
Functional assessment of pavements on a university campus

Avaliação funcional de pavimentos em um campus universitário

Received: 30-08-2024 | Accepted: 01-10-2024 | Published: 05-10-2024

Fábio Zanchetta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9249-5594>

Universidade de Brasília, Brasil

E-mail: fabio.zanchetta@unb.br

Camila Lucas Oliveira Lucena

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7422-3069>

Universidade de Brasília, Brasil

E-mail: camilalucena@unb.br

João Lucas Inácio Sant'ana

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6353-1114>

Universidade de Brasília, Brasil

E-mail: santanajoalucas@gmail.com

Lucas Vinícius Teles Coelho

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9815-2263>

Universidade de Brasília, Brasil

lucasv.teles99@gmail.com

ABSTRACT

With the constant increase in traffic volume at the Darcy Ribeiro Campus of the University of Brasília (UnB), attention to the preservation of road infrastructure is necessary. The implementation of an Urban Pavement Management System (UPMS) emerges as a strategy. This study aims to evaluate the functional condition of the pavements at the UnB University Campus by observing distresses on their surfaces, using the Fixed Value Matrix for 5 Distress method by Zanchetta (2017). A total of 161 road segments were evaluated, and both Objective and Subjective Pavement Condition Index (PCI) values were obtained, along with the recommended intervention for each segment. The most common types of defects found in the pavements were Raveling and Fatigue Cracks. The most suggested interventions were Preventive Maintenance (23.60%) and Corrective Maintenance (22.98%). Statistical analysis led to the conclusion that there were no significant differences between the Objective and Subjective PCI data. Thematic maps were generated for the Objective PCI, Subjective PCI, and maintenance activities in order to make georeferenced spatial information available.

Keywords: Urban Pavement Management System; Functional Evaluation; Spacial Data; Statitics Analysis; Manitenance &Rehabilitation.

RESUMO

Com o constante aumento do volume de tráfego no *Campus Darcy Ribeiro* da Universidade de Brasília (UnB), a atenção para a preservação da infraestrutura viária é necessária. A implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) surge como uma estratégia. Este estudo tem como objetivo a avaliação funcional dos pavimentos do *Campus Universitário* da UnB, a partir da observação dos defeitos presentes em suas superfícies, pela aplicação do método da Matriz de Valores Fixos de 5 Defeitos, de Zanchetta (2017). Foram avaliados 161 segmentos de pista e obtidos os valores do Índice de Condição do Pavimento Objetivo e Subjetivo, e a intervenção indicada para cada segmento. Os tipos de defeitos mais encontrados nos pavimentos foram o Desgaste e as Trincas por Fadiga. A intervenção mais sugerida foram a Manutenção Preventiva (23,60%), e a Manutenção Corretiva (22,98%). A análise estatística permitiu concluir que não houve diferenças significativas entre os dados obtidos de ICP objetivo e ICP Subjetivo. Foram gerados mapas temáticos para os ICP's Objetivos, ICP's Subjetivos e atividades de M&R a fim de disponibilizar as informações espaciais georreferenciadas.

Palavras-chave: Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos; Avaliação Funcional; Dados Espaciais; Análise Estatística; Manutenção e Reabilitação.

INTRODUÇÃO

A Universidade de Brasília possui um grande volume de pessoas transitando, como alunos, professores e funcionários. Devido a isso, o modo de transporte mais utilizado no *Campus Darcy Ribeiro* é o rodoviário (Pereira, 2018), seja utilizando automóveis de uso particular ou coletivo. Para promover o conforto e segurança necessários, é preciso que os pavimentos estejam em condições adequadas para suportar o intenso fluxo de veículos nas universidades.

O *Campus Darcy Ribeiro*, foco desta pesquisa, foi o primeiro a ser construído para a Universidade de Brasília (UnB). Abriga a maior parte dos cursos ofertados pela universidade e, por isso, este é o campus com maior circulação de pessoas. São mais de 50 mil pessoas que transitam diariamente pelo *Darcy Ribeiro* (SECOM UnB, 2023). Além disso, possui mais de 500.000 m² de área construída. Tal área necessita de manutenções e atividades de conservação. Para este trabalho, o foco das atividades de manutenção é voltado para as vias pavimentadas do *campus Darcy Ribeiro*. O objetivo geral da presente pesquisa consiste na realização da Avaliação Funcional de pavimentos no *Campus Darcy Ribeiro* da Universidade de Brasília.

Um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) visa disponibilizar dados e informações para análise, possibilitando que responsáveis pela administração das vias pavimentadas façam escolhas mais consistentes, economicamente viáveis no que diz respeito à conservação da malha viária. Ainda que um SGP não detenha a capacidade de

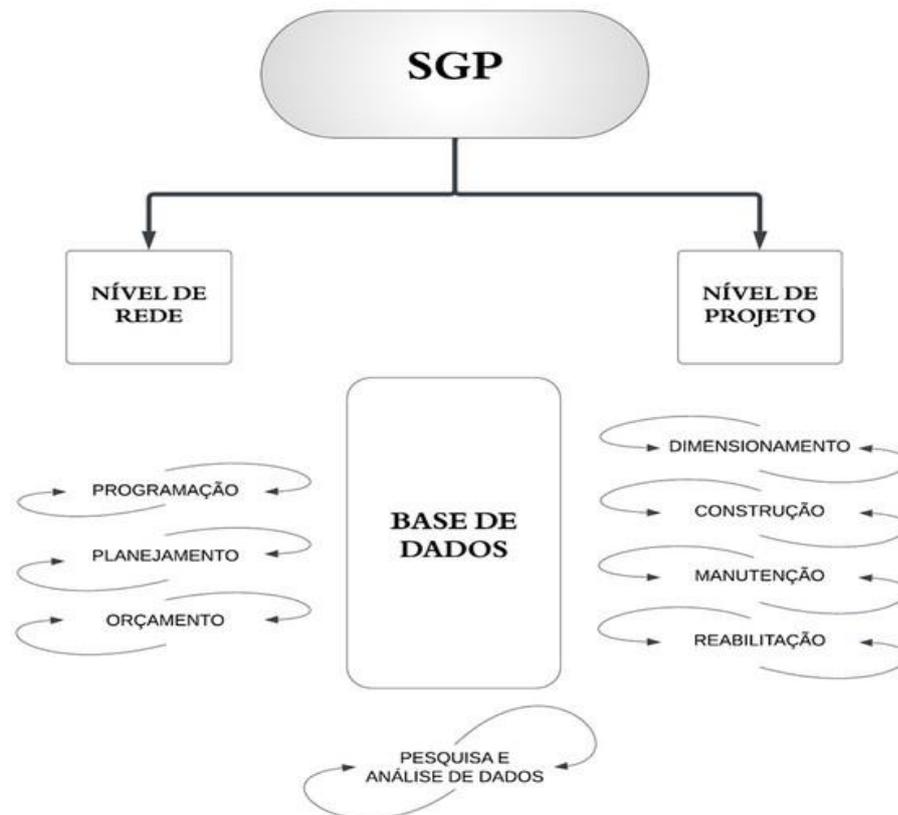
decisão absoluta, ele pode funcionar como base para uma compreensão mais profunda das possíveis consequências de políticas alternativas (AASHTO, 1990).

Um Sistema de Gerência de Pavimentos é composto por elementos que devem operar de forma mútua, incluindo o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção das vias. Além disso, é importante mencionar fatores externos cruciais, como os recursos financeiros disponíveis, a obtenção dos dados essenciais para o sistema e as diretrizes políticas e administrativas que orientam o processo (DNIT, 2011). Ademais, é parte de um SGP o monitoramento periódico dos pavimentos (Haas *et al.*, 1994).

As vias pavimentadas são um ativo valioso que requer manutenção adequada para ser preservado. Atrasos ou reduções na manutenção levam a aumentos significativos nos custos de operação de veículos e exigem investimentos cada vez mais caros para sua restauração (DNIT, 2011). Portanto, o objetivo principal de um Sistema de Gerência de Pavimentos é otimizar o uso dos recursos públicos para proporcionar um transporte rodoviário seguro, eficiente e econômico (Senço, 2001).

Do ponto de vista da estrutura de um SGP, o processo decisório é comumente dividido em dois diferentes níveis: nível de rede e nível de projeto, conforme disposto na Figura 1. Em nível de rede há uma perspectiva abrangente da infraestrutura dos pavimentos, tratando sobre questões amplas relacionadas a orçamento e planejamento. Por outro lado, em nível de projeto se concentra de forma mais localizada em um trecho específico da rede, abordando decisões concretas sobre estratégias de manutenção e alocação de recursos (Huang, 2004).

Em nível de rede de um Sistema de Gerência de Pavimentos, destaca-se a análise de uma vasta área ou malha viária que engloba diversas rodovias. Durante o processo de coleta e análise de dados, a ênfase está na quantidade, em oposição ao detalhe, com o intuito de compreender a malha como um todo para facilitar a priorização eficaz dos recursos disponíveis. Nesse sentido, coleta de dados assume um papel crucial, sendo vista pelos gestores como o componente mais significativo nos custos totais do sistema. Ademais, informações importantes são coletadas em nível de rede, como dados acerca da superfície, rugosidade e deflexão do pavimento, bem como dados sobre tráfego, e custos (HAAS *et al.*, 1994). Para aprimorar esse procedimento, observa-se uma tendência crescente para o desenvolvimento e utilização de equipamentos automatizados (por exemplo, o *Intelligent Pavement Assessment Vehicle* – iPAVe) que possibilitem a obtenção rápida de dados no campo, minimizando perturbações no tráfego e processando informações de maneira mais eficiente.

Figura 1 - Níveis de um SGP

Fonte: Haas *et al.*, 1994 (Adaptado)

Em um Sistema de Gerência de Pavimentos em nível de rede, a obtenção das informações necessárias deve ser simplificada, demandando menos tempo. O foco está na escolha da estratégia apropriada, na indicação da atividade mais adequada, na seleção de seções prioritárias e na determinação do melhor momento para a execução de serviços de Manutenção e/ou Reabilitação (M&R), levando em consideração o custo. A tarefa de decidir "como fazer", "o que fazer" e "quando fazer" os serviços de restauração nas vias pavimentadas é abordada por meio de modelagem, tratando-a como um problema de otimização com o objetivo de maximizar a condição média da rede rodoviária em um horizonte de planejamento plurianual (DNIT, 2011).

Ainda sobre as etapas em nível de rede, a programação se destaca como uma análise prévia dos dados disponíveis no banco de dados, delineando as ações iniciais que a equipe de gerência de pavimentos planeja executar. O planejamento, por outro lado, envolve prever, propor e prover, indicando que a previsão implica antecipar o futuro e prepará-lo, transformando a previsão em ação. Por fim, o orçamento inclui análises

econômicas e financeiras. Tal etapa vai além do simples levantamento de quantidades e aplicação de preços unitários; significa equacionar, criticar e solucionar problemas relacionados à qualidade, quantidade e custos envolvidos no processo (Oliveira, 2013).

A partir dos dados obtidos por meio da avaliação funcional, estrutural e de superfície dos pavimentos, é possível realizar diagnósticos, desenvolver estratégias de intervenção e estimar a vida remanescente de um pavimento sujeito a condições extremas ou para as quais não foi inicialmente projetado (como abalos sísmicos, inundação, sobrecarga ou problemas construtivos). Além disso, essa análise possibilita a identificação de possível necessidade de reforço estrutural caso o pavimento receba cargas superiores àquelas originalmente previstas no projeto (Hansen, 2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

Existem diversas maneiras de realizar a identificação de defeitos de um pavimento flexível. Os principais documentos que servem de referência para a avaliação da condição da superfície de um pavimento e o levantamento de defeitos são: O *Strategic Highway Research Program* (SHRP); *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO); e o *Pavement Condition Index* (PCI).

Um dos principais manuais de levantamento de defeitos trata-se do *Strategic Highway Research Program* (SHRP). Em 1987, o Programa Estratégico de Pesquisa Rodoviária (SHRP) deu início ao maior programa de avaliação de pavimentos, os quais agências rodoviárias de vários países ficaram responsáveis pela coleta de dados em relação a clima, condição do pavimento e solicitações de tráfego, durante mais de 20 anos de pesquisa e mais de mil sessões de testes realizados nos pavimentos (SHRP, 1993).

Esse método de levantamento do SHRP, consiste na avaliação de 15 tipos de defeitos já mencionados no tópico anterior. Além disso, são descritos os diferentes níveis de severidade e o método de avaliação da extensão para cada tipo de defeito, sendo estes identificados por meio de fotografias e representações visuais (LIMA, 2007).

O manual da AASHTO avalia 17 tipos de defeitos (Trincas por Fadiga; Trincas em Bloco; Remendos; Painéis; Deformação Permanente na Trilha de Roda; Corrugação; Exsudação; Agregado Polido; Desgaste; Desnível Pista-Acostamento; Bombeamento; Depressão; Trincas por Reflexão nas Juntas; Afastamento nas Juntas Pista/Acostamento; Trincas Transversais e Longitudinais; Trincas por escorregamento do concreto asfáltico;

Deformação por Inchamento) apresentando a descrição, níveis de severidade e como medir (Zanchetta, 2017).

O *Pavement Condition Index (PCI)* é o método de avaliação objetiva mais utilizado no mundo. Esse índice teve origem por meio do método desenvolvido pelo *U.S. Army Corps of Engineers (USACE)*, financiado pela Força Aérea dos Estados Unidos. Ele foi criado inicialmente com o objetivo de avaliar pavimentos de aeroportos, mas logo depois sua aplicabilidade se expandiu para avaliação de pavimentos urbanos (Leite e Silva, 2013).

O método *PCI* opera por meio da dedução de valores ponderados. Inicialmente são atribuídos ao pavimento 100 pontos, e a partir das análises dos defeitos, deduz-se uma quantidade de pontos, resultando em um valor que representa a condição de determinado pavimento. O *PCI* leva em conta 20 tipos de defeitos, sendo que cada combinação de tipo, severidade e extensão é associada a um valor de dedução específico. Subsequentemente, seguindo os protocolos delineados na ASTM (2018), é determinado o Valor de Dedução Corrigido (CDV). Dessa forma, o *PCI* é calculado conforme a Equação 1 e a classificação é feita mediante o Quadro 1.

$$PCI = 100 - CDV \quad (1)$$

Onde:

PCI = *Pavement Condition Index*;

CDV = *Corrected Deduct Value*.

Quadro 1 - Escala de classificação do *PCI*

PCI	CLASSIFICAÇÃO
100 - 86	Excelente
85 - 71	Muito Bom
70 - 56	Bom
55 - 41	Regular
40 - 26	Ruim
25 - 11	Muito Ruim
10 - 0	Péssimo

Fonte: ASTM, 2018 (Modificado)

Entretanto, mesmo sendo reconhecido como um método completo, o PCI envolve procedimentos de coleta de dados e cálculos complexos devido ao seu alto nível de detalhamento e à considerável quantidade de defeitos analisados, o que demanda mais tempo e a participação de avaliadores especializados (SILVA *et al.*, 2020). Com esse intuito, diante da complexidade dos métodos objetivos para avaliar a condição de pavimentos, foram conduzidos estudos com o intuito de criar abordagens mais práticas.

Um desses métodos foi o de Zanchetta (2017), em que o autor desenvolve uma Matriz de Valores Fixos (MVF) a fim de reduzir a subjetividade, diminuir o tempo de avaliação e aumentar a produtividade. Essa MVF considera somente 5 tipos de defeitos: Remendos; Trincas por Fadiga; Panelas; Deformação Permanente; e Desgaste.

A escolha desses defeitos foi baseada na pesquisa realizada no município de São Carlos/ SP, feita por Zanchetta (2005), onde esses defeitos foram os predominantes na malha viária avaliada. Para padronizar as deduções, o autor definiu valores fixos para cada combinação de extensão e severidade dos defeitos, que podem ser identificados no Quadro 2, em que B, M e A representam os níveis de severidade e extensão (Baixa, Média e Alta).

Nesta Matriz de Valores Fixos, o Índice de Condição do Pavimento (ICP) é obtido a partir de combinações feitas em relação à extensão e severidade de cada tipo de defeito. Essas combinações equivalem a pontos deduzidos de um valor inicial de 100, conforme a Equação 2.

$$ICP = 100 - PD \quad (2)$$

Onde:

ICP = Índice de Condição do Pavimento;

PD = Somatório dos Pontos Deduzidos.

As extensões e severidades dos defeitos são categorizadas como Baixa (B), Média (M) ou Alta (A). A determinação da severidade do defeito segue a definição do manual SHRP (1993). Quanto à extensão, ela é estabelecida pela proporção entre a área do defeito e a área total do trecho avaliado. Se essa relação for de 0 a 10%, a extensão do defeito é considerada Baixa (B); de 11% a 40%, é considerada Média (M); e acima de 40%, a extensão é classificada como Alta (A) (Zanchetta, 2017). Além disso, a soma dos pontos

deduzidos não pode ultrapassar os 20 pontos em cada tipo de defeito, pois na pior condição do pavimento, o valor do ICP seria 0.

Quadro 2 - Matriz de Valores Fixos

INVENTÁRIO DA REDE VIÁRIA URBANA					
ID	1	Folha:	0	Código da Seção:	0
Nome da Via	RUA 6			Sentido	
Da:	Capitao Carlos da Silva				
Até:	RUA 01				
Classe Funcional:	Arterial	Setor:	Quadra		
Comprimento:	0	Largura:	7	Nº de Faixas:	
Tipo de Pavimento	Tipo de Estrutura	Condição do Subleito		Tipo de Rota	
Ano de Construção	Ano da Última M&R		Tipo da Última M&R		
Volume de Tráfego	Volume de Caminhões		Taxa de Crescimento		
Responsável:			Data:		
AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DO PAVIMENTO					
ICP:		Aceitável:		M & R Prevista:	
SAAE		Calçada:		Drenagem:	
Trincas por Fadiga		Severidade			
Extensão	B	M	A	Pontos Deduzidos (PD) de cada Defeito	
B				Pontos Deduzidos	
M					
A					
Pavimento		Severidade			
Extensão	B	M	A	Pontos Deduzidos	
B					
M					
A					
Remendo		Severidade			
Extensão	B	M	A	Pontos Deduzidos	
B					
M					
A					
Deform. Perman.		Severidade			
Extensão	B	M	A	Pontos Deduzidos	
B					
M					
A					
Desgaste		Severidade			
Extensão	B	M	A	Pontos Deduzidos	
B					
M					
A					
PONTUAÇÃO		Severidade			
Extensão	B	M	A	Pontos Deduzidos	
B	1	5	11		
M	5	11	15		
A	11	15	20		
Observações:				Σ Pontos Deduzidos (PD) =	
				ICP = 100 - PD =	

Fonte: Zanchetta, 2017 (Adaptado)

RESULTADOS

Foi realizada avaliação funcional em uma amostra de 161 segmentos de pista em um Campus Universitário em 2023. Posteriormente, foi identificado, no Quadro 3, os principais tipos de defeitos observados, a quantidade de seções que apresentaram cada categoria de defeito e as distribuições percentuais dos segmentos com base nos critérios do Índice de Condição do Pavimento (ICP) objetivo, ICP subjetivo, e em relação às atividades de Manutenção e Reparo (M&R) recomendadas. Além disso, é possível fazer uma relação entre o total de pontos reduzidos de cada defeito, chegando no Quadro 4.

Quadro 3 - Pontos Deduzidos de cada tipo de defeito

DEFEITOS	TOTAL	%
Desgaste	1102	33,11%
Remendo	449	13,49%
Trincas por Fadiga	1164	34,98%
Panelas	165	4,96%
Deformação Permanente	448	13,46%
Pontos Deduzidos	3328	100,00%

Fonte: Autores

Quadro 4 - Frequência dos Defeitos nas Seções Avaliadas

DEFEITOS	TOTAL	%
Desgaste	145	90,06%
Remendo	91	56,52%
Trincas por Fadiga	146	90,68%
Panelas	41	25,47%
Deformação Permanente	104	64,60%
Seções Avaliadas	161	100,00%

Fonte: Autores

Ao considerar os tipos de defeitos mais frequentes, torna-se evidente nos segmentos avaliados a manifestação do mecanismo clássico de deterioração de pavimentos flexíveis. Inicialmente, observa-se o surgimento de trincas por fadiga, resultantes dos esforços repetidos no revestimento. Com o tempo, essas trincas evoluem e se transformam em depressões, comumente denominadas "painéis", as quais, em geral, são alvo de atividades de reparo de remendos. As avaliações dos 161 segmentos, apresentando as distribuições percentuais do ICP Objetivo, ICP Subjetivo, atividades de M&R sugeridas e comprimentos para cada ICP e M&R estão dispostas nos Quadros 5 e 6.

Quadro 5 - Distribuições Percentuais do ICP e M&R

CONDIÇÃO DO PAVIMENTO	ICP				M&R		
	OBJ.	QNTD	SUBJ.	QNTD	M&R	QNTD	%
ICP >= 90	26,71%	43	39,75%	64	NF	28	17,39%
80 <= ICP < 90	28,57%	46	21,12%	34	MP	38	23,60%
50 <= ICP < 80	40,99%	66	36,65%	59	MC	37	22,98%
30 <= ICP < 50	3,11%	5	2,48%	4	RF	34	21,12%
ICP < 30	0,62%	1	0,00%	0	RC	24	14,91%
TOTAL	100,00%	161	100,00%	161		161	100,00%

Fonte: Autores

Realizando uma análise comparativa, percebe-se que mais da metade dos segmentos avaliados possuem um ICP Objetivo e ICP Subjetivos bons ou muito bons (ICP > 80). Também se percebe que a atividade de M&R com maior participação é a de Manutenção Preventiva (MP). Entretanto, a atividade de M&R com maior área a ser executada é a de Reforço Estrutural (RF), com participação de 26,7% do comprimento total avaliado.

Quadro 6 - Distribuições Percentuais dos Comprimentos para cada ICP e M&R

CONDIÇÃO DO PAVIMENTO	ICP		M&R		
	COMP. (m)	%	ESTRATÉGIA	COMP. (m)	%
ICP >= 90	5.070,81	20,6%	NF	3.436,11	14,0%
80 <= ICP < 90	6.769,42	27,5%	MP	4.754,76	19,3%
50 <= ICP < 80	11.153,54	45,3%	MC	5.176,13	21,0%
30 <= ICP < 50	1.525,19	6,2%	RF	6.583,46	26,7%
ICP < 30	103,82	0,4%	RC	4.672,32	19,0%
TOTAL	24.622,78	100%		24.622,78	100%

Fonte: Autores

Com o levantamento e consolidação dos dados, foi realizada a criação da base georreferenciada, com auxílio do software QGIS, para fazer os mapas temáticos. As Figuras 2 e 3 representam de forma objetiva e subjetiva as condições dos segmentos avaliados no *Campus Darcy Ribeiro*, enquanto a Figura 4 mapeia as manutenções ou reabilitações necessárias para cada segmento.

Nos dois primeiros mapas (Figuras 2 e 3), é possível observar que, de fato, a maior parte dos segmentos do *campus Darcy Ribeiro* possuem ICPs com classificações “Bom” e “Muito Bom”, com ressalvas a alguns segmentos referentes a estacionamentos e vias de menor acesso, como é o caso da via que leva ao Centro Olímpico da universidade (ID 124). Além disso, os mapas das Figuras 2 e 3 confirmam as informações expostas nas análises estatísticas; ou seja, os segmentos possuem ICPs objetivos e subjetivos com valores próximos, resultando em classificações aproximadas.

Em relação ao mapa temático da Figura 4, as informações dispostas nos tópicos anteriores também são confirmadas. É possível observar que a maior parte das atividades de M&R recomendadas tratam-se de atividades de Manutenção Preventiva. Isto era esperado dada a avaliação dos ICPs, suas classificações e os defeitos encontrados em todos os segmentos de vias do *Campus Darcy Ribeiro*. Vale ressaltar que as indicações de M&R para Reconstrução (RC) devem ser acompanhadas de ensaios estruturais para aferir a condição da camada de base da estrutura e, então, confirmar a necessidade desta atividade.

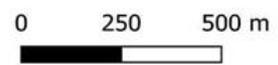
Figura 2 - Mapa temático dos ICPs Objetivos



SEGMENTOS DE VIAS

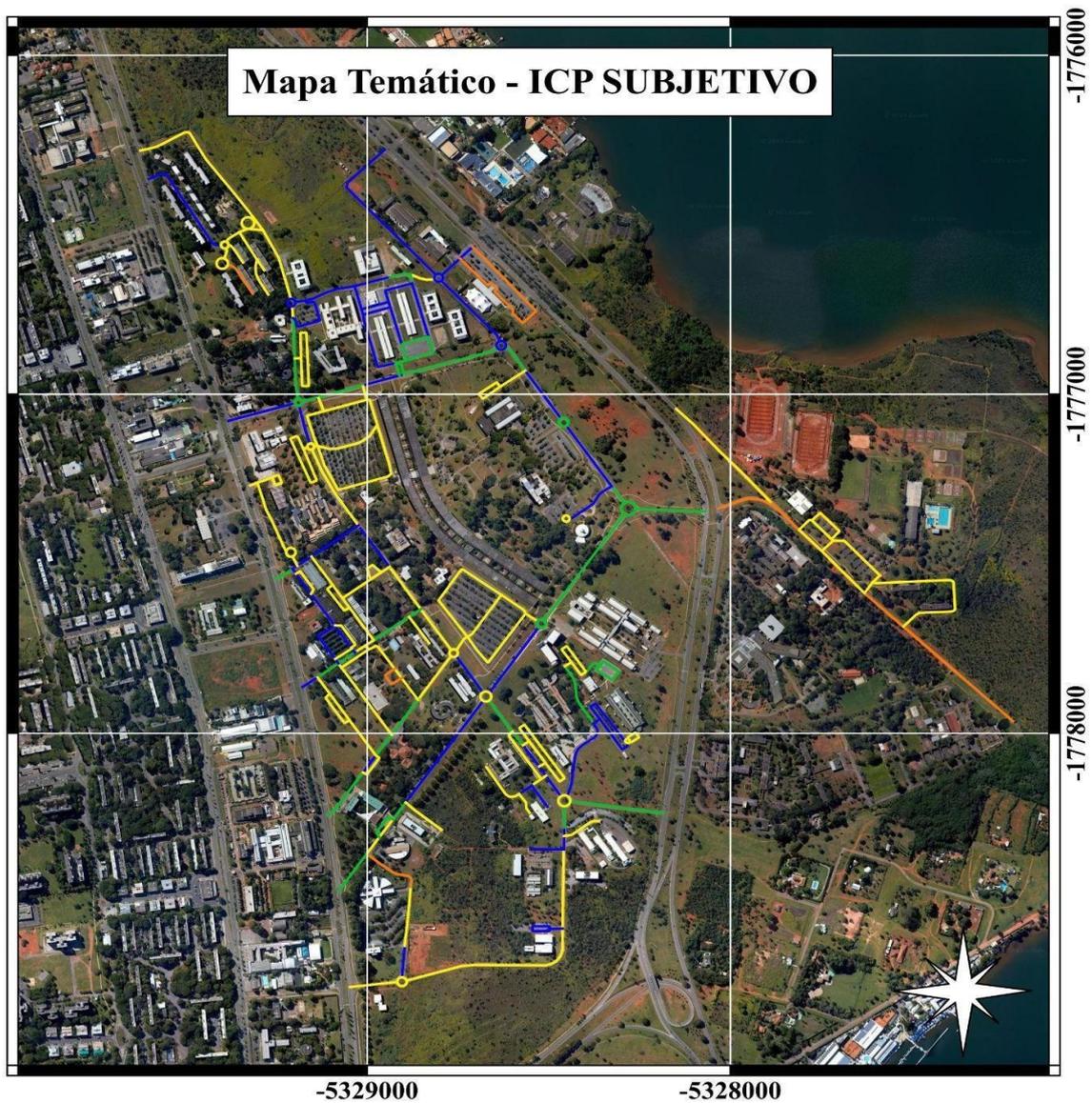
- Muito Ruim
- Ruim
- Regular
- Bom
- Muito Bom

RESPONSÁVEIS:
JOÃO LUCAS
LUCAS TELES



Fonte: Autores

Figura 3 - Mapa temático dos ICPs Subjetivos



SEGMENTOS DE VIAS

- Muito Ruim
- Ruim
- Regular
- Bom
- Muito Bom

RESPONSÁVEIS:
JOÃO LUCAS
LUCAS TELES

Fonte: Autores



Figura 4 - Mapa temático das ações de M&R



SEGMENTOS DE VIAS

- Nada a Fazer
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Corretiva
- Reforço Estrutural
- Reconstrução

RESPONSÁVEIS:
JOÃO LUCAS
LUCAS TELES

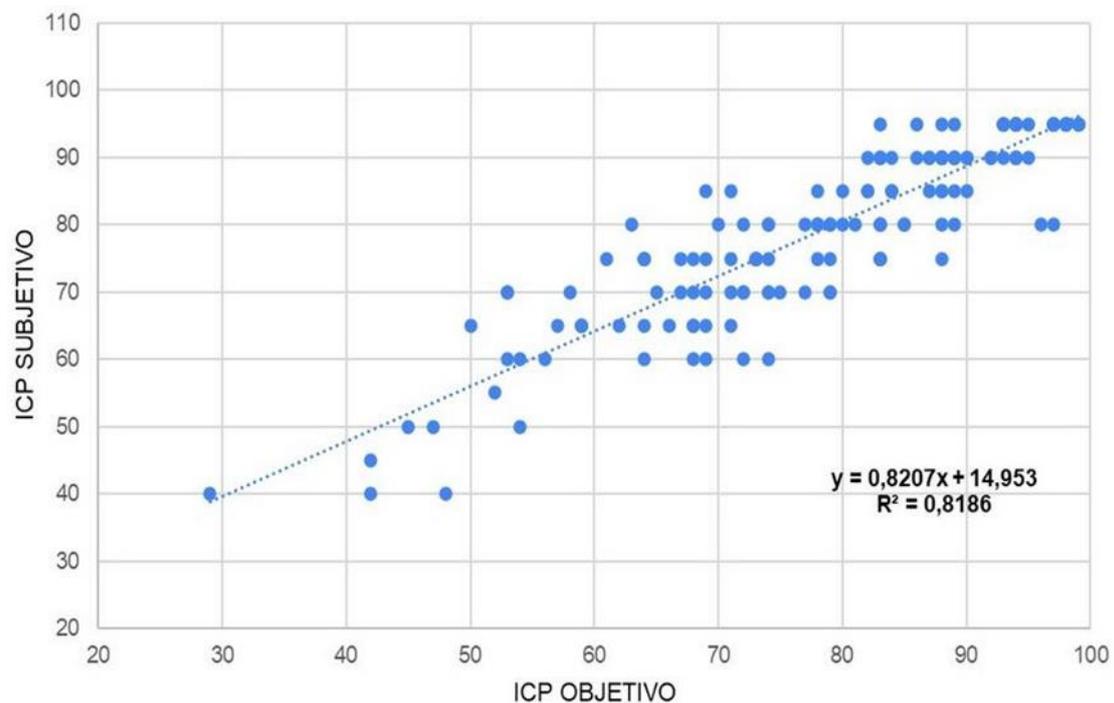


Fonte: Autores

Quando se realiza uma análise comparativa entre os ICP Objetivo e o ICP Subjetivo, percebe-se que apesar de haver uma dispersão entre os valores por todos os intervalos de ICP, a variação entre os valores obtidos não é elevada. Essa diferença pode se dar devido à observação dos avaliadores, pelo fato de que quando um avaliador encontra um segmento com poucos defeitos, mas com severidade e extensão elevadas, a nota subjetiva pode ser baixa, porém a objetiva pode não ficar tão reduzida.

Apesar disso, a diferença entre os valores não comprometeu a avaliação dos defeitos dos pavimentos. Tal fato é evidenciado pelo valor de R^2 (correlação ao quadrado) do gráfico da Figura 5. Quando o valor de R^2 é igual ou próximo a 1, isso significa que a correlação entre dados analisados é muito forte. Com o valor de R^2 igual a 0,818, observa-se que os valores de ICP's Objetivos e Subjetivos têm valores médios aproximados. A Figura 5 dispõe as informações acerca da dispersão dos ICPs.

Figura 5 - Dispersão entre o ICP Objetivo e o ICP Subjetivo



Fonte: Autores

Com auxílio de uma planilha eletrônica, fez-se os cálculos do Teste de Hipótese, visando avaliar se a hipótese nula, que afirma não haver diferença estatística significativa entre os valores obtidos no ICP objetivo e ICP subjetivo, deve ser aceita ou rejeitada.

O Teste de Hipótese foi avaliado utilizando o teste t de *Student* considerando que a amostra apresenta normalidade, pois a amostra é suficientemente grande ($n > 30$). Este teste examina as médias globais das amostras. Para tanto, alguns parâmetros foram adotados, sendo eles:

- nível de confiança de 95% para $(2n - 2)$ graus de liberdade (gl); ou seja, $gl = 320$;
- nível de significância de 5%.

A partir da realização do teste t de *Student*, foram obtidos os valores de t e t crítico bi-caudal como 0,469 e 1,967 em módulo respectivamente. Isso significa que o valor t calculado está entre o intervalo de t crítico. Em outras palavras, o resultado obtido nos possibilita afirmar que estatisticamente não há diferenças significativas entre os valores de ICP Objetivo e Subjetivo observados. Além disso, deve-se aceitar a hipótese nula previamente citada. No Quadro 7 são apresentados os dados obtidos a partir do Teste de Hipótese.

Quadro 7 - Resultados obtidos no Teste de Hipótese

Teste t de Student	ICP OBJ	ICP SUBJ
Média	79,32919	80,06211
Variância	214,94720	176,8711
Observações	161	161
Variância agrupada	195,90916	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	320	
Stat t	-0,46981	
P(T ≤ t) uni-caudal	0,31940	
t crítico uni-caudal	1,64963	
P(T ≤ t) bi-caudal	0,63880	
t crítico bi-caudal	1,96740	

Fonte: Autores

CONCLUSÕES

Com os dados coletados e consolidados, observa-se que os defeitos mais recorrentes são as trincas por fadiga, seguidas pelo desgaste, deformação permanente, remendos e, por fim, panelas. Em relação à condição do pavimento e sua classificação, é possível concluir que a maior parte das vias do campus Darcy Ribeiro está em muito bom ou bom estado de acordo com os critérios objetivos do ICP, o que representa 55,27% dos segmentos analisados (26,71% para muito bom, e 28,57% para bom). A classificação segue, então, para regular (40,99%), ruim (3,13%) e muito ruim (0,62%). Ademais, a pesquisa é complementada com as informações acerca das estratégias de M&R. Observa-se que a intervenção com maior frequência é a manutenção preventiva, o que faz sentido dado os resultados obtidos em relação aos defeitos e classificação mais recorrentes.

Os mapas temáticos disponibilizam as informações coletadas de forma ilustrativa. Os resultados são dispostos sobre a região do *campus* Darcy Ribeiro de maneira que quem os veja, consiga os interpretar de maneira mais rápida e clara. Assim, tal qual as avaliações em campo, os resultados podem ser mais simples e objetivos.

A análise do gráfico de dispersão e do teste de hipótese possibilitou afirmar que as avaliações subjetivas não comprometeram a confiabilidade das atividades de avaliação e levantamento de defeitos em campo. Isso deve-se ao fato de que, do ponto de vista estatístico, não há variações significativas entre os valores de ICP Objetivo e ICP Subjetivo observados.

Como sugestões para trabalhos futuros, ressalta-se a necessidade de um uso mais amplo de um *Software* de Sistemas de Informações Geográficas aplicadas ao Transporte (SIG- T), para que haja uma análise mais precisa e de fácil identificação. O uso de um banco de dados com informações sobre as condições do pavimento em uma base georreferenciada, além da inserção de fotos para identificação clara dos segmentos, facilitaria o entendimento e visualização das informações a respeito de cada trecho de pavimento.

REFERÊNCIAS

AASHTO (1990). AASHTO Guidelines for Pavement Management Systems. American Association of State Highway and Transportation Officials.

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS D 6433 -18: Standard practice for roads and parking lots pavement condition Index surveys. Annual book of ASTM Standards. West Conshohocken, PA, EUA, 2018

DNIT (2011). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Gerência de Pavimentos. Rio de Janeiro.

Haas, R.; Hudson, W. Zaniewski, J. (1994). Modern Pavement Management. Malabar, Flórida: Krieger Publishing Company.

Hansen, A. (2008). Aplicação de SIG em Sistema de Gerência de Pavimentos para a Cidade de Maringá. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR.

Huang, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design. Second Edition.

Leite, A. M. da. S.; Silva, J. P. S. Avaliação superficial de pavimentos asfálticos em vias urbanas de Palmas/ TO, utilizando o método PCI (Pavement Condition Index). Anais do IX Seminário de Iniciação Científica da UFT, Palmas, 2013.

Lima, J. P. (2007). Modelo de Decisão Para a Priorização de Vias Candidatas às Atividades de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

Oliveira, J. J. (2013). Experiência de Implantação de Sistema de Gerência de Pavimentos em Cidade de Médio Porte – Estudo de Caso: Anápolis –GO. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos

Pereira, J.I.S (2018). Avaliação da qualidade do transporte público coletivo por ônibus na percepção dos usuários da Universidade de Brasília. Publicação G.PF-001/18, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GIS (2023). QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Versão 3.34.1. 2022. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em 2023.

SECOM UNB (2023). Uma cidade chamada UnB. Disponível em: <<https://noticias.unb.br/76-institucional/6231-uma-cidade-chamada-unb>>. Acesso em 2023.

Senço, D. W. (2001). Manual de Técnicas de Pavimentação. Vol. 2. PINI, 1ª.Ed. São Paulo.

SHRP – STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, SHRP-P-338, ISBN 0-309- 05271-8: Distress identification manual for the long-term pavement performance studies. National Academy of Science. Washington, EUA, 1993.

Silva, K. A. B. A. da.; Salviatto, V. H.; Silva Júnior, C. A. P. Fontenelle, H. B. Análise comparativa de índices de classificação da condição de pavimentos flexíveis. (2020). Anais do XXXIV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, 2020, 915 - 924 p.

Zanchetta, F. Aquisição de dados sobre a condição dos pavimentos visando a implementação de sistemas de gerência de pavimentos urbanos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2005.

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