

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**CONSIDERAÇÕES SOBRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO
SUBJETIVA E OBJETIVA DE PAVIMENTOS URBANOS:**

O CASO DE VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO

CECÍLIA ARCOVERDE BEZERRA PIRES

ORIENTADOR: FÁBIO ZANCHETTA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM TRANSPORTES

BRASÍLIA / DF: NOVEMBRO / 2019

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO
SUBJETIVA E OBJETIVA DE PAVIMENTOS URBANOS:
O CASO DE VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO**

CECÍLIA ARCOVERDE BEZERRA PIRES

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

**FÁBIO ZANCHETTA, Doutor, UnB
(ORIENTADOR)**

**JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, PhD (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**MICHELLE ANDRADE, PhD (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 20 de NOVEMBRO de 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

PIRES, CECÍLIA ARCOVERDE BEZERRA

Considerações sobre Métodos de Avaliação Subjetiva e Objetiva de Pavimentos Urbanos: O caso de Valparaíso de Goiás-GO , 2019.

xii, 63 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2019)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. SGPU

2. Índice de Condição do Pavimento

3. Avaliação da Condição Funcional

4. Escala Visual

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PIRES, C. A. B.P. (2019). Considerações sobre Métodos de Avaliação Subjetiva e Objetiva de Pavimentos Urbanos: O caso de Valparaíso de Goiás - GO. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-001/90, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 74 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Cecília Arcoverde Bezerra Pires

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Considerações sobre Métodos de Avaliação Subjetiva e Objetiva de Pavimentos Urbanos: O caso de Valparaíso de Goiás - GO

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2019

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Cecília Arcoverde Bezerra Pires

SHDB QL 32 CJ. 20 C/ 78

71676-200 – Brasília/DF - Brasil

*À minha eterna amiga que esteve comigo no dia da minha aprovação do vestibular e que hoje
levo em minhas lembranças, Nathália Salomão.*

CONSIDERAÇÕES SOBRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO SUBJETIVA E OBJETIVA DE PAVIMENTOS URBANOS

RESUMO

No Brasil, as vias pavimentadas, particularmente as vias urbanas, carecem de manutenções programadas para que a vida útil prevista no projeto seja atingida. Em oposição a essa situação, pode ser implantada uma rotina racional de atividades de Manutenção e Reabilitação – M&R mais eficiente, chamada de Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos – SGPU. Um SGPU pode ser dividido em dois níveis, Nível de Rede (em que são obtidos dados de inventário das vias, realizadas avaliações em campo, sugestão de M&R e estimativa de custos) e Nível de Projeto (com definição de materiais e espessuras para projetos específicos). Nesta pesquisa serão avaliadas vias urbanas do Município de Valparaíso de Goiás, no Estado de Goiás, a fim de viabilizar o processo de implementação de um SGPU. Este estudo faz parte de um projeto de Pesquisa aprovado pelo CNPq, em Edital Universal. O objetivo é comparar os resultados de avaliações da condição funcional das vias urbanas mediante aquisição de dados por identificação de defeitos na sua superfície (avaliação objetiva proposta por Zanchetta, 2017) com a avaliação subjetiva obtida com base na aplicação da Escala Visual proposta por Hartgen, 1982, em parceria com o Departamento de Transportes da Prefeitura Municipal de Nova Iorque, nos Estados Unidos. Os resultados foram analisados com a utilização de estatística descritiva e teste de hipótese, particularmente o *Test t de Student*. O levantamento de dados sobre a condição dos pavimentos em Valparaíso de Goiás (GO) indicou, para a amostra de segmentos selecionada, uma situação geral boa das vias, o que os torna suficientes para atender à sua finalidade principal, que é a de qualidade de rolamento. A análise estatística mostrou uma elevada amplitude de valores para as condições dos segmentos, indicando que, apesar de uma situação média “boa”, existem pavimentos em diversas condições e que demandam atenção no trecho analisado.

Palavras Chave: Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos, Avaliação da Condição Funcional, Identificação de Defeitos, Escala Visual, Índice de Condição do Pavimento.

SUMÁRIO

Capítulo	Página
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	4
1.1.1. OBJETIVO GERAL	4
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.2. JUSTIFICATIVA	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS	11
2.2. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO	16
2.2.1. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO	17
2.2.2. ATIVIDADES DE REABILITAÇÃO	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1. AVALIAÇÃO DE CAMPO EM VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO	20
3.2. MÉTODO PROPOSTO POR ZANCHETTA, 2017: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO	21
3.3. MÉTODO DE ESCALA VISUAL	29
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
4. RESULTADOS	40
4.1. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO PELO MÉTODO ZANCHETTA, 2017	40
4.2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DA ESCALA VISUAL	45
4.3. RESULTADOS COMPARATIVOS	50
5. CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
APÊNDICE A – DADOS DA AVALIAÇÃO DE CAMPO: MÉTODO PROPOSTO POR ZANCHETTA	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Métodos de avaliação funcional, estrutural e de segurança.....	12
Quadro 3.1 - Seleção das atividades de M&R	19
Quadro 3.2 - Identificação de defeitos nos pavimentos	23
Quadro 3.3 - Planilha de avaliação de campo para obtenção do ICP objetivo	24
Quadro 3.4 - Resumo das causas dos defeitos utilizados no método proposto por Zanchetta (2017) e principais atividades de M&R	26
Quadro 3.5 - Características da superfície relacionadas aos intervalos da escala de classificação	33
Quadro 3.6 - Características da superfície relacionadas aos intervalos de escala adaptados de classificação	37
Quadro 4.1 - Valores de ICP objetivo, classificação e atividade M&R pelo método proposto por Zanchetta, 2017.....	41
Quadro 4.2 - Notas, atividade M&R e classificação: Escala Visual	47
Quadro A.1 - Dados obtidos na avaliação de campo pelo método proposto por Zanchetta (2017)	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Resultados das medidas de tendência central e dispersão pelo método Zanchetta (2017)	43
Tabela 4.2 - Resultado das medidas de tendência central e dispersão no método da Escala Visual	49
Tabela 4.3 - Resultados comparativos de medidas estáticas descritivas.....	51
Tabela 4.4 - Resultados comparativos de classificação	51
Tabela 4.5 - Parâmetros t de <i>Student</i>	52
Tabela 4.6 - Aplicação do teste t de <i>Student</i> : duas amostras em par para médias	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um SGP.....	3
Figura 1.2 - Componentes Principais de um Sistema de Gerência de Pavimentos.....	4
Figura 2.1 - Condição dos Pavimentos do Brasil entre os anos 2005-2017.....	7
Figura 2.2 - Condição dos Pavimentos do Brasil em 2018.....	7
Figura 2.3 - Índice de serventia ao longo do tempo/tráfego.....	9
Figura 2.4 - Relação entre desempenho dos pavimentos, estratégia de M&R e custos.	9
Figura 2.5 - Comparativo de defeitos avaliados em diferentes manuais.....	14
Figura 3.1 - Segmentos avaliados.....	21
Figura 3.2 - Trincas por Fadiga (severidade alta).....	27
Figura 3.3 - Trincas por Fadiga.....	27
Figura 3.4 - Remendo (severidade baixa).....	27
Figura 3.5 - Remendo (Severidade alta).....	27
Figura 3.6 – Painela.....	27
Figura 3.7 - Afundamento por fluência do revestimento asfáltico.....	28
Figura 3.8 - Desgaste do pavimento.....	28
Figura 3.9 - Matriz de valores fixos para dedução.....	28
Figura 3.10 - Escala Visual para vias urbanas pavimentadas.....	32
Figura 3.11 - Formulário Individual para avaliação subjetiva.....	34
Figura 3.12 - Modelo de planilha para anotações de defeitos do pavimento.	35
Figura 3.13 - Escala Visual Adaptada para avaliação de vias urbanas.....	36
Figura 3.14 - Teste Bilateral.....	39
Figura 4.1 - Frequência dos ICPs pelo método proposto por Zanchetta (2017).....	42
Figura 4.2 - Classificação dos segmentos pelo método proposto por Zanchetta (2017).....	43
Figura 4.3 - Ocorrência dos defeitos pelo método proposto por Zanchetta, 2017.....	44
Figura 4.4 - Seleção das atividades M&R pelo método proposto por Zanchetta, 2017.....	45
Figura 4.5 - Seleção das atividades de M&R em porcentagem pelo método proposto por Zanchetta, 2017.....	45
Figura 4.6 - Condição Ruim (Segmento 1).....	46

Figura 4.7 – Condição Ótima (Segmento 46)	46
Figura 4.8 - Condição Regular (Segmento 40)	46
Figura 4.9 - Condição Boa (Segmento 47).....	46
Figura 4.10 - Frequência das notas pelo método da Escala Visual	48
Figura 4.11 - Classificação dos pavimentos pelo método da Escala Visual	49
Figura 4.12 - Seleção das atividades de M&R pelo método da Escala Visual	50
Figura 4.13 - Seleção das atividades de M&R em porcentagem pelo método da Escala Visual	50
Figura 4.14 - Análise de correlação	53

LISTA DE ABREVIações

AASHO.....	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
AFNBR.....	<i>Association Française de Normalisation</i>
ASTM.....	<i>American Society for Testing and Material</i>
CNT.....	Confederação Nacional dos Transportes
DNIT.....	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EUA.....	Estados Unidos da América
IGG.....	Índice de Gravidade Individual
IRI.....	International Roughness Index
M&R.....	Manutenção e Reabilitação
PCI.....	<i>Pavement Condition Index</i>
PSR.....	<i>Present Serviceability Ratio</i>
SGP.....	Sistema de Gerência de Pavimentos
SGPU.....	Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos
SHRP.....	<i>Strategic Highway Research Program</i>
USP.....	Universidade de São Paulo
VSA.....	Valor de Serventia Atual
WSDOT.....	<i>Washington State Department of Transportation</i>
WSPMS.....	<i>Washington State Pavement Management System</i>

1. INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso trata de um estudo de caso sobre avaliação da condição funcional de pavimentos flexíveis em áreas urbanas. Diferentes métodos de análise da condição dos pavimentos são aplicados para realização de avaliações periódicas cujos objetivos são oferecer aos tomadores de decisão planejamento e seleção da melhor estratégia para a execução correta de serviços de Manutenção e reabilitação – M&R.

Uma malha viária bem distribuída e em condição adequada para seus usuários é um grande impulsionador da economia. O sistema de transporte brasileiro tem como função distribuir bens e serviços, escoar produtos e promover a locomoção de pessoas. Tendo em vista o papel fundamental desse sistema e a necessidade de implementação de reformas e aplicação de investimentos para melhoria na qualidade da infraestrutura viária, um SGPU é uma ferramenta fundamental no nível estratégico da administração pública, com benefícios socioeconômicos nos médio e longo prazos.

Neste Trabalho de Conclusão de Curso serão avaliadas vias urbanas do Município de Valparaíso de Goiás, no Estado de Goiás, a fim de viabilizar o processo de implementação de um SGPU. As avaliações serão feitas na segunda etapa do projeto, utilizando-se critérios funcionais por meio de análises subjetivas e objetivas de vias. É importante entender a importância de um SGPU na rotina do município, a fim de implantá-lo e executá-lo da melhor forma, de acordo com os recursos disponíveis em um determinado momento.

Sistemas de gerência oferecem o potencial para uma melhora na condição dos pavimentos e para redução de custos de manutenção, simultaneamente. Como? A chave é manter as vias em boas condições com manutenções preventivas nos estágios iniciais de deterioração (a um custo relativamente baixo) em vez de permitir que os pavimentos atinjam um estado de condição no qual será necessária uma reabilitação ou reconstrução com custos mais elevados (MAPC, 1986).

Os sistemas de gerência foram concebidos no início da década de 60, nos EUA, a partir da avaliação da condição de pavimentos, com a definição do indicador “Índice de Serventia (IS)”, variando de zero (péssimo) até cinco (ótimo). É uma forma subjetiva de quantificação da condição atual do pavimento, desenvolvido na *AASHO Road Test*. (CAREY & IRICK, 1960).

O Sistema de Gerência de Pavimentos é um processo que envolve todas as atividades durante a fase de projeto, orçamento e construção de um pavimento até seu monitoramento e reabilitação ao longo do tempo, em função das solicitações de tráfego, ação de intempéries, técnicas construtivas e qualidade dos materiais utilizados.

Ele envolve os níveis de decisão e dos critérios para a definição de estratégias de seleção de atividades de Manutenção e Reabilitação (M&R) mais indicadas para uma situação específica, apresentando as principais características do pavimento, níveis de severidade e formas de quantificação dos defeitos, suas causas prováveis e os respectivos processos construtivos para o controle de danos dos mesmos (F. JÚNIOR, ODA, & ZERBINI, 2003).

SGPU é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para a Administração Pública, com controle da qualidade, manutenção e análise de dados de vias de uma determinada região, determinando a forma mais eficaz de aplicação dos recursos públicos disponíveis, indicando a melhor atividade de M&R e quando esta deve ser aplicada. Segundo Hartgen (1982), a principal razão para se obter informação periodicamente, precisa e oportuna sobre a condição do pavimento é que ela nos leva a melhores decisões sobre políticas de investimento. Tais decisões são cruciais para o desenvolvimento de um programa que ofereça mais serviço público por dinheiro investido.

É um sistema com propósito refinar e gerenciar os pavimentos do local, na tentativa de ajudar a identificar as necessidades de uma malha viária, auxiliando na tomada de decisões e previsão de necessidades futuras, além de aumentar a vida útil de um pavimento sem que seja necessário esperar o estado mais crítico da estrutura. O foco é manter um nível de qualidade adequado que forneça a melhor performance do pavimento, segurança, conforto e menor custo aos usuários, obtendo o melhor retorno e otimização possíveis dos recursos investidos.

Para um bom mecanismo e funcionamento do Sistema de Gerência como um todo, é necessária a organização do plano em níveis de rede e de projeto. O nível de rede engloba o cadastro prévio de projetos candidatos, avaliação de campo da via em caráter funcional, estrutural e de segurança com seguinte definição de lista de prioridade, definição das atividades de manutenção e reabilitação e posterior estimativa de custos e realização de orçamento. Sendo assim, este nível indica os trechos prioritários da malha que devem receber investimentos, de forma que os recursos públicos tenham um melhor retorno econômico.

Já o nível de projeto envolve o dimensionamento com definição dos principais parâmetros de projeto, construção, manutenção e reabilitação da estrutura, trabalhando com informações técnicas detalhadas, incluindo o diagnóstico dos defeitos, causas prováveis e métodos corretivos. É nesse nível em que são selecionadas as atividades a serem realizadas, realimentação da base de dados e classificação do desempenho do pavimento.

Nas Figura 1.1 e Figura 1.2 são apresentados esquemas de como devem ser executados os serviços de M&R e como funcionam os níveis de um SGP, respectivamente.

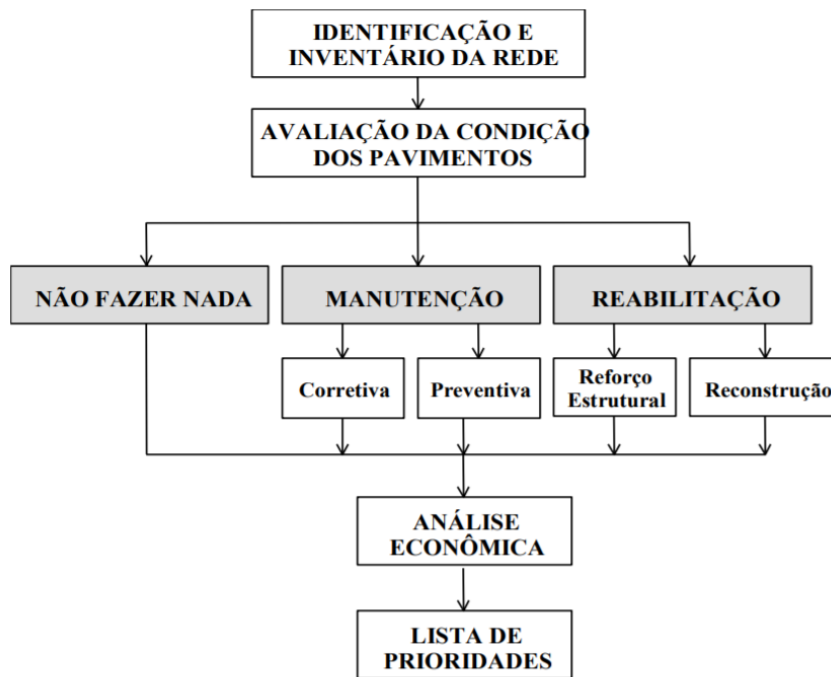


Figura 1.1 - Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um SGP

Fonte: (MAPC, 1986) - ADAPTADO

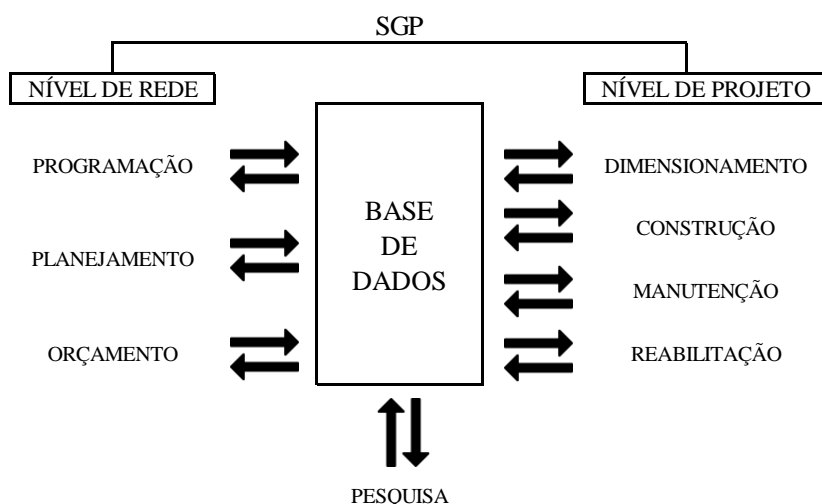


Figura 1.2 - Componentes Principais de um Sistema de Gerência de Pavimentos

Fonte: (HAAS, HUDSON, & ZANIEWSKI, 1994) – ADAPTADO

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho visa comparar e analisar os resultados de avaliações funcionais realizadas em vias urbanas seguindo dois métodos distintos: um objetivo, proposto por Zanchetta (2017); e, outro, subjetivo, com a utilização de uma escala visual, conforme apresentado por Hartgen (1982).

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A fim de atingir plenamente o objetivo geral, são previstos:

- Coletar dados em campo no Município de Valparaíso de Goiás/GO;
- Comparar o tempo de aquisição de dados necessário em cada método;
- Analisar a potencialidade de cada método para possibilitar a implantação e uso continuado de um SGPU.

1.2. JUSTIFICATIVA

Nota-se no Brasil a deficiência na aplicação dos conceitos de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos, tanto na fase de execução das atividades de M&R, quanto na gestão e forma de aplicação dos investimentos. Este trabalho mostra o SGP como uma ferramenta que, quando bem utilizada e desenvolvida, é alavanca para a economia do país e para a construção e conservação de uma malha viária que atenda às suas finalidades.

Os sistemas de gerência fornecem vários benefícios nos níveis de rede e de projeto. A principal delas é a seleção e implementação de alternativas mais econômicas. Se novas construções, reabilitações ou manutenções estiverem envolvidas, um SGP pode ajudar a administração a obter o melhor valor possível para dinheiro público. A ideia é melhorar a eficiência na tomada de decisão, fornecer *feedback* e garantir consistência das decisões tomadas em diferentes níveis dentro da mesma organização (HAAS, HUDSON, & ZANIEWSKI, 1994).

Em função da dificuldade de aplicação de um SGPU na maioria das cidades brasileiras, esta pesquisa é importante para que as cidades da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal – RIDE/DF (atual Região Metropolitana do DF) tenham, em projeto piloto no Município de Valparaíso de Goiás – GO, a possibilidade de aumentar a eficiência na tomada de decisão quanto a conservação de sua malha viária.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As vias, sob efeito de cargas de tráfego e de condições climáticas e até mesmo de seu tempo de existência, têm sua capacidade de servir reduzida, sendo necessário o emprego de atividades de manutenção e reabilitação para realimentar seu desempenho. Porém, no Brasil, os procedimentos de conservação e reparo da malha pavimentada se reduzem às operações tapa-buracos e recapeamentos, sem o levantamento prévio do custo a longo prazo dessas medidas que servem para reparar problemas imediatos e não devem ser escolhidas quando o nível de severidade e repetição do defeito é alto (ZANCHETTA, 2017).

Para efeito de demonstração da eficiência de um Sistema de Gerência bem desenvolvido, o *Washington State Department of Transportation - WSDOT* alcançou uma melhoria considerável na condição de sua malha rodoviária desde que começou seu programa de pesquisa na condição dos pavimentos na década de 60 e que criou seu *WSPMS* nos anos 70. A porção de pavimentos na condição considerada boa aumentou de 50% em 1970 para 93,5% em 2005, reflexos da incorporação de um SGP e de um Departamento preocupados com a qualidade e capacidade de serviço de suas rodovias (PIERCE, 2008).

Direcionar os investimentos diante das condições territoriais e climáticas e diante de crises econômicas e burocracia são desafios a serem cumpridos que, juntamente com uma eficaz rede de gerência de controle de qualidade e emprego de tecnologias investidas no melhor tempo possível, dinamizam a economia e impulsionam o transporte rodoviário por todo o país.

De acordo com uma pesquisa desenvolvida pelo Anuário da Conferência Nacional do Transporte (CNT) do Transporte, foi possível coletar dados entre os anos de 2005 e 2017, a fim de classificar os pavimentos em termos do estado geral das vias, permitindo a análise do controle de qualidade que foi feito durante esses anos e aplicação correta dos investimentos nessa área (CNT, 2018). Além disso, com a Pesquisa CNT de Rodovias, foi possível obter informações sobre o estado geral dos pavimentos mais atuais de 2018. Conforme a Figura 2.1 e Figura 2.2, é possível iniciar possíveis considerações.

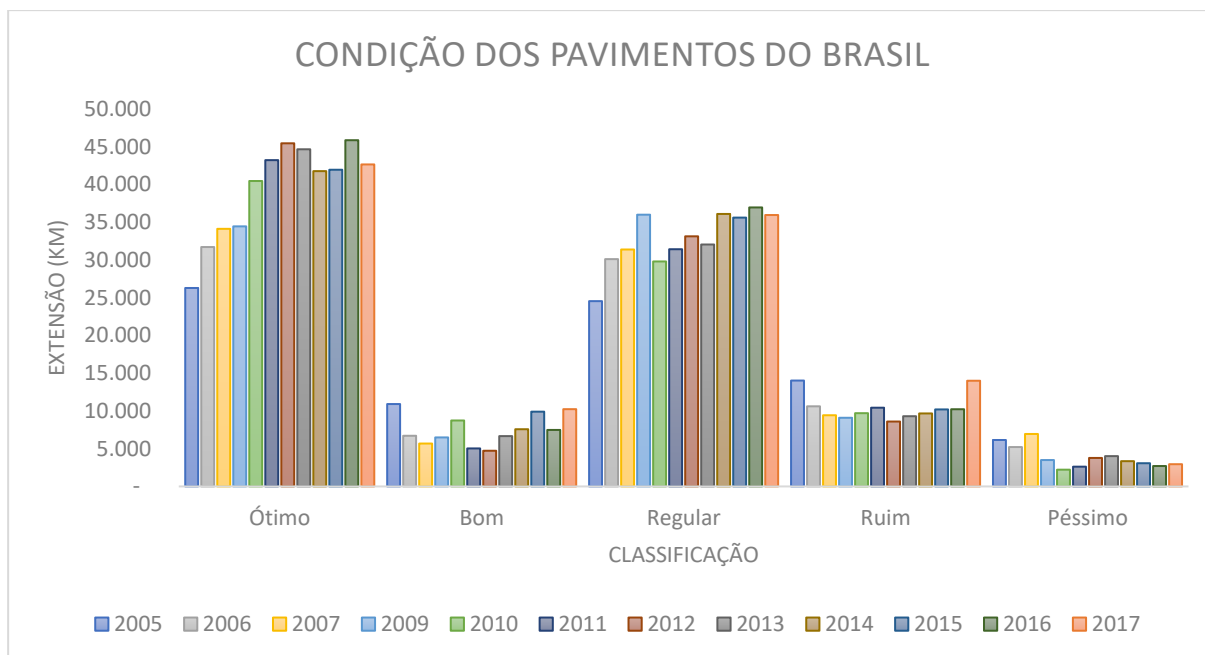


Figura 2.1 - Condição dos Pavimentos do Brasil entre os anos 2005-2017

Fonte: (PIRES, 2019)

Estado Geral

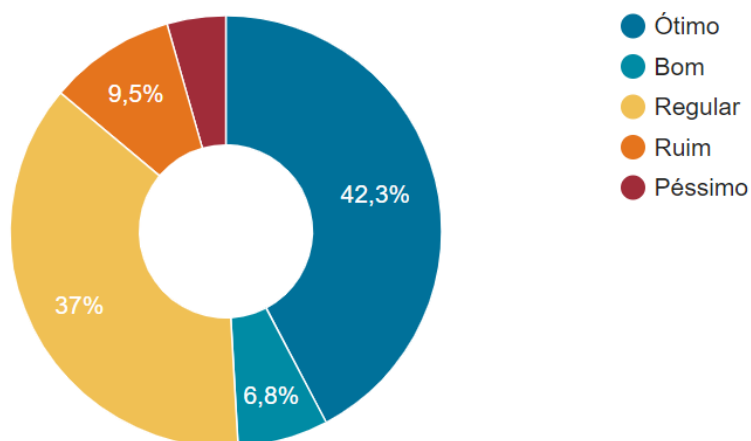


Figura 2.2 - Condição dos Pavimentos do Brasil em 2018

Fonte: (CNT, 2018)

Percebe-se uma porcentagem consideravelmente elevada na categoria “ótimo”, acompanhada da redução de vias no nível “péssimo”, consequência da implantação de um SGP, por mais que frente aos entraves burocráticos, crises econômicas e impasses políticos. Porém, é também bastante perceptível a porcentagem elevada de vias classificadas na categoria “regular”, que se deve provavelmente pela expansão da extensão das rodovias no Brasil, acompanhada de um monitoramento inadequado que preza muitas vezes pela quantidade do que pela qualidade das

rodovias. O Brasil é um país onde há carência de recursos e na grande maioria das vezes inferiores às necessidades, provando que um SGP deve ser uma ferramenta de otimização de investimentos e de controle da boa condição das vias de forma organizada e sistemática.

Deficiências na execução das obras, dificuldades gerenciais e o baixo nível de investimento público fazem com que as intervenções identificadas como necessárias ocorram apenas quando a situação da rodovia já está crítica (CNT, 2016).

Tal decisão vai contra o conceito amplamente utilizado em um SGP, conhecido como o menor custo de ciclo de vida de um pavimento. Com análise deste ciclo, foi determinado um tempo entre dois a três anos durante o qual um asfalto de mistura à quente pode ser reabilitado no menor custo de sua vida útil. A implementação do conceito de menor custo durante o ciclo de vida é uma condição de extrema importância na escolha de um projeto de reabilitação, uma vez que informa que nem sempre os reparos devem ser realizados na pior condição da estrutura. Até 2002, alguns setores da área de manutenção de pavimentos no Estado de Washington selecionavam seus projetos de reabilitação com base na concepção do *worst first*, que indica a primeira pior condição da estrutura (PIERCE, 2008).

Na Figura 2.3, é possível perceber o que foi dito acima, definindo que o melhor momento para a atividade de Manutenção ou Reabilitação não se encontra no Índice de Serventia mínimo da estrutura, e que a aplicação desta M&R definida no tempo ótimo aumenta a durabilidade do pavimento. Já na Figura 2.4, como complemento, é possível perceber a relação entre o tempo de aplicação para uma manutenção ou reabilitação com o custo dependendo do momento selecionado (FHWA, 1989).

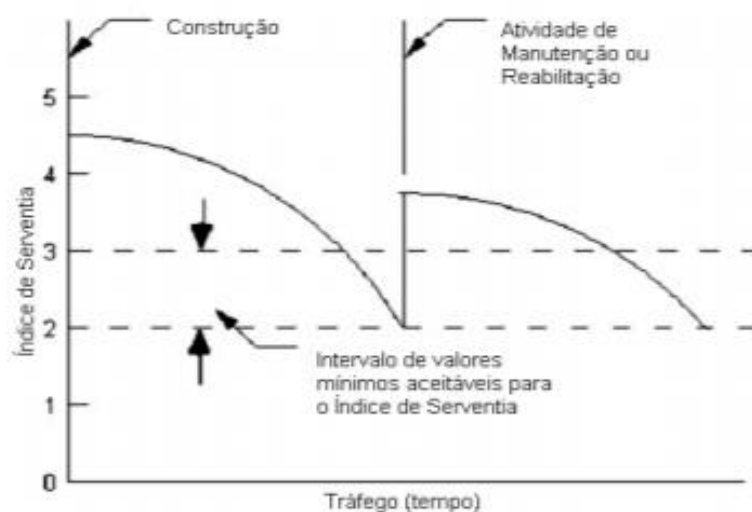


Figura 2.3 - Índice de serventia ao longo do tempo/tráfego

Fonte: (ZANCHETTA, 2005)

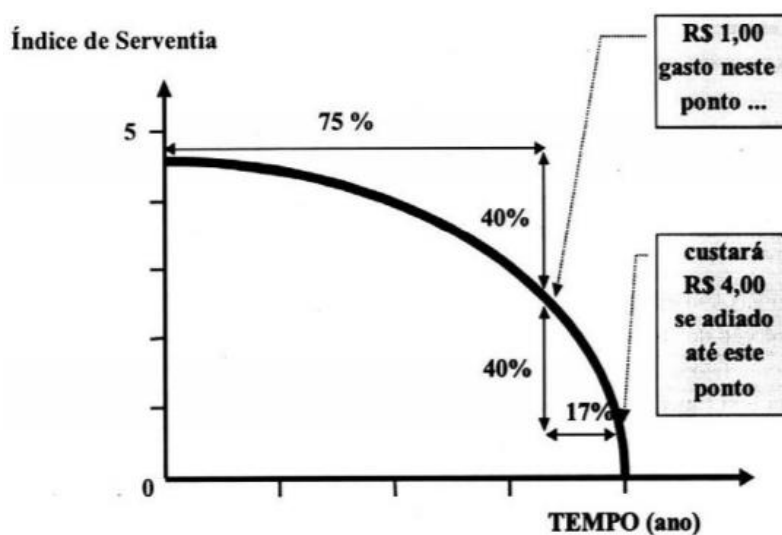


Figura 2.4 - Relação entre desempenho dos pavimentos, estratégia de M&R e custos.

Fonte: (F. JÚNIOR, ODA, & ZERBINI, 2003)

O ciclo repetitivo em que a falta de recursos, dados do inventário ou equipe suficientemente preparada são fatores para a não aplicação de um SGP deve ter um fim, pois como visto na Figura 2.4, o investimento necessário para a reabilitação tardia e sem critério é maior quando comparado à aplicação de atividades de M&R no tempo ideal (ZANCHETTA, 2005).

Na pesquisa rodoviária realizada em 2016 pela CNT, evidenciou-se que 58,2% das rodovias brasileiras pesquisadas ainda não oferecem as condições adequadas aos usuários. Em consequência dessa baixa qualidade, destacam-se o aumento do custo da operação do motorista,

redução da segurança e eficiência dos serviços de transporte de cargas e pessoas, além da redução da finalidade da via em si. Dessa forma, é possível concluir que tais fatores potencializam gastos tanto para o setor produtivo, como para o setor público, impactando na situação do Brasil como um todo (CNT, 2016).

Como dito anteriormente, a qualidade afeta diretamente no custo operacional do transporte rodoviário de cargas, que impacta o frete e, conseqüentemente, o preço dos produtos produzidos e consumidos no país, além de custos operacionais aos usuários e ao veículo quando se têm o consumo desnecessário de combustível e manutenção de pneus e amortecedores.

Segundo Zanchetta (2017), pavimentos mais duráveis e adequadamente mantidos têm potencial de serem mais eficientes socioeconomicamente, ambientalmente e para saúde pública. Do ponto de vista ambiental, pavimentos mais duradouros resultam em menor consumo de insumos ao longo do tempo (agregados, emulsão asfáltica, cimento asfáltico de petróleo) e menor consumo de energia oriunda de combustíveis fósseis. Os ganhos para a saúde pública estão em torno de uma redução na emissão de gases tóxicos inerentes ao processo de pavimentação com materiais asfálticos.

Tendo dito, um SGP é uma excelente ferramenta para manter as vias em boas condições ao longo do tempo. Sua implementação, afetaria positivamente a situação atual da malha viária do país, envolvendo desde o planejamento da via até seu monitoramento e reabilitação ao longo do tempo. A obtenção de informações periódicas das características físicas do pavimento engloba uma fase importante de um SGP, a de avaliação da condição das vias, que informa a intervenção mais adequada para os problemas apresentados. A avaliação envolve critérios funcionais, estruturais e de segurança, descritos no Manual de Gerência de Pavimentos (DNIT & ENGESUR, 2011).

Para a análise de quais atividades e estratégias devem ser definidas, é importante que se obtenham dados de avaliação da condição do pavimento. Segundo Machado *et al.* (2005), a avaliação de pavimentos deve ser voltada para interesses sociais e para as necessidades dos usuários, devendo-se desenvolver índices de defeitos próprios relacionados aos problemas constatados no pavimento em questão.

2.1.CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS

Levando em conta a necessidade de acompanhamento periódico da condição do pavimento, Haas, Hudson e Zaniewski (1994) ressaltam a importância fundamental de uma coleta de informações necessárias para cada nível de gerência.

Além desse monitoramento de coleta de dados, é destacada a necessidade de capacitação técnica dos órgãos envolvidos, atribuindo valor e conhecimento à criação dos índices de avaliação que atendam às características, necessidades e restrições, utilizando critérios de engenharia compatíveis com as necessidades do projeto (MACHADO et al, 2005)

A condição da superfície dos pavimentos pode ser um indicador de extrema valia para verificar se a malha viária está proporcionando, ou não, conforto segurança e economia aos usuários. A constatação da condição é fundamental para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e preservação dos pavimentos.

Os aspectos mais comuns de serem avaliados em pavimentos são sua condição funcional, estrutural e segurança, conforme descritos a seguir:

- Desempenho funcional: capacidade do pavimento de satisfazer sua função principal, que é fornecer uma superfície com serventia adequada em termos de qualidade de rolamento.
- Desempenho estrutural: capacidade de um pavimento de manter sua integridade estrutural, sem apresentar falhas significativas, falhas essas identificadas por ensaios deflectométricos.
- Desempenho operacional e da segurança: envolve aspectos de sinalização, demanda do usuário, macro e microtextura relacionados ao atrito pneu-pavimento. Envolve o conforto dos usuários mediante situações que possibilitem risco de acidentes.

A avaliação de defeitos deve ser feita considerando se o pavimento é urbano ou rodoviário, lembrando que na área urbana há interferência das diversas concessionárias de serviços públicos, tais como de água e esgoto, energia elétrica, telefonia, lógica e gás encanado, que realizam remendos no pavimento, impactando negativamente no desempenho destas vias.

Segundo Danieleski (2004), vias urbanas sofrem interferência na estrutura do pavimento pela presença de vegetação junto às bordas, presença de tampas de inspeção na superfície do

pavimento e aplicação de diferentes tipos de revestimento em sua superfície, interferência de trânsito de pedestres etc.

Os segmentos a serem avaliados em pavimentos rodoviários são definidos a partir de trechos considerados homogêneos, enquanto em pavimentos urbanos praticamente não se evidencia homogeneidade entre trechos, sendo cada segmento definido como a distância entre dois cruzamentos consecutivos. Além disso, a velocidade dos veículos é mais elevada nas rodovias, aumentando a importância da irregularidade longitudinal na avaliação, o que não ocorre em vias urbanas (ZANCHETTA, 2005).

No Quadro 2.1, são apresentados os métodos utilizados na avaliação funcional, estrutural e de segurança de um pavimento de forma resumida.

Quadro 2.1 - Métodos de avaliação funcional, estrutural e de segurança

ASPECTO AVALIADO	MÉTODO	BREVE DESCRIÇÃO
Funcional	IS/VSA	IS: índice que varia de 0 a 5 e que mede a capacidade que um pavimento tem de desempenhar seu papel funcional, conforto ao rolamento e segurança com altos volumes e velocidades de automóveis e caminhões. VSA: média das notas atribuídas pela interpretação dos usuários de forma subjetiva.
	PCI	Avaliação de defeitos mais influentes na diminuição de serventia do pavimento, com valores variando de 0 a 100.
	IRI	Avaliação objetiva que mede conforto do usuário mediante variações verticais de um perfil longitudinal.
	IGG	Identifica defeitos na superfície do pavimento, verificando o nível de severidade, sem quantificar as extensões dos defeitos.
	Zanchetta (2017)	Análise da condição do pavimento a partir da verificação de 5 defeitos, classificados como os mais frequentes em uma via.
	Escala Visual	Comparação entre pontos de escala (fotografia) e a real condição dos pavimentos.
	<i>SHRP</i>	Não é um método, mas qualifica os defeitos, sua forma de quantificação de extensão e nível de severidade.
Estrutural	Viga Benkelmann	Realiza medição deflectométrica a partir de uma viga móvel.
	FWD	Conjunto que simula impacto de uma roda em movimento utilizando-se de aplicação dinâmica de cargas.
Segurança	<i>Mu-Meter</i>	Método utilizado para avaliar pavimentos aeroportuários.
	Mancha de Areia	Análise de macrotextura.
	Pêndulo Britânico	Análise de microtextura.

Fonte: Autor

As avaliações subjetivas fornecem o estado de deterioração do pavimento utilizando-se do conceito de serventia. Serventia foi definida como a capacidade que um pavimento tem de desempenhar seu papel funcional, conforto ao rolamento e segurança com altos volumes e velocidades de automóveis e caminhões. Definida a serventia, tem-se o desempenho de um

pavimento como sendo a variação da serventia ao longo do tempo com ação de intempéries ou cargas de tráfego de forma satisfatória. A serventia é definida utilizando-se o Índice de Serventia (IS), como dito introdutoriamente, sendo um valor atribuído de zero (péssimo) até cinco (ótimo) para classificar o pavimento. A avaliação é feita de forma subjetiva pois depende da interpretação do usuário e a média das notas atribuídas é definida como Valor de Serventia Atual (VSA), que corresponde ao índice *PSR (Present Serviceability Ratio)*. Partindo-se para uma análise matemática de combinações, obtida a partir de determinadas medições físicas de defeitos do pavimento, é determinado o Índice de Serventia Atual (ISA), que é a previsão do valor do VSA a partir de avaliações objetivas (CAREY & IRICK, 1960).

Um índice combinado de defeitos é determinado por meio de avaliação objetiva e análise de dados da condição do pavimento e seus respectivos níveis de severidade e extensão. Um índice comum utilizado é o ICP, Índice de Condição do Pavimento (*PCI – Pavement Condition Index*). São avaliados os defeitos julgados mais influentes na diminuição de serventia do pavimento. Com os valores dos índices, variando de 0 a 100 (sendo 100 a condição excelente), é possível obter uma indicação sobre que estratégia de manutenção e reabilitação adotar (CAREY & IRICK, 1960).

A qualidade de rolamento de um pavimento está diretamente relacionada com o conforto do usuário, sendo que o principal fator que influencia neste quesito é a irregularidade longitudinal. Para sua medição, tem-se um índice bastante conhecido, o Índice de Irregularidade Longitudinal (*IRI – Internacional Roughness Index*). É um índice utilizado a partir da avaliação objetiva que mede o conforto do usuário mediante as variações verticais do perfil longitudinal, ou seja, ao longo da via, Matematicamente falando, o IRI é o somatório dessas variações com unidade em metros por quilômetros, baseado num modelo chamado quarto-de-carro, que simula os movimentos verticais induzidos a uma roda sob velocidade de 80 km/h.

A avaliação funcional é realizada com a identificação do tipo de defeito, quantificação de sua extensão e nível de severidade. Recomenda-se a utilização do Manual de Identificação de Defeitos de Pavimentos do *SHRP (Strategic Highway Research Program)*, que considera 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis, que serão detalhadamente mostrados no item 3.2.

Na Figura 2.5, é feita a comparação entre determinados métodos, de forma a especificar quais defeitos são utilizados para a avaliação dos pavimentos em cada um deles.

	Nome do Defeito por Grupo (SHRP)	SHRP 1993	AASHTO 1993 Apêndice K	PCI 1979
	GRUPO TRINCAS			
1	Trincas por Fadiga	X	X	X
2	Trincas em Bloco	X	X	X
3	Trinca nos Bordos	X		X
4	Trincas Longitudinais	X		
5	Trincas de Reflexão nas Juntas	X		
6	Trincas Transversais	X		
	GRUPO REMENDOS E PANEAS			
7	Remendos	X	X	X
8	Paneas	X	X	X
	GRUPO DEFORMAÇÃO NA SUPERFÍCIE			
9	Deformação Permanente na Trilha de Roda	X	X	X
10	Corrugação	X	X	X
	GRUPO DEFEITOS NA SUPERFÍCIE			
11	Exsudação	X	X	X
12	Agregado Polido	X	X	X
13	Desgaste	X	X	X
	GRUPO DEFEITOS VARIADOS			
14	Desnível Pista-Acostamento	X	X	X
15	Bombeamento	X	X	
	DEFEITOS NÃO CONSTANTES NO SHRP			
19	Depressões Abruptas e Localizadas			X
20	Ondulação			X
21	Depressão		X	X
20	Trincas por Reflexão nas Juntas (Placas de Concreto)		X	X
21	Afastamento nas Juntas Pista/Acostamento		X	
22	Trincas Transversais e Longitudinais (não placa de concreto)		X	X
23	Trincas por escorregamento do CAUQ (meia Lua)		X	X
24	Deformação por Inchamento (por congelamento)		X	X
27	Cruzamento com Ferrovia			X

Figura 2.5 - Comparativo de defeitos avaliados em diferentes manuais

Fonte: (ZANCHETTA, 2017)

No Brasil, o único indicador que identifica defeitos na superfície do pavimento é o Índice de Gravidade Global – IGG, cujos procedimentos são apresentados na Especificação de Serviço DNIT ES 07/2003. A avaliação da superfície é feita por caminhamento, registrando-se os tipos e nível de severidade dos defeitos, sem quantificar sua extensão. O índice é definido como um parâmetro numérico que permite a avaliação de deterioração de segmentos de rodovia,

refletindo o estado de cada segmento isoladamente e permitindo a comparação entre as condições apresentadas por segmentos distintos. Segundo Zanchetta (2017), além de não contemplar alguns aspectos dos defeitos em estudos realizados por Zanchetta (2005), a metodologia para obtenção do IGG apresenta elevado tempo de avaliação quando comparada com a avaliação por caminhamento em toda a seção. Por analisar apenas uma amostra e não a seção toda, a metodologia pode levar a conclusões equivocadas da condição de um segmento de pista, pois será considerado que o defeito na amostra se encontra ao longo de toda a extensão, ocorrendo também o contrário, quando um defeito se encontra fora da amostra e não é contabilizado.

Outro método, que será o utilizado para as avaliações da pesquisa em questão, será o desenvolvido por Zanchetta (2017). Para a aplicabilidade do método, foram selecionados os 5 defeitos mais frequentes da malha viária de São Carlos/SP, local onde foi realizada a tese, desenvolvendo-se uma matriz com valores fixos para as diferentes combinações de defeito, severidade e extensão.

O método proposto por Zanchetta (2017) será comparado com o método proposto por Hartgen (1982), que utiliza da Escala Visual para avaliar a condição dos pavimentos. A escala visual consiste em um pequeno conjunto de fotografias para representar os pontos de escala usado para treinar avaliadores sobre a condição de pavimentos, com base em comparações entre as fotografias apresentadas e a real situação do pavimento em análise. Ambos os métodos, o desenvolvido por Zanchetta (2017) e Hartgen (1982) serão detalhados na metodologia da pesquisa.

Para avaliação estrutural podem ser realizados ensaios destrutivos com avaliação da capacidade de suporte *in situ* e de amostras, ou não destrutivos, medindo-se as deflexões superficiais causadas por um carregamento específico. Temos como ensaios não destrutivos a viga *Benkelman* e defletômetros de impacto. A viga *Benkelman* consiste em um equipamento que realiza medições deflectométricas de um pavimento, composta por uma parte fixa e uma móvel. A parte fixa é apoiada no pavimento e a viga móvel é acoplada a esta por meio de articulação, ficando uma das extremidades em contato com o pavimento, e a outra extremidade acionando um extensômetro. Segundo (DYNATEST, s.d.), o deflectômetro de impacto, conhecido como *FWD (Falling Weight Deflectometer)*, é um equipamento que tem como finalidade conhecer a bacia de deflexão de pavimentos, simulando o impacto de uma roda em movimento se

utilizando da aplicação dinâmica de cargas. Um conjunto de massa cai em queda livre de uma altura pré-estabelecida sobre um sistema de amortecedores, que auxiliam na transmissão das forças aplicadas para uma placa circular apoiada no pavimento.

Por fim, no critério de segurança, são avaliados o atrito superficial pneu-pavimento verificando a macrotextura conforme o ensaio mancha de areia (AFNBR NF-P.98-216-7), além da microtextura, seguindo os procedimentos do ensaio com o Pêndulo Britânico, que tem como objetivo executar ensaios de resistência de superfícies úmidas à derrapagem (ASTM E303). Em pavimento aeroportuário, é utilizado o Mu Meter, reboque com suas rodas em alinhamento oblíquo operando em diferentes velocidades com análise do torque gerado durante o percurso.

2.2. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO

Grande parte dos órgãos de gestão das cidades brasileiras dispõe de recursos escassos para a manutenção da malha viária, comprometendo a longevidade e preservação das vias com deterioração que não é devidamente reparada. Como resultado, destaca-se o acréscimo dos custos operacionais dos veículos (consumo de combustível, desgaste dos pneus e amortecedores etc), aumento do tempo de deslocamento de passageiros e redução da segurança no trânsito (ARAMAYO, 2019).

Devido a esse problema de escassez, a escolha de quais atividades M&R acontece atrelada ao viés político, despreendendo-se muitas vezes de questões técnicas relacionadas com a priorização conforme o nível de deterioração das vias para a tomada de decisão.

Feitas as avaliações da condição dos pavimentos, são definidas as atividades de reabilitação e manutenção mais adequadas para as respectivas situações apresentadas. Elas devem ser aplicadas no tempo adequado para que o retorno de investimento seja positivo e para que as vias se mantenham com qualidade suficiente para a prestação de serviços a qual elas se destinam.

Para cada seção é adotada uma estratégia de manutenção e reabilitação, podendo ser Nada a Fazer (NF), Manutenção Preventiva (MP), Manutenção Corretiva (MC), Reforço (RF) e Reconstrução (RC).

2.2.1. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

Manutenção é uma técnica que preserva ou mantém o período de projeto do pavimento em quesitos funcionais e de segurança, contemplando ações de conservação e recuperação do pavimento. Sua aplicação aumenta pouco o nível de serventia da estrutura e evita deterioração precoce.

A manutenção pode ser corretiva (quando o problema já ocorreu e é necessário o reparo), abrangendo remendos superficiais, reparos localizados, impermeabilização de trincas e outras ações de baixo custo unitário; ou preventiva (quando o problema não ocorreu, mas se passou tempo considerável para a implantação desses serviços), englobando rejuvenescimento da capa asfáltica e atividades que contenham a deterioração em seu estágio inicial.

- Remendos: método de reparo mais utilizado na manutenção. Realiza-se remendos em panelas, que são resultado da ação combinada de umidade e tráfego. Primeiramente, há a formação de trincas por fadiga nas camadas inferiores que evoluem para a superfície, permitindo a entrada de água para dentro do pavimento e levando à erosão das bordas. Com a entrada de água, pedaços finos de pavimento são desprendidos, aumentando cada vez mais e transformando-se em panelas. A infiltração de água nas camadas de base, sub-base e subleito enfraquece toda a estrutura, diminuindo rapidamente a serventia do pavimento. Sem remendos ou com remendos de péssima qualidade, realizados com frequência, prejudicam o conforto, segurança e economia dos usuários.
- Capas selantes: aplicação de apenas ligante asfáltico ou de ligante com agregados sobre a superfície do pavimento, com a finalidade de rejuvenescer o revestimento, restabelecer o coeficiente de atrito pneu-pavimento, selar trincas, impedir a entrada de água na estrutura e retardar o desgaste da superfície. São tipos de capa selante o “*fog seal*”, “*chip seal*”, lama asfáltica etc.

Alternativas com maior custo de construção, mas que proporcionam uma aplicação mais rápida e de maior durabilidade, podem ser vantajosas a médio e longo prazo em razão da diminuição do custo de mão-de-obra e equipamentos, redução da necessidade de novos remendos e manutenção do pavimento em boas condições por um período mais longo.

2.2.2. ATIVIDADES DE REABILITAÇÃO

Reabilitação é a técnica que prolonga a vida útil do pavimento, elevando seu nível de serventia próximo ao valor máximo e criando condições para um novo ciclo de deterioração. As

reabilitações podem ser de recapeamento, que ocorrem quando a base não está estruturalmente comprometida e coloca-se uma camada por cima da velha ou retira-se antes da nova camada. Nessa fase, o desempenho do pavimento já se encontra no estágio final de seu ciclo de vida, apresentando problemas na camada de revestimento. Por fim, a reconstrução, que é um tipo de reabilitação, ocorre quando não há o que se aproveitar do pavimento e é necessária uma nova estrutura que resista aos esforços e agentes.

- Fresagem: remoção do revestimento antigo.
- Reciclagem: renovar e rejuvenescer misturas asfálticas envelhecidas, além de corrigir defeitos que não seriam eficientemente corrigidos com atividades de manutenção. Não é efetiva para consertar defeitos como panelas e trincas por fadigas.
- Recapeamento: construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento existente, com características de rolamento e estrutura renovadas.
- Reconstrução.

É de extrema importância que se propague a gerência de pavimentos no âmbito administrativo e da economia, evidenciando-se as vantagens de sua adoção e uso periódico, pois os recursos públicos, quase sempre inferiores à demanda, devem ser alocados de forma eficiente e racional. Deve-se priorizar atividades de manutenção preventiva, com vistas a obter resultados de desempenho mais eficientes no médio e longo prazos, uma vez que reforços estruturais e reconstruções possuem custos mais onerosos do que os de manutenção preventiva.

A avaliação da condição da superfície do pavimento flexível é a etapa inicial para verificação da qualidade da estrutura e para o processo do SGP, pois são a partir das informações coletadas que se parte para a tomada de decisão de qual estratégia deve ser utilizada e em que tempo deve-se aplicá-la, levando em consideração a severidade e extensão dos defeitos para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Na próxima etapa serão especificados os critérios para a avaliação subjetiva, objetiva e com escala visual.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos a serem aplicados para a avaliação de campo serão o desenvolvido por Zanchetta, 2017 e o método da Escala Visual, descritos detalhadamente neste item. Ambos os métodos foram aplicados de maneira simultânea pela mesma pessoa (graduando), pelo fato de serem realizados de forma rápida e com base em critérios reduzidos, seja o método que relaciona cinco defeitos a serem avaliados ou o método que emprega uma escala visual previamente estudada.

Com os resultados das avaliações de campo e com base no desempenho esperado, pode-se classificar o pavimento das vias de acordo com o resultado atribuído para cada segmento individualmente, para que, finalmente, possa ser tomada a decisão da melhor estratégia de manutenção e reabilitação da via. A decisão pode ser tomada mediante apoio de uma “árvore de decisões”, tanto para definir quais atividades de M&R devem ser adotadas bem como quando devem ser realizadas, para que seja possível um planejamento a médio e longo prazo, com o melhor uso de recursos disponíveis possível. O reconhecimento do tipo de defeito, a quantificação de sua extensão e nível de severidade, juntamente com a determinação das causas dos defeitos, são de vital importância para a seleção das estratégias de intervenção e definição das atividades de Manutenção e Reabilitação.

As notas podem estabelecer valores limítrofes que o avaliador poderia interpretar seguindo o esquema apresentado no Quadro 3.1, auxiliando na definição do que deve ser feito com o segmento podendo ser, como mencionado no item 2.2, Nada a Fazer (NF), Manutenção Preventiva (MP), Manutenção Corretiva (MC), Reforço (RF) e Reconstrução (RC). O critério de escolha das atividades de M&R para o controle da qualidade dos pavimentos será utilizado para ambos os métodos, a fim de comparar os resultados obtidos seguindo uma mesma análise.

Quadro 3.1 - Seleção das atividades de M&R

ICP	M&R
85-100	Nada a Fazer
70-85	Manutenção Preventiva
55-70	Manutenção Corretiva
40-55	Manutenção Corretiva
25-40	Reforço
10-25	Reconstrução
0-10	Reconstrução

Fonte: (County of Los Angeles, s.d.) - ADAPTADO

Espera-se que o método proposto por Zanchetta (2017) registre as condições da via com valores próximos aos obtidos pelo método da Escala Visual Adaptada. A fim de confirmar essa hipótese, é necessário aferir o nível de confiança entre os dois métodos, além de verificar se fatores como velocidade da avaliação, calor e cansaço são fatores que interferem na acurácia e precisão da aplicação de ambos os métodos. Para a validação e comparação das notas de avaliação, é utilizada a correlação por meio do teste *t* de *Student*, que avalia as médias globais das amostras.

3.1. AVALIAÇÃO DE CAMPO EM VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO

A cidade de Valparaíso de Goiás – GO foi selecionada para servir como objeto de estudo, realizando-se avaliações em campo sobre a condição de segmentos pré-selecionados da cidade. A escolha se deve por apresentar uma divisão da malha viária que proporciona uma divisão de segmentos organizada e bem definida. O município faz fronteira com o Distrito Federal e Entorno com área equivalente a 60,95 km² e população de mais de 132 mil habitantes, segundo o último censo (IBGE).

Optou-se por avaliar 70 segmentos de vias urbanas localizados na cidade de Valparaíso de Goiás entre os bairros do Jardim Oriente, Novo Jardim Oriente e Morada Nobre. A escolha dos segmentos se deve ao seu sequenciamento e continuidade, acesso fácil, vias com condições diversificadas e vasta gama de defeitos, pelo menos todos aqueles que seriam avaliados no método proposto por Zanchetta (2017).

A avaliação do dia 25 de setembro de 2019 iniciou-se no período vespertino, às 15h41, finalizando às 17h22, totalizando uma hora e quarenta e um minutos de caminhada. Os primeiros segmentos avaliados foram os de número 1 ao 26. A avaliação do dia 27 de setembro de 2019 iniciou-se no período vespertino, às 14h44, sendo finalizada às 17 horas, avaliando os segmentos de número 27 ao 70, totalizando 44 segmentos em 2 horas e 16 minutos de caminhada. Os segmentos avaliados são definidos na Figura 3.1.

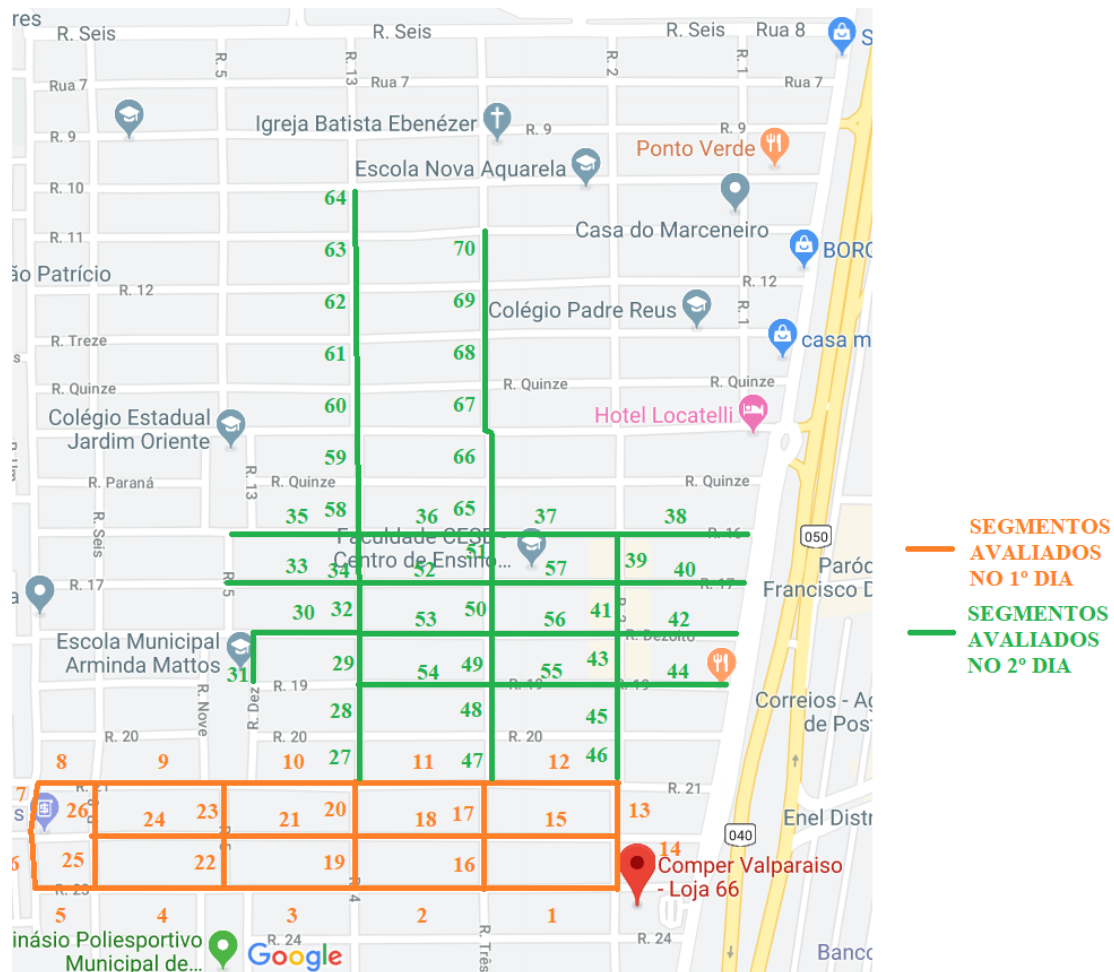


Figura 3.1 - Segmentos avaliados

Fonte: (MAPS, 2019)

3.2. MÉTODO PROPOSTO POR ZANCHETTA, 2017: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO

O método é resultado da tese de doutorado (ZANCHETTA, 2017), que visa contribuir na divulgação, entendimento e exemplo de soluções de manutenção e reabilitação para vias urbanas. Para o desenvolvimento do método, foram feitos estudos de caso em São Carlos/SP e Distrito Federal, analisando-se as principais considerações sobre implantação, avaliação de campo, critérios de escolha, desempenho de vias pavimentadas e análise econômica com base em diferentes cenários.

Os dados de São Carlos, no interior de São Paulo, foram obtidos no decorrer de três avaliações de campo. A primeira, durante o ano de 2003, como parte do processo de implantação de um SGPU no município, abrangeu toda a malha pavimentada urbana do local. Após 2003, mais especificamente entre 2005 e 2007, quando o SGPU deixou de ser utilizado pela prefeitura de

São Carlos, foi reavaliada uma certa quantidade de segmentos, acompanhando a serventia das vias da amostra para estudos de gerência de pavimentos e contemplando vias arteriais, coletoras e locais, com fluxo de veículos alto, médio e baixo, respectivamente. As avaliações foram realizadas por caminhamento e dentro de veículo em baixa velocidade, verificando-se que avaliações em pavimentos urbanos são mais eficientes quando realizadas por caminhamento, com maior qualidade de informações (ZANCHETTA, 2017).

Para o desenvolvimento do método Zanchetta, 2017, as avaliações seguiram o Manual *SHRP*, 1993, abrangendo quinze possíveis defeitos encontrados em pavimentos. O Programa *SHRP*, em português Programa Estratégico de Pesquisas Rodoviárias, foi estabelecido em 1987 pelo Congresso dos Estados Unidos, contando com a participação de mais de 20 países. Apresenta uma série de 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis, onde para cada tipo de defeito há sua descrição, fotos, níveis de severidade (baixo, médio e alto) e forma de quantificação de defeitos. No Quadro 3.2 são apresentados os quinze possíveis defeitos que podem ocorrer em uma superfície de pavimento, suas características, níveis de severidade e como medi-los.

Quadro 3.2 - Identificação de defeitos nos pavimentos

DEFEITO	CARACTERÍSTICA	NÍVEIS DE SEVERIDADE	COMO MEDIR	DEFEITO	CARACTERÍSTICA	NÍVEIS DE SEVERIDADE	COMO MEDIR	
1	<p>TRINCAS POR FADIGA DO REVESTIMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas submetidas a cargas repetidas de tráfego • Forma: "couro de crocodilo" ou "tela de galinheiro" • Espessamento inferior a 30 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: poucas trincas conectadas, sem erosão nos bordos e sem evidência de bombeamento • MÉDIA: trincas conectadas e bordos levemente erodidos, mas sem evidência de bombeamento • ALTA: trincas erodidas nos bordos, movimentação dos blocos quando submetidos ao tráfego e com evidências de bombeamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a área afetada (m²) para cada nível de severidade. 	8	PANELAS	<ul style="list-style-type: none"> • Buracos resultantes de desintegração localizada, sob ação do tráfego e em presença de água • Fragmentação, causada por trincas por fadiga ou desgaste, e remoção localizada de partes do revestimento 	<ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: profundidade menor que 25 mm • MÉDIA: profundidade entre 25 e 50 mm • ALTA: profundidade maior que 50 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar o no de panelas e a área afetada por cada nível de severidade.
2	<p>TRINCAS EM BLOCOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trincas que dividem o pavimento em pedações aproximadamente retangulares • Tamanho dos blocos: 0,1 a 10 m² 	<ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições • MÉDIA: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa • ALTA: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a área afetada (m²) para cada nível de severidade. 	9	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Depressão longitudinal nas trilhas de roda, em razão de densificação dos materiais ou ruptura por cisalhamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituídos pelas medições da deformação permanente a cada 15 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a máxima deformação permanente nas trilhas de roda.
3	<p>TRINCAS NOS BORDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apenas para pavimentos com acostamentos não pavimentados • Dentro de uma faixa de 60 cm a partir da extremidade do pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: sem perda de material ou despedaçamento • MÉDIA: perda de material e despedaçamento em até 10% da extensão afetada • ALTA: perda de material e despedaçamento em mais de 10% de extensão afetada 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a extensão afetada (m) para cada nível de severidade. 	10	CORRUGAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Deformação plástica caracterizada pela formação de ondulações transversais na superfície do pavimento • Causada por esforços tangenciais (frenagem ou aceleração) 	<ul style="list-style-type: none"> • Associados aos efeitos sobre a qualidade do rolamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar o no de ocorrências e a área afetada (m²).
4	<p>TRINCAS LONGITUDINAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trincas predominantemente paralelas ao eixo, podendo se localizar dentro ou fora das trilhas de roda 	<ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições • MÉDIA: trinca com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trinca aleatória adjacente com severidade baixa • ALTA: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trinca com abertura média inferior a 19 mm, mas com trinca aleatória adjacente com severidade média a alta 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a extensão (m) das trincas e o nível de severidade correspondente (nas trilhas de roda ou fora delas). • Registrar a extensão com selante em boas condições. 	11	EXSUDAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: mudança de coloração em relação ao restante do pavimento devido ao excesso de asfalto • MÉDIA: perda de textura superficial • ALTA: aparência brilhante; marcas de pneus evidentes em tempo quente; agregados cobertos pelo asfalto 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a área afetada (m²) para cada nível de severidade.
5	<p>TRINCAS POR REFLEXÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexão de trincas ou juntas das camadas inferiores • Recapamento ou pavimentos novos (contração da base) 	<p>NÍVEIS DE SEVERIDADE</p> <ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições • MÉDIA: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa • ALTA: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm, mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta 	<p>COMO MEDIR</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Registrar o no de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes. • Registrar a extensão com selante em boas condições. 	12	AGREGADOS POLIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Polimento (desgaste) dos agregados e do ligante betuminoso e exposição dos agregados graúdos • Comprometimento da segurança: redução do coeficiente de atrito pneu-pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Níveis de polimento podem ser associados à redução no coeficiente de atrito pneu-pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a área afetada (m²).
6	<p>TRINCAS TRANSVERSAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trincas predominantemente perpendiculares ao eixo • Severidade de uma trinca: adotar a mais elevada, desde que represente pelo menos 10% da extensão 	<p>NÍVEIS DE SEVERIDADE</p> <ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: trincas com abertura média inferior a 6 mm ou seladas com material selante em boas condições • MÉDIA: trincas com abertura média entre 6 e 19 mm ou com trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa • ALTA: trincas com abertura média superior a 19 mm ou trincas com abertura média inferior a 19 mm, mas com trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta 	<p>COMO MEDIR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registrar o no de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes. • Registrar a extensão com selante em boas condições. 	13	DESGASTE	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de adesividade do ligante betuminoso e deslocamento dos agregados • Envelhecimento, endurecimento, oxidação, volatilização, Intemperização 	<ul style="list-style-type: none"> • BAIXA: início do desgaste, com perda de agregados miúdos • MÉDIA: textura superficial torna-se áspera, com perda de agregados miúdos e de alguns graúdos • ALTA: textura superficial muito áspera, com perda de agregados graúdos 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar a área afetada (m²) para cada nível de severidade.
7	<p>REMENDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porção da superfície do pavimento, maior que 0,1 m², removida e substituída ou material aplicado ao pavimento após a construção inicial 	<p>NÍVEIS DE SEVERIDADE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Função da severidade dos defeitos apresentados pelo remendo 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar o no de remendos e a área afetada (m²) para cada nível de severidade. 	14	DESNÍVEL (DEGRAU ENTRE PISTA E ACOSTAMENTO)	<ul style="list-style-type: none"> • Diferença de elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento: camadas sucessivas de revestimento asfáltico; erosão de acostamento não pavimentado; consolidação diferencial 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar o desnível (mm) a cada 15 m, ao longo da interface pista-acostamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar o no de ocorrências e a extensão afetada (m²).
				15	BOMBEAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Saída de água pelas trincas do pavimento sob a ação das cargas do tráfego • Identificado pela deposição à superfície, de material carregado das camadas inferiores 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicáveis porque o bombeamento depende do teor de umidade das camadas inferiores do pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar o no de ocorrências e a extensão afetada (m²).

Fonte: (SHRP, 1993)

Com os quinze defeitos apresentados, seu nível de severidade e sua forma de quantificação, parte-se para um planejamento que visa definir qual atividade de M&R é a mais adequada para cada situação em específico.

No desenvolvimento do Método proposto por Zanchetta, defeitos como desnível pista-acostamento, bombeamento, agregados polidos e trincas transversais foram desconsiderados por serem defeitos encontrados apenas em pavimentos rodoviários ou por não serem evidenciados com mais frequência em cidades brasileiras. Foram considerados os defeitos de trincas por fadiga, trincas em blocos, defeitos nos bordos, trincas por reflexão, trincas longitudinais, remendos, panelas, deformação permanente, corrugação, exsudação e desgaste.

Inicialmente foram preenchidos os dados de inventário/cadastramento da via para posterior atribuição subjetiva, de zero a cem, para o segmento analisado. Após estas atribuições à via, foi feita a avaliação objetiva, apresentando os defeitos avaliados e seus critérios de ponderação. Para obter este valor objetivo, o ICP, são somados os pontos deduzidos de cada defeito e descontando do valor inicial. A forma objetiva de avaliação de campo durante o desenvolvimento do método é apresentada no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 - Planilha de avaliação de campo para obtenção do ICP objetivo

QUANTIFICAÇÃO DOS DEFEITOS					
TIPO DE DEFEITO	SEVERIDADE			PONTOS DEDUTÍVEIS	
				Intervalo	Avaliação
1-Trinca por fadiga (m ²)				0 a 15	
2-Trinca em bloco (m ²)				0 a 5	
3-Defeito nos bordo (m)				0 a 5	
4-Trinca longitudinal (m)				0 a 5	
5-Trinca por reflexão (m ²)				0 a 5	
6-Trincas transversais (m)				N/C	
7-Remendo (m ²)				0 a 15	
8-Panela (m ²)				0 a 10	
9-Deformação permanente (m)				0 a 15	
10-Corrugação (m)				0 a 5	
11-Exsudação (m)				0 a 5	
12-Agregados polidos (m ²)				N/C	
13-Desgaste (m ²)				0 a 15	
14-Desnível pista-acostamento(m)				N/C	
15-Bombeamento (m ²)				N/C	
OBSERVAÇÃO:					∑ =
FOTO:					ICP =

Fonte: (ZANCHETTA, 2005)

Mesmo na avaliação objetiva ainda pode-se encontrar um pouco de subjetividade em razão de critérios próprios dos avaliadores diante da quantidade de pontos a deduzir de cada defeito. Para

suprir esta subjetividade, padronizando a metodologia de avaliação, foi proposta uma matriz de valores fixos com cada defeito e seus níveis de severidade e extensão, e não de valores atribuídos de acordo com o avaliador.

O método tem foco na avaliação dos defeitos da superfície do pavimento e obtenção do Índice de Condição do Pavimento (ICP). As avaliações são realizadas por caminhamento e toda a seção é avaliada, e não apenas uma amostra. Com base nos resultados obtidos por Zanchetta, 2005, foi possível escolher os defeitos mais frequentes da malha viária de São Carlos – SP. Os cinco defeitos a serem verificados durante a aplicação do método são as trincas por fadiga, panelas, remendos, deformações permanentes e desgastes. Suas causas e principais atividades de M&R são apresentadas no Quadro 3.4. Nas Figuras 3.2 a Figura 3.8 são apresentados os defeitos comuns em pavimentos.

Quadro 3.4 - Resumo das causas dos defeitos utilizados no método proposto por Zanchetta (2017) e principais atividades de M&R

DEFEITO	CAUSAS DOS DEFEITOS	ATIVIDADES DE M&R
TRINCAS POR FADIGA DO REVESTIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> . Problema estrutural (espessuras inadequadas); . Enfraquecimento estrutural durante o período de chuvas. 	<ul style="list-style-type: none"> . Manutenção: remendos (reparo permanente, no caso de problemas localizados) ou tratamento superficial e lama asfáltica (reparos temporários); . Reabilitação: recapeamento (reforço estrutural, no caso de áreas extensas); . Reconstrução: novos materiais ou reciclados; . Obs: geralmente associadas à saturação do subleito, sub-base ou base, as trincas por fadiga podem exigir a remoção do material saturado e a instalação de drenagem.
REMENDOS		<ul style="list-style-type: none"> . Obs: o simples preenchimento de panelas é chamado de "tapa-buraco"
PANELAS	<ul style="list-style-type: none"> . Falha estrutural (revestimento com pequena espessura ou baixa capacidade de suporte de camadas inferiores); . Segregação da mistura (falta de ligante asfáltico em pontos localizados); . Problema construtivo (drenagem inadequada). 	<ul style="list-style-type: none"> . Manutenção: remendos (reparo permanente); . Reabilitação: recapeamento (reforço estrutural) após a execução dos remendos; . Obs: as atividades de M&R devem, sempre, ser precedidas de instalação de drenagem.
DEFORMAÇÃO PERMANENTE	<ul style="list-style-type: none"> . Dimensionamento inadequado (espessuras insuficientes); . Dosagem da mistura (falta de estabilidade, que resulta em deformação plástica em razão do elevado teor de ligante, excesso de material de preenchimento e usos de agregados arredondados); . Compactação inadequada e posterior consolidação pelas cargas do tráfego; . Cisalhamento (fluência plástica) causada por enfraquecimento em razão de infiltração de água. 	<ul style="list-style-type: none"> . Reabilitação: reciclagem, recapeamento delgado (nas fases iniciais, precedido pelo preenchimento das depressões com concreto asfáltico) ou recapeamento espesso (reforço estrutural); . Reconstrução: novos materiais ou reciclados;
DESGASTE	<ul style="list-style-type: none"> . Dosagem da mistura (falta de ligante); . Problema construtivo (superaquecimento da mistura; falta de compactação, que resulta em envelhecimento precoce; agregados sujos, úmidos ou com pequena resistência à abrasão; segregação: com a ausência de agregados miúdos, há apenas poucos pontos de ligação entre partículas da matriz de agregados graúdos, facilitando a oxidação); . Perda de adesividade ligante-agregado por ação de produtos químicos, água ou abrasão; . Abertura ao tráfego antes de o ligante aderir ao agregado; . Execução sob condições meteorológicas desfavoráveis. 	<ul style="list-style-type: none"> . Manutenção: capa selante (reparo temporário), tratamento superficial ou lama asfáltica; . Reabilitação: reciclagem ou recapeamento delgado.

Fonte: (SHRP, 1993)



Figura 3.2 - Trincas por Fadiga
(severidade alta)

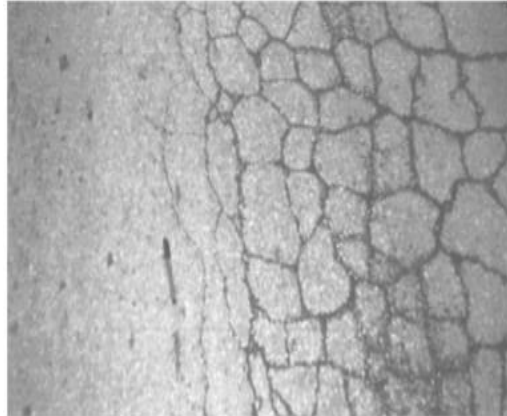


Figura 3.3 - Trincas por Fadiga



Figura 3.4 - Remendo (severidade baixa)



Figura 3.5 - Remendo (Severidade alta)



Figura 3.6 – Panela

Fonte: (ODA & FERNANDES Jr., 2017)



Figura 3.7 - Afundamento por fluência do revestimento asfáltico.
Fonte: (BERNUCCI)



Figura 3.8 - Desgaste do pavimento.
Fonte: (DAER, 1978)

Para a aplicação do método, foi desenvolvida uma matriz (Figura 3.9) com valores fixos para as diferentes combinações de defeito, severidade e extensão, visando obter maior uniformidade nas avaliações e nas notas de ICP subjetivo e objetivo. Pela matriz, é possível perceber que o limite para a soma dos pontos das células de cada defeito é 20 e, mesmo que a soma ultrapasse esse limite, serão computados apenas vinte pontos no máximo para cada defeito. Tal fato acontece para que, com cinco defeitos, o total de pontos dedutíveis permaneça igual aos 100 pontos da planilha de obtenção de ICP objetivo (Quadro 3.3). Caso um dos defeitos não seja visualizado na seção avaliada, o avaliador não marcará nada na matriz daquele defeito e nenhum ponto será deduzido (ZANCHETTA, 2017).

A partir da utilização da matriz, é possível aplicar modelos de previsão de desempenho de um pavimento em que, a partir de uma situação inicial genérica, tem-se a condição futura. Com os valores conhecidos baseando-se na matriz, é possível determinar qual atividade de M&R será usada na conservação, qual custo para sua aplicação e qual a nota de ICP após a aplicação da atividade de manutenção ou reabilitação selecionada.

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

Figura 3.9 - Matriz de valores fixos para dedução

Fonte: (ZANCHETTA, 2017)

As letras “B, M e A” significam “Baixo, Médio e Alto”, respectivamente.

Segundo dados obtidos para o desenvolvimento e validação do método, trincas por fadiga, panelas e remendos possuem a soma dos pontos deduzidos sempre crescente ao longo dos anos, sugerindo que a condição estrutural das vias se deteriora ano a ano. Além disso, o número crescente de panelas se apresenta normalmente com severidade baixa e média, sugerindo que operações tapa-buracos (remendos) são frequentemente utilizadas em panelas com severidade alta, mas que não necessariamente reduz os pontos deduzidos. Isso prova a ineficiência do controle deste defeito, muitas vezes aplicando-se remendos mal executados e em condições de pavimento em que tal atividade não é mais recomendada (ZANCHETTA, 2017).

Com treinamento e avaliações constantes, é esperado que haja padronização dos critérios usados pelos avaliadores. Para isso, é fundamental criar critérios simples e padronizar a avaliação objetiva, diminuindo a subjetividade das avaliações para haver mais correspondência entre as avaliações subjetiva e objetiva. Além disso, com menos defeitos, espera-se obter um tempo reduzido para realizar as avaliações e, por consequência, diminuir o tamanho das equipes de avaliadores e custos para realizá-las.

A avaliação em campo pelo método proposto por Zanchetta, 2017 foi realizada por um aluno de graduação do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília (UnB), em dois dias distintos, 25 de setembro de 2019 e 27 de setembro de 2019, para evitar falhas nos resultados decorrentes do cansaço e repetibilidade do método. Previamente foi realizado um treinamento, no dia 18 de setembro de 2019, orientado pelo docente a fim de conferir a aplicação do método e sanar possíveis dúvidas quando aos critérios de avaliação.

Para a classificação das vias, faz-se o uso dos critérios utilizados no método da Escala Visual, com cinco intervalos de escalas de notas de classificação, englobando vinte números em cada escala, sendo eles: ótima, boa, regular, ruim e péssima.

3.3. MÉTODO DE ESCALA VISUAL

O método de Escala Visual consiste em procedimentos usados pelo Departamento de Transporte do Estado de Nova Iorque para desenvolver escalas visuais para avaliar a condição do pavimento no estado de Nova Iorque.

Quando se faz o uso de escala, seja ela qual for, é desenvolvida uma sequência de itens, de modo que cada item, ou um grupo deles, tenha um nível numérico específico. Para transportes, escalas visuais têm sido utilizadas no decorrer dos anos, concentrando-se em duas medidas de qualidade do pavimento – a condição da superfície e classificação de ruptura e deslocamento.

Segundo Hartgen *et al.* (1982), as escalas foram desenvolvidas com uso de uma técnica modificada, *Q-sort*, sendo um método padrão em psicometria, área da Psicologia que faz vínculo entre as ciências exatas. Inicialmente, o processo envolve a utilização de escalas verbais da condição do pavimento, que fornecem informações de forma descritiva e detalhada. Estas escalas verbais, classificadas de um a dez de acordo com as duas medidas de qualidade, foram então revisadas e refinadas para desenvolver um processo mais rápido e eficaz.

O método consiste basicamente em classificar um número de itens pré-selecionados (no caso, fotografias) por alguns critérios (no caso, de acordo com a condição do pavimento em relação à superfície e ruptura), processo este inicialmente realizado por juízes especializados no assunto. Foram obtidas mais de 50 fotografias das vias da cidade para serem avaliadas por especialistas do departamento de transportes. Estas foram repassadas aos avaliadores, os quais classificaram de acordo com o treinamento previamente realizado. A classificação varia numa escala de zero a dez, sendo zero a condição péssima e dez a excelente. As fotografias foram então revisadas pelo time de análise e arranjadas de acordo com a posição da escala que a maioria dos juízes as classificaram, a fim de formar uma escala final.

Para a validação da escala visual, o procedimento é repetido várias vezes com o objetivo de testar sua confiabilidade. Neste processo, os autores concluíram que o número de especialistas não tem grande interferência quanto à consistência das avaliações, evidenciando também a estabilidade das avaliações ao longo do tempo. A escala pode ser evidenciada como estável ao longo do tempo e utilização viável.

Outra análise para a validação do método consiste em testar as diferenças entre os avaliadores por meio de uma análise de variância. Foram verificadas três possíveis causas para as variações das avaliações: as fotografias propriamente ditas, os avaliadores e o tempo decorrido. Foi constatado que a variação entre as fotografias é significativamente maior do que a variação atribuída aos avaliadores e ao tempo. As diferenças de interpretação dos avaliadores podem então ser eliminadas com o treinamento adequado em campo. Uma vez validado, o pequeno conjunto de fotos, que representam os pontos da escala, é usado para treinar a população local que classificará os pavimentos de acordo com sua condição visual (HARTGEN *et al.*, 1982).

O principal objetivo das escalas visuais é permitir uma avaliação mais rápida e consistente da condição dos pavimentos, garantindo que todos os indivíduos que realizam a pontuação de escala sejam treinados de forma correta. Seu uso é prático e viável, conduzindo a avaliação da condição de estruturas pavimentadas de forma rápida, acelerando a quantificação da necessidade de reabilitação.

Um trabalho desenvolvido a partir deste método de escala visual de Hartgen *et al.* (1982) foi o de Oliveira *et al.* (2013), no qual foi desenvolvida uma escala visual para a avaliação da superfície de vias pavimentadas após a coleta e submissão de 57 (cinquenta e sete) fotos à classificação por um grupo de especialistas, nos municípios de Londrina/PR e São João da Boa Vista/SP.

Essas fotos da condição de vias foram revisadas para que fossem posteriormente utilizadas na avaliação do grupo de especialistas, que as classificaram dentro de uma escala de 0 (péssima) a 10 (excelente) pontos. Foram então selecionadas fotos finais que melhor representavam as categorias da escala, levando em consideração a consistência da avaliação, menor variância, bem como aquelas que apresentavam os problemas da superfície de forma mais evidente. Diante da seleção final, foi constituída a escala tendo-se duas fotografias para cada ponto de escala de avaliação, atribuindo informações sobre a possível velocidade da via, sua qualidade de viagem, vibração e conforto no trecho sob a presente condição (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

A partir das avaliações que apresentavam menor variância, menor desvio padrão e boa clareza visual da condição da via, a escala visual foi montada, apresentada na Figura 3.10, em escala de valores variando de zero a dez pontos. As características relacionadas a conforto, velocidade desenvolvida, qualidade e trepidação ao longo do rolamento foram agrupadas em função de suas notas atribuídas pelos especialistas, de acordo com o Quadro 3.5.



Figura 3.10 - Escala Visual para vias urbanas pavimentadas

Fonte: (OLIVEIRA *et al.*, 2013)

Quadro 3.5 - Características da superfície relacionadas aos intervalos da escala de classificação

Nota	Classificação	Características
10-8	Excelente	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
8-6	Boa	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca/média vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
6-4	Regular	Média qualidade de viagem; média redução da velocidade; média vibração do veículo e médio desconforto na viagem.
4-2	Ruim	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.
2-0	Péssima	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.

Fonte: (OLIVEIRA *et al.*, 2013)

O método de Escala Visual que será utilizado para comparação de resultados com os obtidos pelo método desenvolvido por Zanchetta (2017) é o desenvolvido na dissertação de mestrado Aramayo, 2019. O método é um ajuste da escala visual desenvolvida por Oliveira *et al.* (2013) para a avaliação da condição da superfície de pavimentos urbanos.

Para isso, a dissertação foi desenvolvida em duas fases, sendo a primeira a que contempla todas as atividades necessárias para os testes de validação da referida escala, e a segunda a que engloba as atividades decorrentes da análise dos resultados da fase anterior, desde a elaboração da nova proposta de escala até a sua aplicação em campo. A escala é chamada então de Escala Visual Ajustada, referenciando-se a Escala Visual Original, desenvolvida por Oliveira *et al.* (2013).

A Fase 1 descreve todas as atividades relativas ao teste e validação da Escala Visual Original, apresentadas quando se abordou o referente método. Os avaliadores foram divididos em dois grupos, entregando-se um formulário (Figura 3.11) para cada membro, um em que foram passadas apenas as informações básicas a respeito do procedimento de avaliação subjetiva das vias amostrais, e outro no qual foi apresentada a Escala Visual Original servindo como referencial a ser utilizado na avaliação subjetiva, explicando as características de cada intervalo e sanando possíveis dúvidas dos avaliadores (ARAMAYO, 2019).

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS		
Avaliador:		
Data:	Hora início:	Hora término:
Escala de notas para classificação da condição da superfície do pavimento:		
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;">100</div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">Ótima</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;">80</div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">Boa</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;">60</div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">Regular</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;">40</div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">Ruim</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;">20</div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">Péssima</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;">0</div> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 20px; margin-right: 5px;"></div> </div>		
Nº UA	Nota	
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11		
12		

Figura 3.11 - Formulário Individual para avaliação subjetiva

Fonte: (ARAMAYO, 2019)

Para a avaliação objetiva considerou o indicador apresentado no item 2.1 deste trabalho, o PCI. Sua escolha se deve ao seu método simples, conveniente e barato, a sua representação mais fiel à verdadeira condição do pavimento por ser mais detalhado e por ser o indicador mais completo e apropriado para a avaliação de pavimentos urbanos. A coleta de dados foi realizada por caminhamento, registrando-se o tipo, quantidade e severidade de cada defeito de forma individual para cada unidade amostral. É importante destacar que as avaliações objetivas aconteceram quando finalizada a avaliação subjetiva, pois a mensuração dos defeitos antes de uma avaliação subjetiva poderia influenciar na atribuição de notas subsequentes.

O modelo de planilha utilizado para registro de informações para cada tipo de defeito está apresentado na Figura 3.12.

Trecho:		Seção:	
Data:		Unidade Amostral:	
Avaliador:		Área da Amostra:	
Tipos de Defeitos: 1. Trincas por fadiga 2. Exsudação 3. Trincas em bloco 4. Saliências e deformações 5. Corrugação 6. Depressão 7. Trincas na borda 8. Trincas por propagação de juntas 9. Desnível entre a pista e o acostamento 10. Trincas longitudinais e transversais 11. Remendo 12. Agregado polido 13. Buracos 14. Passagem de ferrovia 15. Afundamento de trilha de roda 16. Deformação plástica do revestimento 17. Trincas parabólicas 18. Empolamento 19. Desintegração 20. Intemperismo		Desenho: 	
Tipos de defeitos: Comprimento/Área e Severidade			
Tipo:			
Comprimento/Área e Severidade			
Total			
Baixo			
Médio			
Alto			
Cálculo do PCI			
Tipo de defeito	Densidade (%)	Severidade	Valor-dedução
q =	Valor-dedução total =		
Valor-dedução corrigido (CDV) =			
			PCI = 100 - CDV PCI = Classificação:

Figura 3.12 - Modelo de planilha para anotações de defeitos do pavimento.

Fonte: Adaptado de ASTM (2018)

Já na fase 2, foram realizadas adaptações necessárias na Escala Visual Original e execução de atividades a partir de da utilização da nova proposta. Para fins de comparação das notas atribuídas pelos avaliadores com as notas obtidas pelo método PCI, a escala original, que varia de zero a dez, foi ajustada para o intervalo de 0 a 100, utilizado no método PCI. Definindo os ajustes, foi feita a adaptação da Escala Visual Original, apresentada na Figura 3.13 e no Quadro 3.6 são apresentadas as características referentes a cada intervalo de classificação.

Para uma forma mais detalhada de desenvolvimento do método de Escala Visual Ajustada, bem como seu processo de validação, consultar a dissertação de Aramayo (2019).



Figura 3.13 - Escala Visual Adaptada para avaliação de vias urbanas

Fonte: (ARAMAYO, 2019)

Quadro 3.6 - Características da superfície relacionadas aos intervalos de escala adaptados de classificação

Nota	Classificação	Características
80-100	Excelente	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
60-80	Boa	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca/média vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
40-60	Regular	Média qualidade de viagem; média redução da velocidade; média vibração do veículo e médio desconforto na viagem.
20-40	Ruim	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.
0-20	Péssima	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.

Fonte: (ARAMAYO, 2019)

Foi constatado um melhor desempenho dos avaliadores que se utilizaram da escala visual, influenciando positivamente no procedimento de avaliações subjetivas de pavimentos. O método da escala é uma ferramenta de avaliação subjetiva que pode ser utilizada por apresentar custos mais reduzidos e ser aplicada em menos tempo, obtendo-se um levantamento de dados confiáveis que poderão constituir um banco de dados para a implementação e uso continuado de um SGPU.

A avaliação em campo pelo Método da Escala Visual foi realizada por um aluno de graduação do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília (UnB), em dois dias distintos, 25 de setembro de 2019 e 27 de setembro de 2019, para evitar falhas nos resultados decorrentes do cansaço e repetibilidade do método. Previamente foi realizado um treinamento, no dia 18 de setembro de 2019, orientado pelo docente a fim de conferir a aplicação do método e sanar possíveis dúvidas quando aos critérios de avaliação.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística será feita por teste de hipótese e serve para verificar se os resultados obtidos pelo método desenvolvido por Zanchetta (2017) se diferem de forma significativa dos resultados obtidos pelo método da Escala Visual. O teste utilizado será o *t* de *Student*, que é um teste de hipótese que usa conceitos estatísticos para rejeitar ou não uma hipótese nula quando a estatística de teste (*t*) segue uma distribuição *t* de *Student*.

Os passos para a execução do teste são:

- Estabelecer as hipóteses:

H_0 : ICP encontrado pelo Método Zanchetta (2017) = Nota da Escala Visual;

H_1 : ICP encontrado pelo Método Zanchetta (2017) \neq Nota da Escala Visual (teste bilateral);

- Fixar o nível de significância: adotar um nível de confiança de 95% para (n-1) graus de liberdade, sendo n o número de pares de dados combinados, e nível de significância (α) de 5%. O nível de significância do teste é expresso pela probabilidade α de, caso H_0 seja verdadeiro, a estatística teste pertencer à região de rejeição, ou seja, é a probabilidade da ocorrência de erros;

- Calcular, sob hipótese nula, o valor $t = \frac{\bar{d} - \mu_{d0}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$;

\bar{d} : média das diferenças para os dados amostrais emparelhados;

d: diferença individual entre dois valores em um par combinado;

μ_{d0} : média das diferenças d de todos os pares combinados sob a hipótese nula;

S_d : desvio padrão das diferenças d para os pares combinados;

n: número de pares combinados.

- Para o teste bilateral, caso $t > t_{\alpha/2}$ ou $t < -t_{\alpha/2}$, rejeita-se H_0 .

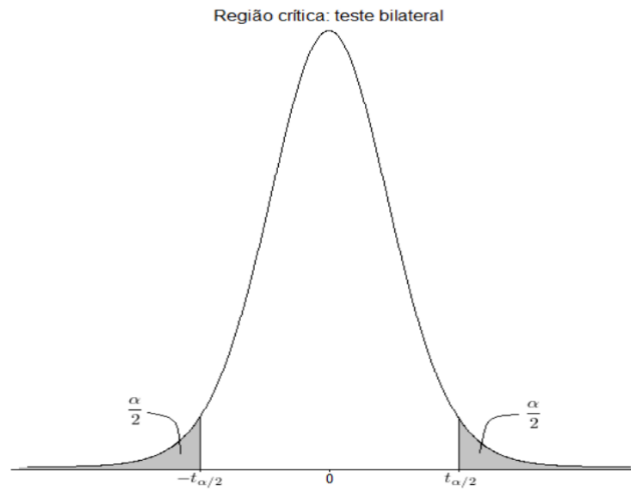


Figura 3.14 - Teste Bilateral

Fonte: (PORTAL ACTION, s.d.)

No teste *t* de *Student* será analisada a dispersão dos dados, sendo eles as médias das diferenças de valores dos ICPs definidos pelo método Zanchetta (2017) e as notas atribuídas na escala visual. Por fim, será analisada a correlação entre os resultados obtidos quando são colocados par a par (diferentes valores de condição do pavimento para um mesmo segmento).

4. RESULTADOS

A avaliação pelo método proposto por Zanchetta (2017) foi realizada em dois dias, 25/09/2019 e 27/09/2019, juntamente com o método da Escala Visual Adaptada. No primeiro dia, durante o período da tarde, o tempo total de avaliação foi de 1 hora e 41 minutos, abrangendo 26 segmentos, indicando uma média de aproximadamente 4 minutos por segmento avaliado. Já no segundo dia, com mais compreensão e facilidade de aplicação dos métodos, foram avaliados 44 segmentos durante o período diurno em um tempo total de caminhada de 2 horas e 16 minutos, obtendo-se uma média de pouco mais de 3 minutos de avaliação para cada segmento analisado. O tempo de avaliação por segmento do primeiro dia para o segundo dia reduziu em mais de 20%, destacando que a experiência em campo aprimora o conceito e torna mais eficiente o processo de avaliação.

4.1. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO PELO MÉTODO ZANCHETTA, 2017

No Quadro 4.1 são apresentados os resultados obtidos pelo método proposto por Zanchetta (2017) em cada segmento, sendo eles: ICPs objetivos, atividade de M&R mais indicada e classificação. A classificação das vias segue a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, classificação utilizada a partir da obtenção da Escala Visual e adotada no presente método para fins de comparações baseando-se no mesmo critério de classificação. A definição da atividade de M&R mais adequada segue o Quadro 3.1.

Quadro 4.1 - Valores de ICP objetivo, classificação e atividade M&R pelo método proposto por Zanchetta, 2017

SEGMENTO	ICP	M&R	CLASSIFICAÇÃO	SEGMENTO	ICP	M&R	CLASSIFICAÇÃO
1	40	RF	Ruim	36	38	RF	Ruim
2	67	MC	Boa	37	53	MC	Regular
3	63	MC	Boa	38	47	MC	Regular
4	57	MC	Regular	39	89	NF	Ótima
5	74	MP	Boa	40	44	MC	Regular
6	68	MC	Boa	41	82	MP	Ótima
7	87	NF	Ótima	42	84	MP	Ótima
8	69	MC	Boa	43	93	NF	Ótima
9	91	NF	Ótima	44	78	MP	Boa
10	73	MP	Boa	45	93	NF	Ótima
11	72	MP	Boa	46	97	NF	Ótima
12	69	MC	Boa	47	63	MC	Boa
13	93	NF	Ótima	48	64	MC	Boa
14	78	MP	Boa	49	55	MC	Regular
15	72	MP	Boa	50	52	MC	Regular
16	72	MP	Boa	51	77	MP	Boa
17	82	MP	Ótima	52	43	MC	Regular
18	74	MP	Boa	53	52	MC	Regular
19	87	NF	Ótima	54	57	MC	Regular
20	81	MP	Ótima	55	67	MC	Boa
21	71	MP	Boa	56	38	RF	Ruim
22	83	MP	Ótima	57	47	MC	Regular
23	93	NF	Ótima	58	74	MP	Boa
24	64	MC	Boa	59	88	NF	Ótima
25	81	MP	Ótima	60	83	MP	Ótima
26	87	NF	Ótima	61	88	NF	Ótima
27	81	MP	Ótima	62	88	NF	Ótima
28	77	MP	Boa	63	88	NF	Ótima
29	77	MP	Boa	64	79	MP	Boa
30	43	MC	Regular	65	83	MP	Ótima
31	54	MC	Regular	66	89	NF	Ótima
32	71	MP	Boa	67	78	MP	Boa
33	59	MC	Regular	68	79	MP	Boa
34	87	NF	Ótima	69	84	MP	Ótima
35	53	MC	Regular	70	87	NF	Ótima

Fonte: (Autor)

Nas Figura 4.1 e Figura 4.2 são apresentadas a frequência dos cinco intervalos de notas de ICPs e a porcentagem representativa de cada tipo de classificação, respectivamente. Calcularam-se também as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados, apresentados na Tabela 4.1. As medidas de tendência central são utilizadas para representar todos os valores da lista de segmentos, enquanto as medidas de dispersão são aplicadas para determinar o grau de variação dos números com relação à sua média.

Apresentados os resultados, é possível inferir que, na amostra selecionada de 70 segmentos, só não foi verificada a classificação “Péssima” e que a média da condição dos pavimentos resulta numa classificação “Boa” com o valor médio de 72,16. Além disso, de acordo com Figura 4.2, 75,7% dos segmentos avaliados apresentam uma classificação entre “Ótima” e “Boa”, o que indica uma situação relativamente satisfatória das vias na região avaliada.

Notou-se também que Valparaíso de Goiás sofreu recapeamento recentemente, aumentando a média da qualidade das vias, principalmente a partir do segmento 59 até o segmento 70. Analisando os quartis, é possível concluir que os 25% menores valores de ICP objetivo são menores ou iguais a 62 pontos, e que 75% dos segmentos possuem valor equivalente ou inferior a 84,75 pontos.

Em relação à dispersão dos resultados obtidos, visto que houve esse recapeamento recente e que ainda existem vias que apresentam condições “Ruim” e “Regular” de rolamento, a amostra apresentou amplitude elevada, com um valor mínimo de 38 e máximo de 97. Tal fato indica diversidade de condições de vias, implicando uma variedade de atividades de M&R que devem ser aplicadas.

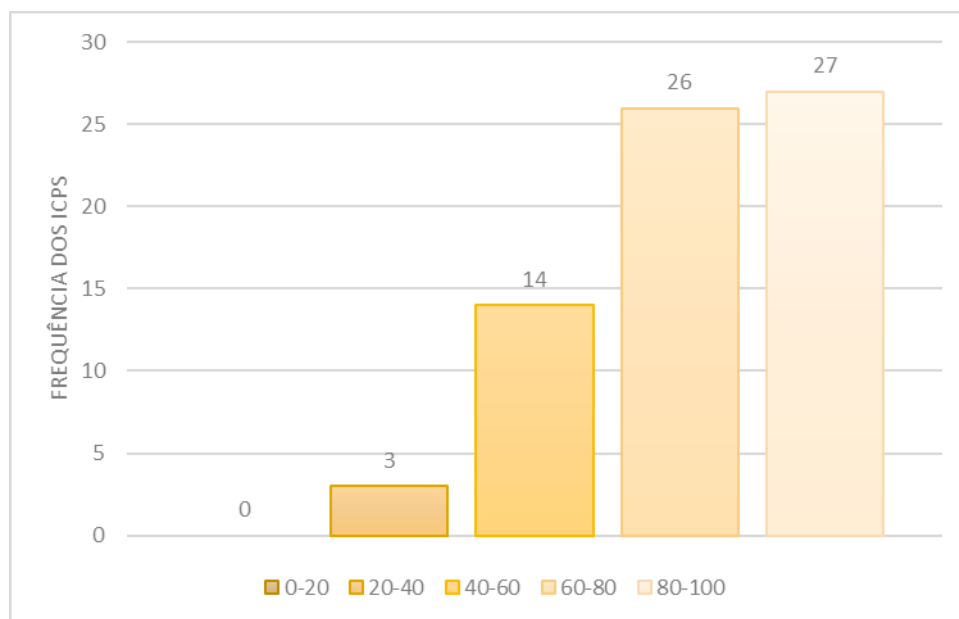


Figura 4.1 - Frequência dos ICPs pelo método proposto por Zanchetta (2017)

Fonte: (Autor)

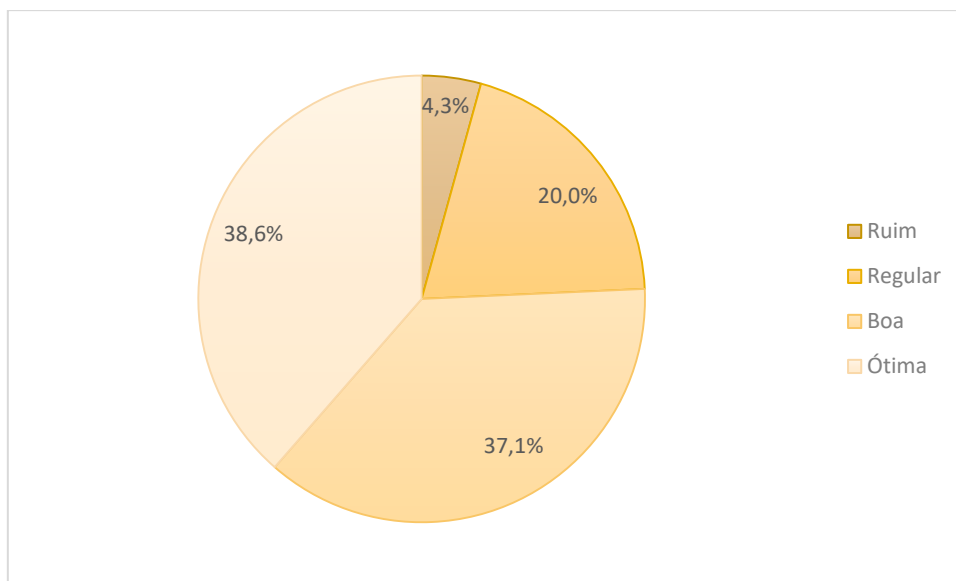


Figura 4.2 - Classificação dos segmentos pelo método proposto por Zanchetta (2017)

Fonte: (Autor)

Tabela 4.1 – Resultados das medidas de tendência central e dispersão pelo método Zanchetta (2017)

Medidas de tendência central	
Média	72,16
Mínimo	38,00
Máximo	97,00
Mediana	75,50
Moda	87,00
1º quartil	62,00
3º quartil	84,75
Medidas de dispersão	
Amplitude	59,00
Desvio Padrão	15,72
Variância	247,03

Fonte: (Autor)

Outro resultado a ser analisado é a frequência de ocorrência de cada defeito observado durante a aplicação do método Zanchetta (2017), podendo ser desgaste, remendos, trincas por fadiga, panelas e deformação permanente. Esses números são apresentados na Figura 4.3. Os resultados de frequência de ocorrência de cada defeito não consideram a diferenciação do defeito em níveis de severidade ou extensão apresentada, apenas indica que em determinado segmento, aquele defeito foi evidenciado.

Percebe-se que o defeito mais frequente foi o desgaste, presente em mais de 94% da amostra avaliada. Isso se deve ao fato de o pavimento estar constantemente suscetível à ação de intempéries, ao tráfego e ao tempo, de forma que eventualmente um pavimento apresenta desgaste, mesmo que mínimo. Outros defeitos bastante recorrentes foram os remendos e as trincas por fadiga. O número elevado de remendos é consequência da prática equivocada das operações tapa buracos, normalmente mal executadas e realizadas seguindo a concepção do *worst first*, mencionado no item 2. As trincas por fadiga também são bastante evidenciadas e se devem, em sua maioria, às cargas de tráfego e ao enfraquecimento da estrutura durante o período de chuvas.

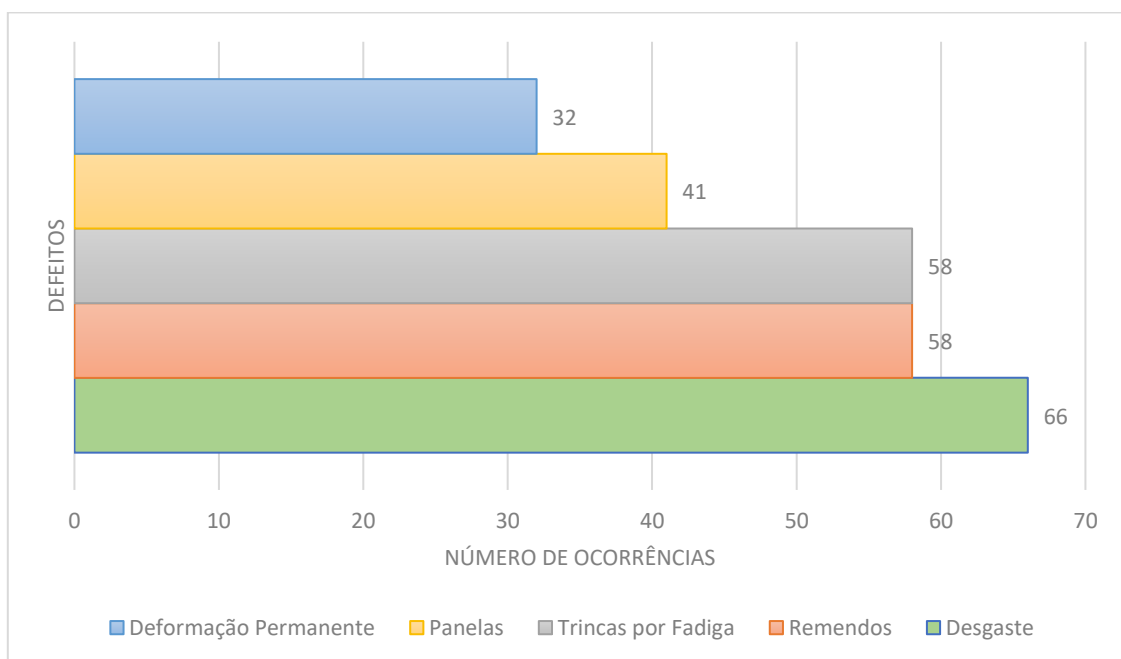


Figura 4.3 - Ocorrência dos defeitos pelo método proposto por Zanchetta, 2017

Fonte: (Autor)

Por fim, analisa-se as atividades M&R a serem realizadas, seguindo os critérios apresentados no Quadro 3.1. A frequência de ocorrência de cada uma das opções de atividades são apresentadas nas Figura 4.4 e Figura 4.5.

Analisando-se a escolha das possíveis atividades de manutenção e reabilitação, verifica-se que nenhum segmento teve a Reconstrução como a melhor opção para o momento e que as principais atividades a serem executadas são as de Manutenção Preventiva e Corretiva. Contudo, durante a aplicação dos métodos, foi verificado que manutenções e reforços vêm sendo realizados na região, executando-se remendos e recapeamentos, no intuito de melhorar a

qualidade dos pavimentos, o que justifica a porcentagem considerável de pavimentos que necessitam ter reparos apenas preventivos.

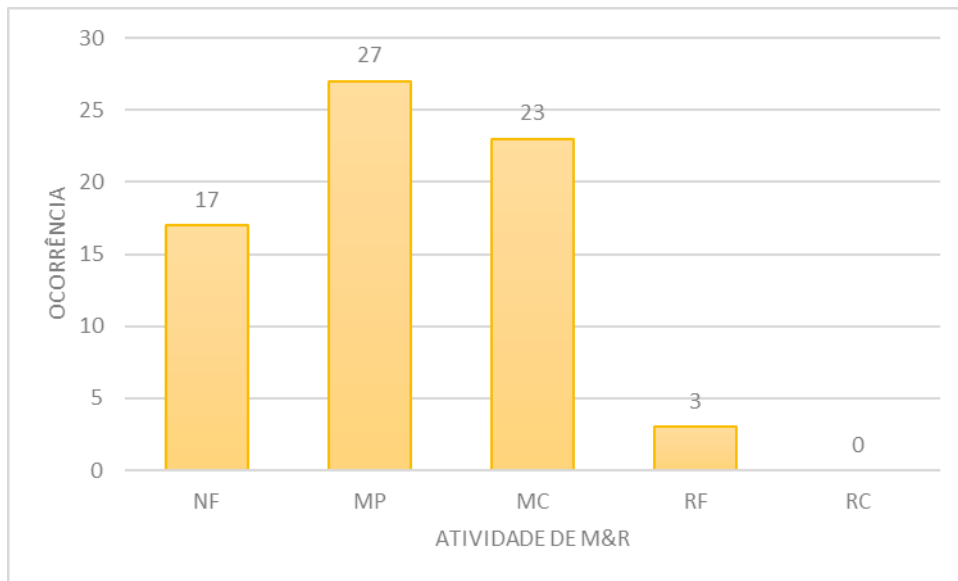


Figura 4.4 - Seleção das atividades M&R pelo método proposto por Zanchetta, 2017

Fonte: (Autor)

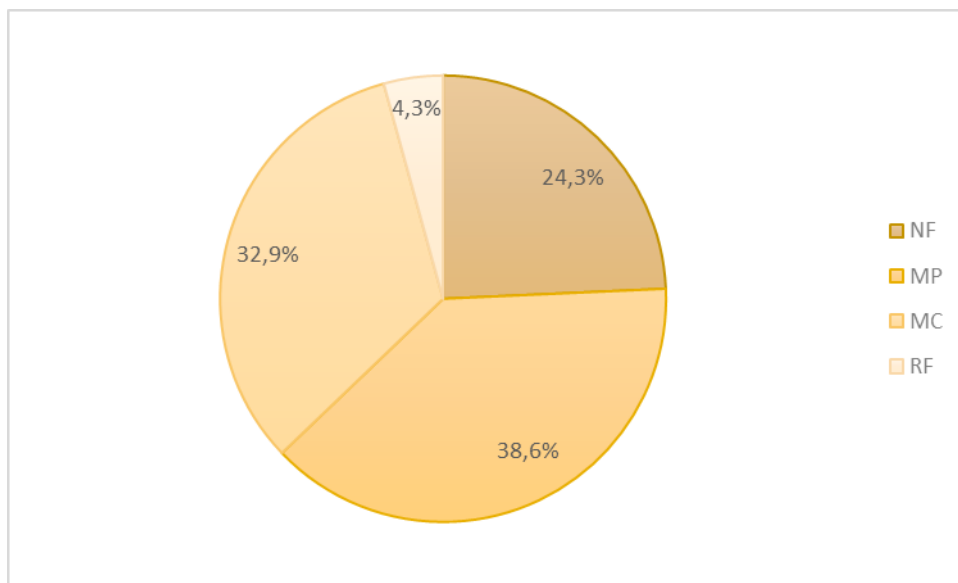


Figura 4.5 - Seleção das atividades de M&R em porcentagem pelo método proposto por Zanchetta, 2017

Fonte: (Autor)

4.2.RESULTADOS DA AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DA ESCALA VISUAL

A partir das fotos apresentadas a seguir, é possível iniciar a análise da condição visual dos pavimentos. São apresentadas as quatro condições evidenciadas na região de Valparaíso de Goiás.



Figura 4.6 - Condição Ruim (Segmento 1)



Figura 4.7 – Condição Ótima (Segmento 46)



Figura 4.8 - Condição Regular (Segmento 40)



Figura 4.9 - Condição Boa (Segmento 47)

Fonte: (Autor)

No Quadro 4.2 são apresentados os resultados obtidos pelo método da Escala Visual para cada segmento, sendo eles: a nota atribuída, a classificação e a atividade de M&R mais indicada. A classificação dos segmentos segue a **Erro! Fonte de referência não encontrada..** A escolha da atividade de M&R, por sua vez, segue o Quadro 3.1.

Quadro 4.2 - Notas, atividade M&R e classificação: Escala Visual

SEGMENTO	E. V.	M&R	CLASSIFICAÇÃO	SEGMENTO	E. V.	M&R	CLASSIFICAÇÃO
1	45	MC	Regular	36	53	MC	Regular
2	60	MC	Regular	37	38	RF	Ruim
3	64	MC	Boa	38	52	MC	Regular
4	58	MC	Regular	39	73	MP	Boa
5	66	MC	Boa	40	47	MC	Regular
6	62	MC	Boa	41	80	MP	Boa
7	68	MC	Boa	42	75	MP	Boa
8	61	MC	Boa	43	85	MP	Ótima
9	85	MP	Ótima	44	70	MC	Boa
10	70	MC	Boa	45	89	NF	Ótima
11	70	MC	Boa	46	95	NF	Ótima
12	65	MC	Boa	47	63	MC	Boa
13	89	NF	Ótima	48	59	MC	Regular
14	75	MP	Boa	49	58	MC	Regular
15	63	MC	Boa	50	53	MC	Regular
16	76	MP	Boa	51	61	MC	Boa
17	74	MP	Boa	52	59	MC	Regular
18	72	MP	Boa	53	38	RF	Ruim
19	79	MP	Boa	54	67	MC	Boa
20	78	MP	Boa	55	62	MC	Boa
21	72	MP	Boa	56	33	RF	Ruim
22	85	MP	Ótima	57	55	MC	Regular
23	82	MP	Ótima	58	79	MP	Boa
24	63	MC	Boa	59	88	NF	Ótima
25	73	MP	Boa	60	83	MP	Ótima
26	81	MP	Ótima	61	88	NF	Ótima
27	77	MP	Boa	62	88	NF	Ótima
28	66	MC	Boa	63	88	NF	Ótima
29	68	MC	Boa	64	82	MP	Ótima
30	41	MC	Regular	65	78	MP	Boa
31	55	MC	Regular	66	77	MP	Boa
32	70	MC	Boa	67	81	MP	Ótima
33	53	MC	Regular	68	81	MP	Ótima
34	77	MP	Boa	69	88	NF	Ótima
35	52	MC	Regular	70	88	NF	Ótima

Fonte: (Autor)

Além disso, nas Figura 4.10 e Figura 4.11 são apresentadas frequência de ocorrência dos cinco pontos de escala e a porcentagem representativa de cada tipo de classificação de pavimento, respectivamente. Calculou-se também as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados obtidos, apresentados na Tabela 4.2.

Apresentados os resultados, é possível iniciar possíveis considerações. Igualmente ao obtido pelo método proposto por Zanchetta, 2017, na amostra selecionada de 70 segmentos, só não foi verificada a classificação “Péssima” dos pavimentos, indicando o mínimo de cuidados referentes às atividades de M&R de uma via. Além disso, a média da condição dos pavimentos resulta numa classificação “Boa” das vias em geral, apresentando o valor médio de 69,27. De acordo com a Figura 4.11, 74,3% dos segmentos avaliados apresentam uma classificação entre “Ótima” e “Boa”, o que indica uma situação relativamente satisfatória na região avaliada.

Analisando os quartis, é possível concluir que os 25% menores valores de ICP objetivo são menores ou iguais a 59,75 pontos, e que 75% dos segmentos possuem valor equivalente ou inferior a 81 pontos. A nota mais frequente evidenciada é a de valor 88, apresentada nos segmentos que sofreram intervenção recente de recapeamento.

Em relação à dispersão dos resultados obtidos, a amplitude mostrou-se elevada pelo fato de intervenções de M&R serem feitas em apenas alguns pavimentos da amostra, obtendo-se um valor de 62 pontos. A menor nota atribuída a um segmento foi de 33 e máximo de 95, resultando nessa amplitude elevada.

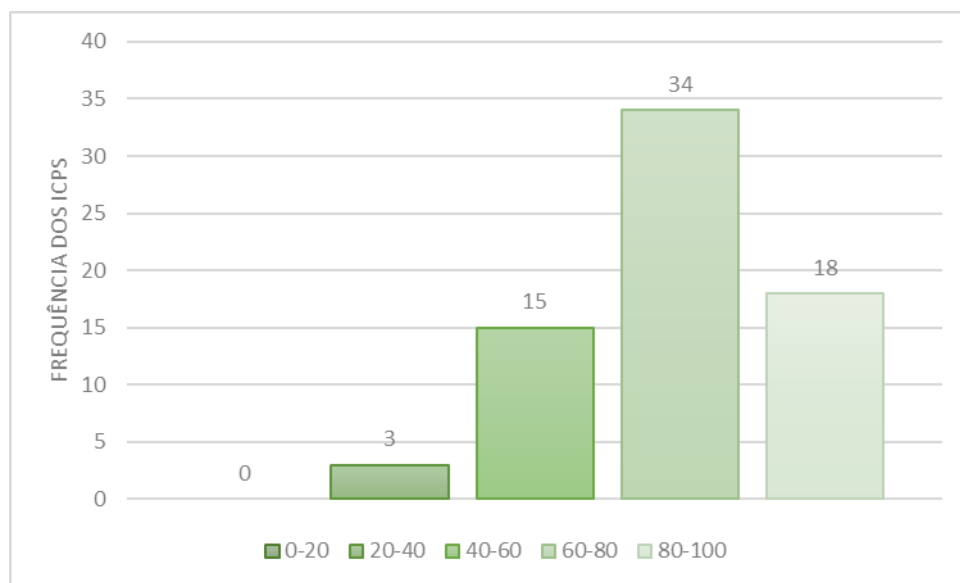


Figura 4.10 - Frequência das notas pelo método da Escala Visual

Fonte: (Autor)

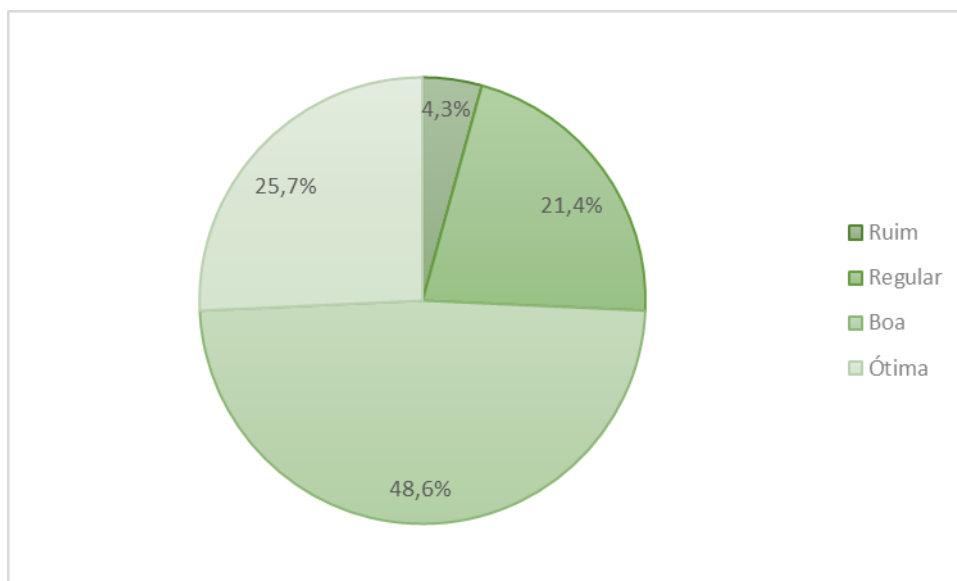


Figura 4.11 - Classificação dos pavimentos pelo método da Escala Visual

Fonte: (Autor)

Tabela 4.2 - Resultado das medidas de tendência central e dispersão no método da Escala Visual

Medidas de tendencia central	
Média	69,27
Mínimo	33,00
Máximo	95,00
Mediana	70,00
Moda	88,00
1º quartil	59,75
3º quartil	81,00
Medidas de dispersão	
Amplitude	62,00
Desvio Padrão	14,23
Variância	202,43

Fonte: (Autor)

Por fim, analisa-se as atividades M&R a serem realizadas, seguindo os critérios apresentados no Quadro 3.1. A frequência de ocorrência de cada uma das opções de atividades são apresentadas nas Figura 4.12e Figura 4.13.

Analisando-se a escolha das possíveis atividades de manutenção e reabilitação, verifica-se que nenhum segmento teve a Reconstrução como a melhor opção para o momento e que as principais atividades a serem executadas são as de Manutenção Corretiva e Preventiva. Contudo, diferentemente do método anterior, o número de MC é mais elevado, caracterizando

segmentos que necessitam mais de atividades corretivas do que preventivas, evidenciando-se uma certa falha no monitoramento periódico da região em análise.

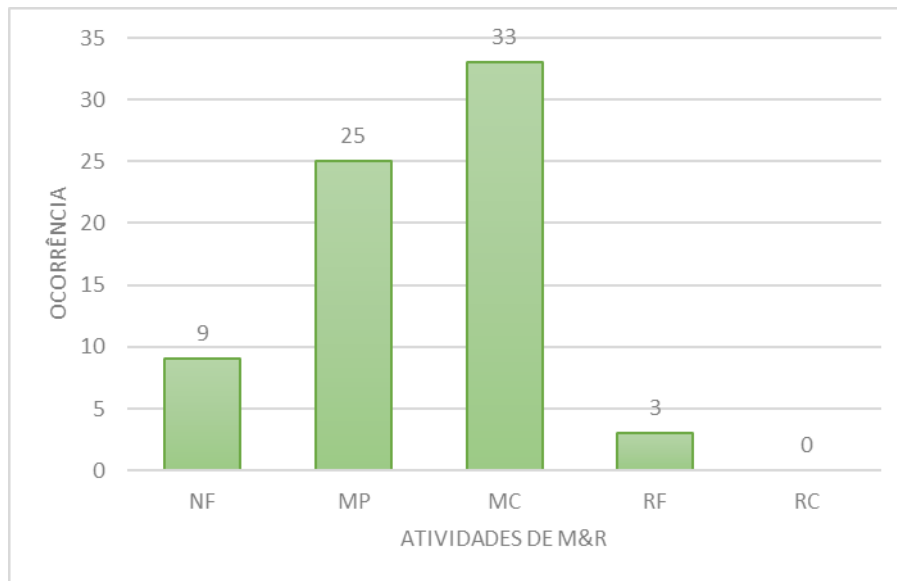


Figura 4.12 - Seleção das atividades de M&R pelo método da Escala Visual

Fonte: (Autor)

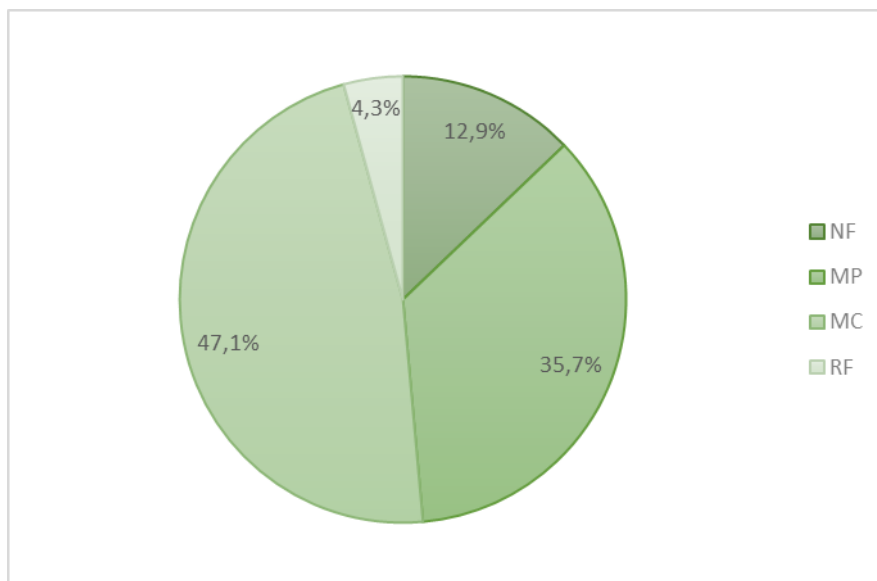


Figura 4.13 - Seleção das atividades de M&R em porcentagem pelo método da Escala Visual

Fonte: (Autor)

4.3.RESULTADOS COMPARATIVOS

De acordo com a Tabela 4.3 observa-se, de forma comparativa, as medidas de tendência central e de dispersão para os dados obtidos por avaliação de ambos os métodos executados no presente trabalho. É possível analisar que, apesar de todos os valores serem diferentes entre si, há uma

elevada aproximação entre eles. Os valores obtidos para média, mínimo e máximo são bastante próximos entre si, além de uma moda com diferença de um ponto entre ambos, evidenciando que a nota com maior frequência foi praticamente igual para os dois métodos. Essa proximidade de resultados obtidos, considerando que os métodos são estruturalmente distintos, indica a potencialidade dos métodos serem executados em um SGPU de modo a trazer mais confiabilidade aos resultados.

Tabela 4.3 - Resultados comparativos de medidas estáticas descritivas

Medidas	Zanchetta	Escala Visual
Média	72,16	69,27
Mínimo	38,00	33,00
Máximo	97,00	95,00
Mediana	75,50	70,00
Moda	87,00	88,00
1º quartil	62,00	59,75
3º quartil	84,75	81,00
Amplitude	59,00	62,00
Desvio Padrão	15,72	14,23
Variância	247,03	202,43

Fonte: (Autor)

A partir da Tabela 4.4, é possível inferir que a quantidade de notas atribuídas para cada intervalo de classificação é similar em ambos os métodos, sendo equivalente na condição “Péssima” e “Ruim” e com diferença de um ponto na condição “Regular”. Em relação às duas outras possíveis classificações, apesar de diferentes, a maioria dos pavimentos se encontra nessas duas classificações satisfatórias de vias, sendo 53 pavimentos classificados entre estas duas pelo método proposto por Zanchetta (2017) e 52 pavimentos na Escala Visual.

Tabela 4.4 - Resultados comparativos de classificação

Nota	Classificação	Zanchetta	Escala Visual
0-20	Péssima	0	0
20-40	Ruim	3	3
40-60	Regular	14	15
60-80	Boa	26	34
80-100	Ótima	27	18

Fonte: (Autor)

Como mencionado no item 3.4, a análise estatística foi feita pelo teste t de *Student*. O nível de confiança é de 95% e o de significância (α) é 5%, com o grau de liberdade seguindo (n-1) e, para o presente caso, 69. Para se calcular o valor de t, é utilizada a Equação 4.1.

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_{d0}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \quad \text{Equação 4.1}$$

Sendo:

\bar{d} : média das diferenças para os dados amostrais emparelhados;

d : diferença individual entre dois valores em um par combinado;

μ_{d0} : média das diferenças d de todos os pares combinados sob a hipótese nula;

S_d : desvio padrão das diferenças d para os pares combinados;

n : número de pares combinados.

A hipótese nula considera que as notas atribuídas em ambos os métodos são iguais. Sendo assim, a diferença entre as notas seria zero e, por consequência, a média considerando esta hipótese também seria nula. Dessa forma, μ_{d0} é considerado zero.

Os dados necessários para o cálculo de t são apresentados na Tabela 4.5, representada a seguir.

Tabela 4.5 - Parâmetros t de *Student*

Parâmetro	Valor
\bar{d}	2,89
S_d	6,70
μ_{d0}	0,00
N	70,00
T	3,60

Fonte: (Autor)

A partir dos parâmetros, utiliza-se o Excel, mais especificamente na ferramenta “Análise de Dados” utilizando-se o “Teste t com duas amostras em par para médias”. Para usar essa ferramenta, assume-se, como dito, que a hipótese com diferença média é igual a 0 e que α é 0,05. Os resultados são apresentados na Tabela 4.6.

Deve-se rejeitar H_0 caso o valor de t for maior que 1,99495 ou se t for menor que -1,99495, representado na Tabela 4.6 como o t crítico da análise bi-caudal. Para um valor de $t = 3,6037$, é possível observar que o valor de t encontrado extrapola o t crítico bi-caudal, rejeitando-se a hipótese nula. A rejeição da hipótese nula revela que 95% dos dados analisados não possuem os valores atribuídos no método proposto por Zanchetta (2017) iguais aos obtidos pela Escala Visual.

Tabela 4.6 - Aplicação do teste t de *Student*: duas amostras em par para médias

Medida	Zanchetta	Escala Visual
Média	72,1571	69,2714
Variância	247,0329	202,4325
Observações	70	70
Correlação de Pearson		0,9046
Hipótese da diferença de média		0
Gl		69
Stat t		3,6037
P(T<=t) uni-caudal		0,00029
t crítico uni-caudal		1,6672
P(T<=t) bi-caudal		0,0006
t crítico bi-caudal		1,9949

Por fim, a correlação dos resultados obtidos pelos dois métodos par a par é apresentada na Figura 4.14. A partir da correlação apresentada, é possível analisar que o coeficiente de correlação de Pearson (R) é 0,9046, obtido a partir do R² disponibilizado (calculando a raiz quadrada deste número). A função do coeficiente de correlação é determinar a intensidade da relação entre as duas variáveis apresentadas. Sendo assim, o coeficiente de correlação revela uma relação de 90,46% entre os resultados obtidos pelos dois métodos aplicados, demonstrando a boa relação entre eles.

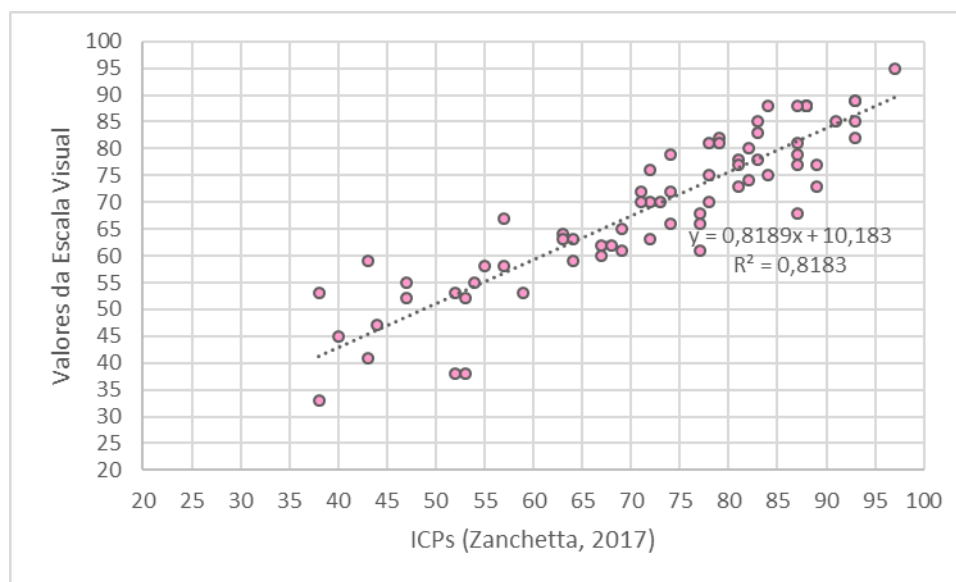


Figura 4.14 - Análise de correlação

Fonte: (Autor)

5. CONCLUSÕES

Os diferentes métodos de análise da condição dos pavimentos apresentados, incluindo os executados neste trabalho, podem ser aplicados para realização de avaliações periódicas cujos objetivos são oferecer aos tomadores de decisão planejamento e seleção da melhor estratégia para a execução correta de serviços de M&R.

O levantamento de dados sobre a condição dos pavimentos em Valparaíso de Goiás (GO) indicou, para a amostra de segmentos selecionada, uma situação geral boa das vias, o que os torna suficientes para atender à sua finalidade principal, a de qualidade de rolamento. Por mais que, em sua maioria, os segmentos se apresentaram aceitáveis, verificou-se muitas condições inadequadas das vias para servir ao tráfego, aplicações excessivas e mal executadas de atividades de manutenção corretiva, sobretudo os “tapa buracos”, evidenciando a necessidade de um monitoramento mais adequado da qualidade das vias e fiscalização durante a execução dos serviços de M&R. A análise estatística mostrou uma elevada amplitude de valores para as condições dos segmentos, indicando que, apesar de uma nota média “boa”, existem pavimentos em diversas condições e que demandam atenção.

Tendo em vista que manutenções preventivas não são muito realizadas e que normalmente se espera a situação crítica do pavimento ocorrer para que alguma decisão seja tomada, mostra-se necessário e importante a implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos capaz de suprir as necessidades da população em seu deslocamento pela região. Um bom SGPU seria capaz de tomar as melhores decisões dentro do tempo adequado de aplicação de atividades de M&R, utilizando-se apenas os recursos necessários, executando os reparos e manutenções de forma correta, para que investimentos e vida útil do pavimento não sejam perdidos.

A avaliação funcional com a identificação de defeitos na superfície realizada neste trabalho de conclusão de curso mostrou-se eficiente, prática e de fácil aprendizado, treinamento e aplicação, tornando-se uma boa alternativa para um monitoramento adequado da condição dos pavimentos e controle de gastos nas operações de M&R selecionadas.

Comparando-se ambos os métodos aplicados, por meio de análise estatística, o resultado do teste t de *Student*, que rejeita a hipótese nula, é um indicativo de que as avaliações subjetivas e objetivas não são equivalentes. A rejeição da hipótese que indica que os ICPs objetivos do método proposto por Zanchetta (2017) são iguais aos valores obtidos pela Escala Visual demonstra um resultado satisfatório. Considerações conceituais podem dar suporte para

concluir que o emprego destes diferentes métodos possui caráter complementar. Além disso, o resultado revela que, por mais que os valores atribuídos a um mesmo segmento difiram entre si, a média das diferenças entre os valores obtidos pelos dois métodos aplicados é consideravelmente pequena, tornando válida a contribuição de ambos para se avaliar a condição de um pavimento.

A correlação obtida para resultados indica uma alta aproximação entre os valores obtidos, compreendendo uma relação de mais de 90%, indicando que ambos os métodos podem ser aplicados para se obter valores próximos entre si.

Métodos de avaliação da condição de pavimentos urbanos, sejam eles objetivos ou subjetivos, podem ser amplamente utilizados por um Sistema de Gerência de Pavimentos, desde que aplicados por uma equipe treinada e atendendo a periodicidade requerida por um SGPU. Partindo-se dessa premissa, são uma ferramenta de auxílio para verificar conforto, segurança e economia dos usuários na região analisada. A constatação da condição é fundamental para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e preservação dos pavimentos a longo prazo, que podem ser administrados quando implantado um SGPU.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAMAYO, L. (2019) *Escala Visual: Uma ferramenta para a avaliação da condição da superfície de pavimentos urbanos*. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- ASTM (2018) *ASTM D6433-18 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. ASTM - American Society for Testing and Materials.
- BERNUCCI, L. B. (s.d.) *Deformações Permanentes em Pavimentos Asfálticos*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- C. MACHADO, C., L. SANTANNA, G., B. de CARVALHO, C. A., & OLIVEIRA, R. J. (2005) *Sistema de Gerência de Pavimentos de Estradas Florestais*. VII Simpósio Brasileiro sobre Colheita e Transporte Florestal, Viçosa.
- CAREY, W., & IRICK, P. (1960) *The Pavement Serviceability - Performance Concept*.
- CNT (2016) *Economia em Foco. Rodovias em condições inadequadas comprometem o desenvolvimento do país*.
- CNT (2018) *Anuário CNT do Transporte. Classificação do Pavimento por Região e Unidade da Federação segundo ano - 2005 - 2017 (km)*.
- CNT (2018) *Pesquisa CNT de Rodovias 2018*. Acesso em 16 de Abril de 2019, disponível em CNT: http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Pagina/relatorio_por_unidade_federativa
- County of Los Angeles. (s.d.) *Pavement Management System: Step One to Stewardship*. Acesso em 29 de Outubro de 2019, disponível em Public Works: Los Angeles County: <https://pw.lacounty.gov/gmed/lacroads/Pm.aspx>
- DAER (1978) *Catálogo das deteriorações dos pavimentos*. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER), Porto Alegre, RS.
- DANIELESKI, M. (2004) *Proposta de Metodologia para Avaliação Superficial de Pavimentos Urbanos: Aplicação à Rede Viária de Porto Alegre*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DNIT, & ENGESUR. (2011) *Manual de Gerência de Pavimentos*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.
- DYNATEST (s.d.) *FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (FWD)*. Acesso em 1º de Junho de 2019, disponível em Dynatest: <http://dynatest.com.br/falling-weight-deflectometer-fwd/>
- E303, A (s.d.) *Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester*. American Society for Testing and Materials (ASTM). Fonte: ASTM International: Helping our world work better: <https://www.astm.org/Standards/E303.htm>

- F. JÚNIOR, J. L., ODA, S., & ZERBINI, L. F. (2003) *Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Transportes, São Carlos.
- FHWA (1989) *Road Surface Management for Local Governments*. Federal Highway Administration, U. S. Department of Transportation, Austin, Texas.
- HAAS, R., HUDSON, W., & ZANIEWSKI, J. (1994) *Modern Pavement Management*. Malabar, Flórida: Krieger Publishing Company.
- HARTGEN, D., SHUFON, J., PARRELLA, F., & KOEPEL, K. (1982) *Visual Scales of Pavement Condition: Development, Validation and Use*. Transportation Research Record nº 893, New York State Department of Transportation, New York.
- IBGE (s.d.) *IBGE - Valparaíso de Goiás*. Acesso em 5 de Novembro de 2019, disponível em IBGE: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/valparaiso-de-goias/panorama>
- M. Y., S., & J. A., W. (1990) *Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using PAVER System*. Relatório Técnico, US Army Corps of Engineers, Construction Engineering Research Laboratory, Champaign, IL.
- MAPC. (1986) *Pavement Management - A Manual for Communities*. Metropolitan Area Planning Council, Department of Transportation, Boston, MA.
- MAPS, G. (2019) *Google Maps*. Acesso em 6 de Outubro de 2019, disponível em <https://www.google.com.br/maps/place/Comper+Valparaiso+-+Loja+66/@-16.0726179,-47.9888546,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x935984195693d241:0xa5597e994ca2b520!8m2!3d-16.0726179!4d-47.9866659>
- ODA, S., & FERNANDES Jr., J. (2017) *Treinamento e Capacitação Técnica em Pavimentação*. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasília.
- OLIVEIRA, F., SILVA JÚNIOR, C., & FONTENELE, H. (2013) *Desenvolvimento de escala visual para avaliação da condição da superfície de vias urbanas*. Conexões: Ciência e Tecnologia, Fortaleza/CE.
- PIERCE, L. (2008) *Pavement Management Systems: The Washington State Experience*. Federal Highway Administration, US Department of Transportations.
- PIRES, C. (2019) *Classificação dos Pavimentos segundo o Anuário CNT do Transporte*. Brasília.
- PORTAL ACTION. (s.d.) *Teste para Média (Teste T)*. Acesso em 5 de Novembro de 2019, disponível em Portal Action: <http://www.portalaction.com.br/inferencia/52-teste-para-media-teste-t>
- SHRP (1993) *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies*. The Strategic Highway Research Program, National Academy of Science, Washington, D.C.

ZANCHETTA, F. (2005) *Aquisição de Dados Sobre a Condição dos Pavimentos Visando a Implementação de Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos*. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

ZANCHETTA, F. (2017) *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, Departamento de Transportes, São Carlos.

APÊNDICE A – DADOS DA AVALIAÇÃO DE CAMPO: MÉTODO PROPOSTO POR ZANCHETTA

Quadro A.1 - Dados obtidos na avaliação de campo pelo método proposto por Zanchetta (2017)

SEGMENTO	DEFEITO	EXTENSÃO/SEVERIDADE									PTS. DEDUTÍVEIS	Σ PTS.	ICP	
		B/B	B/M	B/A	M/B	M/M	M/A	A/B	A/M	A/A				
1	DESGASTE										X	15	60	40
	REMENDOS						X	X				20		
	TRINCAS POR FADIGA			X				X				20		
	PANELAS				X							5		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE											0		
2	DESGASTE				X							5	33	67
	REMENDOS	X	X									6		
	TRINCAS POR FADIGA				X							5		
	PANELAS		X					X				16		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X										1		
3	DESGASTE									X		20	37	63
	REMENDOS					X						11		
	TRINCAS POR FADIGA	X										1		
	PANELAS				X							5		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE											0		
4	DESGASTE									X		15	43	57
	REMENDOS		X		X							10		
	TRINCAS POR FADIGA				X							5		
	PANELAS	X		X								12		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X										1		
5	DESGASTE			X						X		20	26	74
	REMENDOS		X									5		
	TRINCAS POR FADIGA											0		
	PANELAS	X										1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE											0		
6	DESGASTE		X		X							10	32	68
	REMENDOS						X					15		
	TRINCAS POR FADIGA											0		
	PANELAS	X										1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X			X							6		
7	DESGASTE				X							5	13	87
	REMENDOS		X									5		
	TRINCAS POR FADIGA	X										1		
	PANELAS	X										1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X										1		
8	DESGASTE				X							5	31	69
	REMENDOS								X			15		
	TRINCAS POR FADIGA				X							5		
	PANELAS	X										1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE		X									5		
9	DESGASTE	X										1	9	91
	REMENDOS	X	X									6		
	TRINCAS POR FADIGA	X										1		
	PANELAS	X										1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE											0		
10	DESGASTE		X									5	27	73
	REMENDOS		X									5		
	TRINCAS POR FADIGA		X									5		
	PANELAS	X			X							6		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X	X									6		
11	DESGASTE				X							5	28	72
	REMENDOS				X	X						16		
	TRINCAS POR FADIGA		X									5		
	PANELAS	X										1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X										1		
12	DESGASTE				X							5	31	69
	REMENDOS								X			15		
	TRINCAS POR FADIGA	X										1		
	PANELAS		X		X							10		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE											0		
13	DESGASTE				X							5	7	93
	REMENDOS											0		
	TRINCAS POR FADIGA	X										1		
	PANELAS											0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X										1		
14	DESGASTE		X		X							10	22	78
	REMENDOS		X		X							10		
	TRINCAS POR FADIGA											0		
	PANELAS	X										1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X										1		
15	DESGASTE			X	X							16	28	72
	REMENDOS	X	X									6		
	TRINCAS POR FADIGA	X										1		
	PANELAS		X									5		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE											0		
16	DESGASTE			X	X							16	28	72
	REMENDOS	X										1		
	TRINCAS POR FADIGA											0		
	PANELAS			X								11		

SEGMENTO	DEFEITO	EXTENSÃO/SEVERIDADE									PTS. DEDUTÍVEIS	Σ PTS.	ICP
		B/B	B/M	B/A	M/B	M/M	M/A	A/B	A/M	A/A			
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
17	DESGASTE					X					11	18	82
	REMENDOS	X									1		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE		X								5		
18	DESGASTE				X						5	26	74
	REMENDOS		X					X			16		
	TRINCAS POR FADIGA				X						5		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
19	DESGASTE		X		X						10	13	87
	REMENDOS	X									1		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS	X									1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
20	DESGASTE			X	X						16	19	81
	REMENDOS	X									1		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
21	DESGASTE			X							11	29	71
	REMENDOS	X				X					12		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS		X								5		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
22	DESGASTE						X				0	17	83
	REMENDOS						X				11		
	TRINCAS POR FADIGA										0		
	PANELAS	X	X								6		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
23	DESGASTE		X								5	7	93
	REMENDOS	X									1		
	TRINCAS POR FADIGA										0		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
24	DESGASTE					X					11	36	64
	REMENDOS	X				X					12		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS	X		X							12		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
25	DESGASTE							X			11	19	81
	REMENDOS	X	X								6		
	TRINCAS POR FADIGA										0		
	PANELAS	X									1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
26	DESGASTE		X		X						10	13	87
	REMENDOS	X									1		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
PRIMEIRA AVALIAÇÃO EM CAMPO (25/09/2019): INÍCIO - 15H41 FIM - 17H22													
27	DESGASTE	X									1	19	81
	REMENDOS	X	X	X							17		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
28	DESGASTE				X						5	23	77
	REMENDOS	X	X								6		
	TRINCAS POR FADIGA										0		
	PANELAS	X		X							12		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
29	DESGASTE				X						5	23	77
	REMENDOS	X	X	X							17		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
30	DESGASTE			X	X	X					20	57	43
	REMENDOS				X	X					16		
	TRINCAS POR FADIGA	X				X	X				20		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
31	DESGASTE				X			X			20	46	54
	REMENDOS	X							X		20		
	TRINCAS POR FADIGA				X						5		
	PANELAS	X									1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
32	DESGASTE		X		X						10	29	71
	REMENDOS	X	X								6		
	TRINCAS POR FADIGA	X				X					12		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
33	DESGASTE				X						5	41	59
	REMENDOS	X	X	X							17		
	TRINCAS POR FADIGA	X	X								6		

SEGMENTO	DEFEITO	EXTENSÃO/SEVERIDADE						PTS. DEDUTÍVEIS	Σ PTS.	ICP	
		B/B	B/M	B/A	M/B	M/M	M/A				A/B
	PANELAS	X		X					12		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X							1		
34	DESGASTE				X				5	13	87
	REMENDOS		X						5		
	TRINCAS POR FADIGA	X							1		
	PANELAS	X							1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X							1		
35	DESGASTE		X		X				10	47	53
	REMENDOS					X			11		
	TRINCAS POR FADIGA				X		X		20		
	PANELAS	X	X						6		
36	DESGASTE				X			X	20	62	38
	REMENDOS					X			11		
	TRINCAS POR FADIGA			X		X			20		
	PANELAS	X	X						6		
37	DESGASTE				X				5	47	53
	REMENDOS					X		X	20		
	TRINCAS POR FADIGA	X							1		
	PANELAS	X	X						6		
38	DESGASTE				X				5	53	47
	REMENDOS	X				X			12		
	TRINCAS POR FADIGA			X		X			20		
	PANELAS								0		
39	DESGASTE								16	11	89
	REMENDOS								0		
	TRINCAS POR FADIGA	X							1		
	PANELAS								0		
40	DESGASTE			X				X	20	56	44
	REMENDOS							X	15		
	TRINCAS POR FADIGA					X			11		
	PANELAS		X						5		
41	DESGASTE	X	X						6	18	82
	REMENDOS								0		
	TRINCAS POR FADIGA	X							1		
	PANELAS								0		
42	DESGASTE							X	11	16	84
	REMENDOS		X						5		
	TRINCAS POR FADIGA	X							1		
	PANELAS		X						5		
43	DESGASTE	X							5	7	93
	REMENDOS				X				0		
	TRINCAS POR FADIGA	X							1		
	PANELAS								0		
44	DESGASTE								5	22	78
	REMENDOS	X							1		
	TRINCAS POR FADIGA		X						0		
	PANELAS		X						5		
45	DESGASTE								11	7	93
	REMENDOS		X						0		
	TRINCAS POR FADIGA	X							5		
	PANELAS								0		
46	DESGASTE	X							1	3	97
	REMENDOS								0		
	TRINCAS POR FADIGA	X							1		
	PANELAS								0		
47	DESGASTE				X				1	37	63
	REMENDOS			X	X			X	20		
	TRINCAS POR FADIGA					X			11		
	PANELAS	X							1		
48	DESGASTE		X		X				0	36	64
	REMENDOS				X			X	10		
	TRINCAS POR FADIGA				X				20		
	PANELAS	X							5		
49	DESGASTE						X		1	45	55
	REMENDOS	X					X	X	15		
	TRINCAS POR FADIGA		X						5		
	PANELAS								0		
50	DESGASTE				X				5	48	52
	REMENDOS	X				X		X	16		
	TRINCAS POR FADIGA	X							20		
	PANELAS	X							1		

SEGMENTO	DEFEITO	EXTENSÃO/SEVERIDADE								PTS. DEDUTÍVEIS	Σ PTS.	ICP	
		B/B	B/M	B/A	M/B	M/M	M/A	A/B	A/M				A/A
	PANELAS	X	X								6		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE				X						5		
51	DESGASTE		X								5	23	77
	REMENDOS		X	X							16		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS	X									1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
52	DESGASTE				X		X				20	57	43
	REMENDOS					X	X				20		
	TRINCAS POR FADIGA	X					X				16		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
53	DESGASTE			X							11	48	52
	REMENDOS	X	X	X							17		
	TRINCAS POR FADIGA			X		X					20		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
54	DESGASTE					X		X			20	43	57
	REMENDOS					X					11		
	TRINCAS POR FADIGA	X	X								6		
	PANELAS	X	X								6		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
55	DESGASTE				X		X		X		20	33	67
	REMENDOS	X				X					12		
	TRINCAS POR FADIGA										0		
	PANELAS	X									1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
56	DESGASTE			X					X		20	62	38
	REMENDOS						X		X		20		
	TRINCAS POR FADIGA		X	X							16		
	PANELAS	X	X								6		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
57	DESGASTE				X	X	X				20	53	47
	REMENDOS				X	X					16		
	TRINCAS POR FADIGA					X					11		
	PANELAS	X	X								6		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
58	DESGASTE				X						5	26	74
	REMENDOS		X								5		
	TRINCAS POR FADIGA					X					11		
	PANELAS		X								5		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
59	DESGASTE							X			11	12	88
	REMENDOS										0		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
60	DESGASTE		X						X		16	17	83
	REMENDOS										0		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
61	DESGASTE							X			11	12	88
	REMENDOS										0		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
62	DESGASTE							X			11	12	88
	REMENDOS										0		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
63	DESGASTE							X			11	12	88
	REMENDOS										0		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
64	DESGASTE							X			11	21	79
	REMENDOS				X						5		
	TRINCAS POR FADIGA				X						5		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
65	DESGASTE				X						5	17	83
	REMENDOS	X									1		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS		X		X						10		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
66	DESGASTE				X						5	11	89
	REMENDOS				X						5		
	TRINCAS POR FADIGA										0		
	PANELAS	X									1		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
67	DESGASTE							X			11	22	78
	REMENDOS										0		
	TRINCAS POR FADIGA		X		X						10		

SEGMENTO	DEFEITO	EXTENSÃO/SEVERIDADE									PTS. DEDUTÍVEIS	Σ PTS.	ICP
		B/B	B/M	B/A	M/B	M/M	M/A	A/B	A/M	A/A			
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE	X									1		
68	DESGASTE							X			11	21	79
	REMENDOS										0		
	TRINCAS POR FADIGA		X		X						10		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
69	DESGASTE							X			11	16	84
	REMENDOS				X						5		
	TRINCAS POR FADIGA										0		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		
70	DESGASTE							X			11	13	87
	REMENDOS	X									1		
	TRINCAS POR FADIGA	X									1		
	PANELAS										0		
	DEFORMAÇÃO PERMANENTE										0		

SEGUNDA AVALIAÇÃO EM CAMPO (27/09/2019): INÍCIO - 14H44 FIM - 17H00