para manutenções preventivas (DANIELESKI, 2004).

A cidade de Belém está muito atrasada em relação ao sistema de gerência de pavimento. Ao se trafegar pelas ruas é notória a quantidade de problemas relacionados a defeitos nos pavimentos, os quais são agravados pelo alto índice pluviométrico que afeta negativamente a qualidade dos pavimentos e, também, prejudicam a sinalização horizontal. Belém é uma cidade pobre com pequeno orçamento público frente às suas demandas de conservação do sistema viário.

Dessa forma, existe a necessidade de coletar dados objetivos sobre a condição dos pavimentos, os tipos de defeitos presentes nas vias e a condição da sinalização horizontal. Com isso, o presente trabalho será realizado em uma malha viária reduzida que é o bairro de Batista Campos.

### **1.1 Objetivo**

#### **1.1.1 Objetivo geral**

O trabalho tem como objetivo geral identificar o índice de condição dos pavimentos das vias do bairro de Batista Campos se valendo do método SHRP.

### 1.1.2 Objetivos específicos

O trabalho tem como objetivos específicos:

- Identificar defeitos mais e menos frequentes dos pavimentos flexíveis do bairro de Batista Campos.
- Identificar os melhores e o piores trechos do bairro de Batista Campos.
- Correlacionar os valores de ICP com diversos parâmetros, tais como cotas, tipos de vias, tráfego de transporte coletivo.
- Averiguar as condições de conservação e visibilidade da sinalização horizontal.

### 1.2 Justificativa

A avaliação de um pavimento compreende um conjunto de atividades destinadas à obtenção de dados, informações e parâmetros que permite diagnosticar os problemas e avaliar o desempenho apresentado pelo pavimento, de modo a se poder detectar as suas necessidades atuais e futuras de atividades de manutenção e reabilitação (M&R) e se prever as conseqüências da implementação de estratégias alternativas de manutenção.

A avaliação dos pavimentos consiste, portanto, em uma das primeiras etapas de um sistema de gerência de pavimentos urbanos que são ferramentas importantes para o correto direcionamento do investimento público na manutenção do sistema viário, fazendo com que o gasto seja ao mesmo tempo mínimo e eficaz, de forma a manter a malha viária urbana em um adequado nível de serviço. A coleta de dados simultânea sobre avaliação objetiva da condição da superfície de pavimentos e sobre as condições de sinalização horizontal também é promissora, visto que pode subsidiar a implantação de um sistema de gerência da sinalização horizontal, nos mesmos moldes dos sistemas de gerência de pavimentos.

Desta forma, o presente trabalho é relevante, em virtude da escassez de pesquisas sobre este tema no estado do Pará. Outro aspecto que justifica o tema é o fato de ser possível desenvolver o estudo durante o período da pandemia de Coronavírus, pois a coleta de dados envolve apenas caminhar pelas ruas do bairro, que se dá em espaço aberto e sem aglomeração. Não há necessidade de uso de laboratório.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

O trabalho está estruturado em 5 capítulos. Além desta introdução (Capítulo 1), o capítulo 2 (Revisão Bibliográfica) traz citações de trabalhos, artigos e documentos técnicos em quatro grandes eixos para embasar o trabalho: sistemas de gerência de pavimentos, método do SHRP para o cálculo do ICP, sinalização horizontal e estudos de casos de cálculo de ICP em outras localidades. Em 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 se possível, confrontados com os resultados dos autores citados no capítulo 2, também apresenta as considerações finais a respeito da malha viária urbana do bairro de Batista Campos. Em Conclusão, discute-se os resultados obtidos e propõe-se sugestões para trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os principais aspectos teóricos sobre o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP): Definição, história, importância, estrutura, níveis do SGP e atividades de manutenção e reabilitação. Também serão apresentados o procedimento do método do SHRP para o cálculo do ICP, bem como pesquisas e publicações que trazem estudos de caso do tema do trabalho e, por fim, os preceitos da sinalização horizontal urbana.

### 2.1 Sistema de gerência de pavimentos

A gerência de pavimentos, segundo Hass, Hudson e Zaniewski (1994), é um processo que abrange todas as atividades envolvidas com o propósito de fornecer e manter pavimentos em um nível adequado de serviço. Envolve desde a obtenção inicial de informações para o planejamento e elaboração de orçamento até a monitorização periódica do pavimento em serviço, passando pelo projeto e construção do pavimento e sua manutenção e reabilitação ao longo do tempo.

O estudo da Gerência de Pavimentos teve início na década de 1970, com a introdução dos primeiros conceitos sobre o assunto o que impulsionou o desenvolvimento e implantação de Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP) nas agências rodoviárias americanas (HAAS, HUDSON E FALLS, 2015). O Estado da Califórnia, nos Estados Unidos, foi um dos primeiros a adotar um sistema de gerência de pavimentos em seu sistema viário em 1979 (USDOT, 2003). Os primeiros SGPs foram baseados em um computador que mantinha a estrutura principal e continha disposições para um extenso banco de dados.

De acordo com Amekudzi e Attoh-Okine (1997), muitos estudos foram realizados posteriormente ao AASHO Road Test sobre gerência de pavimentos. Apesar disso, a implantação dos sistemas de gerência de pavimentos encontrou grande resistência. Alguns organismos que implantaram um SGP tiveram sucesso por meio de esforços solitários de entusiastas do novo processo de tomada de decisão.

Na mesma época, a *Canadian Good Roads Association* desenvolveu pesquisas relacionadas à gerência de pavimentos, onde inicialmente foram avaliados pavimentos de aeroportos devido a sua maior solicitação (HAAS et al., 1974, apud PÁEZ, 2015). Embora estes conceitos existam há praticamente meio século e inúmeras pesquisas reforcem a necessidade de um ciclo virtuoso de avaliação e gestão de pavimentos, poucos são os casos reais de sistemas

implantados e em operação no Brasil, especialmente nos órgãos responsáveis pela administração de malha viária urbana.

O objetivo de um sistema de gerência de pavimentos é manter a qualidade dos pavimentos dentro de um nível de aceitabilidade, ou seja, com superfície de rolamento em condições estruturais e funcionais adequadas à operação dos veículos, a uma determinada velocidade, de forma confortável e segura em todas as circunstâncias (YANG, 1972 apud PÁEZ, 2015).

Segundo Shahin (1994), os pavimentos precisam ser gerenciados, não somente mantidos. E embora seja difícil mudar a forma como os pavimentos são tratados hoje, será mais difícil explicar às gerações futuras como nós falhamos em gerenciar nossos recursos e preservar nossa infraestrutura viária. Ainda segundo Shahin (1994), quando questionados sobre por que não usam as mais recentes técnicas de gerência de pavimento, uma das respostas dos responsáveis é que não podem dispor dos recursos para inspeções e que preferem usar o dinheiro para reparar o pavimento. Não entenderam que o sistema de gerência de pavimento pode ser apresentado como: “invista agora ou pague muito mais depois”.

Na Figura 1, está indicada a estrutura de um SGP. Nota-se que uma das primeiras atividades é a avaliação da malha viária, logo após a obtenção dos dados de inventário. Após a avaliação, faz-se a análise de prioridade das seções, por exemplo através de Índices de Prioridade (IP). Para cada seção é adotada uma estratégia de manutenção e reabilitação (nível de rede), em que as opções geralmente são: Não Fazer Nada (NF), Manutenção Preventiva (MP), Manutenção Corretiva (MC), Reforço (RF) e Reconstrução (RC). Passa-se ao detalhamento (nível de projeto), com seleção da atividade de M&R e o seu dimensionamento, se necessário. Finalmente, tem-se a implementação da atividade escolhida.

**Figura 1 – Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos**



Fonte: (MAPC, 1986)

Nas etapas de avaliação e de levantamento de defeitos, é importante salientar que existem algumas diferenças entre pavimentos urbanos e rodoviários. O defeito desnível pista-acostamento, por exemplo, encontrado em rodovias, não é observado em pavimentos urbanos. Outros defeitos, como trincas transversais, agregados polidos e bombeamento, raramente são encontrados em vias urbanas, acarretando uma diferença nos defeitos considerados na avaliação de pavimentos rodoviários ou urbanos (ZANCHETTA, 2005). As seções a serem avaliadas em pavimentos rodoviários são definidas a partir de trechos considerados homogêneos. Já nos pavimentos urbanos, praticamente não há trechos homogêneos, sendo cada seção definida como uma quadra. Como a velocidade dos veículos é maior nas rodovias, a irregularidade longitudinal tem grande importância, o que não ocorre em vias urbanas, onde a velocidade é menor (ZANCHETTA, 2005).

Não existe uma fórmula mecânica ou empírica definitiva para o cálculo de um índice de qualidade do pavimento, pois certos defeitos influem mais que outros para a perda de serventia do pavimento, cada nível de severidade e de densidade de um determinado defeito deve ser associado a um fator de ponderação, sendo que os fatores de ponderação devem ser ajustados para as condições operacionais e ambientais do local onde serão utilizados (FERNANDES JUNIOR *et al.*, 2011). Assim, muitos índices de condição de pavimento têm sido propostos e utilizados (CHEN *et al.*, 1993; KHEDR E EL DIMEERY, 1994; BERTOLLO, 1997), tais como: Índice Global de Degradação (IGD), Índice de Serventia Paragon (ISP), Índice de Gravidade Global (IGG) e o Índice de Condição do Pavimento (ICP).

O Departamento Nacional de Infra-Estrutura (DNIT) sugere algumas normas/documentos que visam identificar os defeitos presentes nos pavimentos e os cálculos dos índices que refletem a qualidade da superfície de rolamento dos pavimentos.

A norma DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – procedimento: Norma que explica como deve ser feita a avaliação de campo, por caminhamento, com a identificação e mensuração da extensão dos defeitos para que se possa calcular o Índice Global de Gravidade (IGG), que é um número que indica o grau de deterioração do pavimento. O IGG varia de 0 a 200, sendo que quanto mais baixo o valor do índice, melhor é o estado de conservação do pavimento.

A norma DNIT 009/2003 – PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – procedimentos: Norma que instrui como calcular o VSA (valor de

serventia atual do pavimento) mediante notas subjetivas da condição do pavimento emitidas por diferentes avaliadores.

Convencionalmente, o processo de tomada de decisão de um SGP é dividido em nível de rede (estratégico) e nível de projeto (operacional) (HAAS et al., 1994). De acordo com Amekudzi e Attoh-Okine (1997), literaturas recentes introduzem um novo modelo de SGP com três níveis, diferenciando o nível de rede em nível de programa e nível de seleção de projetos, como segue abaixo:

- Nível de Programa: envolve planejamento e alocação de recursos para otimização da rede;
- Nível de Seleção de Projeto: hierarquiza projetos candidatos, levando em conta as restrições orçamentárias;
- Nível de projeto: detalha as atividades (por exemplo, o dimensionamento de reforço) a serem implementadas em projetos específicos, escolhidos no nível de seleção de projeto.

Haas *et al.* (1994) salientam que as informações necessárias para cada nível de gerência devem ser coletadas e atualizadas periodicamente. Os critérios de decisão devem ser estabelecidos e quantificados e as estratégias alternativas devem ser identificadas. É preciso fazer a previsão do desempenho e dos custos de cada alternativa e, ainda, desenvolver procedimentos de otimização que considerem todo o ciclo de vida do pavimento. Finalmente, deve-se implantar todas essas atividades de gerência e usar a estratégia ótima selecionada.

Embora as atividades de manutenção ajudem a prolongar a vida em serviço, os pavimentos precisam, mais cedo ou mais tarde, de atividades de reabilitação. Quando o período de projeto é excedido, seja na idade ou no número de repetições das solicitações do tráfego, há necessidade de atividades de reabilitação, que consistem de trabalhos mais efetivos, visando a recuperação, o reforço ou a adaptação de pavimentos deficientes (FERNANDES JUNIOR, ODA E ZERBINI, 1999).

Zanchetta (2017) esclarece que o uso exclusivo de tapa-buracos e recapeamentos é duas vezes mais oneroso e mantém o pavimento em condição inferior ao que é possível com base nas técnicas de um sistema de gerência de pavimentos urbanos.

O conceito de árvores de decisão já foi utilizado no desenvolvimento do SGPU (Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos) da NOVACAP (Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil) para a sugestão de estratégias de M&R, em nível de rede. O conceito

utilizado foi proposto por Chen et al. (1993) e considera três parâmetros do pavimento para a definição do tipo de estratégia a ser sugerida: Índice de Condição do Pavimento (ICP) baseado nos defeitos, idade do pavimento e volume diário médio da via. Como saída, têm-se as seguintes possibilidades: “Não fazer nada”, “Manutenção Preventiva”, “Manutenção Corretiva”, “Reparo Funcional”, “Reparo Estrutural” e “Reconstrução”.

Ampliando as análises de um SGPU para o nível de projeto, de maneira análoga Chen et al. (1994) propõem outra abordagem para a definição de atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos. Ao combinar os dados de severidade e extensão de defeitos com o nível de tráfego, é possível sugerir serviços específicos para a correção das irregularidades identificadas na avaliação dos pavimentos. Considerando o método de identificação de defeitos do manual do programa SHRP (1993), com quinze tipos e três níveis de severidade e extensão cada, além dos três níveis de tráfego (alto, médio e baixo), o universo de possibilidades de serviços chega a 405 (quatrocentos e cinco) combinações.

Uma vez apresentados os principais conceitos e etapas alusivas a um SGP, a próxima seção do trabalho detalhará o cálculo do ICP que consolida os resultados da etapa de levantamento de defeitos.

## **2.2 Método do SHRP para o cálculo do ICP**

### **2.2.1 Método do SHRP**

Os diversos defeitos que um pavimento pode manifestar possuem vários níveis de atuação, iniciando de forma pouco significativa e posteriormente potencializando para uma situação crítica. A solução destas degradações é dada através de análises da condição do pavimento existente, sendo este antecedido por uma avaliação funcional e estrutural com a obtenção de diversos parâmetros de grande importância na definição das causas e indicação das alternativas de restauração recomendadas (SILVA *et al.*, 2017). Existem diversos métodos de inspeção visual das condições da rede pavimentada, um deles é método americano *Strategic Highway Research Program* (SHRP, 1993).

Este manual foi desenvolvido nos estudos sobre o Desempenho de Pavimentos a Longo Prazo (LTPP), do Programa Estratégico de Pesquisas Rodoviária (SHRP, 1993) do Conselho Nacional de Pesquisas dos Estados Unidos. Durante os 20 anos de vida do programa, as agências rodoviárias nos Estados Unidos e outros 15 países coletaram dados sobre a condição do pavimento, clima, e volumes de tráfego e cargas de mais de mil seções de pavimento.

Foi desenvolvido com o objetivo de fornecer ao Programa uma base uniforme para coletar dados sobre os defeitos em pavimentos e padronizar a linguagem para descrever as diversas tipologias de defeitos entre todos os órgãos que participaram do programa (PRESTES, 2001).

O manual do Programa de Pesquisa SHRP considera 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis. O Quadro 1 indica para cada tipo de defeito, a descrição, os níveis de severidade e a forma de quantificação da extensão (SHRP, 1993).

**Quadro 1- Identificação dos defeitos de pavimentos**

DEFEITO	CARACTERÍSTICA	NÍVEL DE SEVERIDADE	COMO MEDIR
<b>TRINCAS POR FADIGA DO REVESTIMENTO</b>	Áreas submetidas a cargas repetidas de tráfego Forma: “couro de crocodilo” ou “tela de galinheiro”Espaçamento inferior a 30 cm	<b>BAIXA:</b> poucas trincas conectadas, sem erosão nos bordos e sem evidência de bombeamento. <b>MÉDIA:</b> trincas conectadas e bordos levemente erodidos, mas sem evidência de bombeamento. <b>ALTA:</b> trincas erodidas nos bordos, movimentação dos blocos quando submetidos ao tráfego e com evidencia de bombeamento	Registrar a área afetada (m <sup>2</sup> ) para cada nível de severidade.
<b>TRINCAS EM BLOCOS</b>	Trincas que dividem o pavimento em pedaços aproximadamente retangulares Tamanho dos blocos: 0,1 a 10 m <sup>2</sup>	<b>BAIXA:</b> trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições <b>MÉDIA:</b> trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas <b>ALTA:</b> trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas aleatórias adjacentes com severidade média a altaaleatórias adjacentes com severidade média e alta	Registrar a área afetada (m <sup>2</sup> ) para cada nível de severidade.
<b>TRINCAS NOS BORDOS</b>	Apenas para pavimentos com acostamentos não pavimentados. Dentro de uma faixa de 60 cm a partir da extremidade do pavimento	<b>BAIXA:</b> sem perda de material ou despedaçamento. <b>MÉDIA:</b> perda de material e despedaçamento em até 10% da extensão afetada. <b>ALTA:</b> perda de material e despedaçamento em mais de 10% da extensão afetada	Registrar a extensão afetada (m) para cada nível de severidade.
<b>TRINCAS LONGITUDINAIS</b>	Trincas predominantemente paralelas ao eixo, podendo se localizar dentro ou fora das trilhas de roda	<b>BAIXA:</b> trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições. <b>MÉDIA:</b> trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa. <b>ALTA:</b> trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta	Registrar a extensão (m) das trincas longitudinais e os níveis de severidade correspondentes (nas trilhas de roda ou fora delas).Registrar a extensão com selante em boas condições.

DEFEITO	CARACTERÍSTICA	NÍVEL DE SEVERIDADE	COMO MEDIR
<b>TRINCAS POR REFLEXÃO</b>	Reflexão de trincas ou juntas das camadas inferiores. Recapeamento ou pavimentos novos (contração da base)	<b>BAIXA:</b> trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições. <b>MÉDIA:</b> trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa. <b>ALTA:</b> trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta	Registrar, em separado, as trincas transversais e longitudinais. Registrar o nº de trincas transversais. Registrar a extensão das trincas e os níveis de severidade. Registrar a extensão com selante em boas condições.
<b>TRINCAS TRANSVERSAIS</b>	Trincas predominantemente perpendiculares ao eixo. Severidade de uma trinca: adotar a mais elevada, desde que represente pelo menos 10% da extensão	<b>BAIXA:</b> trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições. <b>MÉDIA:</b> trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa. <b>ALTA:</b> trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta	Registrar o nº de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes. Registrar a extensão com selante em boas condições.
<b>REMENDOS</b>	Porção da superfície do pavimento, maior que 0,1 m <sup>2</sup> , removida e substituída ou material aplicado ao pavimento após a construção inicial	Função da severidade dos defeitos apresentados pelo remendo	Registrar o nº de remendos e a área afetada (m <sup>2</sup> ) para cada nível de severidade.
<b>PANELAS</b>	Buracos resultantes de desintegração localizada, sob a ação do tráfego e em presença de água. Fragmentação, causada por trincas por fadiga ou desgaste, e remoção localizada de partes do revestimento	<b>BAIXA:</b> profundidade menor que 25 mm. <b>MÉDIA:</b> profundidade entre 25 e 50 mm. <b>ALTA:</b> profundidade maior que 50 mm	Registrar o nº de remendos e a área afetada para cada nível de severidade.
<b>DEFORMAÇÃO PERMANENTE</b>	Depressão longitudinal nas trilhas de roda, em razão de densificação dos materiais ou ruptura por cisalhamento	Substituídos pelas medições da deformação permanente a cada 15 m	Registrar a máxima deformação permanente nas trilhas de roda.
<b>CORRUGAÇÃO</b>	Deformação plástica caracterizada pela formação de ondulações transversais na superfície do pavimento	Associados aos efeitos sobre a qualidade do rolamento	Registrar o nº de ocorrências e a área afetada (m <sup>2</sup> ).
<b>EXSUDAÇÃO</b>	Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento	<b>BAIXA:</b> mudança de coloração em relação ao restante do pavimento devido ao excesso de asfalto. <b>MÉDIA:</b> perda de textura superficial. <b>ALTA:</b> aparência brilhante; marcas de pneus evidentes em tempo quente; agregados cobertos pelo asfalto	Registrar a área afetada (m <sup>2</sup> ) para cada nível de severidade.

DEFEITO	CARACTERÍSTICA	NÍVEL DE SEVERIDADE	COMO MEDIR
<b>AGREGADOS POLIDOS</b>	Polimento (desgaste) dos agregados e do ligante betuminoso e exposição dos agregados graúdos	Níveis de polimento podem ser associados à redução no coeficiente de atrito pneu-pavimento	Registrar a área afetada (m <sup>2</sup> ).
<b>DESGASTE</b>	Perda de adesividade do ligante betuminoso e desalojamento dos agregados. Envelhecimento, endurecimento	<b>BAIXA:</b> início do desgaste, com perda de agregados miúdos. <b>MÉDIA:</b> textura superficial torna-se áspera, com perda de agregados miúdos e de alguns graúdos. <b>ALTA:</b> textura superficial muito áspera, com perda de agregados graúdos	Registrar a área afetada (m <sup>2</sup> ) para cada nível de severidade.
<b>DESNÍVEL (DEGRAU) ENTRE PISTA E ACOSTAMENTO</b>	Diferença de elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento: camadas sucessivas de revestimento asfáltico; erosão de acostamento não pavimentado; consolidação diferencial	Substituídos pelas medições do desnível	Registrar o desnível (mm) a cada 15 m, ao longo da interface pista-acostamento.
<b>BOMBEAMENTO</b>	Saída de água pelas trincas do pavimento sob a ação das cargas do tráfego. Identificado pela deposição à superfície, de material carreado das camadas inferiores	Não aplicáveis porque o bombeamento depende do teor de umidade das camadas inferiores do pavimento	Registrar o nº de ocorrências e a extensão afetada (m <sup>2</sup> ).

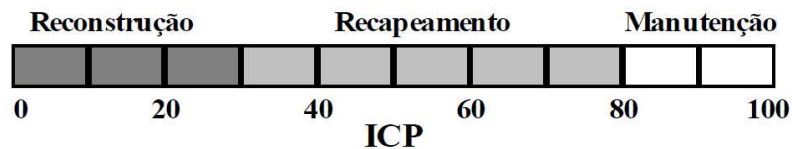
### 2.2.2 Cálculo do ICP

A condição do pavimento pode ser quantificada, por exemplo, pelo Índice de Condição do Pavimento (ICP), que varia de 0 a 100, onde 100 representa uma excelente condição do pavimento. Para o cálculo do ICP pode-se utilizar a Equação 1, cujas variáveis  $D_{ij}$  e  $f_{ij}$  são, respectivamente, extensão e fator de ponderação do defeito  $i$  com o nível de severidade  $j$  (INSTITUTO DO ASFALTO, 1989).

$$ICP = 100 - \sum_i \sum_j D_{ij} x f_{ij} \quad (1)$$

O ICP obtido, além de representar quantitativamente a condição do pavimento a partir da magnitude e o tipo de defeito, serve também para dar uma ideia de quais intervenções são pertinentes e determinar a priorização dos trechos e dos serviços. Segundo este parâmetro é possível estabelecer uma primeira priorização das atividades que devem ser aplicadas para obter os níveis operacionais, estruturais o de segurança, seja por reconstrução, recapeamento ou manutenção. A Figura 2 apresenta os intervalos para classificar as atividades segundo o ICP calculado após do estudo de levantamento do trecho (INSTITUTO DO ASFALTO, 1989).

**Figura 2 – Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada com base no valor do ICP**



Fonte: (INSTITUTO DO ASFALTO, 1989)

Para uma adaptação aos defeitos presentes no manual de levantamento do SHRP, Fernandes Junior, Oda e Zerbini (1999), adaptou uma planilha do Instituto do Asfalto (1981). A figura 3 indica a planilha recomendada para avaliação de pavimentos.

**Figura 3 - Planilha recomendada para avaliação de pavimentos**

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

Fonte: (adaptada de INSTITUTO DO ASFALTO, 1981)

A composição da pontuação de cada defeito é feita da seguinte forma: metade da pontuação é determinada pelo maior grau de severidade do defeito encontrado no trecho avaliado, sendo 1/3 para severidade baixa, 2/3 para severidade média e pontuação integral para severidade alta; a outra metade da pontuação é determinada pela extensão do grau mais severo do defeito encontrado, a extensão deve ser avaliada em pequena, média ou grande, seguindo os mesmos critérios de ponderação da pontuação adotados pela severidade. Essa tomada de decisão foi sugerida por Zanchetta (2005).

Os resultados para cada trecho de pavimento avaliado são relacionados separadamente e obtidos por meio da seguinte fórmula 1:

$$\text{ICPobj} = 100 - (\text{soma dos defeitos}) \quad (1)$$

Obtida a nota do ICP e utilizando a classificação da categoria do pavimento, como mostrado na Tabela 1, pode-se definir o estado em que o pavimento se encontrava.

**Tabela 1 – 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)

### 2.3 Estudos de caso de cálculo do ICP em vias urbanas

Diversos trabalhos e pesquisas têm sido desenvolvidos com o objetivo de avaliar as condições dos pavimentos. O Índice de Condição do Pavimento (ICP), também apresentado como um índice de defeitos combinados, é, em muitos Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), o único indicador da qualidade do pavimento dos segmentos que compõem a malha viária.

Um estudo realizado pela Universidade federal de Campina Grande teve como objetivo avaliar as condições da via no entorno da Universidade Federal de Campina Grande, foram utilizados os métodos da SHRP (Strategic Highway Research Program) e o francês de VIZIR. O levantamento dos defeitos foi realizado de forma manual, registrando sua severidade e extensão. Para o método do SHRP a nota do pavimento foi obtida através do cálculo do ICP (Índice de Condição do Pavimento), que qualifica o estado do pavimento com um valor de 0 a 100. O ICP médio das seções avaliadas foi de 73,30, caracterizando o bom desempenho do pavimento (CARVALHO et al., 2019).

De acordo com o trabalho as 43 seções tiveram um desempenho ótimo (55,84%), 11 seções desempenho bom (14,29%), 11 seções desempenho regular (14,29%) e 12 seções desempenho ruim (15,58%). Os defeitos mais encontrados na pesquisa foram os de agregado polido e as trincas. Além disso, o defeito mais observado em sua pesquisa foi o desgaste, representando 80% do total analisado. Vale ressaltar que os fatores de ponderação para os níveis de severidade alta, média e baixa, foram respectivamente 0,9, 0,6 e 0,3. Os valores estes, sugeridos por Prestes (2001).

Zanchetta (2005) investigou a condição da superfície do pavimento em 7113 trechos urbanos da cidade de São Carlos-SP e constatou que 6.345 trechos tiveram desempenho ótimo (89,2%), 690 trechos tiveram desempenho regular (9,7%), 71 trechos tiveram desempenho ruim (1%) e 7 trechos tiveram desempenho muito ruim (0,1%), no que tange ao cálculo de ICP. Os defeitos mais presentes são os desgastes (78,8% das ocorrências) e os remendos (64% das ocorrências). Os defeitos trincas por reflexão (0,38% das ocorrências) e trincas em blocos (0,82% das ocorrências) foram os menos frequentes na malha viária. Para todos os defeitos, em média, o nível de severidade mais frequente foi o baixo (50%), enquanto o nível de severidade alto ocorreu em aproximadamente 15% das seções.

A dissertação de mestrado de (PÁEZ, 2015) baseou-se em conceitos gerais, utilizando os tipos de defeito de pavimentos flexíveis do Programa SHRP (*Strategic Highway Research Program*), bem como a forma de quantificação da severidade e extensão com que se manifestam na superfície dos pavimentos, mas propõe um novo método para determinação de um Índice de Condição de Pavimentos Urbanos (ICPU).

Inicialmente o método proposto caracteriza a importância dos 15 defeitos de pavimentos flexíveis do manual desenvolvido dentro do programa SHRP, trabalho que será feito seguindo parte da proposta de calibração do *Pavement Distress Index* apresentada pelo Ministério de Transportes da Província de *British Columbia*, no Canadá (LANDERS et al., 2001). Na Figura 4 está indicada a proposta inicial do ICPU para o Distrito Federal.

**Figura 4 - Proposta inicial do ICPU para o Distrito Federal**

TIPO DE DEFEITO	Peso (defeito)	Severidade			Extensão		
		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
1 Trincas por Fadiga do Revestimento	11	0,5	0,8	1,0	0,4	0,4	2,6
2 Trincas em Blocos	6	0,3	0,6	1,0	0,6	1,3	3,8
3 Defeitos nos Bordos	5	0,3	0,6	1,0	2,1	2,9	2,9
4 Trincas Longitudinais	5	0,2	0,5	1,0	1,4	1,4	1,4
5 Trincas por Reflexão	7	0,2	0,5	1,0	2,1	2,1	2,1
6 Trincas Transversais	5	0,2	0,5	1,0	2,2	2,2	2,2
7 Remendos	8	0,3	0,6	1,0	0,4	0,4	2,8
8 Painelas	12	0,6	0,8	1,0	0,2	2,8	2,8
9 Deformação Permanente	12	0,4	0,7	1,0	0,3	2,9	2,9
10 Corrugação	7	0,2	0,6	1,0	1,6	2,4	2,4
11 Exsudação	4	0,2	0,5	1,0	2,1	2,9	2,9
12 Agregados Polidos	4	0,2	0,5	1,0	2,0	3,1	3,1
13 Desgaste	5	0,1	0,5	1,0	1,3	2,9	4,1
14 Desnível Pista/Acostamento	4	0,4	0,6	1,0	2,1	2,1	2,1
15 Bombeamento	5	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7

Fonte: Páez (2015)

Diante da proposta inicial finalizada, Páez ainda propôs analisar o ICPU partindo de um número menor de patologias, conforme está indicada na Figura 5. Observando como alguns tipos de defeito não tinham muita influência dentro do resultado final do índice. Especificamente para a amostra de 10.402 segmentos da malha urbana do Distrito Federal com 10 tipos de defeito é possível representar 99,91% das degradações superficiais do pavimento.

**Figura 5 - Proposta do ICPU para o D.F (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 Painelas	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)

Por fim, foi realizado a proposta do ICPU com os 5 defeitos mais presentes, conforme na Figura 6.

**Figura 6 - Proposta do ICPU para o D.F (5 tipos de defeitos)**

TIPO DE DEFEITO	Peso (defeito)	Severidade			Extensão		
		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
1 Trincas por Fadiga do Revestimento	21	0,5	0,8	1,0	0,2	0,2	2,3
2 Remendos	13	0,3	0,6	1,0	0,3	0,3	2,5
3 Painelas	27	0,6	0,8	1,0	0,1	2,7	2,7
4 Deformação Permanente	27	0,4	0,7	1,0	0,3	2,8	2,8
5 Desgaste	12	0,1	0,5	1,0	0,6	1,4	1,4

Fonte: Páez (2015)

De acordo com (PÁEZ, 2015), o ICP médio para a sua amostra, em vias urbanas no Distrito Federal, foi de 75,5. Como conclusão, o autor observou que alguns defeitos do manual do Programa SHRP, tais como trincas nos bordos, trincas por reflexão, exsudação e agregados polidos não apresentaram tanta importância para a avaliação de pavimentos urbanos.

Páez (2015) constatou que na malha viária do Distrito Federal o principal defeito é o Desgaste (50,90% das ocorrências), seguido pelas trincas por fadiga (25,25%) e pelos Remendos (18,08%). Portanto, com esses três defeitos é possível representar 94,23% das ocorrências.

Dias (2018) avaliou a influência da infraestrutura urbana na qualidade dos pavimentos da cidade do Rio de Janeiro-RJ. No resumo do trabalho foi constatado que mais de 18% dos defeitos no pavimento podem ser relacionados à presença de poços de visita, sendo as trincas por fadiga, afundamentos e remendos as imperfeições mais comuns relacionadas à estas estruturas.

Após levantar aproximadamente 3 km de avenidas com tráfego de moderado a pesado, foi constatado que a presença de poços de visita pode impactar diretamente na qualidade do pavimento, gerando mais de 20% dos defeitos presentes na via. Para vias de tráfego leve, também foi constatado o grande impacto que a presença de poços de visitas com imperfeições pode causar na qualidade do pavimento, chegando a 66,7% dos defeitos encontrados em alguns trechos.

Os impactos da construção de poços de visita no eixo das vias podem ser ainda maiores quando não há a preocupação com o reforço feito aos redores dos mesmos utilizando concreto.

## **2.4 Sinalização horizontal**

Ao se efetuar o levantamento de campo para identificação de defeitos nos pavimentos, também é possível avaliar as condições da sinalização horizontal das vias, sendo assim essa seção do trabalho trata sobre a importância e a finalidade da sinalização horizontal nas vias urbanas e as demarcações mais frequentes encontradas com suas respectivas funções.

A sinalização horizontal deve garantir a visibilidade necessária para que o condutor possa trafegar com segurança na via. É necessário que ela seja vista com clareza pelo motorista com antecedência mínima para a correta tomada de decisão. Com base nisso, é fundamental

realizar o levantamento de defeitos em campo vinculado ao levantamento da condição da sinalização horizontal, visto que ambas impactam a qualidade do tráfego que circula na via.

Conforme cita a Resolução 236/2007 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento, cuja finalidade é fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados de modo a aumentar a segurança e fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, analisar e orientar os usuários da via.

Branco (1999) discute que durante todo o percurso por uma rodovia, quase todas as informações recebidas pelo motorista são de natureza visual, e as que ele mais rapidamente reconhece são as demarcações no pavimento para onde ele dirige continuamente sua atenção.

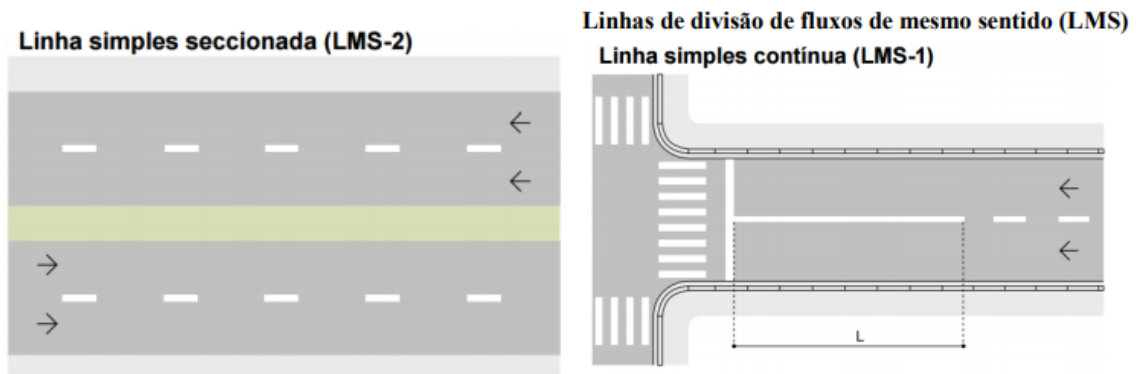
Segundo o CONTRAN (2010) uma demarcação viária horizontal precisa ser visualizada a uma distância segura, para que haja tempo de interpretar e agir em tempo hábil, isto é, ter visibilidade, sendo um dos fatores que caracterizam uma via como segura. O Quadro 2, indica como a sinalização horizontal urbana é classificada e suas funções.

**Quadro 2 - Classificação da sinalização horizontal**

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>FUNÇÃO</b>
<b>MARCAS LONGITUDINAIS</b>	Dar ao condutor do veículo, sua exata posição na via e ainda estabelecer regras de ultrapassagem, mudança de faixa, etc.
<b>MARCAS TRANSVERSAIS</b>	Ordenam os deslocamentos de veículos (frontais) e de pedestres, induzem à redução de velocidade e indicam posições de parada em interseções e travessias de pedestres.
<b>MARCAS DE CANALIZAÇÃO</b>	Constituídas por zebrado de preenchimento de área de pavimento não utilizável.
<b>MARCAS DE DELIMITAÇÃO E CONTROLE DE ESTACIONAMENTO E/OU PARADA</b>	Delimitam e controlam o estacionamento e a parada de veículos e podem acompanhar a sinalização vertical de regulamentação.
<b>INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO</b>	Se apresentam como setas, símbolos ou legendas, aplicados sobre as faixas ou sobre a pista de rolamento.

Neste capítulo, serão detalhados somente os tipos de sinalização horizontal levantadas em campo. A linha simples seccionada (**LMS-2**) permite a ultrapassagem e a transposição. Já a linha simples contínua (**LMS-1**) ordena fluxos de mesmo sentido de circulação delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito (CONTRAN, 2007). Na Figura 7, está indicada uma exemplificação das duas situações.

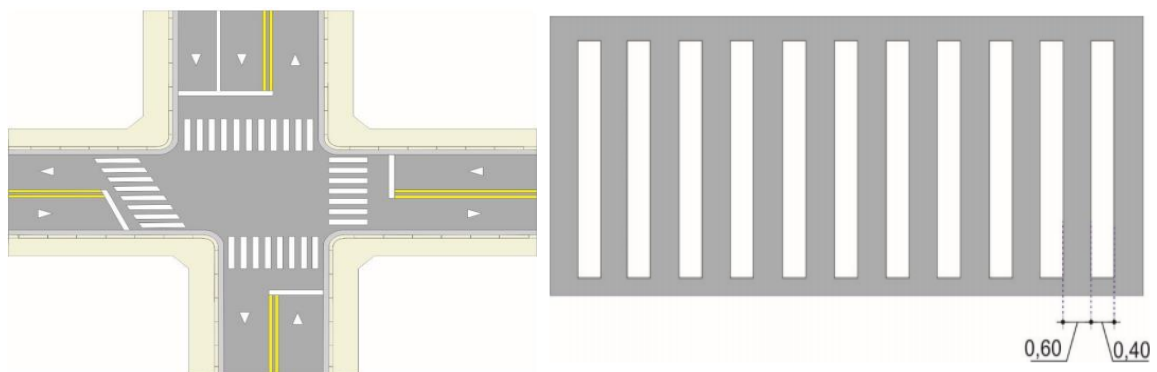
**Figura 7 - Linha simples seccionada (LMS-2) e linha simples contínua (LMS-1)**



Fonte: Contran, 2007

A linha de retenção (LRE) indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo, se os controles de tráfego, semáforo ou sinal “Parada Obrigatória”. A linha de retenção pode ser perpendicular ou oblíqua ao meio fio da via (CONTRAN, 2007). Já a faixa de travessia de pedestres (FTP) indica a área da pista onde os pedestres devem executar a travessia. (CONTRAN, 2007). Na Figura 8, está exemplificado as duas situações.

**Figura 8 – Linha retenção e faixa de travessia de pedestre**



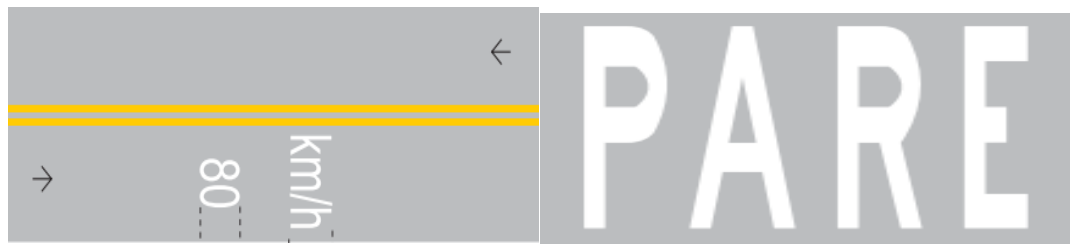
Fonte: Contran, 2007

As Marcas de delimitação e controle de estacionamento e/ou parada delimitam e proporcionam melhor controle das áreas onde é proibido ou regulamentado o estacionamento e a parada de veículos, quando associadas à sinalização vertical de regulamentação. De acordo com sua função as marcas de delimitação e controle de estacionamento e parada são



aplicadas no pavimento da pista de rolamento, com o objetivo de indicar ou advertir os condutores, acerca das condições particulares de operação da via. Na Figura 11, estão indicadas exemplos de legenda “velocidade regulamentada” e legenda “Pare” (CONTRAN, 2007).

**Figura 11 – Legenda “velocidade regulamentada” e “pare”**



Fonte: Contran, 2007

A grande vantagem apresentada pela sinalização horizontal é possuir, sob condições meteorológicas favoráveis, a capacidade de prestar informações relativas ao deslocamento no trânsito sem desviar a atenção do condutor do veículo.

Entretanto, como desvantagens do uso deste tipo de sinalização podem ser citadas: a durabilidade limitada do material empregado, quando sujeito a tráfego pesado; a não visibilidade por parte do condutor do veículo, quando ocorre carregamento excessivo ou congestionamento da via; e visibilidade prejudicada, quando o pavimento está molhado, nesta situação a película de água que encobre o pavimento, provoca a reflexão da luz natural ou artificial (COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO DE SÃO PAULO, 2019).

Alguns itens são cruciais quando se trata de deterioração dessas sinalizações como o alto fluxo de tráfego, peso dos automóveis, velocidade máxima permitida, idade, qualidade do material e coloração das marcas, condições climáticas e propriedades do pavimento (RENZ, 2015).

Os problemas causados pela falta de manutenção na sinalização são muitas vezes irreversíveis podendo inclusive vir a causar acidente graves, o que aumenta o índice de insegurança dos usuários das vias. Uma alternativa para melhorar a vida útil das pinturas da sinalização horizontal poderia ser uma manutenção periódica com uso de jatos de água para lavar a sujeira que está depositada sobre a linha, além de executar um limpa rodas nos acessos vicinais (CEMBRANEL, 2016).

(DENATRAN, 2007) menciona que para a aplicação de sinalização em revestimentos asfálticos deve ser respeitado o período de cura do revestimento, porém a sinalização poderá ser feita de forma temporária sobre pavimentos novos, neste caso é indicado o uso de materiais apropriados, como tintas com durabilidade reduzida.

A durabilidade da sinalização horizontal está associada a diversos fatores como: material utilizado na demarcação, espessura da película, controle de qualidade, tipo e textura, superficial do pavimento, atividade de manutenção, posição da demarcação (linhas de centro e bordo), ação climática, cor do material, ação do tráfego (volume e composição do tráfego). (THAMIZHARASAN et al, 2002; BENZ et al, 2009).

Benz et al (2009) citam que as demarcações costumam degradar devido à exposição da luz solar e raios ultravioleta, levando à oxidação e ao envelhecimento da sinalização horizontal e, como consequência, a perda de microesferas, perda de material, mudança na cor do pigmento. Belém, por estar localizada muito próxima à linha do Equador, está sujeita à forte incidência solar, que aliado ao elevado índice pluviométrico configura cenário desfavorável para a durabilidade da sinalização horizontal.

Em decorrência da dificuldade de encontrar artigos acadêmicos e científicos que falem a respeito da baixa durabilidade das sinalizações horizontais urbanas, elencou-se alguns problemas de sinalização horizontal divulgados na mídia.

Em Belém, há muitos pontos em que o desgaste faz com que as faixas de pedestre literalmente desapareçam, ou fiquem apagadas. O medo de acidentes é queixa constante de quem se depara com as faixas de travessia apagadas, o desgaste das faixas torna a rotina dos pedestres mais perigosa (O LIBERAL, 2020).

A falta de sinalização nas faixas de pedestres nas vias do Distrito Federal gera riscos de acidentes. Para o professor de engenharia de tráfego da Universidade de Brasília (UnB) Paulo César Marques, com a falta de faixas, não há comunicação entre motoristas e pedestres, o que pode ser fatal. Além disso, Paulo César alega que não é qualquer tinta que garante uma boa pintura no asfalto. Se está apagando, o material é ruim. O problema, de acordo com ele, é o acúmulo de sujeira (CORREIO BRAZILIENSE, 2016).

Em São Paulo o repórter checkou como está a sinalização de trânsito ao redor de escolas em todas as regiões da capital às vésperas do retorno às aulas. Faixas de pedestres apagadas e falta de indicação da área escolar foram alguns dos principais problemas

encontrados. A situação se repete por quase todos os bairros, até mesmo em avenidas com o movimento intenso de veículos as faixas de pedestres e inscrições no pavimento estão quase apagadas, de tão desgastada que a tinta está (UOL “SÃO PAULO AGORA”, 2020).

Em Petrolina-Pernambuco foi diagnosticado a falta de sinalização horizontal por avenidas do município e registrou faixas onde os pedestres, muitas vezes, não enxergam, muito menos os motoristas. De acordo com o diretor-presidente da Empresa Petrolinense de Trânsito e Transporte Coletivo de Petrolina (EPTTC), Paulo Valgueiro, foi finalizado o levantamento de sinalização horizontal no município. O resultado foi que 16.662 m<sup>2</sup> dessa sinalização precisam passar por reparos. Paulo Valgueiro ressaltou ainda que a última pintura deste tipo de sinalização foi feita um ano atrás, porém apenas em alguns trechos do centro da cidade (G1 Petrolina e região, 2014).

### 3. MÉTODO

Este capítulo é constituído pela caracterização da área de estudo, onde são apresentados os principais dados socioeconômicos do bairro de Batista Campos e a hierarquização do sistema viário do bairro, e pela descrição do passo a passo do método empregado na pesquisa, que contempla a codificação dos quarteirões, inventário da rede, coleta de dados, cálculo de ICP, análise e correlações dos dados.

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

Esta pesquisa foi realizada no município de Belém-PA, no bairro de Batista Campos o qual possui aproximadamente 20.000 habitantes (Censo 2010/IBGE), abrangendo uma área total de 1,43 km<sup>2</sup>. O bairro é marcado pelo grande número de edifícios residenciais e diversos estabelecimentos comerciais (o que inclui os mais variados gêneros: de lojas de roupas e de calçados a bares e restaurantes), destacando-se, inclusive, o shopping Pátio Belém, um dos principais da região metropolitana (MADALENO, 2002).

**Figura 12 – Área nobre do bairro de Batista Campos**



Fonte: Elivaldo Pamplona/ O Liberal.

De acordo com a Lei dos Bairros, lei nº 7.806 de 30 de julho de 1996, O bairro de Batista Campos faz divisa com os bairros: Campina, Nazaré, Cidade velha, Jurunas, Condor e Cremação. Na Figura 13, estão indicados os limites oficiais do bairro de Batista Campos e, portanto, a delimitação da área de estudo do projeto de pesquisa.

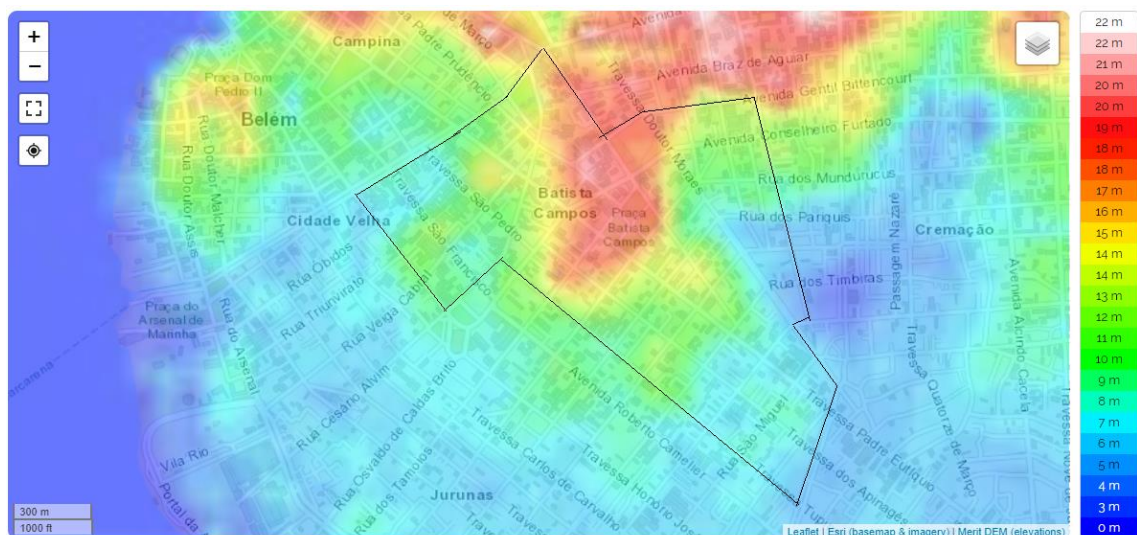
**Figura 13 – Delimitação do bairro Batista Campos**



Fonte: *Google Maps*

O relevo da cidade é caracterizado como pertencente à Planície Amazônica, composta por Pediplano Pliocênico, com cota entre 10 e 25m; Pediplano Neo- Pleistocênico, com cota entre 5 e 15m; e as Planícies de Inundação, correspondentes às margens dos cursos d'água, com cotas até 5m (SANTOS, 2010). Com base no programa computacional de topografia de altitude do bairro (Topograph), foi concluído que o bairro se encontra nas 3 situações citadas a cima: com cotas variando de 5 a 19m. Na Figura 14, está indicado o mapa topográfico do bairro.

**Figura 14 – Programa computacional do mapa topográfico de Batista Campos, altitude (cotas)**



Fonte: *Topographic-map.com*

Algumas das principais dificuldades na ocupação das áreas de várzeas, dizem respeito às constantes inundações devidas: à drenagem natural deficiente, a baixa capacidade de suporte dos solos locais e a presença do lençol freático (RODRIGUES, 2010). Neste

contexto, Belém (PA) situa-se em um ambiente em que os aspectos geomorfológicos e climáticos convergem para uma situação constante de risco ambiental a ocorrência de inundações. As áreas de várzea associadas a um índice pluviométrico em torno de 3000 mm/ano e as modificações decorrentes da urbanização (impermeabilização, alteração topográfica, problemas de saneamento básico) favorecem a ocorrência de alagamentos principalmente durante a estação mais chuvosa (MORAES et al., 2005; SANTOS, 2009; FREITAS e XIMENES, 2012).

Com base na hierarquização do sistema viário do bairro de Batista Campos, as vias se dividem de acordo com o nível funcional e operacional. As vias arteriais (Tamandaré, Gama Abreu, Gentil Bittencourt, Conselheiro Furtado e Dos Mundurucus) são vias que fazem ligação entre os bairros. As vias coletoras (16 de Novembro, Apinagés, Padre Eutíquio, Serzedelo Corrêa, São Miguel e Dos Caripunas) são vias que coletam e distribuem o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais. Na Figura 15, está indicado a categorização viária do bairro Batista Campos de acordo com o Plano Diretor de Belém.

**Figura 15 – Categorização viária do bairro de Batista Campos seguindo o Plano Diretor de Belém**



**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) |  |

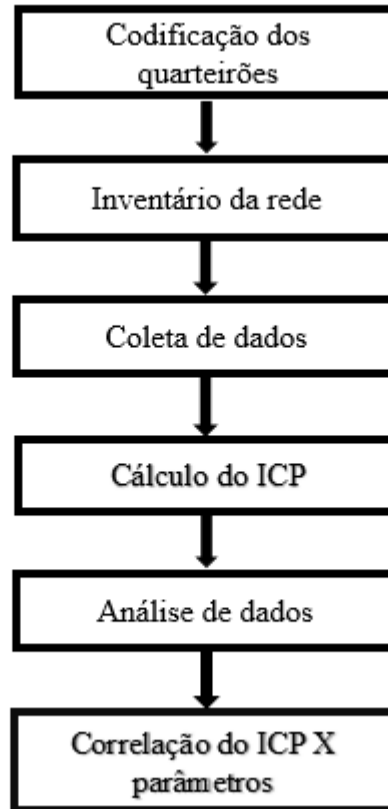
Fonte: Prefeitura Municipal de Belém. Lei n° 8.655, anexo II



### 3.2 Descrição do método

Para facilitar a visualização da sequência das etapas realizadas para a obtenção dos objetivos do trabalho, apresenta-se, na Figura 17, o fluxograma do método do trabalho.

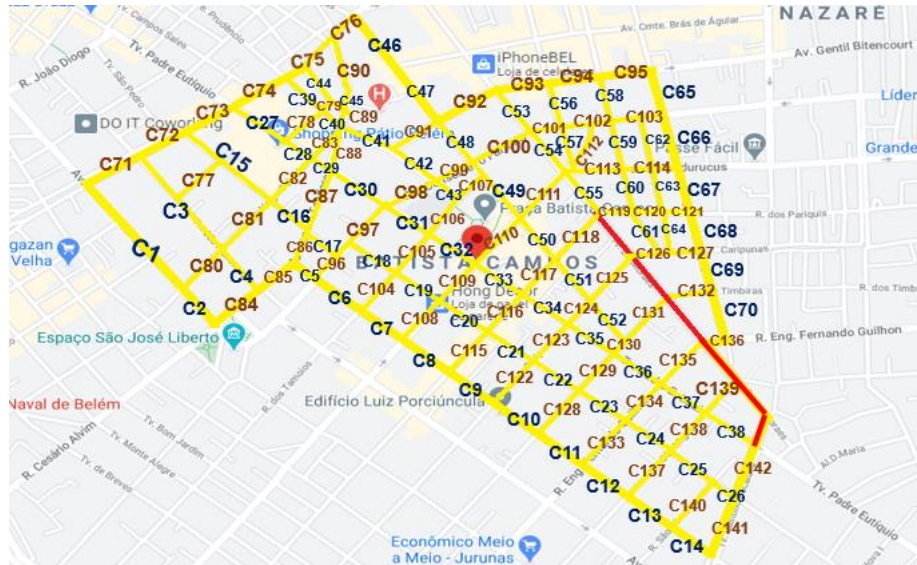
**Figura 17 – Fluxograma do método**



#### 3.2.1 Codificações dos quarteirões

Com o intuito de organizar a coleta e tabulação dos dados, realizou-se a codificação dos quarteirões do bairro de Batista Campos. Na Figura 18 indicam-se os códigos dos 142 trechos da pesquisa. Nota-se que 6 trechos foram identificados na cor vermelho porque não foram avaliados na pesquisa de campo em virtude de não possuírem pavimentos asfálticos, foco da pesquisa. A codificação completa contendo informações como nome da via, perímetro, extensão, largura, cota, tipo de via, dentre outras, está no Apêndice A.

**Figura 18 – Identificação por códigos dos 142 trechos do bairro Batista Campos**



Fonte: Google Maps

### 3.2.2 Inventário da rede

As larguras e extensão dos 142 trechos foram obtidas a partir de bases cartográficas e sites como *Google Earth* e *Google Maps*, com verificação e confirmação das medidas em campo. As cotas das vias foram verificadas por meio do programa computacional topográfico do bairro de Batista Campos (Figura 14, mostrada na caracterização da área de estudo), as cotas tiveram como ponto de referência o meio de cada trecho do trabalho. Na Figura 19, é possível observar as medidas de extensão e largura do trecho de Código C32 (Trav. Padre Eutíquio, entre Mundurucus e Tamoios). A tabela completa do inventário da rede e cotas está indicada no apêndice A.

**Figura 19 – Medição extensão e largura do código C32**



Fonte: Google Earth

Visando identificar os defeitos presentes nos pavimentos e a visibilidade da sinalização horizontal, foram elaboradas fichas para realizar a coleta de dados. O método americano SHRP foi utilizado no levantamento objetivo da condição da superfície do pavimento.

Considerando que a coleta de dados para avaliar a condição da superfície de rolamento envolve o caminhamento pela malha viária, realizou-se paralelamente e por oportunidade, avaliar a condição da sinalização horizontal das vias, com o intuito de verificar se dava tempo de realizar as duas avaliações ao mesmo tempo em uma mesma visita de coleta/dados. Visto que para um pavimento proporcionar, efetivamente, segurança, comodidade e fluidez, esses dois aspectos são imprescindíveis. Sendo assim, foram consideradas no formulário para a realização da coleta de dados, as 5 sinalizações horizontais mais presentes na linha viária do bairro, as quais foram classificadas como “bom estado de conservação”, “parcialmente apagada” e “apagada/ não possui”.

Vale ressaltar que o manual do Programa de Pesquisa SHRP considera 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis, porém considerando que a pesquisa foi realizada em perímetro urbano, foi desconsiderado o defeito “desnível pista-acostamento” e acrescentado, em seu lugar, como defeito “interferência com tubulações urbanas” visto que, um bueiro compromete bastante na qualidade da via, dependendo do seu grau de desnível com o pavimento. Na Figura 20 é possível observar um exemplo do formulário utilizado para a coleta de dados.

Figura 20 – Formulário de Campo

Endereço:	Apinagés (Mundurucus e Pariquis)	Extensão(m):	152	
Código do trecho:	C 20	Largura(m):	12	
DEFEITOS		NÍVEL DE SEVERIDADE		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
1. Trincas por fadiga (m <sup>2</sup> )				
2. Trincas em Blocos (m <sup>2</sup> )				
3. Trincas nos bordos (m)				
4. Trincas Longitudinais (m)				
Nas trilhas de rodas selagem (m)				
Fora das trilhas de rodas selagem (m)				
5. Trincas por Reflexão (número)				
Trincas transversais (m)				
Selagem (m)				
Trincas Longitudinais (m)				
Selagem (m)				
6. Trincas Transversais (m)				
Número				
extensão(m)				
Selagem (m)				
7. Remendos ( número )				
Área (m <sup>2</sup> )				
8. Panelas (número)				
Área (m <sup>2</sup> )				
9. Deform. perman. Trilha de rodas (%)				
10. Corrugação (número)				
Área (m <sup>2</sup> )				
11. Exsudação (m <sup>2</sup> )				
12. Agregados Polidos (m <sup>2</sup> )				
13. Desgaste (m <sup>2</sup> )				
14. Bombeamento (Número)				
extensão(m)				
9. Deformação Permanente nas Trilhas de Rodas				
Trilha interna (mm)		trilha externa (mm)		
15. Interferência com tubulações urbanas				
Área (m <sup>2</sup> )		Desnível (cm)		
15. Sinalização Horizontal				
Linha de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS-1 e LMS-2)		Bom estado	Parcial apagada	Total apagada
Controle de estacionamento (LPP, MVE, MER)				
Faixa de travessia de pedestres (FTP)				
Linha de retenção (LRE)				
Inscrições no pavimento (setas, símbolos e legendas)				

Antes do início efetivo da coleta de dados por parte do avaliador, foi necessário um treinamento *in loco* ministrado pelo orientador da pesquisa, visando padronizar a forma de avaliar o pavimento. Somente após uma aceitável padronização é que o pesquisador (avaliador) foi a campo efetivamente e de forma independente.

Considerou-se somente as faixas de rolamento para a avaliação do pavimento, não se avaliando, assim, os eventuais defeitos presentes nas faixas de estacionamento. Essa tomada de decisão consolidou-se pelo fato da dificuldade de visibilidade, visto que a maioria das faixas de estacionamento estavam ocupadas por veículos e, também, ao fato de que os veículos não

circulam pelas faixas de estacionamento, logo um defeito na faixa de estacionamento não compromete a qualidade do rolamento dos veículos.

Todas as avaliações foram realizadas por caminhadas, com produção média de 10 trechos por dia. O tempo médio de coleta de dados para cada trecho foi de 10 minutos. Decidiu-se limitar o número de trechos realizados por dia, em função do desgaste físico e para um melhor detalhamento dos defeitos encontrados. Algumas vias do bairro apresentaram um maior volume de tráfego durante a semana, com isso decidiu-se realizar os levantamentos dessas vias aos domingos para um melhor aproveitamento. Procurou-se avaliar o pavimento em dias não chuvosos para não prejudicar a observação do estado do pavimento. Em busca de uma maior produtividade, optou-se pelo preenchimento dos dados de inventário que estivessem disponíveis antes da saída para o campo, desde data, código da seção, nome das ruas, extensão, largura, colocando-se, também, as fichas na ordem em que seriam avaliadas. As fichas organizadas de acordo com o percurso facilitaram bastante o trabalho de campo.

Em todos os procedimentos de coletas de dados em campo, utilizou-se trena para a mensuração dos defeitos e câmera fotográfica para registrar os defeitos encontrados em campo.

### **3.2.3 Cálculo do ICP**

A distribuição dos pesos para cada defeito foi realizada da seguinte maneira: Os defeitos que mais impactaram na qualidade do pavimento do bairro, obtiveram os maiores pesos (pontos dedutíveis) por outro lado, os defeitos que menos impactaram na qualidade do pavimento tiveram menos pesos. Desta forma, as trincas por fadiga e deformação permanente por trilha de rodas deduzem até 15 pontos da qualidade do pavimento, as interferências com tubulações urbanas e panelas deduzem até 10 pontos, trincas em blocos, trincas nos bordos, trincas longitudinais, trincas transversais, remendos, corrugação, desgaste e bombeamento deduzem até 5 pontos, as trincas por reflexão deduzem até 4 pontos e, por fim os defeitos exsudação e agregados polidos deduzem até 3 pontos. O mais importante para que este método dê certo é que a soma dos pontos dedutíveis dos 15 tipos de defeitos seja igual a cem (100) pontos. A Figura 21, indica os pesos de cada defeito utilizados para o cálculo do ICP pelo método padrão (cenário de referência).

**Figura 21 – Pesos dedutíveis método de referência**

DEFEITOS	PESOS
1. Trincas por Fadiga (m <sup>2</sup> )	15
2. Trincas em Blocos (m <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	5
8. Painelas(m <sup>2</sup> )	10
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)	15
10. Corrugação(m <sup>2</sup> )	5
11. Exsudação(m <sup>2</sup> )	3
12. Agregados Polidos(m <sup>2</sup> )	3
13. Desgaste(m <sup>2</sup> )	5
14. Interferências com Tubulações urbanas(m <sup>2</sup> )	10
15. Bombeamento(m)	5
<b>Total</b>	<b>100</b>

A distribuição da pontuação de cada defeito foi a mesma sugerida por Zanchetta (2005). Metade da pontuação foi determinada pelo maior grau de severidade do defeito encontrado no trecho avaliado, sendo 1/3 para severidade baixa, 2/3 para severidade média e pontuação integral para severidade alta; a outra metade da pontuação foi determinada pela extensão do grau mais severo do defeito encontrado, ou seja, sendo 1/3 para extensão pequena, 2/3 para extensão média e pontuação integral para extensão alta. A extensão deve ser avaliada em pequena (se a área ou comprimento do defeito for menor que 5% da área ou comprimento do quarteirão) média (entre 5 e 15% da área ou comprimento do quarteirão) ou alta (maior que 15% da área ou comprimento do quarteirão). E a severidade foi avaliada conforme a classificação do manual SHRP.

Exemplificando, caso um trecho venha apresentar trincas por fadiga de alta severidade, em uma extensão pequena. Significa que dos 15 pontos que podem ser deduzidos (7,5 para severidade e 7,5 para extensão) o trecho deduziria 10 pontos do defeito trincas por fadiga (7,5 pontos pela alta severidade e 2,5 pontos pela extensão pequena).

Após a coleta de dados dos 142 trechos da pesquisa, realizou-se a tabulação dos mesmos por meio do programa *software Excel* e foi possível obter a nota final do pavimento para cada trecho analisado, conforme o método SHRP.

Obtida a nota do ICP de cada trecho foi utilizado a classificação de categoria do pavimento sugerida por *Chen* (1993). Dessa maneira um ICP de 100 a 80 é considerado excelente, de 80 a 60 é considerado bom, de 60 a 40 é classificado como regular, de 40 a 20

ruim e de 20 a 0 péssimo, ou seja, foi possível identificar em que estado de conservação o pavimento se encontrava.

Com o intuito de buscar outros resultados foi gerado um cenário alternativo, no qual se redistribuiu os pesos dos defeitos, considerando somente os 10 tipos de defeitos mais frequentes. Os pesos dos cinco defeitos menos frequentes foram redistribuídos de modo que a soma dos pesos seja igual a 100 pontos. Tal procedimento está detalhado na seção 4.2 do trabalho.

### 3.2.4 Análise de dados

Nesta etapa foi realizada a descrição de frequência de ocorrência de cada defeito do pavimento, bem como da presença e estado de conservação da sinalização horizontal. Com isto foi possível identificar os trechos mais críticos e os mais favoráveis no que concerne às condições de rolamento e à conservação da sinalização horizontal.

### 3.2.5 Correlação ICP *versus* parâmetros

Nessa etapa foram realizadas correlações lineares de Pearson ( $r$ ) visando identificar se há associação entre ICP *versus* parâmetros como cotas e tráfego de transporte coletivo, e se as variáveis são inversa ou diretamente relacionadas. Para evitar distorções na análise, foram descartados os trechos que recentemente foram recapeados. Para qualquer conjunto de dados, o valor do coeficiente de correlação de Pearson,  $r$ , estará no intervalo de -1 a 1. Será tão mais próximo 1 (ou -1) quanto mais forte for a correlação nos dados observados. Quando não houver correlação nos dados,  $r$  acusará um valor próximo de 0 (zero). Na Figura 22, indica-se a classificação da correlação linear em função do valor de  $r$ .

**Figura 22 – Categorização para os valores do coeficiente de correlação**

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

Fonte: Callegari Jacques (2009)

#### 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo aborda os principais resultados da pesquisa os quais são discutidos e, quando se possível, confrontados com os resultados dos 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 do ICP para o cenário de referência

O cálculo dos ICPs foi realizado no *software Excel*. Foram computadas todas as coletas de dados em campo e por meio de combinação de fórmulas calculou-se o ICP de cada trecho. Na Figura 23, apresenta-se a parte da planilha que foi utilizada para calcular os ICPs pelo método SHRP considerando os 15 defeitos, os trechos avaliados com suas respectivas áreas, cotas e tipo de via.

**Figura 23 – Planilha dos ICPs**

Índice de Condição do Pavimento:	Via coletora				Via coletora				Via coletora			
	trecho 1		trecho 2		trecho 3		trecho 1		trecho 2		trecho 3	
	B	M	A	Pontos dedutíveis	B	M	A	Pontos dedutíveis	B	M	A	Pontos dedutíveis
	140		10,00	30		5,00		5,00				0,00
	60		1,67	30		1,67		1,67				0,00
			0,00			0,00		0,00				0,00
	00		2,30			0,00		0,00				0,00
			0,00			0,00		0,00				0,00
	43		1,67		3	3,33		3,33				0,00
		0,3	0,5	6,67		0,5	6,67					0,00
	3,1		0,12	10,00	1,84		5,00					0,00
			0,00			0,00		0,00				0,00
			0,00			0,00		0,00				0,00
			0,00			0,00		0,00				0,00
	2408		3,33	812		3,33	2105,6	3,33	2105,6			3,33
			0,00			0,00	3,38	0,00	3,38			3,33
			0,00			0,00		0,00				0,00
	cota(m)	8	ICP	64,17	cota(m)	9	ICP	75,00	cota(m)	9	ICP	93,33

Na Tabela 2, apresenta-se o resultado do ICP dos 142 trechos calculados pelo método padrão e destaca-se em *itálico* o valor do ICP mais baixo e em **negrito** o valor do ICP mais alto, além disso foi possível obter os resultados das medidas de centralidade (Média, Moda e Mediana) e medidas de dispersão (Desvio Padrão e Coeficiente de Variação – CV).

Tabela 2 – Resultado dos ICPs dos 142 trechos avaliados

Trecho	Nota	Trecho	Nota	Trecho	Nota	Trecho	Nota	
C1	64,17	C37	66,67	C73	96,67	C109	87,5	
C2	75	C38	73,33	C74	86,67	C110	96,67	
C3	93,33	C39	83,33	C75	84,17	C111	85	
C4	86,67	C40	82,5	C76	95	C112	94,17	
C5	83,33	C41	80,83	C77	93,33	C113	85,83	
C6	83,33	C42	84,17	C78	94,17	C114	80,83	
C7	87,5	C43	90	C79	88,33	C115	80,83	
C8	81,67	C44	88,33	C80	80	C116	85,83	
C9	65,83	C45	85,83	C81	83,33	C117	90	
C10	<b>61,67</b>	C46	90	C82	85,83	C118	87,5	
C11	<b>61,67</b>	C47	92,5	C83	89,17	C119	84,17	
C12	68,33	C48	95,83	C84	80	C120	85,83	
C13	91,67	C49	95	C85	93,33	C121	83,33	
C14	85	C50	91,67	C86	90	C122	80,83	
C15	90,83	C51	90	C87	85	C123	85,83	
C16	86,67	C52	90	C88	81,67	C124	90	
C17	95	C53	90	C89	92,5	C125	76,67	
C18	91,67	C54	88,33	C90	85	C126	88,33	
C19	90	C55	78,33	C91	90	C127	85	
C20	73,33	C56	93,33	C92	96,67	C128	88,33	
C21	85	C57	77,5	C93	94,17	C129	80,83	
C22	78,33	C58	80	C94	96,67	C130	95,83	
C23	79,17	C59	74,17	C95	95	C131	74,17	
C24	79,17	C60	84,17	C96	95	C132	75,83	
C25	83,33	C61	78,33	C97	95	C133	<b>100</b>	
C26	83,33	C62	83,33	C98	<b>100</b>	C134	96,67	
C27	96,67	C63	83,33	C99	<b>100</b>	C135	96,67	
C28	95	C64	83,33	C100	<b>100</b>	C136	96,67	
C29	96,67	C65	90	C101	<b>100</b>	C137	73,33	
C30	91,67	C66	95	C102	<b>100</b>	C138	75	
C31	82,5	C67	80,83	C103	<b>100</b>	C139	94,17	
C32	90	C68	78,33	C104	87,5	C140	84,17	
C33	96,67	C69	68,33	C105	84,17	C141	95	
C34	96,67	C70	69,17	C106	89,17	C142	95	
C35	92,5	C71	91,67	C107	91,67	<b>Mediana</b>	87,5	
C36	84,17	C72	91,67	C108	88,33	<b>Moda</b>	90/91,67	
							<b>Média</b>	86,75
							<b>Desv.Padrão</b>	8,42
							<b>Coeficiente de variação (CV)</b>	9,7 %

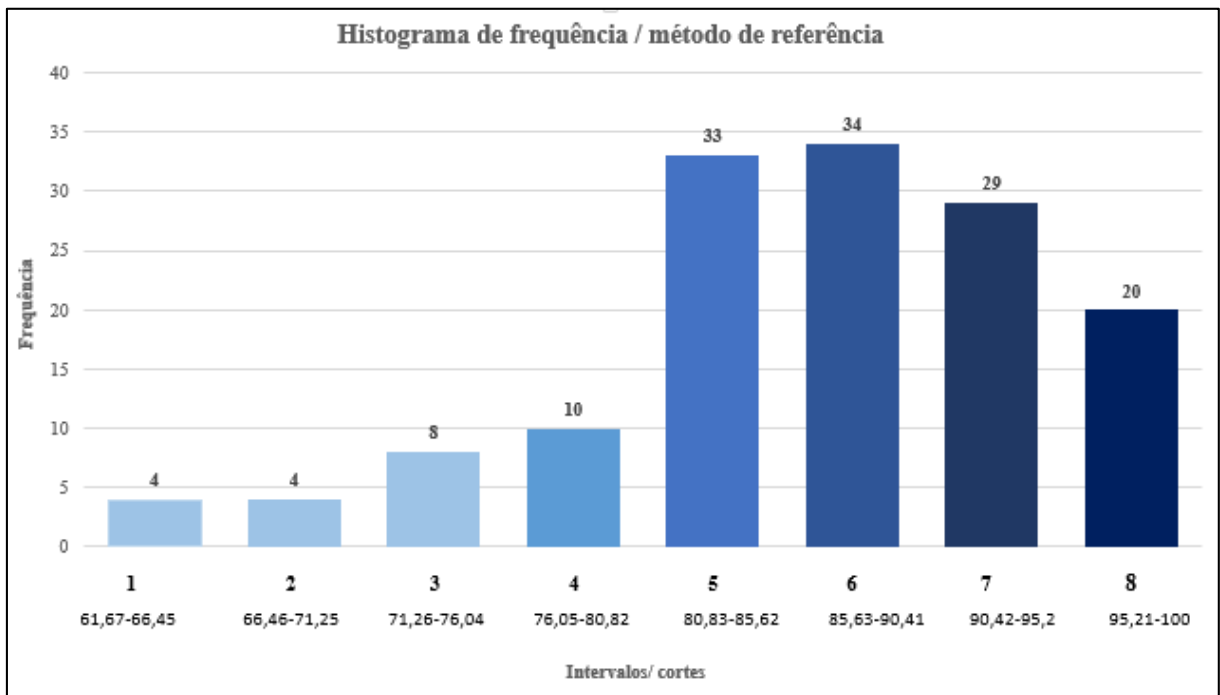
## Legenda

Vias locais
  Vias coletoras
  Vias arteriais

O ICP médio dos trechos avaliados pelo método do SHRP foi de 86,75 ou seja, o pavimento do bairro, no geral, é categorizado em desempenho ótimo, segundo Chen (1993). Observou-se que 119 quarteirões tiveram um desempenho ótimo (83,8% da malha viária) e 23 quarteirões desempenho bom (16,2%), ou seja, 100% dos quarteirões avaliados apresentaram em desempenho bom ou ótimo.

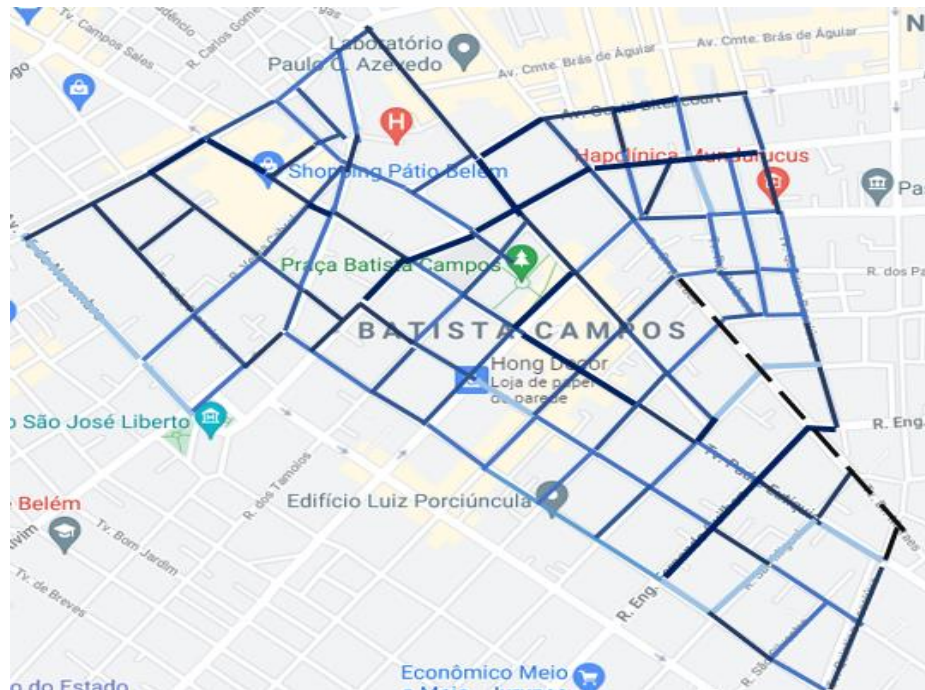
A nota mais baixa do ICP dos trechos avaliados foi de 61,67 (desempenho bom) e a nota mais alta foi 100 (desempenho excelente). A mediana foi 87,5. A distribuição é bimodal com valores de 90 e 91,67, que se repetiram em 11 trechos. O desvio padrão foi de 8,42 e o coeficiente de variação foi de 9,7 %, logo os dados apresentaram baixa dispersão. O Gráfico 1, indica o histograma com a distribuição de frequência absoluta por intervalo/classes.

**Gráfico 1 – Histograma de frequência absoluta**



Analisando o Gráfico 1 é possível identificar que a maioria dos ICPs se concentra de 80,83 a 100 pontos. A classe 6 (85,63 < ICP < 90,41, condição excelente) foi a mais frequente com 34 observações. Na Figura 24 está indicado o mapa dos 142 trechos, divididos pelas suas respectivas classes.

**Figura 24 – Mapa de Classificação das vias por classes**



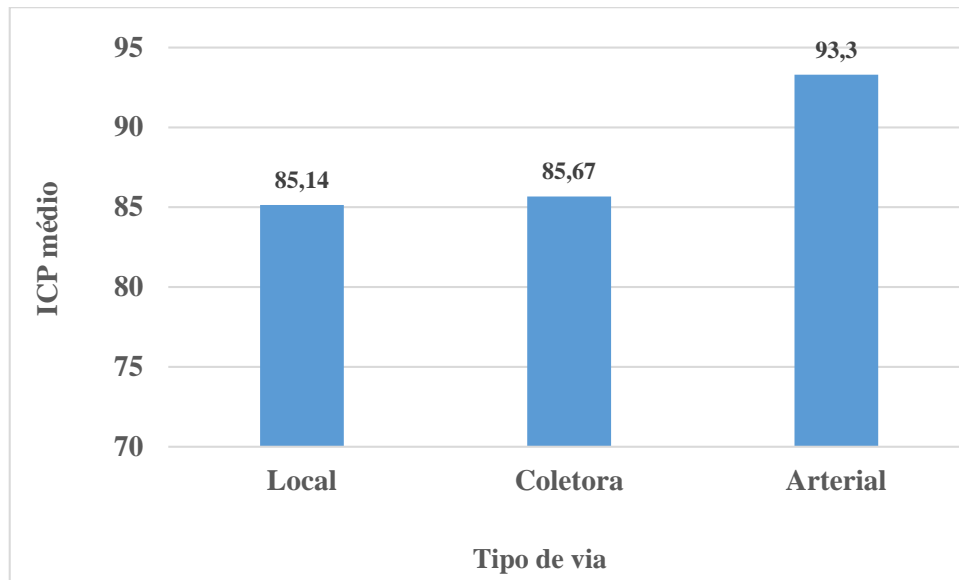
**Classes**



Com base na apresentação do mapa é possível observar uma concentração de trechos excelentes (na tonalidade azul mais escuro) na região nobre do bairro (próximos do Shopping, praça Batista Campos e de colégios particulares), os quais estão localizados nas cotas mais altas. Nota-se que todos os trechos da Av. Conselheiro Furtado e da Av. Serzedelo Corrêa estão excelentes (inseridos nas classes 6,7 e 8), já a Av. 16 de Novembro tem todos os seus trechos com os ICPs baixos (inseridos na classe 2), assim como alguns trechos da rua dos Tupinambás.

O Gráfico 2 indica o ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais no cenário de referência.

**Gráfico 2 – ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais no cenário de referência**



Observou-se que as vias arteriais (93,3) apresentaram valores médios de ICPs superiores aos das vias coletoras (85,67) e locais (85,14). Uma possível explicação para esse resultado seria o fato de que os pavimentos das vias arteriais são mais robustos e recebem atividades de M&R com mais frequência, ainda que apresentem maior volume de tráfego pesado que causam mais danos aos pavimentos. Ou seja, infere-se que as vias arteriais estejam em melhores condições do que as locais e coletoras, pois apesar das vias coletoras e locais terem menos tráfego, recebem menos atividades de M&R e possuem pavimento mais esbeltos, de estrutura mais simples.

Destaca-se que, em virtude de pandemia de COVID-19 e da conseqüente redução do atendimento ao público na Secretaria de Estado e de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas (Sedop), não foi possível obter o inventário completo com a estrutura dos pavimentos das vias, nem as datas das últimas atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos executadas no bairro de Batista Campos, para corroborar as inferências do parágrafo anterior.

Devido ao maior nível de importância dentro do sistema viário, seria desejável que o ICP médio das vias coletoras fosse significativamente superior ao das vias locais. Portanto há um forte indicativo de que as vias coletoras do bairro de Batista Campos devem receber maior atenção ou mesmo prioridade nas próximas atividades de conservação da malha viária.

Carvalho et al. (2019), utilizando o mesmo método SHRP, aferiram um ICP médio para as vias urbanas de Campina Grande, de 73,3 e Páez (2015) mediu um ICP médio de 75,5 na malha urbana do Distrito Federal, valores inferiores ao valor médio de 86,75 do ICP do

bairro de Batista Campos. Levando em consideração que o trabalho de ambos os autores foi realizado em uma malha viária urbana muito mais extensa do que este trabalho, provavelmente alguns bairros da pesquisa de ambos os autores apresentaram ICPs muito baixos em contrapartida outros bairros ICPs mais altos, como foi no caso deste trabalho em que a malha viária é considerada muito boa. Esta pode ser uma das razões pela qual ICP médio deste trabalho ter sido um pouco maior, comparando com os trabalhos de Carvalho e Páez.

Já no trabalho de Zanchetta (2005), em um total de 7.113 seções avaliadas 6.345 seções obtiveram desempenho excelente, correspondente a 89,2% da malha viária. Neste trabalho de pesquisa o valor foi muito próximo, com 83,8% da malha viária representando um excelente desempenho.

#### 4.2 Cálculo do ICP para o cenário alternativo

A Figura 25, indica um cenário alternativo com os diferentes pesos dos iniciais e o resumo dos novos valores de ICPmín, ICPmáx, média, moda, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação. Os remendos que antes deduziam até 5 pontos, agora passam a deduzir até 11 pontos. As panelas, que antes deduziam até 10 pontos, passam a deduzir até 15 pontos. O desgaste que antes deduzia até 5 pontos, passa a deduzir até 10 pontos. E as interferências com tubulações urbanas que antes deduziam até 10 pontos, passam a deduzir até 14 pontos.

**Figura 25 – Resumo de resultados para o cenário alternativo**

DEFEITOS	PESOS	
1. Trincas por Fadiga (m <sup>2</sup> )	15	Mediana
2. Trincas em Blocos (m <sup>2</sup> )	5	80,09
3. Trincas nos Bordos (m)	0	Moda
4. Trincas Longitudinais(m)	5	93,33
5. Trincas por Reflexão(m)	0	ICP Mínimo
6. Trincas Transversais(m)	5	49,67
7. Remendos(m <sup>2</sup> )	11	ICP máximo
8. Panelas(m <sup>2</sup> )	15	100
9. Deform. Perman. de Trilha de Rodas(%)	15	ICP médio
10. Corrugação(m <sup>2</sup> )	0	79,89
11. Exsudação(m <sup>2</sup> )	0	Desv. Padrão
12. Agregados Polidos(m <sup>2</sup> )	0	11,1
13. Desgaste(m <sup>2</sup> )	10	Coeficiente de variação
14. Interferências com Tubulações urbanas(m <sup>2</sup> )	14	13,89%
15. Bombeamento(m)	5	
<b>Total</b>	<b>100</b>	

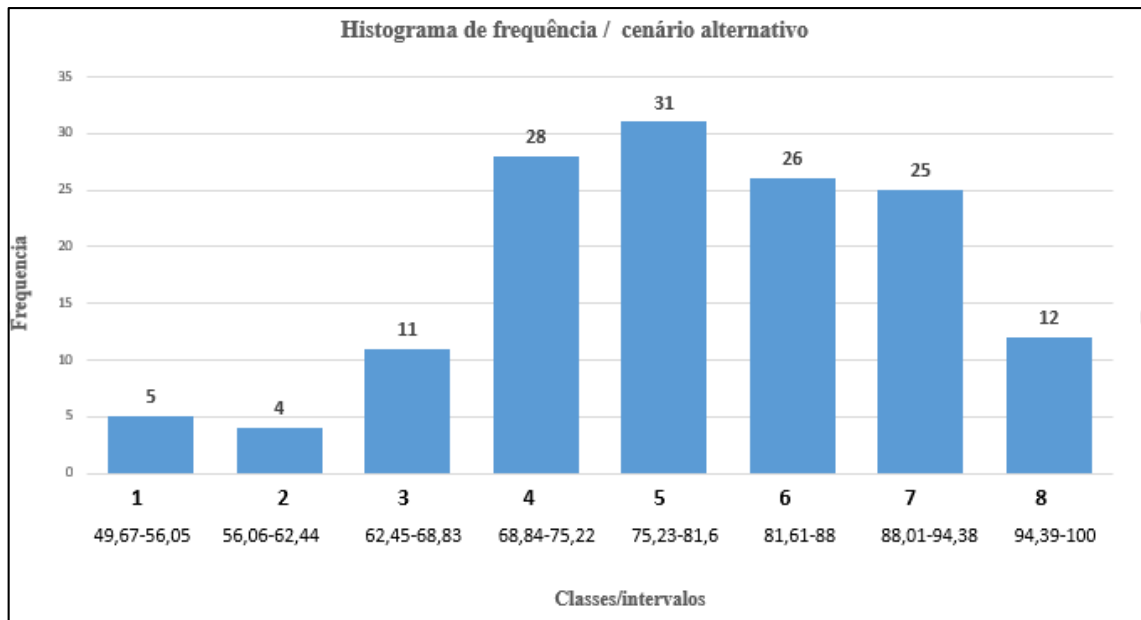
Avaliando o cenário alternativo o ICP médio dos trechos avaliados pelo método do SHRP foi de 79,89 ou seja, o pavimento do bairro, no geral, é categorizado em desempenho bom. Este cenário apresentou que 71 quarteirões tiveram um desempenho ótimo (50% da malha viária), 63 quarteirões desempenho bom (44,36% malha viária) e 8 quarteirões desempenho

regular (5,64% da malha viária). Ou seja, 94,36% dos quarteirões avaliados resultaram em bom/ótimo desempenho.

O ICP mínimo dos trechos é 49,67 (desempenho regular) o ICP máximo é 100 (desempenho excelente). A nota que mais se repetiu (moda) nos trechos avaliados foi de 93,33, a mediana foi de 80,09, o desvio padrão 11,1 e o coeficiente de variação 13,89%, ou seja, os dados ficaram mais dispersos que no cenário de referência.

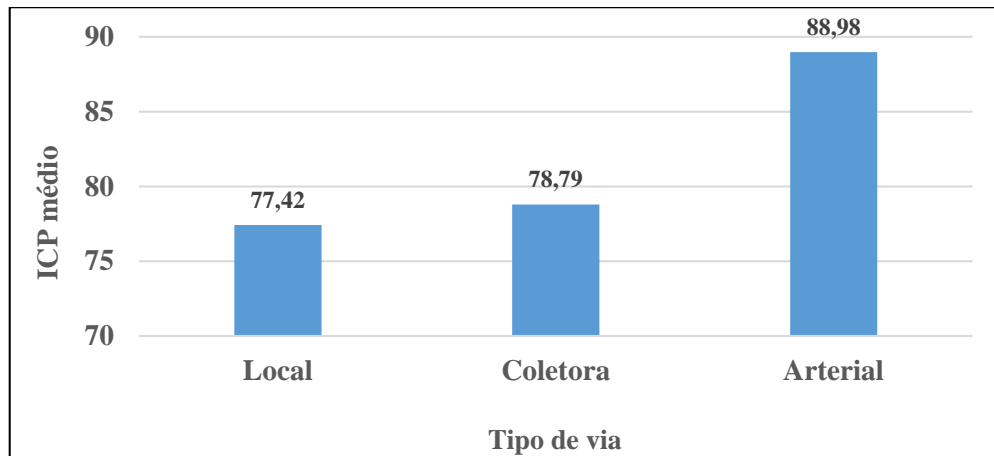
O Gráfico 3, indica o histograma com a distribuição de frequência absoluta por intervalo/classes do cenário alternativo.

**Gráfico 3 – Histograma de frequência absoluta no cenário alternativo**



Analisando o Gráfico 3 é possível identificar que a maioria dos ICPs se concentra de 64,84 a 94,38 pontos. A classe 5 (75,23 < ICP < 81,6, condição limítrofe entre bom e excelente) foi a mais frequente com 31 observações.

O Gráfico 4 indica o ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais pelo cenário alternativo. Foi possível identificar o mesmo ranking do cenário de referência, ou seja, o ICP médio das vias arteriais (88,98) é maior que o das coletoras (78,79), que por sua vez é maior que o das vias locais (77,42).

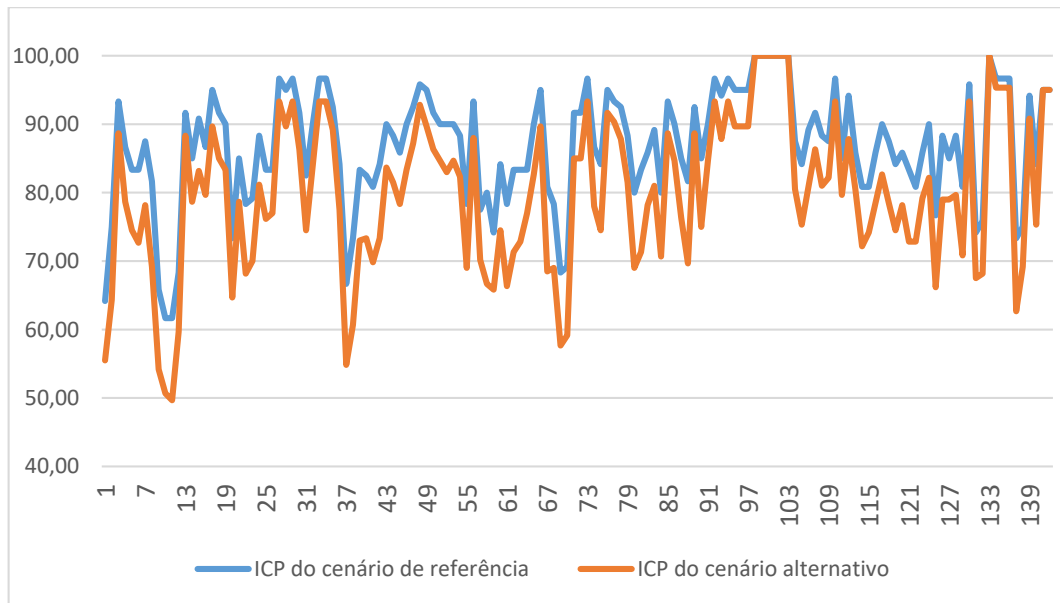
**Gráfico 4 – ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais no cenário alternativo**

Observou-se uma diminuição no ICP médio das vias coletoras, locais e arteriais em relação ao cenário de referência, porém as vias locais e coletoras foram as que mais perderam pontuação nos ICPs, isso se dá em decorrência que os defeitos foram detectados com mais frequência nas vias locais e coletoras. Em contrapartida as vias arteriais não apresentaram tanto defeitos, logo os trechos localizados nas vias arteriais exibiram menor variação no valor do ICP médio.

#### **4.3 Comparações dos valores de ICP no cenário de referência *versus* ICP do cenário alternativo**

No Gráfico 5 está indicada a comparação dos ICPs do cenário de referência e os ICPs do cenário alternativo, onde é possível constatar que os valores dos ICPs do cenário de referência são superiores (ou no mínimo iguais) aos valores dos ICPs do cenário alternativo para cada um dos 142 trechos analisados.

**Gráfico 5 – Comparação dos ICPs de referência versus alternativo**



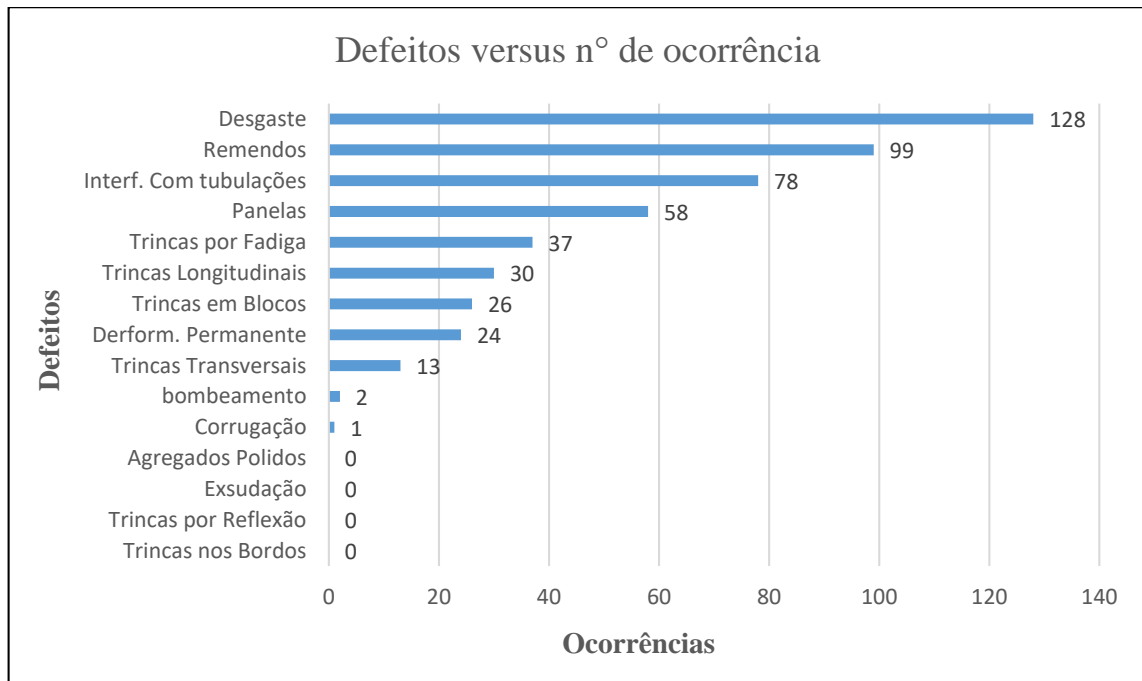
A diminuição nos valores do ICP do cenário alternativo é justificada, pelo fato que este cenário considera a avaliação de 10 defeitos (os mais frequentes na malha viária). Dessa forma, houve uma redistribuição dos pesos com um aumento significativo nos pesos para os defeitos que mais impactam na qualidade de rolamento, ocasionando uma perda no valor final de cada pavimento.

Os trechos 134, 135 e 136 apresentaram somente 1 defeito, portanto seus respectivos ICPs reduziram de 96,67 para 95,33, ou seja, reduziram cerca de 1,38%. O trecho 7 apresentou 4 defeitos, portanto seu ICP reduziu de 87,5% para 78,17%, ou seja, reduziu cerca de 10,66%. Já o trecho 11 apresentou 7 defeitos, portanto seu ICP reduziu o ICP de 61,67 para 49,67, redução de aproximadamente 19,5%. Logo, quanto mais defeitos por trecho, maior será o abatimento de pontos do ICP no cenário alternativo. As informações completas com todos os resultados obtidos a respeito dos ICPs estão localizadas no apêndice A.

#### **4.4 Descrição dos defeitos encontrados na malha viária do bairro de Batista Campos**

No Gráfico 6 estão indicadas as quantidades de trechos nos quais houve a ocorrência de cada um dos 15 tipos de defeitos do cenário de referência.

**Gráfico 6 – 10 defeitos mais frequentes versus n° de ocorrências**



Os defeitos trincas nos bordos, trincas por reflexão, exsudação e agregados polidos não foram detectados em nenhum trecho de estudo (0%). O defeito mais frequente foi o desgaste, presente em 128 trechos (90,1%). No lado esquerdo da Figura 26 há um exemplo de desgaste de severidade média com perda de agregados miúdos e textura superficial tornando-se áspera e no lado direito da Figura 26 um desgaste de severidade alta com perda de agregados miúdos e graúdos e a textura da superfície mais áspera.

**Figura 26 – Desgastes de média e alta severidade**



As principais causas dos desgastes são: falta de ligante; superaquecimento da mistura na usina; compactação insuficiente (excesso de vazios); agregados sujos, úmidos ou

com pequena resistência a abrasão; abertura precoce ao tráfego e execução sob condições meteorológicas desfavoráveis.

O 2º defeito mais frequente na malha viária foram os remendos, presentes em 69,7% dos trechos (99 ocorrências). A Figura 27 indica exemplos de remendos encontrados na malha viária.

**Figura 27 – Exemplo de remendos**



O remendo apesar de ser uma atividade de conservação, é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade e por impactar o conforto no rolamento. As principais causas são a carga de tráfego; emprego de material de má qualidade; ação do meio ambiente; má construção. Vale ressaltar que o remendo ocorre muitas das vezes por conta de reparos da infraestrutura básica tais como rede de água e esgoto.

As interferências com tubulações urbanas representam o 3º defeito mais frequente na malha viária, ocorrendo em 78 trechos (54,9% do total). A figura 28, indica algumas interferências com tubulações urbanas registradas.

**Figura 28 – Interferências com tubulações urbanas**

Conforme os registros realizados em campo, as tampas de poços de visitas e/ou caixas coletoras de acesso a bueiros são instaladas muitas vezes no meio das vias, com desnível significativo em relação ao asfalto. Esses desníveis alcançaram até 20 centímetros em alguns trechos do bairro, o que pode não só danificar a parte mecânica dos veículos mas também causar acidentes. A situação pode se tornar pior em dias de chuva, pois em virtude da redução da visibilidade o motorista só percebe a cavidade no momento em que passa sobre a caixa coletora. Esse defeito é intrínseco de pavimentos urbanos e compromete a qualidade de rolamento tanto quanto as panelas.

O defeito corrugação, indicado na Figura 29, (0,7% das ocorrências) foi o menos frequente no bairro.

**Figura 29 - Corrugação**



Um das causas que pode ter ocasionado esse defeito são elevados esforços tangenciais (frenagem e aceleração) ou de problemas construtivos como, por exemplo, excesso de umidade, fraca ligação entre base e revestimento e cura insuficiente das misturas produzidas com emulsões asfálticas ou asfaltos diluídos.

Detectou-se que alguns tipos de defeito não tinham muita influência dentro do resultado final do índice. Especificamente para a amostra dos 142 quarteirões da malha urbana do bairro de Batista Campos, com 10 tipos de defeito é possível representar 99,79% das degradações superficiais do pavimento, ou seja, 495 ocorrências de defeitos registradas de um total de 496.

O trabalho de Zanchetta (2005) constatou que os defeitos mais presentes foram o desgaste (78,8% das ocorrências) e os remendos (64% das ocorrências). Diagnosticou-se que o defeito menos frequente na malha viária de São Carlos foi as trincas por reflexão (0,38% das ocorrências). De acordo com o trabalho de Páez (2015), foi detectado que especificamente para a amostra de 10.402 seções da malha urbana do Distrito Federal com 10 tipos de defeito foi possível representar 99,91% das degradações superficiais do pavimento. Percebe-se, portanto, que os resultados da atual pesquisa vão ao encontro daqueles obtidos por Zanchetta (2005) e Páez (2015). Vale ressaltar que dos 10 defeitos mais frequentes da pesquisa de Páez, 9 defeitos bateram com a pesquisa atual. A única diferença foi justamente na inclusão do defeito interferências com tubulações urbanas na pesquisa atual.

#### 4.5 Considerações sobre a severidade e a extensão dos defeitos

Na Tabela 3 está indicada a descrição de frequência de cada classe de severidade (Baixa, Média e Alta) de cada tipo de defeito do cenário de referência. As colunas “N trechos” indicam em quantos quarteirões houve a presença do defeito, por classe de severidade. As colunas “% trechos” indicam o percentual de trechos que apresentaram o defeito, por classe de severidade. As colunas “% do defeito” indicam o percentual de cada classe de severidade em relação ao total de defeitos detectados.

**Tabela 3 – Descrição de frequência dos defeitos em relação a severidade**

Defeito	Severidade								
	Baixa			Média			Alta		
	Nº trechos	% trechos	% do defeito	Nº trechos	% trechos	% do defeito	Nº trechos	% trechos	% do defeito
Trincas por fadiga	18	12,67	<b>45</b>	12	8,45	30	10	7,04	25
Trincas em Blocos	9	6,34	33,33	11	7,75	<b>40,75</b>	7	4,93	25,92
Trincas nos bordos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trincas longitudinais	22	15,49	<b>68,75</b>	8	5,63	25	2	1,41	6,25
Trincas por reflexão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trincas transversais	12	8,45	<b>92,3</b>	1	0,7	7,3	0	0	0
Remendos	79	55,63	<b>66,39</b>	24	16,9	20,17	16	11,27	13,44
Panelas	20	14,08	28,57	20	14,08	28,57	30	21,13	<b>42,86</b>
Deformação Perm, de trilhas de rodas	22	15,49	<b>88</b>	2	1,41	8	1	0,7	4
Corrugação	1	0,7	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0
Exsudação	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agregados polidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desgaste	128	90,14	<b>91,43</b>	10	7,04	7,14	2	1,41	1,43
Interferências com tubulações urbanas	68	47,89	<b>68</b>	19	13,38	19	13	9,15	13
Bombeamento	0	0	0	0	0	0	2	1,41	<b>100</b>

A maioria dos defeitos encontrados na malha viária do bairro de Batista Campos foi classificada como sendo de baixa severidade. Os defeitos trincas por fadiga, trincas longitudinais, trincas transversais, remendos, deformação permanente, corrugação, desgaste e interferências com tubulações urbanas ocorrem com maior frequência na classe de baixa severidade. As trincas em bloco ocorrem de forma mais frequente com severidade média, enquanto que as panelas e o bombeamento são mais frequentes na classe de alta severidade.

Na Tabela 4 está indicada a descrição de frequência de cada classe de extensão (Baixa, Média e Alta) de cada tipo de defeito do cenário de referência. As colunas “N trechos” indicam em quantos quarteirões houve a presença do defeito, por classe de extensão. As colunas “% trechos” indicam o percentual de trechos que apresentaram o defeito, por classe de extensão. As colunas “% do defeito” indicam o percentual de cada classe de extensão em relação ao total de defeitos detectados.

**Tabela 4 – Descrição de frequência dos defeitos em relação a extensão**

Defeito	Extensão								
	Baixa			Média			Alta		
	N° trechos	% trechos	% do defeito	N° trechos	% trechos	% do defeito	N° trechos	% trechos	% do defeito
Trincas por fadiga	28	19,01	<b>75</b>	3	2,11	8,33	6	4,22	16,67
Trincas em Blocos	17	11,97	<b>65,38</b>	4	2,82	15,38	5	3,52	19,24
Trincas nos bordos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trincas longitudinais	28	19,72	<b>84,85</b>	5	3,52	15,15	0	0	0
Trincas por reflexão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trincas transversais	13	9,15	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0
Remendos	85	59,86	<b>82,52</b>	13	9,15	12,62	5	3,52	4,85
Panelas	58	40,84	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0
Deformação Perm, de trilhas de rodas	24	16,9	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0
Corrugação	1	0,7	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0
Exsudação	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agregados polidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desgaste	12	8,45	8,57	0	0	0	128	90,14	<b>91,43</b>
Interferências com tubulações urbanas	78	54,93	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0
Bombeamento	2	1,41	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0

A maioria dos defeitos encontrados na malha viária do bairro de Batista Campos foram classificados com baixa extensão. Apenas o defeito desgaste se deu de forma mais frequente na classe de alta extensão.

#### 4.6 Detalhamento dos trechos que apresentaram os piores ICPs

Os trechos críticos, ou seja, aqueles que apresentaram os ICPs mais baixos no cenário de referência foram C10 e C11, ambos localizados na rua dos Tupinambás. O valor do ICP dos trechos foi 61,67, ainda assim enquadrado como um trecho de bom desempenho. A Figura 30 indica no canto superior esquerdo e no canto superior direito a presença de trincas por fadiga, desgaste, remendos e deformação por trilha de rodas. No canto inferior esquerdo a

existência de panelas, trincas por fadiga, deformação permanente de trilhas de rodas, desgaste e trincas longitudinais, por fim, no canto inferior direito a existência de trincas por fadiga, desgaste e deformação permanente de trilhas de rodas.

**Figura 30 – Defeitos localizados nos trechos críticos do bairro de Batista Campos (C10 e C11)**



Fazendo uma análise geral dos trechos C10 e C11, é notória a quantidade de defeitos que impactam diretamente na qualidade do pavimento desses trechos, podendo levar ao questionamento do porquê em serem categorizados como bom desempenho. Entretanto, considerando que o bairro de Batista Campos possui uma malha viária muito boa em relação aos outros bairros do município e que o trabalho foi realizado em uma malha viária reduzida comparado com a malha viária de toda a cidade de Belém, os trechos C10 e C11 acabaram ficando no limite mínimo ( $>60$ ) e se enquadrando como pavimentos de bom desempenho.

Analisando o cenário alternativo, detectou-se que os trechos C10 e C11 apresentam ICPs de 50,67 e 49,67, respectivamente, conforme indicado no Apêndice A. Portanto, esses trechos deixariam de ser enquadrados como de boa qualidade na classificação proposta por Chen (1993) para serem enquadrados como de qualidade regular. Essa avaliação regular para os trechos C10 e C11 se assemelha mais à avaliação subjetiva da qualidade da superfície de

rolamento dos trechos. Esse resultado ajuda a validar a adoção do cenário alternativo para o cálculo do ICP.

Por outro lado, os quarteirões menos críticos e que obtiveram os maiores ICPs foram os trechos identificados pelos códigos 98, 99, 100, 101, 102,103 (localizados na avenida Conselheiro Furtado) e 133 (localizado na rua Fernando Guilhon). O valor do ICP dos trechos foi 100, categorizando-os como trechos de ótimo desempenho. A Figura 31, indica alguns dos trechos menos críticos do bairro de Batista Campos (C98/C99/C100/C101).

**Figura 31 – Trechos C98/C99/C100/C101**



Tais trechos obtiveram nota máxima do ICP e foram considerados os melhores trechos do bairro, pelo fato de não apresentarem nenhum defeito no pavimento e apresentarem uma excelente sinalização horizontal. Isso se deve pelo fato que as vias foram recentemente recapeadas e re-sinalizadas, portanto todos esses trechos foram considerados pavimentos novos com uma excelente visibilidade de sinalização horizontal. Vale ressaltar que tanto as

degradações superficiais do pavimento e a falta de sinalização horizontal adequada, impactam diretamente na qualidade do pavimento.

#### 4.7 Levantamentos da sinalização horizontal

Na Tabela 5 estão indicados os resultados gerais sobre a sinalização horizontal do bairro de Batista Campos.

**Tabela 5 – Resultados gerais sobre a sinalização horizontal do bairro de Batista Campos**

Elementos de sinalização	Não é obrigatório	Onde é obrigatório	Bom	Ruim	Não possui	Bom	Ruim	Não possui	
	Nº de trechos	Nº de trechos	Nº de trechos						
LMS-1	40	102	50	20	32	49,02%	19,61%	31,37%	
<b>LMS-2</b>	12	130	52	25	53	<b>40,00%</b>	19,23%	40,77%	
LPP, MVE, MER	29	113	50	38	25	44,25%	33,63%	22,12%	
FTP	38	104	43	18	43	41,35%	17,31%	41,34%	
LRE	30	112	62	20	30	55,36%	17,86%	26,78%	
<b>Setas, símbolos e legendas</b>	28	114	66	23	25	<b>57,89%</b>	20,18%	21,93%	
						Média	47,98%	21,30%	30,72%

LMS-1: Linha simples contínua

LMS-2: Linha simples seccionada

LPP: Linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada

FTP: Faixa de travessia de pedestre

MVE: Marca delimitadora de Parada de veículos específicos

LRE: Linha de retenção

MER: Marca delimitadora de Estacionamento regulamentado

Na 1ª coluna estão identificados os elementos de sinalização levantados em campo, na 2ª coluna indica-se a quantidade de trechos em que aquele determinado elemento de sinalização não é obrigatório segundo o CTB, na 3ª coluna indica-se a quantidade de trechos nos quais o elemento de sinalização horizontal é obrigatório conforme o CTB. A partir dos valores da 3ª coluna, calcularam-se as porcentagens dos trechos que apresentaram o elemento de sinalização em bom estado de conservação, ruim estado de conservação ou simplesmente não possuíam o elemento de sinalização.

Em média, apenas 48% das sinalizações horizontais do bairro estavam bem conservadas, ou seja, menos da metade apresenta visibilidade adequada, categorizando assim a sinalização do bairro, no geral, como ruim.

As linhas simples seccionada (LMS-2) são as mais problemáticas em relação a visibilidade adequada de sinalização horizontal no bairro, apenas 40% dos trechos que deveriam ter esse elemento de sinalização, apresentaram um bom estado de conservação. Enquanto que em 60% dos trechos que deveriam ter a sinalização estão ruins ou não possuem. A Figura 32 indica alguns trechos com a falta de sinalização adequada de LMS-2.

**Figura 32 – Trechos com a falta de sinalização adequada (MLS-2)**



A faixa de travessia de pedestre (FTP) é a 2º mais problemática em relação a visibilidade adequada de sinalização horizontal no bairro, apenas 41,35% dos trechos, que deveriam obter esse elemento de sinalização, apresentaram um bom estado de conservação. Enquanto que em 58,65% dos trechos que deveriam ter a sinalização, estão ruins ou não possuem. A Figura 33 indica alguns trechos em que a faixa de travessia de pedestres está apagada.

**Figura 33 – Trechos com a falta de sinalização adequada (FTP)**



Percebe-se, portanto, que os resultados da atual pesquisa, que detectaram desleixo com a conservação da sinalização horizontal, são semelhantes aos encontrados em diversas outras cidades brasileiras tais como Brasília-DF (CORREIO BRASILIENSE, 2016), São Paulo-SP (FOLHA DE S.PAULO, 2020) e Petrolina-PE (G1 PETROLINA, 2014), conforme relatado na revisão bibliográfica.

As inscrições nos pavimentos (setas, símbolos e legendas) foram as menos problemáticas em relação a visibilidade adequada. Ainda assim, apenas 57,89% dos trechos que deveriam ter esse elemento de sinalização, apresentaram-no em um bom estado de conservação. Enquanto que em 42,11% dos trechos que deveriam ter a sinalização estão ruins ou não possuem. A Figura 34, indica exemplos de inscrições nos pavimentos com visibilidade adequada.

**Figura 34 – Inscrições nos pavimentos com visibilidade adequada**



A sinalização horizontal do bairro, apresentou grande índice de desgaste. Fica notória a falta de manutenção das sinalizações horizontais, que muitas das vezes só são re-sinalizadas após um recapeamento na via.

#### **4.8 Correlação ICP *versus* cotas e quantidades de linhas de ônibus**

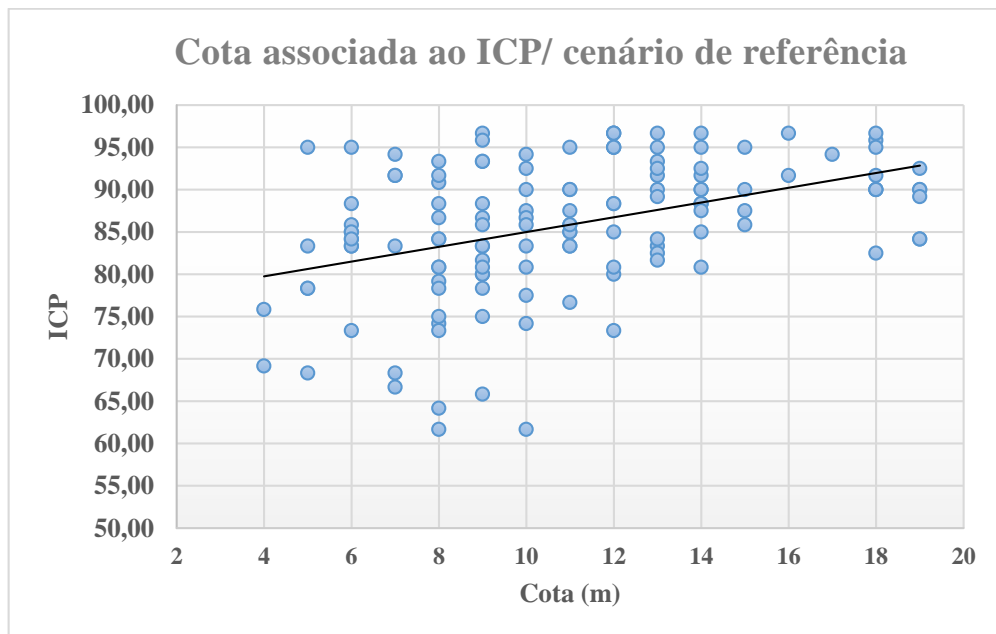
Sabe-se que para se obter o valor do ICP é necessário realizar pesquisa de campo. Contudo há alguns fatores que impactam na qualidade do pavimento, tais como as condições de drenagem e o volume de tráfego pesado, que podem ser estimados sem a necessidade de uma demorada e dispendiosa coleta de dados em campo. Portanto, investigou-se se há correlação entre os valores das cotas dos trechos (que refletem indiretamente as condições de drenagem da via) *versus* o ICP e também se há correlação entre a quantidade de linhas de ônibus em cada trecho (volume de tráfego pesado) *versus* ICP.

Tanto as cotas como a quantidade de linhas de ônibus em cada trecho são dados obtidos por levantamentos, sem a necessidade de pesquisas de campo. Em tese, espera-se que trechos com cotas mais baixas apresentem menores valores de ICP (diretamente proporcional), em razão da constituição da cidade de Belém, que apresenta solos moles e lençol freático

elevado. Em relação à quantidade de linhas de ônibus, espera-se uma relação inversão proporcional, pois em teoria o maior tráfego de linhas de ônibus causaria mais danos aos pavimentos reduzindo os valores de ICP.

No Gráfico 7 estão indicados os resultados obtidos da correlação linear de Pearson entre cotas *versus* ICPs no cenário de referência. Cada ponto corresponde ao par de informações [Cota (eixo x) e ICP (eixo y)]. Em nenhuma das correlações foram incluídos os trechos que apresentaram ICP = 100, pois esse valor máximo se deve exclusivamente ao fato de ter ocorrido recapeamento muito recente em relação à data das coletas de dados.

**Gráfico 7 – Cota *versus* ICP no cenário de referência**

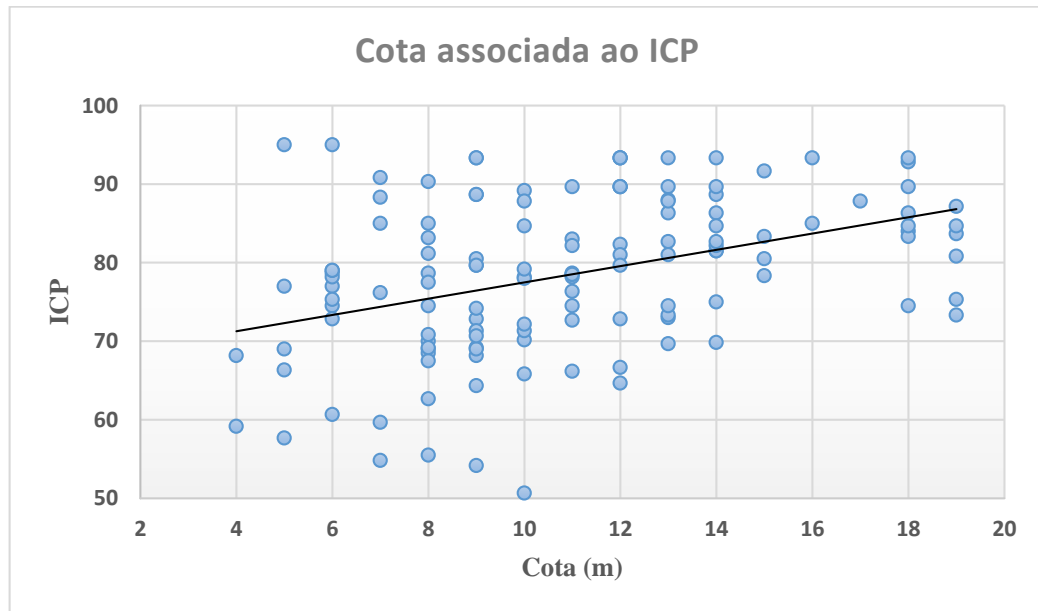


O valor do coeficiente de correlação linear ( $r$ ) foi igual a 0,68, categorizado como uma correlação positiva forte (diretamente relacionada), ou seja, quanto mais alta a cota, o ICP tende a ser maior. Pode-se dizer que esse resultado é coerente pois vias construídas em cotas baixas enfrentam condições mais severas em relação à drenagem visto que mais sujeitas à elevação do lençol freático e, até mesmo, com a ocorrência de alagamentos. É notório que água em excesso na estrutura do pavimento é prejudicial à sua capacidade de suporte.

Ao elevarmos o coeficiente  $r$  ao quadrado, obtém-se o valor  $R^2$  da regressão linear. Nesse caso,  $R^2 = 0,4624$ , indicando que 46,24% da variação do ICP dos pavimentos é explicada pela variação das cotas dos pavimentos. Tendo em vista que a qualidade da superfície de rolamento é afetada por diversos fatores tais como volume de tráfego, frequência de atividades de M&R, condições de drenagem, sujeição a intempéries, dentre outros, os valores de  $r$  e  $R^2$  obtidos exclusivamente para relação cota *versus* ICP são importantes.

O Gráfico 8, indica os resultados obtidos da correlação linear de Pearson das cotas associada aos ICPs pelo cenário alternativo.

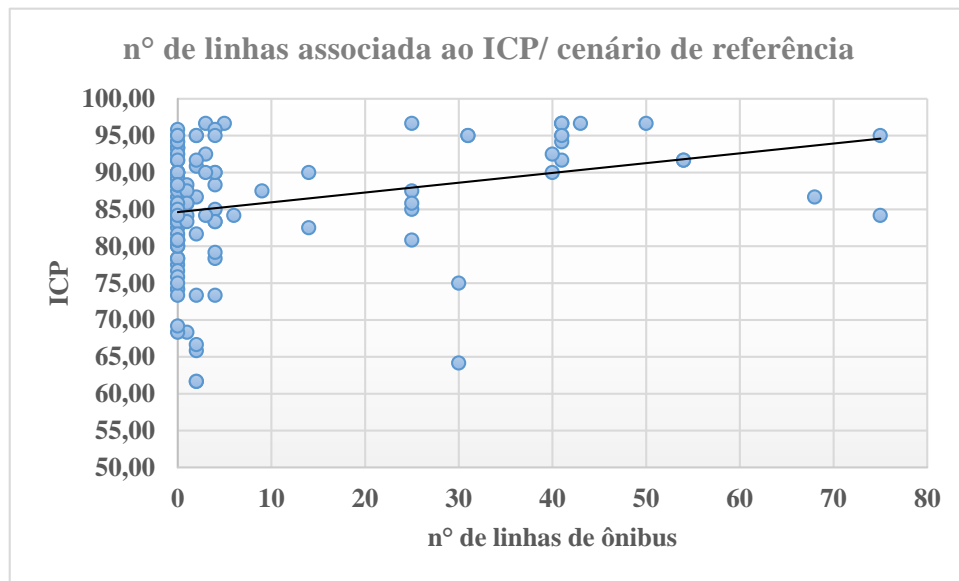
**Gráfico 8 – Cota versus ICP no cenário alternativo**



O valor do coeficiente de correlação linear ( $r$ ) foi igual a 0,67, categorizado também, como uma correlação positiva forte (diretamente relacionada), ou seja, quanto mais alta a cota, o ICP tende a ser maior. Ao elevarmos o coeficiente  $r$  ao quadrado, obtém-se o valor  $R^2$  da regressão linear. Nesse caso,  $R^2 = 0,4489$ , indicando que 44,89% da variação do ICP dos pavimentos é explicada pela variação das cotas dos pavimentos. Vale ressaltar a quase igualdade dos resultados, validando o cenário alternativo que avalia menos defeitos.

Já no Gráfico 9, estão indicados os resultados obtidos da correlação linear de Pearson do nº de linhas de ônibus associada aos ICPs no cenário de referência. Cada ponto corresponde ao par de informações [nº de linhas de ônibus (eixo x) e ICP (eixo y)].

**Gráfico 9 – N° de linhas de ônibus *versus* ICP no cenário de referência**

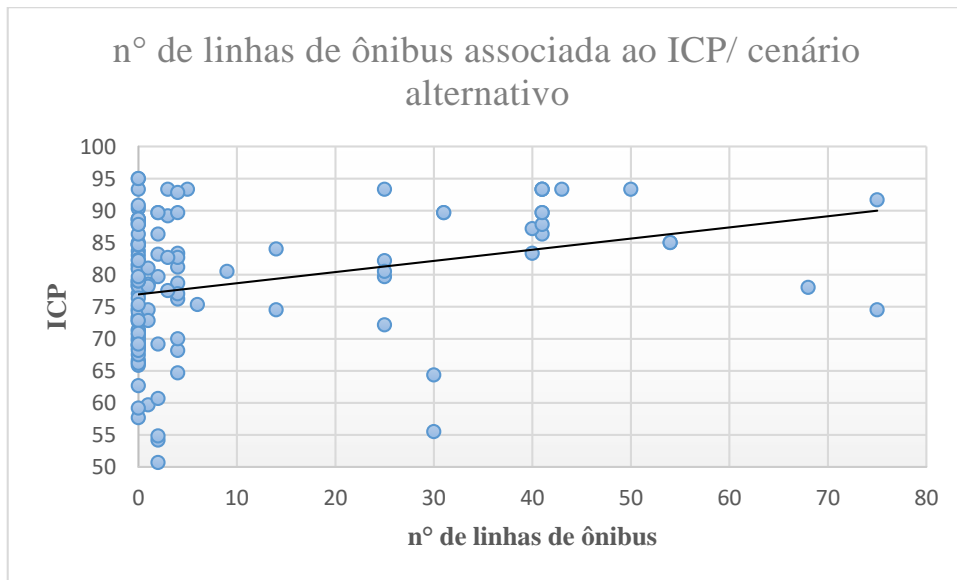


O valor do coeficiente de correlação linear ( $r$ ) foi igual a 0,22, categorizado como uma correlação positiva fraca, ou seja, há pouca relação linear entre as variáveis. Ao elevarmos o coeficiente  $r$  ao quadrado, obtém-se o valor  $R^2$  da regressão linear. Nesse caso,  $R^2 = 0,0484$ , indicando que somente 4,84% da variação do ICP dos pavimentos é explicada pela variação do n° de linhas de ônibus dos pavimentos.

Esperava-se encontrar uma correlação negativa, ainda que fraca, entre o n° de linhas de ônibus *versus* ICP visto que quanto maior o volume de tráfego de veículos pesados, maior o nível de carregamento do pavimento e, em consequência, maior o nível de dano e ocorrência de defeitos. Acontece que os ônibus se concentram nas vias arteriais do bairro que, em virtude de sua importância no sistema viário, acabam recebendo maior atenção nas atividades de M&R, garantindo a essas vias um bom ICP mesmo com o tráfego mais pesado. Esse resultado mostra que, ainda que não haja um sistema de gerência de pavimentos formal dentro da prefeitura de Belém, há coerência e bom senso na priorização das atividades de M&R.

O Gráfico 10, estão indicados os resultados obtidos da correlação linear de Pearson do n° de linhas de ônibus associadas aos ICPs no cenário alternativo.

**Gráfico 10 – N° de linhas de ônibus versus ICP no cenário alternativo**



O valor do coeficiente de correlação linear ( $r$ ) foi igual a 0,25, categorizado também, como uma correlação positiva fraca, ou seja, há pouca relação linear entre as variáveis. Ao elevarmos o coeficiente  $r$  ao quadrado, obtém-se o valor  $R^2$  da regressão linear. Nesse caso,  $R^2 = 0,0625$ , indicando que apenas 6,25% da variação do ICP dos pavimentos é explicada pela variação do n° de linhas de ônibus dos pavimentos. Novamente, os valores de  $r$  são muito semelhantes entre os cenários de referência e alternativo, constituindo mais um indício de que é interessante trabalhar com a observação de menos defeitos em campo.

#### 4.9 Considerações finais

Em termos de ICP médio, a condição da superfície de rolamento das vias do bairro de Batista Campos é excelente para o cenário de referência. Foi possível constatar que as vias arteriais apresentaram os ICPs mais elevados enquanto que as vias coletoras e locais tiveram ICP médio mais baixo quase que equiparadas. Isso indica que as vias coletoras (vias de maior importância em relação as vias locais) devem ser priorizadas em uma próxima rodada de intervenções de M&R no bairro.

O método SHRP, utilizado no cenário de referência, foi desenvolvido para rodovias e traz alguns tipos de defeitos que praticamente não foram observados em área urbana tais como trincas nos bordos, trincas por reflexão, exsudação e agregados polidos. Isto ensejou a elaboração do cenário alternativo que calculou o ICP tomando por base somente 10 tipos de defeitos, ao invés dos 15 defeitos previstos no método SHRP. Como os resultados de ICP entre os cenários foram semelhantes e, em alguns casos, até aproximaram a avaliação objetiva da

avaliação subjetiva, considera-se que a adoção do cenário de referência foi positiva até mesmo porque reduz a quantidade de defeitos a serem avaliados, o que pode tornar o processo de avaliação objetiva mais eficiente.

Constatou-se que a sinalização horizontal está em piores condições de conservação do que a superfície de rolamento dos trechos. Considera-se positiva a avaliação conjunta de defeitos na superfície e condições de visibilidade da sinalização horizontal, pois, em primeiro lugar, não há acréscimo importante no tempo de levantamento de dados (não prejudica a eficiência) e pode-se adicionar um “sistema de gerência da sinalização horizontal” ao sistema de gerência de pavimentos.

É importante destacar também a forte correlação linear positiva ( $r = 0,68$ ) encontrada entre as cotas das vias e os valores de ICP. Belém é uma cidade edificada sobre terrenos de várzea, com nível de lençol freático praticamente superficial e complicadas condições para a drenagem superficial. Tudo isso se agrava em vias construídas em cotas mais baixas do terreno e se reflete em piores condições da superfície de rolamento. Portanto, é importante que as cotas das vias sejam um dos dados de entrada do SGP local de Belém. Vias com cotas mais baixas, em tese, vão requerer mais atividades de M&R.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo identificar o índice de condição dos pavimentos das vias do bairro de Batista Campos em Belém-PA se valendo do método SHRP, em função da severidade e extensão dos defeitos encontrados além da averiguação das condições de conservação e visibilidade da sinalização horizontal. Ao se trafegar pelas ruas de Belém é notória a grande quantidade de defeitos nos pavimentos encontrados. Dessa maneira, a realização do trabalho foi relevante pelo fato de ainda ser um levantamento pioneiro, havendo poucos trabalhos na área. As informações coletadas acerca do sistema viário do bairro de Batista Campos podem vir a subsidiar a elaboração de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos, visto que a avaliação da condição da superfície do pavimento representa uma etapa inicial e muito importante para o processo de implantação de um SGP, pois a partir de suas informações decisões serão tomadas.

Os principais resultados encontrados foram:

- **Cenário de referência**

- ICP médio = 86,75 (desempenho excelente);
- A maior frequência de ICPs foi de 85,63 a 90,41;
- As vias arteriais apresentaram os maiores ICPs, com um ICP médio = 93,3;
- Piores trechos C10 e C11 – Rua dos Tupinambás, ICP = 61,67 (desempenho bom).

- **Cenário alternativo**

- ICP médio = 79,89 (desempenho bom);
- A maior frequência de ICPs foi de 75,23 a 81,6;
- As vias artérias apresentaram os maiores ICPS, com um ICP médio = 88,98;
- Piores trechos C10 e C11 – Rua dos Tupinambás, ICP = 49,67 (desempenho regular).

- **Para ambos os cenários**

- Os defeitos mais frequentes foram: Desgaste, remendos e interferências com tubulações urbanas;
- Os defeitos menos frequentes foram: Corrugação e bombeamento;
- Os defeitos agregados polidos, exsudação, trincas por reflexão e trincas em bordos não foram detectados na malha viária do bairro de Batista Campos;
- Houve correlação linear positiva forte entre ICP e cota da via;
- A maioria dos defeitos encontrados na malha viária do bairro apresentaram baixa severidade e baixa extensão.

- **Sobre a sinalização horizontal**

- Em média, aproximadamente, apenas 48% das sinalizações horizontais do bairro encontravam-se bem conservadas, ou seja, no geral, a condição de sinalização horizontal do bairro foi considerada ruim;
- As sinalizações horizontais mais críticas foram linha simples seccionada (MLS-2) e faixa de travessia de pedestre (FTP), enquanto que a menos crítica foi a inscrição no pavimento (setas, símbolos e legendas).

- **Aspectos gerais sobre as considerações finais**

- Necessidade de maior atenção às vias coletoras para execução de atividade de M&R;
- Necessidade de maior atenção às vias construídas em cotas baixas em um eventual sistema de gerência de pavimentos urbanos para a cidade de Belém;
- Validação do cenário alternativo que levanta a ocorrência de apenas 10 tipos de defeitos em pavimento, o que pode aumentar a velocidade de coleta de dados;
- Validação das coletas de dados simultâneas para avaliação objetiva da condição dos pavimentos e das condições da sinalização horizontal;

## **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:

- Obter inventário do sistema viário do bairro de Batista Campos incluindo espessuras e materiais empregados nas camadas;
- Calibração dos pesos (pontos dedutíveis) dos defeitos através de uma avaliação subjetiva da superfície de pavimentos (valor de serventia atual do pavimento);
- Comparação com o parâmetro do DNIT 006/2003 (IGG);
- Obter histórico das atividades de M&R realizadas nos últimos 10 anos no bairro;
- Refazer a coleta de dados 1 ano após a atual coleta para avaliar a variação ICP ao longo do tempo.

## 6. REFERÊNCIAS

ALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Tradução. [s.l.] Artmed Editora, 2009.

AMEKUDZI, A. A.; ATTOH-OKINE, N. O. **institutional issues in implementation of pavement management systems by local agencies**. Sage Journals. Department of Civil and Environmental Engineering, Florida International University, Miami, v. 1524, p. 10-15, 1996.

BENS, *et al.* (2009). **Serviceable Pavement Marking Retroreflectivity Levels**: Technical Report. Federal Highway Administration - FHWA/TX-09/0-5656-1, 150p. Texas, 2009.

BERTOLLO, S. A. M. **Considerações Sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede**. 1997. Dissertação (Mestrado em transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 1997.

BRANCO, A. M. **Segurança Rodoviária**. São Paulo: CL-A Cultura, 1999. 109p.

CARVALHO, J. R. *et al.* **Avaliação de condições superficiais de pavimento urbano utilizando o manual Shrp e o método de Vizir**. 2019. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2019.

CEMBRANEL, C.A. **Avaliação das condições de sinalização de trechos rodoviários na região de santa rosa – RS com ênfase na segurança dos usuários**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2016.

CHEN, *et al.* (1993) **URMS: Development of Project-Level Urban Roadway Management System. Transportation**. Research Record 1455. TRB. National Research Council. Washington, D.C., p. 62-68.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET. **Manual de sinalização urbana horizontal**. Volume 5. Revisão 3. São Paulo, 2019.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Resolução 236/2007 – Aprova o Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. Brasília: DENATRAN, 2007.

CORREIO BRAZILIENSE. **Falta de sinalização nas faixas de pedestres gera riscos de acidentes**. Disponível em:

<[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2016/10/04/interna\\_cidadesdf,551742/falta-de-sinalizacao-nas-faixas-de-pedestres-gera-riscos-de-acidentes.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2016/10/04/interna_cidadesdf,551742/falta-de-sinalizacao-nas-faixas-de-pedestres-gera-riscos-de-acidentes.shtml)>. Acessado em: 20 de maio de 2021.

DIAS, F. C. **A influência da infraestrutura urbana na qualidade dos pavimentos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Escola Politécnica do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2018.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 006/2003 - PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – procedimento.**

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 009/2003 - PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – procedimento.**

FERNANDES JÚNIOR, J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos.** 1999. Apostila. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 1999.

FOLHA DE S. PAULO. UOL. **Às vésperas do início das aulas, sinalizações nas escolas é falha.** Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2020/01/as-vesperas-do-inicio-das-aulas-sinalizacao-em-escolas-e-falha.shtml>>. Acessado em: 20 de maio de 2021.

FRANCO, Amanda. G1 PETROLINA. **Faixas apagadas oferecem risco de atropelamento em Petrolina.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2014/04/faixas-apagadas-oferecem-risco-de-atropelamento-em-petrolina-pe.html>>. Acessado em: 20 de maio de 2021.

FREITAS, C. M.; XIMENES, E. F. **Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação.** *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1601-1616, 2012.

HAAS, R., HUDSON, W. R. e FALLS, L. C. (2015) **Pavement Asset Management.** Scrivener Publishing Company. Beverly, Massachusetts, USA.

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

INSTITUTO DO ASFALTO (1981). **A Pavement Rating System for Low-Volume Asphalt Roads.** IS-169.

KHEDR, S. A.; EL DIMEERY, I. A. (1994). **Pavement Management System for Provinces in Developing Countries: Implementation in Fayoum, Egypt.** Transportation Research Record 1455. 1455. TRB. National Research Council. Washington, D.C., p. 101-110.

LANDERS, *et al.* (2001). **Development of a Pavement Surface Measure for the British Columbia Pavement Management System.** 5th International Conference on Managing Pavements. TRB. Washington, D.C.

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

MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. A. **Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará.** *Acta Amazônica*, v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.

- PÁEZ, E. M. A. **Índice de Condição do Pavimento (ICP) para Aplicação em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos**. 2015. Dissertação (Mestrado em transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2015.
- PIMENTEL, D. **Apagadas, faixas de travessia prejudicam pedestres em vários pontos de Belém**. Disponível em: <<https://www.oliberal.com/belem/apagadas-faixas-de-travessia-prejudicam-pedestres-em-belem-1.329778>>. Acessado em: 20 de maio de 2021.
- M. P. **Métodos de Avaliação Visual de Pavimentos Flexíveis: um estudo Comparativo**. 2001. Dissertação (Mestrado em transporte) – Escola de Engenharia do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – RS, 2001.
- RENZ, E. M. **Avaliação da retrorrefletividade de pintura de demarcação viária horizontal em trechos da BR-287 e RS-509**. 2015. 77 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenheiro Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.
- RODRIGUES, C. **Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos**. Desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo. Rev. do Departamento de Geografia, v. 20, p. 111-125, 2010.
- SANTOS, C. D. **A formação e produção do espaço urbano: discussões preliminares acerca da importância das cidades médias para o crescimento da rede urbana brasileira**. Rev. Bras. de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 5, n. 1, p. 177-190, 2009.
- SHAHIN, M.Y. **Pavement management for airports, roads and parking lots**. Edição: 1. Chapman & Hall, New York: 1994. 450p.
- SHRP (1993). **Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement performance Studies**. The Strategic Highway Research Program. National Academy of Science. Washington, D.C.
- SILVA, *et al.* (2017) **Análise comparativa entre os métodos de avaliação de pavimentos DNER-PRO 11/79 e matriz de soluções do PREMAR 2, na análise comparativa entre rodoviário da BA161, BARRA – ENT. BR-242**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 22.
- THAMIZHARAZAN, *et al.* (2002). **A Methodology for Estimating the Lifecycle of Interstate Highway Pavement Marking Retroreflectivity** - TRB Paper Number: 03-3867 - Transportation Research Board - Washington, D.C. – 2002.
- ZANCHETTA, F. **Aquisição de dados sobre a condição dos pavimentos visando a implementação de sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2005.

**APÊNDICE A – ASPECTOS GERAIS DO BAIRRO BATISTA CAMPOS**

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C1	Av.16 de Novembro	Alm. Tamandaré e Veiga Cabral	5,6	430	2408	8	Coletora	Sim	30	64,17	55,50	13,51%
C2	Av.16 de Novembro	Veiga Cabral e Arcipreste	5,6	145	812	9	Coletora	Sim	30	75,00	64,33	14,23%
C3	Trav. São Francisco	Alm. Tamandaré e Veiga Cabral	5,6	376	2105,6	9	Local	Não	0	93,33	88,67	5,00%
C4	Trav. São Francisco	Veiga Cabral e Arcipreste	5,6	162	907,2	8	Local	Não	0	86,67	78,67	9,23%
C5	Trav. Tupinambás	Arcipreste e Conselheiro	3,8	85	323	11	Local	Não	0	83,33	74,50	10,60%
C6	Trav. Tupinambás	Conselheiro e Tamoios	8,4	155	1302	11	Local	Não	0	83,33	72,67	12,80%
C7	Trav. Tupinambás	Tamoios e Mundurucus	7,4	152	1124,8	10	Local	Não	0	87,50	78,17	10,66%
C8	Trav. Tupinambás	Mundurucus e Pariquis	8,4	155	1302	9	Local	Sim	2	81,67	69,17	15,30%
C9	Trav. Tupinambás	Pariquis e Caripunas	8,4	155	1302	9	Local	Sim	2	65,83	54,17	17,72%
C10	Trav. Tupinambás	Caripunas e Timbiras	8,4	155	1302	10	Local	Sim	2	61,67	50,67	17,83%
C11	Trav. Tupinambás	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	155	1302	8	Local	Sim	2	61,67	49,67	19,45%
C12	Trav. Tupinambás	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	155	1302	7	Local	Sim	1	68,33	59,67	12,68%
C13	Trav. Tupinambás	São Miguel e São Silvestre	8,4	150	1260	7	Local	Não	0	91,67	88,33	3,64%
C14	Trav. Tupinambás	São Silvestre e Quintino	8,4	147	1234,8	6	Local	Não	0	85,00	78,67	7,45%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C15	Trav. São Pedro	Av. Tamandaré e Veiga Cabral	7,9	322	2543,8	8	Local	Sim	2	90,83	83,17	8,44%
C16	Trav. São Pedro	Veiga Cabral e Arcipreste	7,4	136	1006,4	9	Local	Sim	2	86,67	79,67	8,07%
C17	Trav. São Pedro	Arcipreste e Conselheiro	8,4	1122	9424,8	12	Local	Sim	2	95,00	89,67	5,61%
C18	Trav. Dos Apinagés	Conselheiro e Tamoios	8,4	150	1260	16	Coletora	Não	0	91,67	85,00	7,27%
C19	Trav. Dos Apinagés	Tamoios e Mundurucus	8,4	152	1276,8	15	Coletora	Sim	4	90,00	83,33	7,41%
C20	Trav. Dos Apinagés	Mundurucus e Pariquis	8,4	152	1276,8	12	Coletora	Sim	4	73,33	64,67	11,81%
C21	Trav. Dos Apinagés	Pariquis e Caripunas	8,4	154	1293,6	11	Coletora	Sim	4	85,00	78,67	7,45%
C22	Trav. Dos Apinagés	Caripunas e Timbiras	8,4	154	1293,6	9	Coletora	Sim	4	78,33	68,17	12,97%
C23	Trav. Dos Apinagés	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	154	1293,6	8	Coletora	Sim	4	79,17	70,00	11,58%
C24	Trav. Dos Apinagés	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	154	1293,6	8	Coletora	Sim	4	88,33	81,17	8,11%
C25	Trav. Dos Apinagés	São Miguel e São Silvestre	8,4	150	1260	7	Coletora	Sim	4	83,33	76,17	8,60%
C26	Trav. Dos Apinagés	São Silvestre e Quintino	8,4	80	672	6	Coletora	Sim	4	83,33	77,00	7,60%
C27	Padre Eutíquio	Alm. Tamandaré e dos 48	10,2	180	1836	12	Coletora	Sim	41	96,67	93,33	3,45%
C28	Padre Eutíquio	Dos 48 e Veiga Cabral	10,2	93	948,6	13	Coletora	Sim	41	95,00	89,67	5,61%
C29	Padre Eutíquio	Veiga Cabral e Arcipreste	10,2	55	561	13	Coletora	Sim	41	96,67	93,33	3,45%
C30	Padre Eutíquio	Arcipreste e Conselheiro	10,2	193	1968,6	14	Coletora	Sim	41	91,67	86,33	5,82%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C31	Padre Eutíquio	Conselheiro e Tamoios	10,2	1590	16218	18	Coletora	Sim	14	82,50	74,50	9,70%
C32	Padre Eutíquio	Tamoios e Mundurucus	10,2	150	1530	18	Coletora	Sim	14	90,00	84,00	6,67%
C33	Padre Eutíquio	Mundurucus e Pariquis	10,2	152	1550,4	14	Coletora	Sim	5	96,67	93,33	3,45%
C34	Padre Eutíquio	Pariquis e Caripunas	8,4	153	1285,2	12	Coletora	Sim	3	96,67	93,33	3,45%
C35	Padre Eutíquio	Caripunas e Timbiras	8,4	152	1276,8	10	Coletora	Sim	3	92,50	89,17	3,60%
C36	Padre Eutíquio	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	154	1293,6	8	Coletora	Sim	3	84,17	77,50	7,92%
C37	Padre Eutíquio	Fernando Guilhon e São Miguel	8,4	150	1260	7	Coletora	Sim	2	66,67	54,83	17,76%
C38	Padre Eutíquio	São Miguel e Quintino	8,4	166	1394,4	6	Coletora	Sim	2	73,33	60,67	17,27%
C39	Presid. Pernambuco	Gama abreu e dos 48	3,62	145	524,9	13	Local	Não	0	83,33	73,00	12,40%
C40	Presid. Pernambuco	Dos 48 e Arcipreste	3,62	74	267,88	13	Local	Não	0	82,50	73,33	11,12%
C41	Presid. Pernambuco	Arcipreste e Gentil	4	160	640	14	Local	Não	0	80,83	69,83	13,61%
C42	Presid. Pernambuco	Gentil e Conselheiro	7,4	152	1124,8	19	Local	Não	0	84,17	73,33	12,88%
C43	Presid. Pernambuco	Conselheiro e Tamoios	7,4	84	621,6	19	Local	Não	0	90,00	83,67	7,03%
C44	Ferreira Cantão	Gama abreu e dos 48	2,2	135	297	14	Local	Não	0	88,33	81,50	7,74%
C45	Ferreira Cantão	Dos 48 e Arcipreste	2,2	43	94,6	15	Local	Não	0	85,83	78,33	8,74%
C46	Av Serzedelo Correa	Gama Abreu e Braz de Aguiar	8,4	410	3444	18	Coletora	Sim	40	90,00	83,33	7,41%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C47	Av Serzedelo Correa	Braz de Aguiar e Gentil	8,4	162	1360,8	19	Coletora	Sim	40	92,50	87,17	5,76%
C48	Av Serzedelo Correa	Gentil e Conselheiro	8,4	160	1344	18	Coletora	Sim	4	95,83	92,83	3,13%
C49	Av Serzedelo Correa	Conselheiro e Mundurucus	8,4	160	1344	18	Coletora	Sim	2	95,00	89,67	5,61%
C50	Av Serzedelo Correa	Mundurucus e Pariquis	8,4	160	1344	13	Coletora	Sim	2	91,67	86,33	5,82%
C51	Av Serzedelo Correa	Pariquis e Caripunas	8,4	160	1344	14	Coletora	Não	0	90	84,67	5,92%
C52	Av Serzedelo Correa	Caripunas e Timbiras	8,4	160	1344	11	Coletora	Não	0	90,00	83,00	7,78%
C53	Dr. Moraes	Gentil e Conselheiro	8,4	160	1344	18	Local	Não	0	90,00	84,67	5,92%
C54	Dr. Moraes	Conselheiro e Mundurucus	8,4	160	1344	12	Local	Não	0	88,33	82,33	6,80%
C55	Dr. Moraes	Mundurucus e Pariquis	8,4	160	1344	8	Local	Não	0	78,33	69,00	11,91%
C56	Benjamin Constant	Gentil e Conselheiro	8,4	144	1209,6	13	Local	Não	0	93,33	88,00	5,71%
C57	Benjamin Constant	Conselheiro e Mundurucus	8,4	120	1008	10	Local	Não	0	77,50	70,17	9,46%
C58	Rui Barbosa	Gentil e Conselheiro	8,4	144	1209,6	12	Coletora	Não	0	80,00	66,67	16,66%
C59	Rui Barbosa	Conselheiro e Mundurucus	8,4	150	1260	10	Coletora	Não	0	74,17	65,83	11,24%
C60	Rui Barbosa	Mundurucus e Pariquis	8,4	143	1201,2	8	Coletora	Não	0	84,17	74,50	11,49%
C61	Rui Barbosa	Pariquis e Caripunas	8,4	144	1209,6	5	Coletora	Não	0	78,33	66,33	15,32%
C62	Euclides da Cunha	Conselheiro e Mundurucus	3,9	145	565,5	10	Local	Não	0	83,33	71,33	14,40%
C63	Euclides da Cunha	Mundurucus e Pariquis	3,9	125	487,5	9	Local	Não	0	83,33	72,83	12,60%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C64	Euclides da Cunha	Pariquis e Caripunas	3,9	100	390	5	Local	Não	0	83,33	77,00	7,60%
C65	Quintino Bocaiuva	Gentil e Conselheiro	10,2	142	1448,4	13	Local	Sim	4	90,00	82,67	8,14%
C66	Quintino Bocaiuva	Conselheiro e Mundurucus	8,4	167	1402,8	11	Local	Sim	4	95,00	89,67	5,61%
C67	Quintino Bocaiuva	Mundurucus e Pariquis	8,4	145	1218	8	Local	Não	0	80,83	68,50	15,26%
C68	Quintino Bocaiuva	Pariquis e Caripunas	8,4	115	966	5	Local	Não	0	78,33	69,00	11,91%
C69	Quintino Bocaiuva	Caripunas e Timbiras	8,4	134	1125,6	5	Local	Não	0	68,33	57,67	15,60%
C70	Quintino Bocaiuva	Timbiras e Fernando Guilhon	8,4	160	1344	4	Local	Não	0	69,17	59,17	14,45%
C71	Alm. Tamandaré	16 de Novembro e São Francisco	7	160	1120	7	Arterial	Sim	54	91,67	85,00	7,27%
C72	Alm. Tamandaré	São Francisco e São Pedro	7	150	1050	8	Arterial	Sim	54	91,67	85,00	7,27%
C73	Alm. Tamandaré	São Pedro e Padre Eutíquio	7	145	1015	9	Arterial	Sim	50	96,67	93,33	3,45%
C74	Gama Abreu	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	10,2	170	1734	10	Arterial	Sim	68	86,67	78,00	10,00%
C75	Gama Abreu	Pres. Pernambuco e Arcipreste	10,2	185	1887	13	Arterial	Sim	75	84,17	74,50	11,49%
C76	Gama Abreu	Arcipreste e Serzedelo Correa	10,2	82	836,4	15	Arterial	Sim	75	95,00	91,67	3,51%
C77	Guilherme seixas	São Pedro e São Francisco	3	165	495	8	Local	Não	0	93,33	90,33	3,22%
C78	Dos 48	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	4,2	138	579,6	13	Local	Não	0	92,50	87,83	5,05%
C79	Dos 48	Pres. Pernambuco e Ferreira Cantão	4,2	33	138,6	14	Local	Não	0	88,33	81,50	7,74%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C80	Veiga Cabral	16 de Novembro e São Francisco	2,7	165	445,5	9	Local	Não	0	80,00	69,00	13,75%
C81	Veiga Cabral	São Francisco e São Pedro	2,7	200	540	9	Local	Não	0	83,33	71,33	14,40%
C82	Veiga Cabral	São Pedro e Padre Eutíquio	2,7	175	472,5	11	Local	Não	0	85,83	78,17	8,93%
C83	Veiga Cabral	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	2,7	124	334,8	13	Local	Não	0	89,17	81,00	9,16%
C84	Arcipreste	16 de Novembro e São Francisco	3,5	165	577,5	9	Local	Não	0	80,00	70,67	11,66%
C85	Arcipreste	São Francisco e Tupinambás	3,5	130	455	9	Local	Não	0	93,33	88,67	5,00%
C86	Arcipreste	Tupinambás e São Pedro	3,5	120	420	10	Local	Não	0	90,00	84,67	5,92%
C87	Arcipreste	São Pedro e Padre Eutíquio	3,5	200	700	11	Local	Não	0	85,00	76,33	10,20%
C88	Arcipreste	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	3,5	133	465,5	13	Local	Não	0	81,67	69,67	14,69%
C89	Arcipreste	Pres. Pernambuco e Ferreira Cantão	3,5	60	210	14	Local	Não	0	92,50	88,67	4,14%
C90	Arcipreste	Ferreira Cantão e Gama Abreu	3,5	200	700	14	Local	Não	0	85,00	75,00	11,76%
C91	Gentil	Pres. Pernambuco e Serzedelo	8,4	160	1344	19	Arterial	Não	0	90,00	84,67	5,92%
C92	Gentil	Serzedelo e Dr.Moraes	10,2	160	1632	18	Arterial	Sim	43	96,67	93,33	3,45%
C93	Gentil	Dr.Moraes e Benjamin Constant	10,2	150	1530	17	Arterial	Sim	41	94,17	87,83	6,73%
C94	Gentil	Benjamin Constant e Rui Barbosa	10,2	135	1377	12	Arterial	Sim	41	96,67	93,33	3,45%
C95	Gentil	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	10,2	142	1448,4	12	Arterial	Sim	41	95,00	89,67	5,61%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C96	Conselheiro	Tupinambás e Apinagés	10,2	150	1530	12	Arterial	Sim	0	95,00	89,67	5,61%
C97	Conselheiro	Apinagés e Padre Eutíquio	10,2	150	1530	14	Arterial	Sim	0	95,00	89,67	5,61%
C98	Conselheiro	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	10,2	150	1530	18	Arterial	Sim	27	100,00	100,00	0,00%
C99	Conselheiro	Pres. Pernambuco e Serzedelo	10,2	120	1224	19	Arterial	Sim	27	100,00	100,00	0,00%
C100	Conselheiro	Serzedelo e Dr.Moraes	10,2	180	1836	17	Arterial	Sim	27	100,00	100,00	0,00%
C101	Conselheiro	Dr.Moraes e Benjamin Constant	10,2	82	836,4	13	Arterial	Sim	27	100,00	100,00	0,00%
C102	Conselheiro	Benjamin Constant e Rui Barbosa	10,2	140	1428	11	Arterial	Sim	27	100,00	100,00	0,00%
C103	Conselheiro	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	10,2	140	1428	12	Arterial	Sim	27	100,00	100,00	0,00%
C104	Tamoios	Tupinambás e Apinagés	8,4	150	1260	15	Local	Sim	9	87,50	80,50	8,00%
C105	Tamoios	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	150	1260	19	Local	Sim	6	84,17	75,33	10,50%
C106	Tamoios	Padre Eutíquio e Pres. Pernambuco	8,4	130	1092	19	Local	Não	0	89,17	80,83	9,35%
C107	Tamoios	Pres. Pernambuco e Serzedelo	8,4	90	756	18	Local	Não	0	91,67	86,33	5,82%
C108	Mundurucus	Tupinambás e Apinagés	8,4	155	1302	12	Arterial	Sim	1	88,33	81,00	8,30%
C109	Mundurucus	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	155	1302	14	Arterial	Sim	25	87,50	82,17	6,09%
C110	Mundurucus	Padre Eutíquio e Serzedelo	8,4	185	1554	16	Arterial	Sim	25	96,67	93,33	3,45%
C111	Mundurucus	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	12	Arterial	Sim	25	85,00	79,67	6,27%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C112	Pass. Do Orto	Mundurucus e Conselheiro	4,4	155	682	10	Local	Não	0	94,17	87,83	6,73%
C113	Mundurucus	Dr.Moraes e Rui Barbosa	8,4	155	1302	9	Arterial	Sim	25	85,83	80,50	6,21%
C114	Mundurucus	Rui Barbosa e Quintino Bocaiuva	8,4	150	1260	10	Arterial	Sim	25	80,83	72,17	10,72%
C115	Pariquis	Tupinambás e Apinagés	7,4	155	1147	9	Local	Não	0	80,83	74,17	8,24%
C116	Pariquis	Apinagés e Padre Eutíquio	7,4	155	1147	11	Local	Sim	1	85,83	78,50	8,54%
C117	Pariquis	Padre Eutíquio e Serzedelo	7,4	132	976,8	14	Local	Sim	3	90,00	82,67	8,14%
C118	Pariquis	Serzedelo e Dr.Moraes	7,4	180	1332	11	Local	Sim	1	87,50	78,50	10,29%
C119	Pariquis	Dr.Moraes e Rui Barbosa	7,4	100	740	6	Local	Sim	1	84,17	74,50	11,49%
C120	Pariquis	Rui Barbosa e Euclides da Cunha	7,4	60	444	6	Local	Sim	1	85,83	78,17	8,93%
C121	Pariquis	Euclides da Cunha e Quintino	7,4	55	407	6	Local	Sim	1	83,33	72,83	12,60%
C122	Caripunas	Tupinambás e Apinagés	8,4	155	1302	12	Coletora	Não	0	80,83	72,83	9,90%
C123	Caripunas	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	155	1302	10	Coletora	Não	0	85,83	79,17	7,76%
C124	Caripunas	Padre Eutíquio e Serzedelo Correa	8,4	90	756	11	Coletora	Não	0	90,00	82,17	8,70%
C125	Caripunas	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	11	Coletora	Não	0	76,67	66,17	13,69%
C126	Caripunas	Dr.Moraes e Rui Barbosa	8,4	75	630	6	Coletora	Não	0	88,33	79,00	10,57%
C127	Caripunas	Rui Barbosa e Quintino	8,4	110	924	6	Coletora	Não	0	85,00	79,00	7,06%

Códigos	Nome da rua	Perímetro	Extensão (m)	Largura (m)	Área(m²)	Cota(m)	Tipo de via	Passa ônibus ?	Quantas linhas?	ICP referência	ICP alternativo	% de redução de ICP
C128	Timbiras	Tupinambás e Apinagés	8,4	168	1411,2	9	Local	Não	0	88,33	79,67	9,81%
C129	Timbiras	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	170	1428	8	Local	Não	0	80,83	70,83	12,38%
C130	Timbiras	Padre Eutíquio e Serzedelo	8,4	41	344,4	9	Local	Não	0	95,83	93,33	2,61%
C131	Timbiras	Serzedelo e Dr.Moraes	8,4	180	1512	8	Local	Não	0	74,17	67,50	8,99%
C132	Timbiras	Dr.Moraes e Quintino	8,4	123	1033,2	4	Local	Não	0	75,83	68,17	10,11%
C133	Fernando Guilhon	Tupinambás e Apinagés	8,4	160	1344	7	Local	Sim	1	100,00	100,00	0,00%
C134	Fernando Guilhon	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	170	1428	7	Local	Sim	2	96,67	95,33	1,38%
C135	Fernando Guilhon	Padre Eutíquio e Dr.Moraes	8,4	170	1428	7	Local	Sim	2	96,67	95,33	1,38%
C136	Fernando Guilhon	Dr.Moraes e Quintino	8,4	60	504	5	Local	Sim	2	96,67	95,33	1,38%
C137	São Miguel	Tupinambás e Apinagés	8,4	170	1428	8	Coletora	Não	0	73,33	62,67	14,54%
C138	São Miguel	Apinagés e Padre Eutíquio	8,4	160	1344	8	Coletora	Não	0	75,00	69,17	7,77%
C139	São Miguel	Padre Eutíquio e Dr.Moraes	8,4	130	1092	7	Coletora	Não	0	94,17	90,83	3,54%
C140	São Silvestre	Tupinambás e Apinagés	5,7	180	1026	6	Local	Não	0	84,17	75,33	10,50%
C141	Quintino Bocaiuva	Tupinambás e Apinagés	5,2	190	988	5	Coletora	Não	0	95,00	95,00	0,00%
C142	Quintino Bocaiuva	Apinagés e Padre Eutíquio	5,2	160	832	6	Coletora	Não	0	95,00	95,00	0,00%