

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE VIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO EM VALPARAÍSO DE GOIÁS/GO

Bernardo Antonio Fonseca Porfírio

UnB/Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/Brasília/Brasil

Fábio Zanchetta*

UnB/Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/Brasília/Brasil

RESUMO

As vias urbanas enfrentam constantes desafios devido ao impacto do tráfego e às adversidades climáticas, que ao longo do tempo resultam em deterioração. A preservação desse patrimônio exige uma abordagem cuidadosa, que inclui avaliar a condição atual das estradas, identificar intervenções necessárias, planejar atividades de manutenção e reabilitação (M&R), alocar recursos de maneira eficaz, alinhar com orçamentos disponíveis, priorizar estradas críticas e executar as ações necessárias. A implementação e utilização contínua de um Sistema de Gerenciamento de Pavimento Urbano (SGPU) se revela a escolha mais acertada. Este sistema, como ferramenta de apoio à tomada de decisão, tem como propósito principal manter os pavimentos em ótimas condições com os menores custos possíveis. Esta pesquisa se concentra em impulsionar a eficaz implementação e uso contínuo de um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Urbanos na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal (RIDE/DF), a partir de estudo piloto em uma amostra de 225 segmentos de pista no município de Valparaíso de Goiás/GO. Os resultados evidenciaram que os defeitos mais encontrados foram os remendos, seguidos de desgaste, panelas, trincas por fadiga e deformações permanentes, o que evidencia que há mais operações tapa-buracos e menos ações preventivas. Isso resulta em pavimentos de menor qualidade e custo mais elevado para toda sociedade. Como consequência, foi indicada a MR Reforço Estrutural (Recapeamento) em 40 segmentos de pista (18%), Reconstrução em 11 segmentos (5%), Manutenção Corretiva (Remendo) em 63 segmentos (28%), Manutenção Preventiva em 36 segmentos (16%) e Nada a Fazer em 76 segmentos (34%). Foi realizada, também, comparação das notas de ICP objetivo e ICP subjetivo, por meio de teste de hipótese t de *Student*. Foi aceita a hipótese H_0 de que não há diferenças estatísticas entre os grupos, o que sugere a força do método objetivo utilizado neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimentos Urbanos, Sistema de Gerência de Pavimentos, Avaliação Funcional, Índice de Condição do Pavimento.

ABSTRACT

Urban pavements face constant challenges due to traffic impact and weather adversities, which over time result in deterioration. Preserving this infrastructure demands a careful approach, including assessing the current condition of roads, identifying necessary interventions, planning maintenance and rehabilitation (M&R) activities, allocating resources effectively, aligning with available budgets, prioritizing critical roads, and executing necessary actions. In this context, the implementation and continuous utilization of an Urban Pavement Management System (UPMS) proves to be the most appropriate choice. This system, as a decision support tool, primarily aims to keep pavements in optimal conditions with minimal costs. This research focuses on driving the effective implementation and continuous use of an Urban Pavement Management System in the Integrated Development Region of the Federal District (RIDE/DF), based on a pilot study of 225 pavement sections in the municipality of Valparaíso de Goiás/GO. The results revealed that the most common defects were patches, followed by wearing, potholes, patches, and permanent deformations, indicating a higher frequency of patching operations and fewer preventive actions. This results in lower-quality pavements and higher costs for society as a whole. Consequently, Structural Reinforcement (Overlay) was recommended for 40 pavement sections (18%), Reconstruction for 11 sections (5%), Corrective Maintenance (Patch) for 63 sections (28%), Preventive Maintenance for 36 sections (16%), and No Action for 76

*Autor correspondente: fabio.zanchetta@unb.br

sections (34%). A comparison of objective PCI scores and subjective PCI scores was also conducted using a hypothesis test, Student's t-test. The null hypothesis H_0 , stating that there are no statistical differences between the groups, was accepted, suggesting the strength of the objective method used in this study.

KEYWORDS: Urban Pavements, Urban Pavement Management System, Functional Evaluation, Paviment Condition Index.

1. INTRODUÇÃO

A malha viária de um país representa uma parcela significativa do seu patrimônio e deve ser adequadamente mantida. Além do valor patrimonial, a qualidade de vida da população é diretamente impactada pela condição das vias, tendo em vista que suas principais finalidades são oferecer viagens seguras, confortáveis e com reduzido custo aos seus usuários (HAAS *et al.*, 1994).

Conforme apresentado por Fernandes Júnior *et al.* (2012), a melhor alternativa para aumentar a eficiência da tomada de decisão pelas Prefeituras Municipais brasileiras é a implantação e o uso continuado de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos – SGPU, com levantamento cadastral de dados de inventário da malha pavimentada, avaliação da condição atual, indicação de atividades de Manutenção e Reabilitação – M&R, estimativa de custos, alocação de recursos, implementação das ações e acompanhamento do desempenho das vias para análise das decisões tomadas.

Particularmente nas cidades brasileiras, nota-se que as vias administradas pelas Prefeituras Municipais carecem de uma abordagem metodológica racional para a gerência de seus pavimentos. Conforme apresentado em pesquisa realizada por Lima (2007), com base em um questionário enviado para 106 cidades brasileiras (30% responderam), foi possível notar que apenas 28% das Prefeituras Municipais realizam avaliações da condição dos pavimentos todo ano, que 60% fazem apenas quando necessário, apenas 12% atualizam dados de inventário e nenhuma possui um modelo de previsão de desempenho.

Nos anos de 2013 e 2014 o Distrito Federal recebeu um investimento de 565 milhões de reais para manutenção e reabilitação da malha viária urbana, oriundos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Esses recursos foram disponibilizados mediante apresentação e análise de relatórios elaborados pelo Governo do Distrito Federal, incluindo avaliações da condição atual das vias, indicação das necessidades de manutenção e reabilitação, estimativa de custos e compatibilização com as etapas de desembolsos previstas no

cronograma de implantação das ações, relatórios estes que seguiram os procedimentos do SGPU, o qual está implantado no Distrito Federal desde 2009 e continua ativo. As obras realizadas melhoraram a condição geral das vias, reduziram custos de operação dos usuários e propiciaram viagens mais seguras e confortáveis, que são as premissas de um sistema viário (ZANCHETTA, 2017).

O Distrito Federal, conforme apresentado, já possui um SGPU implantado e ativo. De acordo com a Lei Complementar nº 94, de 19 de fevereiro de 1998 e regulamentada pelo Decreto nº 2.710, de 04 de agosto de 1998, alterado pelo Decreto nº 3.445, de 04 de maio de 2000, o Poder Executivo foi autorizado a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – RIDE/DF. Este trabalho teve por objetivo realizar avaliações funcionais em vias urbanas no Município de Valparaíso de Goiás/GO (membro da RIDE/DF), visando a implementação e uso continuado de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU).

De acordo com o Artigo 3º da Lei de criação da RIDE/DF, a entidade tem como foco principal a prestação de serviços públicos que atendam tanto o Distrito Federal quanto os municípios integrantes, especialmente no que diz respeito à infraestrutura e geração de empregos. O Artigo 5º prevê o financiamento de projetos com ênfase na infraestrutura básica e na geração de empregos. Dada a relevância da RIDE/DF, a Lei Complementar nº 163, de 14/06/2018, ampliou o número de municípios que economicamente interagem com o Distrito Federal. Atualmente, além do Distrito Federal, outros 22 municípios integram a RIDE/DF, dos quais 19 pertencem ao Estado de Goiás e 3 ao Estado de Minas Gerais, como ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Mapa da RIDE/DF e cidades limítrofes.
 Fonte: Ministério da Integração Nacional, 2018.

2. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS

Um Sistema de Gerência de Pavimentos pode ser definido como o processo de coleta, análise, manutenção e relato de dados do pavimento para auxiliar os tomadores de decisão na identificação do plano de M&R ideal (Haas *et al.*, 1994). Em países como o Brasil, em que os recursos destinados à infraestrutura são reduzidos e há uma necessidade de intervenção rápida para assegurar a manutenção dos pavimentos, surge a importância da implementação de um SGP, por visar direcionar os recursos disponíveis utilizando-se da melhor relação custo-benefício (Fontenele *et al.*, 2018). Para a implantação de um SGPU pode seguir-se um fluxograma, conforme Figura 2.



Figura 2: Fluxograma de um SGP
 (Fonte: DNIT, 2011).

Na implementação de um SGP, a avaliação dos pavimentos inclui a avaliação das condições estruturais, funcionais e da segurança. Segundo Entine *et al.* (2002) é recomendado que tais avaliações sejam realizadas periodicamente, para assim ajudar a obter uma evolução do desempenho do pavimento ao longo do tempo.

A avaliação funcional de um pavimento relaciona-se ao estado de sua superfície e de como este estado influencia na qualidade do rolamento. Dentro da avaliação funcional, tem-se avaliações objetivas e subjetivas. Um exemplo de avaliação subjetiva é a medida da serventia atual, e como avaliações objetivas tem-se a identificação de defeitos na superfície e a irregularidade longitudinal. Segundo Zanchetta (2017), o mais comum, nas vias urbanas, é a avaliação pela identificação dos defeitos da superfície.

Conforme Hansen (2008), são as atividades de manutenção as responsáveis por elevar a serventia do pavimento evitando a deterioração precoce, preservando a estimativa de vida útil do pavimento e bloqueando, quando aplicada em período adequado, o desenvolvimento dos defeitos a níveis mais severos. Já as atividades de reabilitação caracterizam-se por prolongar a vida útil do pavimento, criando condições para um novo ciclo com pouca ou nenhuma restrição à condição funcional do pavimento.

A curva que representa a variação da serventia ao longo do tempo é conhecida como curva de desempenho. O nível de serventia do pavimento pode variar lenta ou rapidamente ao longo do tempo em função das solicitações do tráfego, de fatores climáticos, tipo e espessura das camadas constituintes, da qualidade do controle tecnológico da construção e da política de manutenções, caso existente (Haas *et al.*, 1994). A partir da figura representada a seguir, é possível identificar que a serventia do pavimento diminui cada vez mais rápido com o passar do tempo e, além disso, o custo associado as intervenções necessárias passam a ser cada vez maiores, quando não realizados no período de tempo correto. Na Figura 3 há mais detalhes.

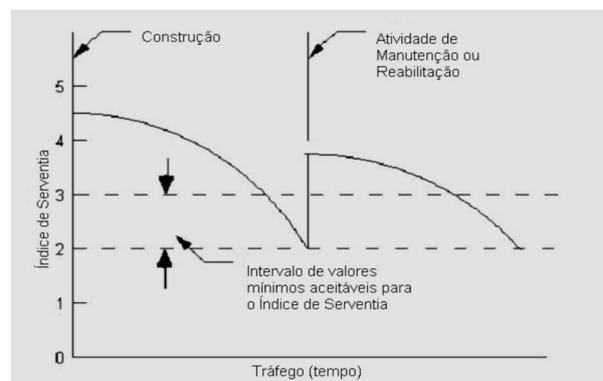


Figura 3. Serventia e desempenho dos pavimentos.
 Fonte: Haas *et al.*, 1994 (adaptado).

Os estudos de caso de Nova Jersey e Geórgia,

ambos nos Estados Unidos, são um bom exemplo da aplicação dessa metodologia. O Departamento de Trânsito local de Nova Jersey está implementando um programa de preservação de pavimentos que incorpora manutenção preventiva. O programa inclui vedação e preenchimento de rachaduras de curto prazo e manutenção preventiva de longo prazo. Há mais de 25 anos, o Departamento de Transporte da Geórgia mantém seu programa de manutenção preventiva e gastou cerca de US\$ 200 milhões por ano em preservação de pavimentos. Isso resulta em melhorias constantes na qualidade da viagem e nas condições das estradas (HELALI *et al.*, 2005).

A otimização da rede e a análise são realizadas em duas etapas. A primeira coisa a fazer é fazer uma análise de manutenção e reabilitação (M&R) para determinar quais atividades de manutenção e reabilitação são viáveis para as condições de cada seção. A segunda etapa consiste na realização de uma análise de otimização com o objetivo de criar o programa de trabalho mais econômico para a rede. Otimização é o processo de determinar os programas de manutenção e reabilitação ideais para cada seção de pavimento de uma rede usando restrições do usuário, como financiamento, desempenho e atraso máximo ou adiantamento, ou qualquer combinação desses fatores (ZANCHETTA, 2017).

Para a avaliação de defeitos, são utilizados índices combinados de defeitos. Um dos índices mais utilizados é o *Pavement Condition Index (PCI)*, desenvolvido pelo *U.S. Army Corps of Engineers (USACE)* em 1979. O método *PCI* fornece uma medida da condição atual do pavimento baseado em indicadores externos de deterioração observação na superfície do pavimento (Shahin, 1994). Com adaptações, o Índice de Condição do Pavimento (ICP) é um valor numérico que varia de 0 (péssima condição) a 100 (excelente condição). A determinação do índice é baseada no levantamento visual de defeitos no qual os tipos, o nível de severidade e a densidade são anotados e medidos para uma seção de pavimento, de acordo com o *PCI Distress Identification Manual (SHRP/FHWA, 2014)*. O valor final do Índice de Condição do Pavimento será a diferença entre a pontuação inicial e a somatória dos valores dedutíveis, conforme a Equação 1:

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

Onde:

D_{ij} = Extensão do defeito i com o nível de severidade j ;

f_{ij} = Fator de ponderação do defeito i com nível de

severidade j .

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa pertence um projeto em andamento e proposto em edital universal do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e tem por objetivo apresentar um método de avaliação da condição de pavimentos urbanos, propondo um método mais simples de coleta de modo a fomentar a implantação e continuidade do uso de SGPU em municípios brasileiros. As avaliações foram realizadas no município de Valparaíso de Goiás, no estado de Goiás, Brasil. O município pertence à Região Integrada do Distrito Federal (RIDE-DF), que de acordo com dados do IBGE de 2021, ocupa uma área de 61,5Km² e tem uma população de aproximadamente 198 mil habitantes, segundo dados do censo de 2022.

Para obtenção de dados satisfatórios, destaca-se a importância do treinamento das equipes bem como a realização de constantes avaliações, de modo a padronizar os critérios adotados pelos avaliadores. Nesse sentido, antes da ida ao campo, foi realizado treinamento do por um avaliador experiente em SGPU. Os dados são preenchidos em campo em papéis impressos com os formulários e posteriormente inseridos em planilha digital, permitindo melhor tratamento dos dados, análise dos cenários, medição da evolução da condição do pavimento e identificação da M&R para cada segmento.

Na Figura 4 está apresentada a amostra de vias urbanas avaliada, conforme mapa temático obtido no software livre de Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS. Em um SIG, as vias podem ser representadas pelos eixos das vias. Cada encontro de dois eixos de vias define um nó. A distância entre dois nós consecutivos é chamada de Segmento de Pista.

Foram avaliados 226 segmentos de pista no município de Valparaíso de Goiás, por meio de avaliação em campo, sendo que um deles possui revestimento em bloco intertravado e não foi possível avaliar os defeitos em sua superfície, pois este trabalho visa apenas pavimentos de revestimento asfáltico. Assim, foram, de fato, avaliados 225 segmentos de pista. As avaliações ocorreram em setembro de 2023.

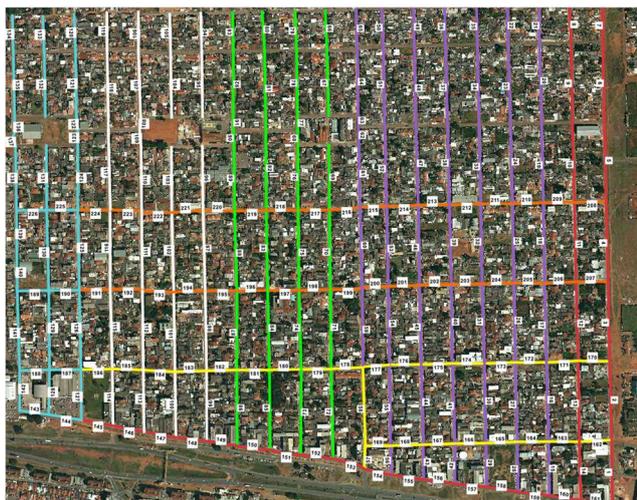


Figura 4. Segmentos avaliados em Valparaíso de Goiás/GO.
 Fonte: Ramos, 2023.

3.1. Avaliação de Condição do Pavimento

A metodologia utilizada tem por base a avaliação funcional do pavimento, presente no Manual de Identificação de Defeitos do *Strategic Highway Research Program* (SHRP/FHWA, 2014). A partir do método SHRP/FHWA, com 15 defeitos, foram selecionados 5 defeitos com base nos resultados obtidos por Zanchetta (2017), que constatou que os defeitos mais comuns em ruas brasileiras são deformação permanente, desgaste, panela, remendo e trinca por fadiga.

O método utilizado foi o do ICP com matriz de valores fixos (Zanchetta, 2017), com base em valores de uma matriz de severidade por extensão (sendo que B = Baixo, M = Médio, e A = Alto) em função de cada um dos 5 defeitos, como mostrado na Figura 5.

Para cada defeito é deduzida uma pontuação de 0 a 20, que corresponde ao valor de redução do ICP na soma dos pontos deduzidos. Vale destacar que caso um dos defeitos somem mais que 20 pontos, a soma total será 20. Na Figura 6 é apresentado o formulário completo que é utilizado pelo avaliador em campo.

Além da avaliação objetiva (resultante da quantificação dos defeitos), há a avaliação subjetiva, a qual consiste em uma avaliação do segmento com uma nota subjetiva de 0 a 100. Em geral são notas múltiplos de 5, seguindo a seguinte qualificação: (100 a 90) muito boa, (90 a 70) boa, (50 a 70) regular, (50 a 30) ruim e (30 a 0) muito ruim.

A avaliação subjetiva se baseia no conceito de Índice de Serventia, proposto durante o *AASHO Road Test*, que ocorreu nos Estados Unidos, durante a década de 1950, com seus resultados tendo sido publicados no início da década de 1960 (CAREY e

IRICK, 1962).

Com o valor do ICP pode-se classificar o segmento de pista conforme a Tabela 1, associando-se um conceito de condição do pavimento em relação a um intervalo de valores do Índice de Condição do pavimento – ICP.

		Severidade		
		B	M	A
Extensão	B	1	5	11
	M	5	11	15
	A	11	15	20

Figura 5: Matriz de valores fixos para dedução e obtenção do Índice de Condição do Pavimento Objetivo (ICP_obj).
 Fonte: Zanchetta, 2017.

AVALIAÇÃO OBJETIVA DO PAVIMENTO						
DESGASTE	EXTENSÃO	SEVERIDADE			P.D. =	16
		B	M	A		
		5	11			
REMENDOS	EXTENSÃO	SEVERIDADE			P.D. =	7
		B	M	A		
		1				
		5				
TRINCAS POR FADIGA	EXTENSÃO	SEVERIDADE			P.D. =	20
		B	M	A		
				11		
		5	11			
PANELAS	EXTENSÃO	SEVERIDADE			P.D. =	0
		B	M	A		
DEFORMAÇÃO PERMANENTE	EXTENSÃO	SEVERIDADE			P.D. =	11
		B	M	A		
			11			
SOMA DOS PONTOS DEDUZIDOS					∑ =	54
VALOR FINAL DO ICP (100 - ∑)					ICP =	46
Observações:						

Figura 6: Exemplo de preenchimento do formulário de 5 defeitos.
 Fonte: Zanchetta, 2017.

Tabela 1: Índice de Condição do Pavimento.
Fonte: Adaptado de Shahin e Kohn, 1979.

ICP	Condição do Pavimento
100 - 86	Excelente
85 - 71	Muito bom
70 - 56	Bom
55 - 41	Regular
40- 26	Ruim
25 - 11	Muito Ruim
10 - 0	Péssimo

3.2. Estratégias de Intervenção no Pavimento

Após as análises e identificação do ICP de cada segmento, o avaliador deve indicar qual tipo de Manutenção e Reabilitação (M&R) será a mais adequada. Essas sugestões têm por objetivo aumentar o ICP do segmento, dando melhores condições de trafegabilidade, quando necessário. As possíveis atividades de M&R são:

- Nada a fazer (NF): é aplicado para segmentos que estão em ótima condição, em que as intervenções podem ser adidas;
- Manutenção Preventiva (MP): são sugeridas para segmentos que apresentam defeitos em fase inicial, consiste na aplicação de lama asfáltica ou micro revestimento a frio;
- Manutenção Corretiva (MC): sugeridas também para segmentos em fase inicial de alguns defeitos, onde as atividades de M&R propostas são a selagem de trincas, remendos e outras intervenções pontuais;
- Reforço Estrutural (RF): é sugerido quando constatarem defeitos de ordem estrutural, ou seja, a estrutura do pavimento não suporta os esforços solicitantes do uso da via. A alternativa utilizada nesses casos é a fresa do revestimento e a recomposição da camada superior com concreto asfáltico usinado à quente;
- Reconstrução (RC): caso o segmento não tenha condição de ser recuperado, resta somente essa alternativa, com um custo mais elevado. Consiste na remoção completa do pavimento antigo, sendo realizada uma nova homogeneização, correção da umidade do solo e compactação do subleito antes da chegada do novo pavimento.

As intervenções em nível estrutural como reforço estrutural e reconstrução, necessitam de uma avaliação estrutural mais detalhada, de modo a complementar a avaliação funcional.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Primeiramente, foi realizada a comparação entre os ICPs objetivo e subjetivo em cada segmento. Utilizando uma planilha eletrônica, com uso do Teste de Hipótese *t de student*, onde a hipótese H_0 considera a diferença das médias igual a zero, com confiança de 95%. A hipótese alternativa rejeita a hipótese H_0 e aceita-se a hipótese alternativa em que há diferença estatisticamente significativa entre as médias das amostras. Aplicando-se o teste *t de student*, chegou-se ao valor calculado de 0,00338. O valor crítico, para uma confiança de 95% é 1,97. Portanto, aceita-se a hipótese H_0 , em que as médias não possuem diferença estatística.

Foi feita a comparação dos índices por meio do coeficiente de determinação R^2 , Figura 7, e o valor encontrado foi de 0,8726, ou seja, o modelo explica essa variação em 87,26% dos dados coletados.

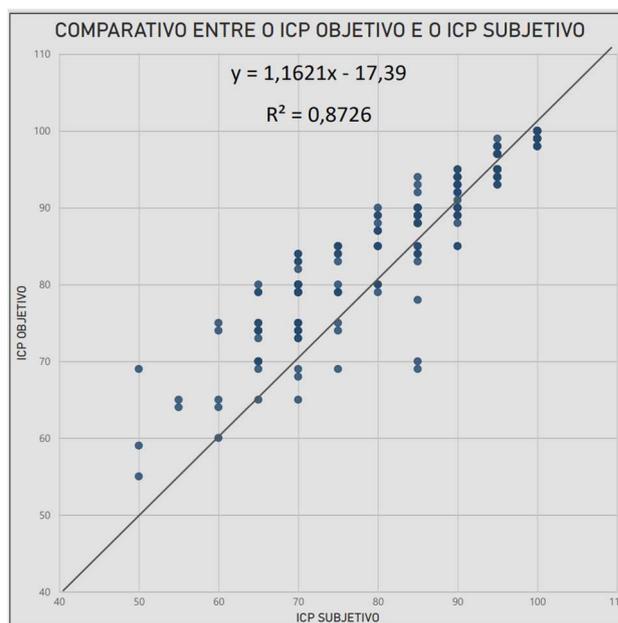


Figura 7: Comparativos dos ICPs Objetivo e Subjetivo.
Fonte: autor, 2023.

Vale destacar algumas características presentes na análise, onde foram identificados 69 segmentos com trincas por fadiga, 107 com panelas (buracos), 192 com remendos, 8 com deformação permanente e 125 com desgaste. Isso confirma que as operações tapa-buracos são as intervenções mais realizadas,

segundo se observou neste trabalho e na literatura (Causin, 2001). Mais detalhes estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Índice de Condição do Pavimento.
Fonte: autor, 2023.

Defeito	2023	
	Total	%
Desgaste	125	55,3%
Remendos	192	85,0%
Trincas por Fadiga	69	30,5%
Panelas	107	47,3%
Deformação Permanente	8	3,5%
Total de seções avaliadas	226	

Outro ponto de destaque foram os tipos de defeitos encontrados quando as vias são divididas por classe funcional. São elas arteriais, coletoras e locais. Percebe-se uma maior proporção de severidade alta e média em segmentos de ruas arteriais. Tal condição se deve ao maior fluxo de veículos, ocasionando maiores esforços solicitantes ao pavimento.

A maior parte dos defeitos são encontrados em vias locais. Devido ao baixo fluxo de veículos, muitas vezes essa classe funcional não é tratada como prioridade, ocasionando rápida deterioração da superfície.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir que o método proposto por Zanchetta, em 2017, é adequado para ser utilizado como critério de obtenção do Índice de Condição dos Pavimentos Urbanos em cidades brasileiras de pequeno e médio porte para fins de implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos.

Vale ressaltar que o formulário utilizado nesta pesquisa foi desenvolvido, originalmente, para ser aplicado no Município de São Carlos, no Interior do Estado de São Paulo, onde os agregados para pavimentação são obtidos a partir da britagem de rochas magmáticas, em particular, basalto, que possui elevada resistência mecânica e, portanto, raramente apresenta o defeito Agregados Polidos. No Distrito Federal e entorno, a rocha da qual se obtém

os agregados para pavimentação tem origem calcária (rocha sedimentar), com baixa resistência mecânica, sendo mais susceptível ao processo de polimento pela ação do tráfego, o que resulta na presença do defeito Agregados Polidos (defeito este que não foi incluído no formulário utilizado em Valparaíso de Goiás e precisa ser incluído). Assim, sugere-se que seja realizada uma primeira avaliação considerando-se os 15 defeitos do Manual SHRP e, após, sejam identificados os 5 defeitos mais frequentes, e que estes sejam utilizados no formulário de 5 defeitos com matriz de valores fixo, conforme proposto por Zanchetta (2017).

Adicionalmente, em teste de hipótese com a estatística *t de Student*, foi aceita a hipótese H_0 em que a médias dos valores das notas objetivas e subjetivas não possuem diferença significativa para uma confiança de 95%, fortalecendo a robustez do método objetivo analisado nesta pesquisa.

Por se tratar de um modelo matricial, a velocidade na coleta de dados é maior, assim como sua produtividade. Essa ferramenta é de grande utilidade para pequenos municípios já que o treinamento é de curto prazo. Diversos municípios brasileiros não têm um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) ativo, e a facilidade de aplicação do método pode incentivar a adesão por mais cidades. A longo prazo, isso representaria uma grande economia em investimentos para infraestrutura viária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carey, W. N.; Irick, P. E. (1960). The Pavement Serviceability Performance Concept. Highway Research Board Bulletin 250, p.40-58.
- Causin, P. B. (2001). Estudo de Sistema de Gerência de Pavimentos para Cidades de Pequeno e Médio Porte. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.
- Entine, L., Kummer, S. e Walker, D. (2002). *Pavement surface evaluation and rating: Asphalt PASTER manual*. Madison: Transportation Information Center, University of Wisconsin.
- Fernandes Júnior, J. L., Lopes, S. B., Pfaffenbichler, P. C. (2012). *Dynamic Modeling of a Urban Pavement Management System Directly Connected to a GIS*. International Journal of Pavement, Volume 11, Number 1-2-3, September 2012.
- Fontenele, H. B., Junior, A. C. P. e Da Silva Junior, C. A. P. (2018). *Comparação de métodos de avaliação da condição de pavimentos flexíveis com o auxílio de um SIG-T*. Revista CIATEC – UPF, Volume 10, Páginas 95-103.
- Haas, R.; Hudson, R. W.; Zaniewski, J. (1994). *Modern*

- Pavement Management*. Editora Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- Hansen, A. (2008). *Aplicação de SIG em Sistema de Gerência de Pavimentos para a Cidade de Maringá*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, PR.
- Helali, K., Jackson, H., Zaghloul, S., Bekheet, W., Jumikis, A. A. (2005) Potencial Benefits of Integrating Preventive Maintenance Into New Jersey Pavement Management System. Transportation Research Board, Annual Meeting CD-ROM.
- Lima, J. P. (2007). *Modelo de Decisão para a Priorização de Vias Candidatas às Atividades de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.
- Ministério da Integração Nacional (2018). Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=ad54e03d-3b2b-469f-8215-c50050eca9cd&groupId=63635, acessado em 08/09/2018.
- Ramos, M. P. A. (2023). Proposta para implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica. Projeto Final, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil, Brasília, DF.
- Shahim, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*. Chapman & Hall. New York, USA.
- Shahin, M. Y. e Kohn, S. D. (1979). Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets, and Parking Lots (Technical Report M-268). Construction Engineering Research Laboratory, United States Army Corps of Engineers, Champaign, Illinois.
- SHRP/FHWA (2014). *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies*. The Strategic Highway Research Program, National Academy of Science, Washington, D.C.
- Zanchetta, F. Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.