



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CAMILA PEREIRA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE  
PAVIMENTOS APLICADO AO CAMPUS I DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

JOÃO PESSOA  
2018

CAMILA PEREIRA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE  
PAVIMENTOS APLICADO AO CAMPUS I DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal da  
Paraíba, como pré-requisito obrigatório à  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo

João Pessoa  
2018

S586d Silva, Camila Pereira

Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos aplicado ao *campus* I da Universidade Federal da Paraíba. / Camila Pereira Silva. – João Pessoa, 2018.

85f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Sistema de Gerência de Pavimentos 2. Pavimento 3. Banco de dados  
4. Levantamento de defeitos 5. Avaliação do pavimento I. Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed. 624(043.2)

CAMILA PEREIRA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS  
APLICADO AO CAMPUS I DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 15/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Prof<sup>o</sup> Dr. Ricardo Almeida de Melo  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof<sup>a</sup>. Dr. Isabelle Yruska de Lucena Gomes  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof<sup>o</sup> Dr. Pablo Brillhante de Sousa  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovado



Prof<sup>a</sup>. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga  
Matrícula Siape: 1668619  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

JOÃO PESSOA

2018

*Antes de mais nada agradeço a Deus por tudo que  
Ele me proporciona e por mais esta realização.*

*Dedico este trabalho aos meus pais e à minha  
irmã, por todo o amor, carinho, dedicação,  
incentivo, paciência e compreensão que tiveram  
para comigo ao longo de minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida e por me proporcionar a oportunidade de concluir este curso. Apesar de todos os desafios e percalços, Ele me deu a força necessária para seguir em frente, assim como colocou ao meu lado aqueles que seriam tão necessários ao longo desta árdua caminhada.

Equitativamente, gostaria de exaltar a contribuição dos meus pais, Severino e Laura, e de minha irmã, Carla Fabíola, pelo apoio, segurança e incentivos que me transmitem, sem nunca cessarem ou medirem esforços para me proporcionarem a melhor formação acadêmica e empenho incomensurável para a realização de meus sonhos.

Ao professor Ricardo Almeida de Melo, agradeço-lhe pela orientação neste trabalho, bem como pelo apoio, compreensão e incentivo a fim de sempre obter o meu melhor desempenho, tornando-se uma pessoa fundamental em minha formação acadêmica e profissional.

À minha família, por sempre me incentivar e acreditar tanto na minha capacidade.

Aos meus amigos da graduação, por sempre compartilharem os fardos ao longo desta jornada e por tornarem mais leves os momentos difíceis. Aos meus amigos na fé, por serem face de Cristo na minha vida e, com isso, mostrarem que Deus está presente em todos os momentos. Aos meus amigos do intercâmbio na University of Illinois at Urbana-Champaign, por me propiciarem o melhor ano da minha vida – um ano de muito aprendizado, realizações e crescimento.

Aos meus colegas de trabalho na RailTEC-UIUC, pelo suporte, conhecimento transmitido e apoio que me forneceram no período que trabalhei com eles. E também aos meus colegas de trabalho na Equilíbrio Construtora, por toda a compreensão, ensinamentos e confiança na minha competência e no meu trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, por me oportunizar e financiar a experiência ímpar de estudar e desenvolver meus conhecimentos em outro país, estando em contato com novas tecnologias, conteúdos e métodos de estudos.

Aos meus professores, por se dedicarem a uma profissão tão nobre, possibilitando a mais adequada formação no ramo. Agradeço especialmente aos professores Christopher Barkan

e J. Riley Edwards por confiarem no meu potencial e me proporcionarem tantos ensinamentos na minha área de paixão: transporte ferroviário. Agradeço também aos professores que compõem a banca examinadora, Isabelle e Pablo, por terem aceitado o convite de avaliar o presente trabalho – sinto-me honrada em poder contar com a opinião acadêmica de dois profissionais tão competentes.

Obrigado a todos que, de maneira direta ou indireta, promoveram meu crescimento, aprendizado e amadurecimento, tornando-me, assim, a pessoa que sou hoje.

## RESUMO

A utilização de Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGPs) permite aos gestores de malhas viárias uma avaliação mais funcional e objetiva na tomada de decisões para manutenção e reabilitação da rede viária, bem como na otimização do uso de recursos financeiros. Por isso, é importante a coleta de dados e de índices conforme as condições específicas e os defeitos de cada local, de cada via urbana. Nesse sentido, o presente trabalho propõe a aplicação de um modelo de SGP baseado em um banco de dados e em mapas temáticos, apresentando as principais características e condições da rede viária do *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba. Com o levantamento dos defeitos em campo, buscou-se determinar a condição real das vias pavimentadas da área estudada. Desse modo, pôde-se expor a autêntica situação dos pavimentos, sendo proposto a implantação de um SGP, a partir do detalhamento dos elementos, conceitos e informações essenciais a sua satisfatória implementação e aplicação, como ferramenta útil no auxílio da manutenção, correção e reabilitação dos pavimentos por meio da realização dos serviços necessários com a maior eficácia e efetividade.

**Palavras-chave:** Sistemas de gerência de pavimento. Pavimento. Banco de dados. Levantamento de defeitos. Avaliação do pavimento.



## **ABSTRACT**

The use of Pavement Management Systems (PMSs) allows more adequate and up-to-date levels of physical and operational activity. Therefore, it is important to collect data and indexes according to the specific needs and defects of each location, each urban road. In this sense, the present work is an application of a PMS model based on a database and thematic maps, introducing the main characteristics and conditions of the road network of Campus I of the Federal University of Paraíba. With the survey of the defects in the field, a real condition of the paved roads of the studied area is sought. In this way, it could be exposed the real situation of the pavement, with also the proposal of an implementation of a PMS, based on the the details of the elements, concepts and information essential to the satisfactory implementation and enforcement, as a useful tool in aid of maintenance, correction and rehabilitation of pavements through the achievement of the required services with greater efficiency and effectiveness

**Keywords:** Pavement Management Systems. Pavement. Database. Defect Survey. Pavement evaluation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Estrutura de um Sistema de Gerência de Pavimentos.....	20
Figura 01. Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos.....	22
Figura 03. Macro fluxo de SGP.....	22
Figura 04. Fluxograma dos componentes de um sistema de gerência de pavimentos em nível de rede e projeto.....	24
Figura 05. Atividades do SGP que interagem com o banco de dados.....	25
Figura 06. Variação da serventia com o tráfego ou com o tempo decorrido de utilização da via.....	28
Figura 07. Exemplo de gráfico e desempenho do pavimento, M&R e custos.....	29
Figura 08. Período recomendável para a manutenção dos pavimentos.....	30
Figura 09. Deformações no pavimento.....	30
Figura 10. Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada baseada no valor do ICP.....	45
Figura 11. Diferença de resultados ao se realizar uma manutenção ou uma reabilitação.....	49
Figura 12. Exemplo de mapa temático.....	51
Figura 13. Planta baixa do <i>campus</i> I da UFPB.....	52
Figura 14. Seção transversal do pavimento.....	53
Figura 15. Área de estudo.....	54
Figura 16. Ficha para avaliação da serventia.....	55
Figura 17. Ficha de avaliação para levantamento de defeitos.....	56
Figura 18. Ficha de avaliação para levantamento de drenagem superficial e calçada.....	57
Figura 19. Nomeação e localização dos trechos.....	58
Figura 20. Mapa de localização do desgaste.....	61
Figura 21. Desgaste do pavimento da via Pau Brasil.....	62
Figura 22. Desgaste do pavimento da via Pau Brasil.....	62
Figura 23. Remendo na Via Angelina Rosa.....	62
Figura 24. Remendo na Via Ipê Branco.....	63
Figura 25. Mapa de localização de remendos.....	63
Figura 26. Panela na Via Ipê Amarelo no ano de 2018.....	64
Figura 27. Panela na Via Ipê Amarelo no ano de 2015.....	64
Figura 28. Mapa de localização de painelas.....	64
Figura 29. Mapa de localização de trincas transversais.....	65

Figura 30. Mapa de localização de trincas longitudinais.....	65
Figura 31. Deformação permanente encontrada na Alameda da Oiticita.....	66
Figura 32. Mapa de localização de trincas em bloco.....	66
Figura 33. Mapa de localização de focos de corrugação.....	67
Figura 34. Mapa da condição da superfície do pavimento urbano (ICPU <sub>JP</sub> ) .....	67
Figura 35. Mapa da condição da superfície do pavimento urbano (ICPU <sub>JP</sub> ) .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Boletim estatístico da CNT referente à malha rodoviária brasileira.....	14
Tabela 02. Boletim estatístico da CNT referente à movimentação anual de cargas.....	14
Tabela 03. Boletim estatístico da CNT referente à movimentação anual de passageiros.....	15
Tabela 04. Dados relevantes para composição de um banco de dados.....	26
Tabela 05. Níveis de serventia.....	29
Tabela 06. Defeitos considerados no ICP e forma de medição.....	44
Tabela 07. Índice de condição do pavimento.....	44
Tabela 08. Quadro de resumo de defeitos: codificação e classificação.....	45
Tabela 09. Fator de ponderação.....	46
Tabela 10. Índice de Gravidade Global.....	47
Tabela 11. Os pesos dos tipos de defeitos, severidade e extensão.....	47
Tabela 12. Resultados da avaliação subjetiva de serventia.....	59
Tabela 13. Resultados da avaliação subjetiva de drenagem.....	59
Tabela 14. Resultados da avaliação subjetiva da calçada.....	60
Tabela 15. Comparação entre valores encontrados de Índice de Serventia e de ICPU <sub>JP</sub> .....	69

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIACOES E ACRNIMOS

AASHO	American Association of State Highway Officials Road Test
AASHOT	American Association of State Highway Officials
ATR	Afundamento da Trilha de Roda
CBR	California Bearing Ratio
CNT	Confederação Nacional de Transporte
CPGP	Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DER/SP	Departamento de Estrada de Rodagem de São Paulo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
FHWA	Federal Highway Administration
FWD	Fallin Weight Deflectometer
HDM	Highway Development and Management
ICP	ndice de Condição do Pavimento
ICPU	ndice de Condição do Pavimento Urbano
IGG	ndice de Gravidade Global
M&R	Manutenção e/ou Restauração
SHRP	Strategic Highway Research Program
TR	Taxa de Trincamento
TRB	Transportation Research Board
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
USACE	United States Army Corps of Engineers
VSA	Valor de Serventia Atual

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Justificativa.....	14
1.2 Objetivo.....	16
1.3 Estrutura do Trabalho.....	16
<b>2 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 Histórico.....	18
2.2 Conceitos.....	19
2.3 Banco De Dados Para A Gerência De Pavimentos.....	24
2.4 Avaliação De Desempenho Dos Pavimentos.....	27
2.4.1 Avaliação Funcional.....	28
2.4.1.1 Valor Da Serventia Atual - VSA.....	28
2.4.2 Avaliação Da Capacidade Estrutural.....	30
2.4.3 Avaliação Objetiva Da Superfície.....	31
2.4.3.1 Levantamento De Defeitos.....	32
2.4.3.2 Métodos De Levantamento De Defeitos.....	33
2.4.3.2.1 Manual De Identificação De Defeitos SHRP.....	33
2.4.3.3 Índices Combinados De Defeitos.....	43
2.4.3.3.1 Índice De Condição Do Pavimento (ICP) .....	43
2.4.3.3.2 Índice De Gravidade Global (IGG) .....	45
2.4.3.3.3 Índice De Condição De Pavimento Urbano.....	47
2.4.3.3.3 Índice De Condição De Pavimento Urbano – João Pessoa.....	48
2.5 Métodos De Priorização De Intervenções De Manutenção E Reabilitação.....	49
2.6 Uso De Mapas Temáticos Para SGP.....	50
<b>3 ESTUDO DE CASO E METODOLOGIA.....</b>	<b>52</b>
3.1 Coleta De Dados .....	52
3.1.1 Histórico De Construção E Manutenção.....	52
3.2 Definição Da Amostragem.....	53
3.3 Avaliação Da Infraestrutura Viária.....	54
3.3.1 Análise De Serventia Do Pavimento.....	55
3.3.2 Levantamento De Defeitos.....	55
3.3.3 Avaliação Da Condição De Drenagem Superficial.....	56
3.3.4 Avaliação Da Condição Das Calçadas.....	57
3.4 Determinação Do ICPU <sub>JP</sub> .....	57
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISES.....</b>	<b>58</b>
4.1 Nomeação Dos Trechos.....	58
4.2 Mapas De Defeitos.....	58
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO – ÁVORES DE DECISÃO.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativa

Por ser um país de vasta expansão territorial, a necessidade de transporte de pessoas e cargas entre as regiões se fez presente e exigiu o crescimento da malha rodoviária brasileira. A partir dos anos 1950, os investimentos estatais na construção de rodovias foram intensificados devido à entrada de empresas automobilísticas no sistema industrial do país e para possibilitar o crescimento de regiões até então menos desenvolvidas, como o Centro-Oeste e o Nordeste brasileiros.

Ao longo dos anos, o sistema se expandiu ao ponto de ser o modal mais expressivo de transporte de cargas no país (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT) e se tornou a quarta maior rede viária do mundo (CIA World FactBook, Brasil). Tal sistema é composto por um total de 1.735.411 quilômetros de estradas, dentre vias federais, estaduais e municipais, sendo que só 213.591 quilômetros dele se encontram pavimentados, representando apenas 12,3% do total. Apesar de a maior parte do sistema viário não ser totalmente pavimentado, ele é responsável pelo transporte de 61,1% do volume de cargas e de 48,1% de passageiros dentro do país. Tais dados foram obtidos pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) e são apresentados em maiores detalhes na Tabela 01, na Tabela 02 e na Tabela 03.

<b>Malha Rodoviária - extensão em Km</b>			
	<b>Pavimentada</b>	<b>Não Pavimentada</b>	<b>Total</b>
Federal	65.530	10.729	76.259
Rodovias Estaduais Transitórias, Estaduais e Municipais	148.061	1.353.782	1.501.843
Rede Planejada	-	-	157.309
<b>Total</b>	<b>213.591</b>	<b>1.364.511</b>	<b>1.735.411</b>

Tabela 01. Boletim estatístico da CNT referente à malha rodoviária brasileira (CNT, 2018)

<b>Matriz do Transporte de Cargas</b>		
<b>Modal</b>	<b>Milhões (TKU)</b>	<b>Participação (%)</b>
Rodoviário	485.625	61,1
Ferrovário	164.809	20,7
Aquaviário	108.000	13,6
Dutoviário	33.300	4,2
Aéreo	3.169	0,4
<b>Total</b>	<b>794.903</b>	<b>100,0</b>

Tabela 02. Boletim estatístico da CNT referente à movimentação anual de cargas (CNT, 2018)

Modal	Passageiros Transportados				
	Rodoviário <sup>(2016)</sup>		Ferroviário <sup>(2016)</sup>	Aquaviário* <sup>(2015/2016)</sup>	Aeroviário** <sup>(2016)</sup>
	Interestadual/Internacional		Longa Distância		
Total	92.529.213		2.893.458	552.091	96.162.660

\*Número de passageiros que viajaram em cruzeiros marítimos pelo país Temporada 2015/2016      \*\*embarque e desembarque

Tabela 03. Boletim estatístico da CNT referente á movimentação anual de passageiros (CNT, 2015-2016)

A despeito da importância econômica que tal sistema tem no país, o transporte viário não se dá de maneira eficaz devido à precariedade da manutenção das vias. Elas sofreram uma queda em sua serventia devido ao fato de os investimentos, antes destinados à construção de novas vias, não terem sido revertidos na manutenção da malha viária nacional, isso sem considerar o corte das verbas para ampliação desse tipo de infraestrutura. As crises econômicas e políticas do país também influenciaram na queda dos investimentos em infraestrutura viária – no ano de 2016, apenas 0,14% do PIB foi investido em infraestrutura de modais de transportes.

Em relatório apresentado pela CNT (2016), é explicitado que 58,2% das rodovias possuem problemas em relação às condições do pavimento, da sinalização e/ou da geometria da via. O mais alarmante é que o número de pontos críticos (trechos com buracos grandes, quedas de barreiras, pontes caídas e erosões) teve um crescimento de 26,6% entre os anos de 2015 e 2016, reforçando a perspectiva da falta de manutenção das vias.

A precariedade na qualidade das vias pode ocasionar acidentes, limitar a velocidade da via, prejudicar o fluxo de tráfego e, conseqüentemente, aumentar os custos operacionais do transporte em até 24,9% (CNT), resultando não só na perda de competitividade dos produtos brasileiros, como também inviabilizando as exportações.

Uma vez explicitada a importância de tal sistema para o desenvolvimento econômico e social do país, encoraja-se a implantação de sistemas gerenciadores da manutenção da rede viária brasileira, com o fulcro de otimizar a aplicação dos recursos destinados pelo governo para esse fim, principalmente, considerando-se a escassez destes. Isto se justifica, essencialmente, pelo fato de que, quando não tomadas as devidas providências referentes à manutenção preventiva das vias, há um aumento entre 10 e 15% do custo total para realizar a manutenção corretiva (Souza, M. 2015)

É importante destacar que tais medidas devem ser tomadas tanto em larga escala, como por exemplo em rodovias federais e estaduais, quanto em âmbitos mais restritos, como em municípios e órgãos públicos de grande área. Um melhor planejamento da manutenção preventiva do sistema viário maximiza o poder de reação aos problemas, especialmente, se for



considerada a diminuição de recursos aplicados para esse fim que vem ocorrendo nos últimos anos.

De acordo com Fernandes Jr. et al (2006 apud SOUZA, 2015), o Sistema de Gerenciamento de Pavimentos (SGP) tem a função de dispor atividades de fiscalização, planejamento, conservação, manutenção e reabilitação das vias. Se corretamente aplicado, o SGP pode localizar e prever as falhas e defeitos, permitindo ao gerenciador tomar a melhor decisão de onde realizar os serviços necessários com os recursos que se tem à disposição, prolongando a vida útil dos pavimentos e, com isso, gerando conforto de rodagem e segurança aos usuários do sistema viário.

## **1.2 Objetivo**

O principal objetivo deste trabalho é propor uma estruturação técnica de um Sistema de Gerência de Pavimentos dentro do *campus I* da Universidade Federal da Paraíba, situado na cidade de João Pessoa. Serão descritos e destrinchados fatores importantes para sua implantação.

Como objetivos específicos, têm-se os seguintes:

- Desenvolvimento de um banco de dados de características técnicas da infraestrutura viária, contendo informações sobre os estados de serventia das vias, possíveis manutenções já efetuadas, dentre outros dados considerados relevantes ao longo do estudo;
- Diagnóstico das vias estudadas e avaliação dos principais mecanismos de deterioração de pavimento das mesmas;
- Confeccionar mapas temáticos para facilitar a visualização dos dados obtidos os resultados obtidos.

## **1.3 Estrutura Do Trabalho**

O trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos. No primeiro, há a introdução ao tema, mostrando a justificativa para a elaboração deste trabalho e explicitando seu objetivo final.

No segundo capítulo, apresentar-se-á uma revisão bibliográfica sobre o tema Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP); momento em que serão apresentados conceitos, dados e atividades necessários ao pleno desenvolvimento de um SGP, além de se descrever e se definir

as etapas intrínsecas à implantação desse tipo de sistema. Para tal, será descrita a metodologia de avaliação dos pavimentos, suas atividades de manutenção e reabilitação (M&R) e de todos os itens que elas abrangem, bem como se apresentará a definição da estratégia de tomada de decisão.

Demonstrados todos esses conceitos, no terceiro capítulo será apresentado o estudo de caso referente ao SGP definido ao longo do trabalho. Serão utilizadas as vias principais do *campus I* da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

Em continuidade ao tema, no Capítulo 4, serão apresentados os dados obtidos em campo, apresentando-os em tabelas e em mapas temáticos.

Por fim, no Capítulo 5, se encontrarão as considerações finais baseadas nos resultados obtidos e discutidos ao longo do trabalho.

## 2 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

### 2.1 Histórico

Segundo Carey e Irick (1960), a preocupação em manter e gerenciar vias se iniciou nas décadas de 1950 e 1960, quando foi realizado, nos Estados Unidos, a *AASHO (American Association of State Highway Officials) Road Test*, na qual foi observado, a partir de pistas experimentais, o desempenho de vários tipos de estruturas de pavimentos. Entretanto, o desenvolvimento dos conceitos e a implantação de um SGP só ocorreu na metade da década de 1970, com a utilização de um banco de dados digital.

Já no ano de 1985, a *American Association of State Highway Officials (AASHTO)* publicou seu primeiro guia sobre gerência de pavimentos, motivando a *Federal Highway Administration (FHWA)* a estabelecer a todos os estados norte-americanos a implementação de um SGP em suas malhas rodoviárias federais caso almejassem a obtenção de recursos do governo para a área; isso impulsionou a implementação de SGPs pelos estados, de modo que, em 1994, segundo NHI (1998), 58 das 60 agências viárias estadunidenses já tinham implantado esses modelos de sistema. Em 1990, a AASHTO publicou um segundo guia de SGP, substituído em 2001 pelo *Pavement Management Guide*.

Devido ao programa *Highway Development and Management (HDM)* do *World Bank*, que requeria a aplicação da metodologia do SGP para a obtenção de investimentos de infraestrutura rodoviária, os conceitos e necessidades de implantação de Sistemas de Gerência de Pavimentos foram se difundindo pelo mundo (ALBUQUERQUE, 2007). Atualmente, a versão do software é o HDM-4, com novas ferramentas capazes de auxiliar a análise regionalizada das estruturas viárias, além de permitir a calibração dos modelos utilizados. Contudo, apesar da existência dessa ferramenta, países desenvolvidos optaram por implantar SGPs específicos, de maneira a considerar pesquisas de base técnica realizadas nas suas próprias malhas rodoviárias.

No Brasil, apesar de sua participação nas pesquisas para desenvolvimento das primeiras versões do HDM nos anos 1970, a implantação de um SGP pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER (atualmente incorporado ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT) só se deu a partir de 1982, quando a direção do órgão, por iniciativa do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), criou a Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos (CPGP) (VISCONTI, 2000). Inicialmente, a CPGP utilizou o chamado Índice de Suficiência para priorizar projetos de restauração de pavimentos, o qual não

levava em conta fatores de ordem econômica, mas ponderava informações que refletiam as condições de conservação e de utilização da rodovia, sendo aceito na época pelo Banco Mundial (VISCONTI, 2000).

Ainda segundo Visconti (2000), a partir de 1985, o DNER começou a adotar a metodologia e os procedimentos para utilização dos resultados dos levantamentos de campo do modelo HDM-III, objetivando selecionar economicamente as alternativas de manutenção para todos os trechos da rede federal pavimentada. Contudo, a metodologia do HDM-III foi apenas completamente implantada em 1990, após o Banco Mundial avaliar como incompleta a metodologia de levantamento de defeito em superfície (levantamento visual contínuo) realizada pelo DNER. Em razão disso, o Banco Mundial determinou, em complementação à avaliação econômica feita com o HDM-III, a necessidade de utilização de outro modelo (seja de dados ou de análises técnicas, por exemplo) para avaliar as estratégias de manutenção rodoviária como condição de restrição orçamentária. A partir dos anos 2000, o Brasil passou a utilizar a nova versão do modelo de análise técnica e econômica de rodovias do Banco Mundial, o HDM-4.

Na atualidade, muitos dos estados brasileiros utilizam o HDM-4. Entretanto, Sistemas de Gerência de Pavimentos específicos, na fase de estruturação de banco de dados, estão sendo implantados.

Por outro lado, apesar dessa evolução na gestão, manutenção e revitalização da malha viária do país, órgãos municipais brasileiros responsáveis pela manutenção viária trabalham com orçamentos inferiores às necessidades, o que prejudica a implantação de um SGP, diminui a eficiência da tomada de decisão, prejudica a realimentação de dados e o desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho (HANSEN, 2008). Além disso, também há a dificuldade de obtenção de informações para o banco de dados, em relação ao ano de construção, espessura e materiais constituintes, geometria da via e histórico de manutenções, conforme é apontado por Hansen (2008). Fica-se, assim, dependente da lembrança de funcionários mais antigos dos órgãos.

## **2.2 Conceitos**

De acordo com Haas, Hudson e Zaniewski (1994), a gerência de pavimentos é um processo que abrange todas as atividades envolvidas com o propósito de fornecer e manter pavimentos em um nível adequado de serviço. Envolve desde a obtenção inicial de informações para o planejamento e elaboração de orçamento até a monitorização periódica do pavimento

em serviço, passando pelo projeto e construção do pavimento e sua manutenção e reabilitação ao longo do tempo.

O Guia da AASHTO, na sua versão de 2001, descreve o SGP como "um conjunto de ferramentas ou métodos que auxiliam os tomadores de decisão a encontrar uma estratégia ótima para fornecer, avaliar e manter pavimentos em condições de serviço adequadas ao longo do tempo" (AASHTO, 2001).

Desta forma, pode-se estabelecer que um SGP tem como objetivo maximizar o uso dos recursos disponíveis através da criação de uma ferramenta de auxílio de tomada de decisão para a aplicação de múltiplas estratégias de intervenção nos pavimentos, apoiada em um mapeamento completo com informações confiáveis das necessidades do pavimento.

Um Sistema de Gerência de Pavimentos tem como componentes em interação mútua: o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos. E, como principais fatores externos ao seu desenvolvimento, podem ser citados os recursos orçamentários, os dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas (DNIT, 2011).

A Figura 01 a seguir apresenta como se estrutura um Sistema de Gerência de Pavimentos.

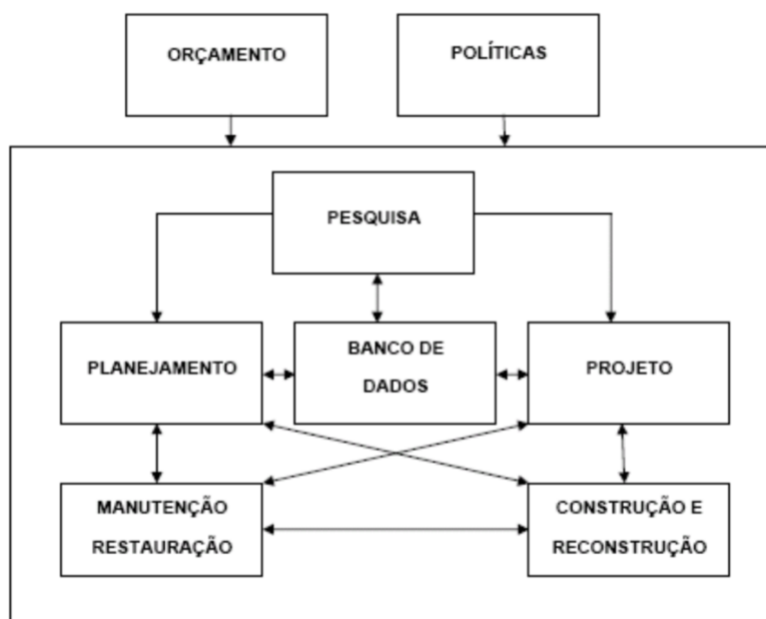


Figura 01. Estrutura de um Sistema de Gerência de Pavimentos (DNIT, 2011).

Já dentre as características essenciais de um Sistema de Gerência de Pavimentos, Hudson et al (1979) destaca a:

- Capacidade de ser facilmente atualizado e/ou modificado assim que novas informações ou melhores modelos estejam disponíveis;

- Capacidade de considerar estratégias alternativas;
- Capacidade de identificar a alternativa ou estratégia ótima;
- Capacidade de tomar decisões baseadas em procedimentos racionais com tributos, critérios e restrições quantificáveis;
- Capacidade de auto aprendizado, baseada nas informações sobre as consequências das decisões.

Algumas das questões a serem resolvidas em um SGP, auxiliando assim o gestor na tomada de decisões são (FERNANDES JR et al, 1999):

- O que precisa ser feito em uma determinada rede de pavimentos? (seleção da estratégia ótima);
- Como devem ser executados os serviços? (definição das atividades de M&R para cada seção);
- Quando serão necessárias intervenções para evitar a ruptura e prolongar a vida útil em serviço do pavimento?
- Onde se localizam os projetos prioritários? (pensar nas características de tráfego).

No desenvolvimento de um SGP, a primeira etapa consiste na definição das seções de análise, geralmente, em função do volume de tráfego, do tipo de pavimento, do tipo de espessura de cada camada, do tipo de subleito e do estado de conservação do pavimento. Na etapa seguinte, procede-se a um levantamento da condição atual do pavimento, registrando-se as extensões e os níveis de seriedade de cada forma de deterioração encontrada nas seções em análise. Com base no inventário e na condição do pavimento, pode-se analisar, em nível de rede, diferentes estratégias de manutenção e reabilitação (por exemplo, “não fazer nada”, “manutenção corretiva”, “manutenção preventiva”, “recapeamento” ou “reconstrução”). Na sequência, passa-se à análise em nível de projeto, que consiste na definição das atividades de manutenção e, quando for o caso, no dimensionamento dos reforços e da reconstrução. Por fim, realizam-se as análises econômicas e de priorização (FERNANDES, 2017). Tais etapas se apresentam na Figura 02 e na Figura 03 - fluxogramas que ilustram o funcionamento de um SGP.

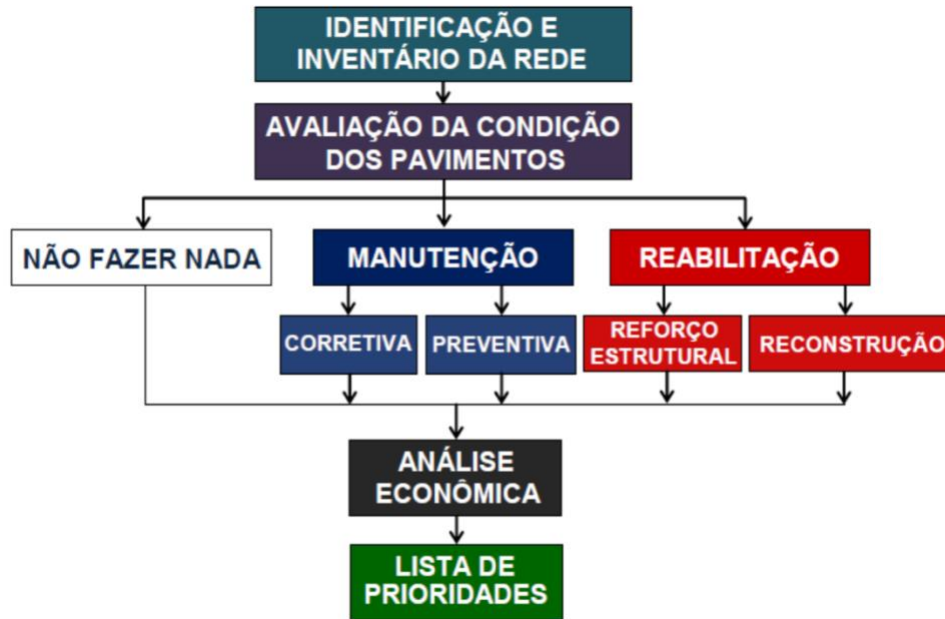


Figura 02. Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com as outras etapas de um sistema de gerência de pavimentos (FERNANDES JR et al. 1999).

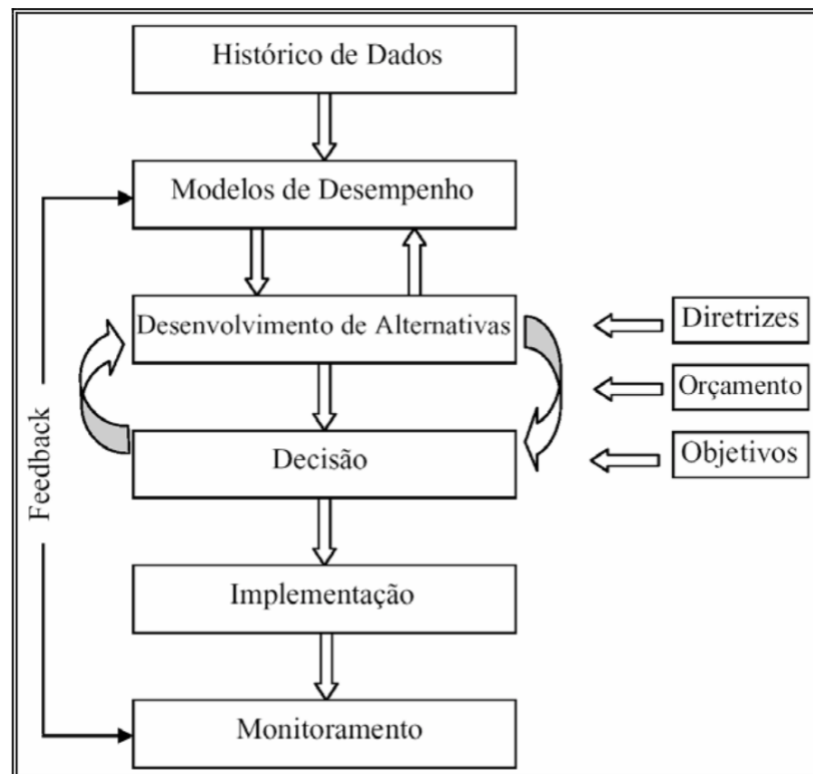


Figura 03. Macro fluxo de SGP (ALBUQUERQUE, 2007).

Normalmente, o processo de tomada de decisão de um SGP é dividido em dois níveis, sendo eles: nível de rede e nível de projeto.

No nível de rede, são determinados os trechos prioritários da malha rodoviária que devem ser objeto de investimentos e manutenção. Preocupa-se com a escolha da melhor estratégia (“o que fazer”), em indicar a atividade mais apropriada (“como fazer”), em selecionar as seções prioritárias (“onde fazer”), em definir a melhor época para execução dos serviços de Manutenção e/ou Restauração (M&R) (“quando fazer”) e a que custo aproximado (DNIT, 2011). Ou seja, são determinadas as estratégias de intervenção, identificando-se as necessidades da malha e se programando as atividades de intervenção (AASHTO, 2001).

Já em nível de projeto, observa-se mais detalhadamente um determinado trecho pavimentado em que os dados são coletados de forma mais específica, possibilitando, assim, o tratamento particularizado das intervenções. Além da realização de levantamentos e ensaios específicos, em um estudo de SGP em nível de projeto, são determinadas as quantidades de serviços e os custos das diferentes alternativas de intervenção.

O guia de SGP da AASHTO (2001) determina que um SGP em nível de rede inclua: o estabelecimento de programas de conservação de pavimentos, a identificação de prioridades, a estimativa das necessidades de investimentos e a alocação de capitais para manutenção, restauração e reconstrução das vias. Por outro lado, o SGP em nível de projeto seleciona atividades específicas de manutenção, restauração e reconstrução em segmentos específicos de pavimentos.

Apesar de corresponderem a fases distintas do SGP, esses níveis se relacionam diretamente, de modo que o nível de projeto complementa o de rede. Isto ocorre porque, em nível de projeto, há um direcionamento para estudos específicos nos trechos que são identificados e priorizados quando realizado o estudo em nível de rede. Nas situações de malha viária de menor extensão, por exemplo, é sabido ocorrer a fusão entre os dois níveis de tomada de decisão devido à combinação de mais fatores no modelo de priorização.

Na Figura 04, apresenta-se um fluxograma em que se destaca os componentes presentes em um SGP, conforme cada um dos níveis previamente caracterizados.



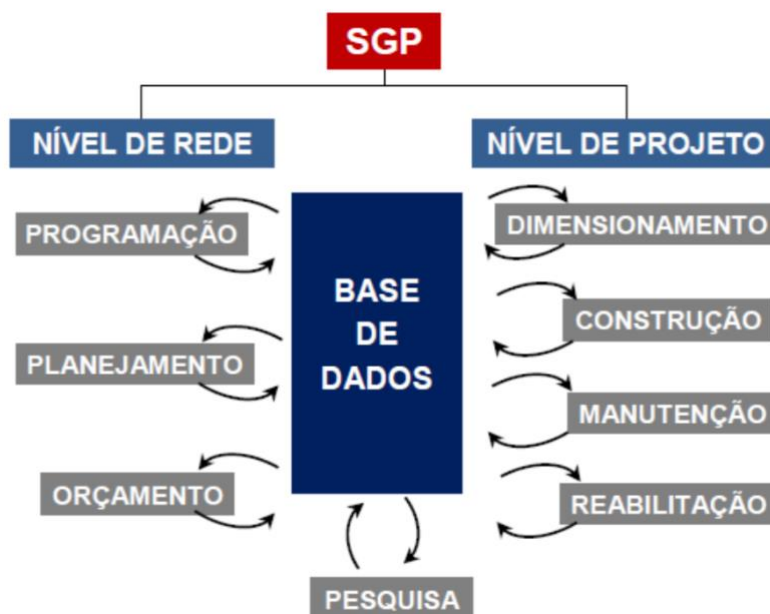


Figura 04. Fluxograma dos componentes de um sistema de gerência de pavimentos em nível de rede e projeto. (HAAS et al. 1994)

É necessário enfatizar que, nas decisões em nível de projeto, elas devem ser realizadas de acordo com um modelo de priorização. Ou seja, o que estiver em piores condições deverá ser considerado o trecho mais emergencial e que terá preferência na manutenção e/ou reabilitação do pavimento.

### 2.3 Banco De Dados Para A Gerência De Pavimentos

Como apresentado anteriormente, uma base importante para estabelecer um Sistema de Gerência de Pavimentos é a criação de um banco de dados confiável, bem estruturado e abrangente, já que este mesmo banco de dados interage com as demais partes integrantes do SGP formulado em execução. Dessa forma, é possível gerar segmentos homogêneos de malhas viárias baseados nesses fatores.

As atividades de coleta de dados são de grande importância em um SGP por serem fontes de embasamento das análises e das decisões de destinação de recursos que se fazem necessários aos trabalhos de manutenção e/ou reabilitação das malhas viárias, essas as informações devem ser colhidas com objetividade, atualidade e confiabilidade (DNIT, 2011).

A Figura 05 apresenta a quantidade de informações que compõem e interagem com um banco de dados de um SGP.

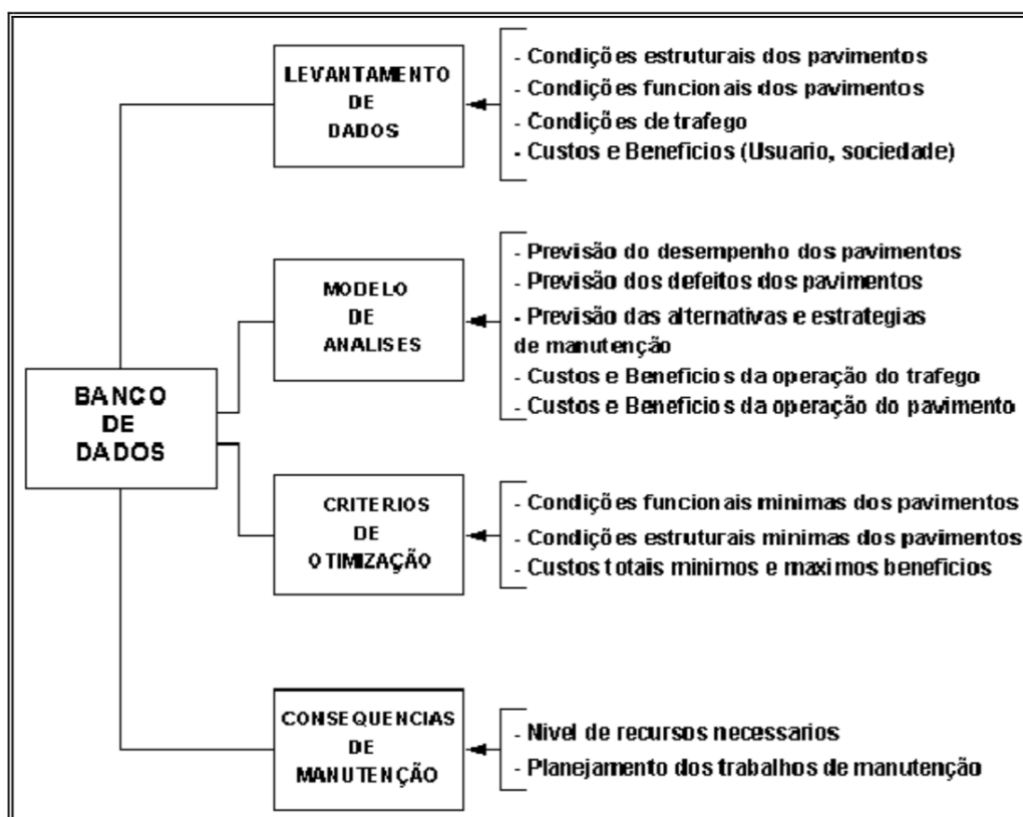


Figura 05. Atividades do SGP que interagem com o banco de dados (ALBUQUERQUE, 2007).

Neste âmbito, o banco de dados atua como um “histórico” do trecho estudado, armazenando as informações em relação às características ambientais da região, o histórico de intervenções e a geometria das rodovias, servindo de base para estudos futuros. Portanto, em relação ao desempenho dos pavimentos, o banco de dados deve ser constantemente atualizado, de forma a caracterizar precisamente as estratégias alternativas, afetando diretamente o resultado do SGP.

Neste sentido, a coleta de dados é uma atividade fundamental de um Sistema de Gerência de Pavimentos, pois representa o conjunto de informações disponíveis sobre a malha viária. A sua importância deriva do fato de que todas as análises e decisões necessárias são baseadas nas informações e dados coletados os quais, por isso, devem ser objetivos, confiáveis e atualizados (AASHTO, 1990). Essa coleta de dados pode ser feita através de levantamentos “contínuos”, na extensão de toda a rede, e “localizados, realizados de forma detalhada em unidades de amostragem distribuídas pela rede estudada.

O uso do banco de dados permite ao gestor estudar a seção em análise como um todo, passando desde a sua construção, as suas possíveis manutenções chegando até o seu estado atual, oferecendo a possibilidade àquele de se basear em possíveis experiências de erros

passados, além de buscar alternativas mais adequadas dentro das possíveis soluções, evitando-se, desse modo, a repetição de erros.

Segundo o DNIT (2011), o banco de dados deve ser centralizado e estar disponível a todos os usuários diretamente ligados à gerência de pavimentos. Este banco de dados deve ser inteiramente informatizado, utilizando softwares de edição de textos, de planilhas eletrônicas e de representações gráficas a fim de homogeneizar o acesso aos dados coletados e às suas atualizações, possibilitando a geração de diagnósticos mais fiéis à realidade na manutenção e revitalização do sistema viário.

Na Tabela 04, são apresentados exemplos de dados que poderão ser coletados, de modo a contemplar e otimizar uma classificação e organização mais eficiente das informações:

<b>1. Dados relacionados ao desempenho</b>	<b>Utilização</b>	<b>4. Dados relacionados à geometria</b>	<b>Utilização</b>
Irregularidade	R	Dimensões de seções	R
Desgaste de superfície	R + M	Curvatura Vertical	R
Deflexão	R + M	Curvatura Longitudinal	R
Atrito	R	Espessura da camada	R
Propriedades das camadas	R	Greide	R
<b>2. Dados relacionados ao histórico</b>	<b>Utilização</b>	<b>5. Dados relacionados aos custos</b>	<b>Utilização</b>
Manutenção	R + M	Construção	R
Construção	R + M	Manutenção	R + M
Tráfego	R + M	Reabilitação	R
Acidentes	R + M	Custos ao usuário	R
<b>3. Dados relacionados à política</b>	<b>Utilização</b>	<b>6. Dados relacionados ao meio ambiente</b>	<b>Utilização</b>
Orçamentos	R + M	Drenagem	R + M
Disponibilidades e alternativas	R + M	Clima	R
R – reabilitação; M – manutenção			

Tabela 04. Dados relevantes para composição de um banco de dados (HAAS et al, 1994 apud ALBUQUERQUE, 2007).

Tais defeitos são aqueles correspondentes à quantificação de defeitos em pavimentos (Índice de Gravidade Global – IGG, Taxa de Trincamento – TR etc) e aos levantamentos realizados por equipamentos que determinam a deflexão em pavimentos (*Falling Weight*

*Deflectometer* – FWD, Viga Benkelman, Deflectógrafo Digital etc), o afundamento de trilha de roda – ATR (barra laser, treliça etc) e a irregularidade de pavimentos (barra laser, medidor de irregularidade tipo resposta etc) (ALBUQUERQUE, 2007). Esses parâmetros permitem um diagnóstico mais preciso da malha atual, assim como possibilitam a previsão das condições futuras de pavimentos construídos.

As informações referentes aos custos das atividades de manutenção e reabilitação possuem papel importante no planejamento e no sistema de gerência. Isto ocorre devido ao fato de que, uma vez conhecido o orçamento disponível, é possível definir as atividades a serem realizadas caso não seja possível efetuar todas as operações necessárias. Estes custos devem ficar armazenados no banco de dados do SGP, contendo os serviços de manutenção, reabilitação e reconstrução, especificados pelo preço unitário correspondente à respectiva unidade de medida da atividade.

## **2.4 Avaliação De Desempenho Dos Pavimentos**

Segundo Haas e Hudson (1978 apud FERNANDES, 2017), a etapa de avaliação dos pavimentos é fundamental, se não a principal etapa de um Sistema de Gerência de Pavimentos. É a partir dela que se pode aferir o grau de deterioração da área pavimentada, quais atividades de manutenção e reabilitação são convenientes, além de permitir a verificação da qualidade de construção do pavimento e se ele atende devidamente às especificações para o qual fora projetado.

Estes levantamentos, ou avaliações, servem para retroalimentar o banco de dados (*Feedback*); eles têm a abrangência dos parâmetros necessários e estabelecidos para a análise de alternativas em nível de rede ou de projeto, constituindo o “Banco de Dados” do SGP.

São dois os tipos de avaliações a serem feitas: *a.* avaliação funcional; *b.* avaliação, estrutural. A partir dos dados colhidos nessas avaliações, podem-se obter os diagnósticos e também se determinar as estratégias de intervenção, assim como estimar a vida útil restante de um pavimento que sofreu solicitações extremas ou para as quais não foi projetado. Desta forma, é possível precisar as necessidades exequíveis de reforço estrutural caso as características atuais do pavimento não comportem o tráfego ao qual está submetido.

A avaliação e o monitoramento das condições do pavimento devem ser feitos de forma periódica e envolvem quatro componentes principais – conforto de rodagem, capacidade de suportar a solicitação das cargas, segurança (aderência pneu-pavimento e resistência à derrapagem) e conforto (visual e de ruídos gerados pelo tráfego).

A seguir, esses tipos de avaliações serão destrinchados, explicitando-se seus métodos, suas aplicações e quais características do pavimento, qualitativa e quantitativa, esses métodos avaliam.

### 2.4.1 Avaliação Funcional

A avaliação funcional dos pavimentos leva em conta aspectos que chamam a atenção do usuário que, mesmo sem conhecimento técnico, é capaz de apontar subjetivamente as principais deficiências que o pavimento apresenta e que resultam em desconforto ao rolamento, maiores custos operacionais (aumento do tempo de viagem e dos custos de manutenção do veículo) e de segurança (CAREY e IRICK).

Segundo o DNIT (2011), a avaliação funcional de um pavimento relaciona-se à apreciação do estado de sua superfície e de como este estado influencia no conforto e na qualidade do rolamento. É a determinação da serventia, ou seja, da capacidade de desempenho funcional momentânea de uma seção de pavimento, à época da observação, de servir ao tráfego de usuários. A partir da serventia, é possível determinar o desempenho do pavimento, interpretando-o como a variação da serventia com o tempo e/ou tráfego, consoante apresentado na Figura 06.

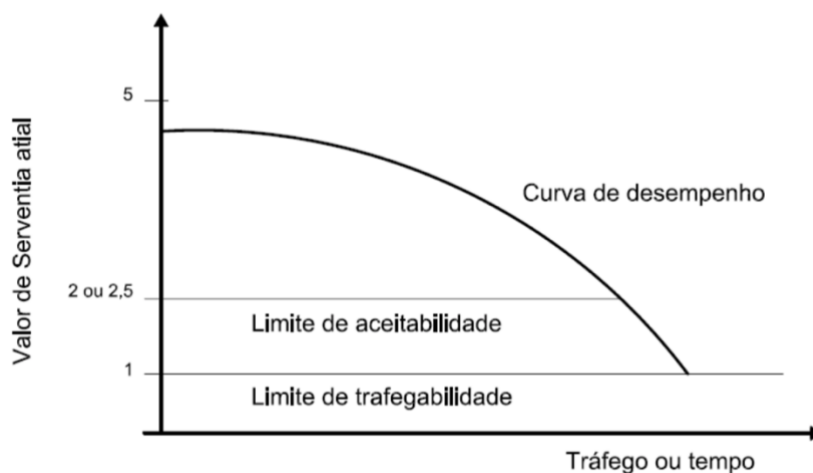


Figura 06. Variação da serventia com o tráfego ou com o tempo decorrido de utilização da via (DNIT, 2011)

A seguir, é apresentado a descrição de avaliações realizadas para se classificar e definir as condições do pavimento estudado.

#### 2.4.1.1 Valor Da Serventia Atual (VSA)

Segundo o DNIT (2011), o valor da serventia atual é uma atribuição numérica compreendida em uma escala de 0 a 5, dada pela média de notas de avaliadores para o conforto ao rolamento de um veículo trafegando em um determinado trecho, em um dado momento da vida do pavimento. Esta escala compreende cinco níveis de serventia, conforme expresso na Tabela 05.

Padrão de conforto ao rolamento	Avaliação (faixa de notas)
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

Tabela 05. Níveis de serventia (DNIT, 2011).

Em geral, o VSA tem seu maior valor para avaliações realizadas após a construção do pavimento e vai diminuindo com o passar de dois fatores principais: o tráfego e as intempéries. A partir dos valores obtidos pelo VSA, pode-se gerar uma curva de desempenho que se assemelhe àquela da Figura 06, de modo a se determinar a necessidade ou não de realização de ação de manutenção e reabilitação no pavimento. São apresentados exemplos de curvas de desempenho nas Figuras 07 e 08, onde percebe-se que quanto mais se espera para tomar medidas de M&R maior será o custo final, sendo recomendável a manutenção quando o Índice de Serventia se encontra entre 3 e 2.

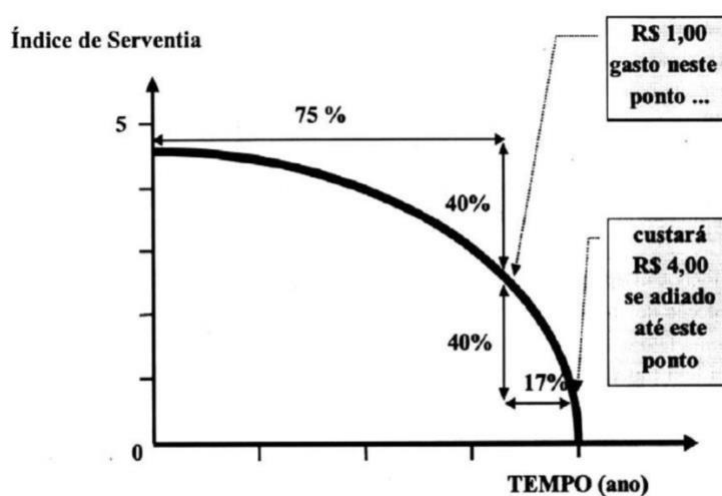


Figura 07. Exemplo de gráfico de desempenho do pavimento, M&R e custos (FERNANDES JÚNIOR et al, 1999)

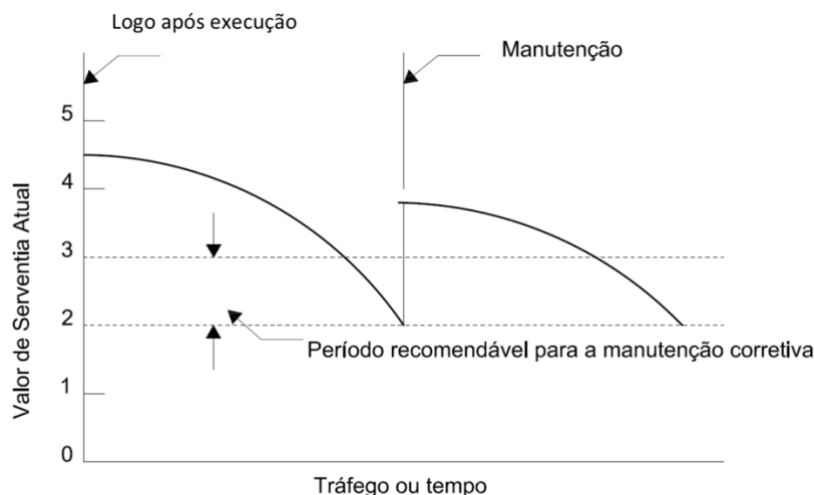


Figura 08. Período recomendável para a manutenção dos pavimentos (DNIT, 2011)

### 2.4.2 Avaliação Da Capacidade Estrutural

É a avaliação do pavimento que analisa a capacidade de ele manter sua integridade, sem apresentar falhas significativas através da realização de ensaios defletoométricos. Esse tipo de avaliação é comumente realizada em pavimentos rodoviários para verificar o estado da estrutura das vias quando estas apresentam uma condição muito ruim na superfície (HANSEN, 2008)

A análise estrutural possibilita a aferição da capacidade das camadas estruturais de um pavimento, possibilitando, assim, a determinação de uma estimativa de sua vida útil em detrimento às condições de tráfego existentes. São realizados ensaios, destrutivos ou não, de maneira a determinar a bacia de deflexão do pavimento. Na Figura 09, é possível observar como essas deflexões podem vir a ocorrer no pavimento.

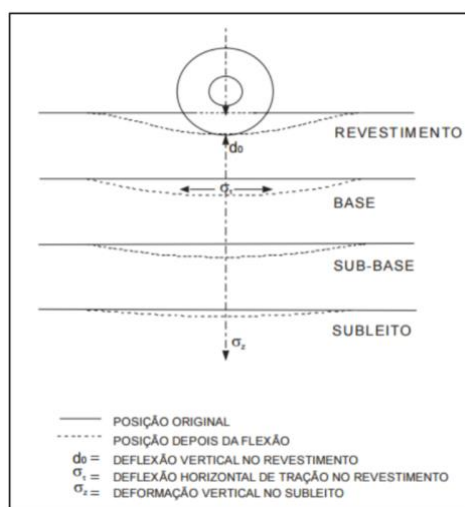


Figura 09. Deformações no pavimento (SOUZA, 2015).

Segundo Fernandes (2017), a condição estrutural pode ser avaliada de duas formas complementares:

- Avaliação Destrutiva: consiste na abertura de furos de sondagem para identificação da composição de materiais e espessuras das camadas do pavimento, bem como na abertura de poços de sondagem para coleta de amostras dos materiais que serão ensaiados em laboratório. Alguns ensaios “in situ” nas camadas de solos e de materiais granulares podem ser realizados, como *California Bearing Ratio* - CBR “in situ” e determinações de umidade e de densidade. Os ensaios de laboratório abrangem desde aqueles convencionais, para a caracterização geotécnica, até ensaios especiais, como os que permitem a medida do módulo de deformação resiliente.
- Avaliação Não Destrutiva: consiste na realização de provas de carga para medida de parâmetros de resposta da estrutura às cargas em movimento, como ensaios de viga Benkelman, deflectômetros vibratórios e deflectômetros de impacto (FWD - Falling Weight Deflectometer). Os deslocamentos verticais de superfície (“deflexões”) são os parâmetros de resposta cuja medida é mais simples e confiável, em comparação com tensões ou deformações, razão pela qual a quase totalidade dos equipamentos utilizados para ensaios não destrutivos são deflectômetros.

### 2.4.3 Avaliação Objetiva Da Superfície

De acordo com o Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo - DER/SP (2006), a avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos consiste no levantamento e na classificação de ocorrências aparentes na superfície do pavimento e na medida das deformações permanentes nas trilhas de roda, visando estabelecer um índice numérico para a condição do pavimento. O levantamento dos defeitos existentes consiste em uma das etapas mais importantes, sendo estes defeitos do tipo trincas isoladas ou interligadas, panela e desgaste, são exemplos destas ocorrências.

Neste tipo de avaliação, quatro parâmetros podem ser determinados (DNIT, 2011):

- $F_A$ : frequência absoluta, que corresponde ao número de vezes em que as ocorrências ou defeitos são verificados;
- $F_R$ : frequência relativa, que é a relação entre a frequência absoluta,  $F_A$ , e o número  $N$  de estações inventariadas, multiplicada por 100;



- IGI: índice de gravidade individual, que é o resultado da multiplicação da frequência relativa,  $F_R$ , pelo fator de ponderação,  $F_P$ , adotado para cada tipo de ocorrência;
- IGG: índice de gravidade global, que é o somatório dos índices de gravidade individuais para cada segmento definido como homogêneo.

### 2.4.3.1 Levantamento De Defeitos

O levantamento de defeitos tem a finalidade de quantificar os defeitos na superfície do pavimento e qualificá-los segundo o grau de deterioração em que se apresentam, sendo necessária a avaliação da condição da superfície do pavimento, com os seguintes objetivos:

- a) identificar os tipos, severidade e extensão dos defeitos aparentes;
- b) determinar índices de condição ou aptidão dos pavimentos;
- c) diagnosticar os problemas apresentados pelo pavimento (mecanismos de degradação);
- d) determinar as necessidades atuais e futuras de manutenção (evitar uma deterioração acelerada no futuro);
- e) auxiliar no dimensionamento do pavimento a ser restaurado;
- f) estabelecer prioridades na programação de investimentos sob restrição orçamentaria;
- g) elaborar curvas de previsão de deterioração;
- h) estimar a vida restante dos pavimentos.

A avaliação da condição de superfície dos pavimentos é realizada visualmente, sendo necessário que o analista possua um amplo conhecimento dos tipos, origens e a gravidade dos defeitos. O acompanhamento da evolução dos defeitos da superfície dos pavimentos é necessário para se evitar a deterioração acelerada dos pavimentos, bem como determinar as medidas de M&R (RODRIGUES, 2007).

Os defeitos avaliados resultam em uma redução no grau de condição da malha viária, de acordo com o tipo de defeito, a frequência, a severidade e a extensão que o pavimento apresenta. Gonçalves (2007 apud HENZ, 2014) lista os seguintes parâmetros para a caracterização:

- Tipo de defeito: identificação dos defeitos, como trincas, desgaste, exsudação de asfalto ou de água, escorregamento de massa, erosão de bordo, bombeamento de agregados finos, remendos e panelas; buscando relacioná-los ao mecanismo causador;

- Severidade: refere-se ao grau com que o defeito observado afeta a estrutura do pavimento ou compromete seu desempenho e o grau de evolução do defeito; ela é geralmente classificada em baixa, média e alta;
- Frequência: é a distribuição da ocorrência do defeito ao longo de um segmento ou trecho avaliado, sendo expressa pela relação percentual entre área ou comprimento do defeito em relação ao trecho total. Também classificada em baixa, média e alta;
- Extensão: ilustra a área ocupada pelo defeito.

### **2.4.3.2 Métodos De Levantamento De Defeitos**

#### **2.4.3.2.1 Manual De Identificação De Defeitos (SHRP)**

De maneira a possibilitar uma coleta de dados uniforme, bem como a fim de padronizar a linguagem para descrever diversas tipologias de defeitos, recomenda-se a adoção do manual de levantamentos de defeitos presente no programa *Strategic Highway Research Program – SHRP*, estabelecido em 1987 pelo *Transportation Research Board – TRB*, em congresso realizado nos Estados Unidos da América, contando com a participação de mais de 20 países, incluindo o Brasil. (Referenciar manual SHRP, 2003)

O manual é constituído por um catálogo que apresenta tipologias de defeitos em pavimentos flexíveis revestidos com concreto asfáltico e pavimentos rígidos constituídos por placas de concreto de cimento Portland. Para cada defeito, o catálogo apresenta descrição, níveis de severidade e formas de quantificação da extensão, além de identificar cada um desses problemas através de fotos e figuras.

A seguir são apresentados os principais defeitos segundo o Manual SHRP (1993), com suas respectivas descrições:

#### **1) Trincas por Fadiga**

##### **a. Características:**

- i. Diminuição gradual da resistência do material por efeito de solicitações repetidas de tráfego;
- ii. Identificação visual por “couro de crocodilo” ou “tela de galinheiro”;

- iii. Costumam ocorrer em temperaturas intermediárias (de 25°C a 40°C) à uma distância menor do que 30cm entre si.
- b. Níveis de severidade:
    - i. Baixa – fissuras capilares isoladas, sem erosão nos bordos e sem evidências de bombeamento, localizadas nas trilhas de roda;
    - ii. Média – trincas conectadas e de pequena abertura (< 2mm), bordos levemente erodidos, porém sem evidências de bombeamento;
    - iii. Alta – trincas erodidas nos bordos, movimentação dos blocos quando submetidos ao tráfego e com evidências de bombeamento.
  - c. Como medir: Registrar a área afetada (em m<sup>2</sup>) para cada nível de severidade.
  - d. M&R recomendadas:
    - i. Capa selante, caso a severidade seja baixa;
    - ii. Selagem das trincas, para evitar a infiltração de água;
    - iii. Aplicação de remendo – reparo permanente para problemas localizados;
    - iv. Melhoria no sistema de drenagem, evitando acúmulo de água;
    - v. Substituição da sub-base, base e revestimento;
    - vi. Recapeamento – realização de reforço estrutural;
    - vii. Reconstrução do pavimento para casos mais graves.
- 2) Trincas em blocos
- a. Características:
    - i. Divisão do pavimento em blocos formados por lados bem definidos, similares a estruturas retangulares;
    - ii. Tamanhos dos blocos variando entre 0,1 e 10m<sup>2</sup>;
    - iii. Podem surgir por conta da contração de origem térmica, caso o revestimento seja formado por misturas asfálticas com agregados finos e alto teor de asfalto com baixa penetração, ou por causa da variação do teor de umidade que pode vir a ocorrer nas camadas inferiores;
    - iv. Podem ser provocadas pelo envelhecimento do pavimento, bem como devido à ausência de tráfego que acelera a evolução desse tipo de trincas.
  - b. Níveis de severidade:

- i. Baixa – trincas com abertura média inferior a 1mm ou seladas com material selante em boas condições;
    - ii. Média – trincas com abertura média entre 1 e 3mm e sem erosão nos bordos ou trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa;
    - iii. Alta – trincas com abertura média superior a 3mm e com erosão nos bordos ou trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.
  - c. Como medir: Registrar a área afetada (em m<sup>2</sup>) para cada nível de severidade.
  - d. M&R recomendadas:
    - i. Aplicação de selante<sup>1</sup>, lama asfáltica ou recapeamento delgado;
    - ii. Reciclagem ou recapeamento nos casos mais graves.
- 3) Trincas nos bordos
  - a. Características:
    - i. Trincas longitudinais próximas à borda do pavimento usualmente provocadas pela umidade no acostamento;
    - ii. Surgem apenas em pavimentos com acostamentos não revestidos;
    - iii. Localizam-se em uma faixa de até 60cm a partir da extremidade do acostamento.
  - b. Níveis de severidade:
    - i. Baixa – sem perda de material ou despedaçamento;
    - ii. Média – perda de material e despedaçamento em até 10% da extensão afetada;
    - iii. Alta – perda de material e despedaçamento em mais de 10% da extensão afetada.
  - c. Como medir: Registrar a extensão afetada (em m) para cada nível de severidade.
  - d. M&R recomendadas:
    - i. Aplicar selante para evitar a entrada de água no interior da estrutura do pavimento;
    - ii. Retirar toda a vegetação próxima ao bordo do pavimento;
    - iii. Efetuar reparos nas instalações de drenagem;
    - iv. Aplicar uma pintura de ligação na área remendada;

---

<sup>1</sup> Emulsão asfáltica seguida por tratamento superficial.

- v. Aplicar uma mistura asfáltica usinada à quente, caso haja recalques nos bordos.

#### 4) Trincas longitudinais

##### a. Características:

- i. Apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via, podendo se localizar dentro ou fora das trilhas de rodas;
- ii. Pode apresentar extensão de até 1m, sendo denominada de trinca longitudinal curta; enquanto que, se tiver extensão superior a 1m, denomina-se trinca longitudinal longa;
- iii. Pode ser originada pela má execução de pavimentos, bem como devido à contração e à dilatação do revestimento<sup>2</sup>.

##### b. Níveis de severidade:

- i. Baixa – trincas não seladas com abertura média inferior a 3mm ou seladas com material selante em boas condições;
- ii. Média – trincas não seladas com abertura média entre 3 e 6mm ou trincas seladas de qualquer abertura cercada de fissuramento;
- iii. Alta – trincas com abertura média superior a 6mm ou trincas seladas de qualquer abertura com ruptura severa.

##### c. Como medir:

- i. Registrar a extensão afetada (em m) e o nível de severidade correspondente (nas trilhas de roda ou fora delas);
- ii. Registrar a extensão com selante em boas condições.

##### d. M&R recomendadas:

- i. Para trincas com abertura menor que 3 mm – não é necessário preenchimento;
- ii. Para trincas com abertura entre 3 e 20mm – limpeza, aplicação de selante (asfalto modificado com borracha ou elastômeros) e lançamento de areia sobre o selante;
- iii. Para trincas com abertura acima de 20mm – aplicação de reparo com remendo ou, caso esteja previsto um recapeamento, é ideal preenchê-las com concreto asfáltico de granulometria fina.

---

<sup>2</sup> A contração e a dilatação do revestimento resultantes do gradiente térmico comumente sofrido pelas malhas viárias também podem ser consideradas como fatores agravantes da criação de trincas longitudinais.

## 5) Trincas por reflexão

### a. Características:

- i. Trincas que se manifestam na superfície do pavimento, apresentando o mesmo padrão de trincas originadas nas camadas inferiores e também refletindo suas juntas;
- ii. Podem ser longitudinais, transversais ou em blocos;

### b. Níveis de severidade:

- i. Baixa – trincas com abertura média inferior a 1mm ou seladas com material selante em boas condições;
- ii. Média – trincas com abertura média entre 1 e 3mm e sem erosão nos bordos ou trincas aleatórias adjacentes com severidade baixa;
- iii. Alta – trincas com abertura média superior a 3mm ou trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta.

### c. Como medir:

- i. Registrar, em separado, as trincas transversais e as longitudinais;
- ii. Registrar o número de trincas transversais;
- iii. Registrar a extensão das trincas e os níveis de severidade;
- iv. Registrar a extensão com selante em boas condições.

### d. M&R recomendadas:

- i. Remendo e tratamento superficial ou lama asfáltica para reparos temporários;
- ii. Recapeamento, realizando um reforço estrutural por geomembranas ou por reciclagem das porções superficiais do pavimento antigo;
- iii. Para trincas com abertura menor que 3mm, não é necessário preenchimento;
- iv. Para trincas com abertura entre 3 e 20 mm, deve-se realizar a limpeza, aplicação de selante (asfalto modificado com borracha ou elastômeros) e lançamento de areia sobre o selante;
- v. Para trincas com abertura maior que 20 mm, indica-se a aplicação de reparo com remendo ou, caso esteja previsto um recapeamento, é ideal preenchê-las com concreto asfáltico de granulometria fina.
- vi. Após a selagem, é importante jogar areia seca por cima dela, de forma a evitar sua fácil retirada por causa do tráfego viário;

## 6) Trincas transversais

- a. Características:
  - i. Predominantemente formadas perpendicularmente ao eixo da via;
  - ii. Para determinar a severidade da trinca, deve-se adotar a mais elevada delas, desde que esta represente pelo menos 10% da extensão;
  - iii. Resulta da contração térmica do revestimento e, eventualmente, pela contração hidráulica das outras camadas.
- b. Níveis de severidade:
  - i. Baixa – trincas não seladas com abertura média inferior a 3mm ou seladas com material selante em boas condições;
  - ii. Média – trincas não seladas com abertura média entre 3 e 6mm ou trincas seladas de qualquer abertura, cercada de fissuramento;
  - iii. Alta – trincas com abertura média superior a 6mm ou trincas seladas de qualquer abertura, com ruptura severa.
- c. Como medir:
  - i. Registrar o número de trincas, a extensão e os níveis de severidade correspondentes;
  - ii. Registrar a extensão com selante em boas condições.
- d. M&R recomendadas: Aplicação do selante, de modo a vedar as trincas transversais existentes;

## 7) Remendos

- a. Características:
  - i. É a porção da superfície do pavimento de uma área maior que 0,1m<sup>2</sup> que tenha sido removida e substituída ou que tenha sido aplicada por cima do pavimento original.
- b. Níveis de severidade: São definidos conforme o tipo de defeito apresentado como problema do local; ou seja, de acordo com o motivo pelo qual o remendo tenha sido aplicado.
- c. Como medir: Registrar o número de remendos e a área afetada (em m<sup>2</sup>) para cada nível de severidade.
- d. M&R recomendadas: Não há, visto que não existe uma causa específica para o problema além da má execução da aplicação do remendo.

## 8) Pannels

- a. Características:

- i. Buracos encontrados na superfície de um pavimento, resultantes da desintegração localizada sob a ação do tráfego e em presença de água, com uma dimensão mínima de 15cm;
    - ii. Fragmentação causada por trincas de fadiga e remoção localizada de partes do revestimento.
  - b. Níveis de severidade:
    - i. Baixa – profundidade menor que 25mm;
    - ii. Média – profundidade entre 24 e 50mm;
    - iii. Alta – profundidade maior que 50mm.
  - c. Como medir: Registrar o número de painéis e a área afetada (em m<sup>2</sup>) por cada nível de severidade.
  - d. M&R recomendadas:
    - i. Remendo;
    - ii. Para painéis em estado mais grave, é recomendada a atividade de reabilitação, sendo indicada também a realização de recapeamento, trazendo um reforço estrutural ao pavimento;
    - iii. É importante ressaltar que o local reparado deve possuir um sistema de drenagem adequado.
- 9) Deformação permanente
  - a. Características:
    - i. São depressões longitudinais nas trilhas de roda, resultante da densificação dos materiais ou da ruptura por cisalhamento;
    - ii. Além da carga concentrada e das temperaturas elevadas, estas distorções podem ser originadas por conta da compactação deficiente das camadas do pavimento, pelo excesso de ligante asfáltico ou de agregados finos na mistura asfáltica, ou em razão da contração das camadas inferiores.
  - b. Níveis de seriedade: Substituídos pelas medições da profundidade da deformação permanente a cada 15m e quanto mais profunda for, maior a severidade.
  - c. Como medir: Registrar a máxima deformação permanente nas trilhas de roda.
  - d. M&R recomendadas:
    - i. Reciclagem do revestimento;



- ii. Recapeamento delgado ou recapeamento espesso, dependendo da severidade do defeito;
- iii. Reconstruir este trecho da via, utilizando materiais novos ou reciclados, conforme o nível de maior ou menor gravidade da deformação.

#### 10) Corrugação

- a. Características:
  - i. É uma distorção ou deformação plástica caracterizada pela formação de ondulações transversais na superfície do pavimento.
  - ii. Encontrada em pontos com elevados esforços tangenciais, como frenagem, curvas e aceleração.
  - iii. Causada por deficiência construtiva, falha estrutural ou dosagem inadequada da mistura.
- b. Níveis de severidade: Associados aos efeitos sobre a qualidade de rolamento.
- c. Como medir: Registrar o número de ocorrências e a área afetada (em m<sup>2</sup>).
- d. M&R recomendadas:
  - i. Aplicação de remendos;
  - ii. Reciclagem de revestimentos com espessura superior a 5cm, seguido de uma aplicação de capa selante ou de concreto asfáltico;
  - iii. Recapeamento delgado;
  - iv. Recapeamento espesso (reforço estrutural);
  - v. Reconstrução da estrutura com materiais novos ou reciclados.

#### 11) Exsudação

- a. Características:
  - i. Excesso de ligante asfáltico na superfície do pavimento que ocorre, normalmente, nas trilhas de roda e em locais de clima quente;
- b. Níveis de severidade:
  - i. Baixa – mudança de coloração em relação ao restante do pavimento devido ao excesso de asfalto;
  - ii. Média – perda da textura superficial;
  - iii. Alta – marcas dos pneus evidentes em tempos quentes, além de uma aparência brilhante e agregados cobertos pelo asfalto.
- c. Como medir: Registrar a área (em m<sup>2</sup>) para cada nível de severidade;

- d. M&R recomendadas:
  - i. Tratamento superficial com capa selante, por exemplo – reparo temporário;
  - ii. Recapeamento delgado – atividade que seria a ideal;
  - iii. Produção de sulcos para reduzir o problema da aquaplanagem;
  - iv. Aplicação de areia quente que deve ser imediatamente compactada e varrida após o resfriamento;
  - v. Reciclagem, no caso da necessidade de se fazer a reabilitação do pavimento.

## 12) Agregados polidos

- a. Características:
  - i. Polimento (desgaste) dos agregados e do ligante betuminoso com a exposição dos agregados graúdos;
  - ii. Leva ao comprometimento da segurança de rodagem resultante da redução do coeficiente de atrito pneu-pavimento;
- b. Níveis de severidade: A classificação se dá conforme a redução do coeficiente de atrito pneu-pavimento.
- c. Como medir: Registrar a área afetada (em m<sup>2</sup>).
- d. M&R recomendadas:
  - i. Tratamento superficial (como exemplo, pode ser feita a aplicação de lama asfáltica), caso uma simples manutenção seja o suficiente;
  - ii. Reciclagem ou recapeamento delgado em caso de reabilitação;
  - iii. Definição de novos materiais ou reciclados no caso da necessidade de reconstrução do pavimento.

## 13) Desgaste

- a. Características:
  - i. Perda de adesividade do ligante asfáltico e, em casos mais avançados, o desalojamento progressivo das partículas de agregado;
  - ii. Desgaste proveniente da intemperização, da oxidação, do endurecimento, da volatilização e do envelhecimento do pavimento.
- b. Níveis de severidade:
  - i. Baixa – início do desgaste, com perda apenas de agregados miúdos;

- ii. Média – casos em que a textura superficial já se encontra áspera e há perdas tanto de materiais miúdos como também de agregados graúdos.
  - iii. Alta – casos mais graves nos quais a textura superficial se encontra muito áspera e apresenta perda de agregados graúdos.
- c. Como medir: Registrar a área afetada ( $\text{emmm}^2$ ) para cada nível de severidade.
  - d. M&R recomendadas:
    - i. Capa selante, tratamento superficial ou lama asfáltica;
    - ii. Reciclagem ou recapeamento delgado.

#### 14) Desnível (degrau) entre pista e acostamento

- a. Características:
  - i. Diferença de elevação entre a faixa de tráfego e o acostamento;
  - ii. Gerada pela aplicação sucessiva de recapeamentos na faixa de tráfego como também pela erosão ou consolidação do acostamento não pavimentado.
- b. Níveis de seriedade: Não há, são substituídos pela medição do desnível entre a pista e o acostamento;
- c. Como medir: Registrar o desnível (em mm) a cada 15m, ao longo da interface pista-acostamento.
- d. M&R recomendadas:
  - i. Recomposição do acostamento se resultante de erosão ou consolidação;
  - ii. Fresagem ou reciclagem do revestimento no caso de recapeamentos sucessivos.

#### 15) Bombeamento

- a. Características:
  - i. Saída de água pelas trincas encontradas nos pavimentos sob a ação das cargas do tráfego.
  - ii. Identificado pela deposição do material carregado das camadas inferiores na superfície do pavimento.
- b. Níveis de severidade: Não aplicáveis devido ao fato de o bombeamento depender do teor de umidade das camadas inferiores do pavimento.
- c. Como medir: Registrar o número de ocorrências e da área afetada (em m).
- d. M&R recomendadas:

- i. Eliminação da água acumulada dentro do pavimento, com instalação de uma drenagem subterrânea ou melhoria daquela já existente.

### **2.4.3.3 Índices Combinados De Defeitos**

Segundo Fernandes (2017), após o levantamento de defeitos estar concluído e registrado de forma adequada, separando-os em grupos homogêneos e os identificando por seções, faz-se necessária uma avaliação de modo a combinar os defeitos entre si, gerando a quantificação da condição do pavimento e que, de acordo com a metodologia utilizada, pode ser calculada a partir de informações detalhadas sobre a extensão e o nível de severidade das diferentes formas de deterioração dos pavimentos.

A seguir, serão apresentados alguns métodos de avaliação dos defeitos, de forma a possibilitar, posteriormente, uma classificação capaz de auxiliar na tomada de decisões quanto à manutenção e/ou reabilitação da malha viária.

#### **2.4.3.3.1 Índice De Condição Do Pavimento (ICP)**

Desenvolvido pelo *United States Army Corps of Engineers* (USACE), em 1976, o ICP, denominado em Inglês de *Paviment Condition Index* (PCI), destinou-se, inicialmente, para a avaliação de pavimentos aeroportuários. Entretanto, esta ferramenta passou a ser utilizada também na avaliação de pavimentos rodoviários e urbanos devido à sua ampla aplicabilidade. Em 1979 foi desenvolvida uma versão específica do método para a pavimentação rodovias, ruas e estacionamentos.

O método pode ser aplicado em toda a extensão da via ou por amostragem, porém, é necessário que a área avaliada tenha aproximadamente 225m<sup>2</sup>. A avaliação do pavimento consiste em levantar os tipos de defeitos, a quantidade e severidade dos deles (HENZ, 2014). A Tabela 06 apresenta os diferentes tipos de defeitos e a forma de medição de cada deformidade.

DEFEITO	FORMA DE MEDIÇÃO	DEFEITO	FORMA DE MEDIÇÃO
Couro de Crocodilo	Área	Remendos	Área
Exsudação	Área	Agregado Polido	Área
Fissura em Blocos	Área	Panelas	Unidade
Elevações / Recalques	Metro Linear	Cruzamento Ferroviário	Área
Corrugação	Área	Afundamento de Trilha de Roda	Área
Afundamento Localizado	Área	Escorregamento de Massa	Área
Fissura de Borda	Metro Linear	Fissuras devido ao Escorregamento de Massa	Área
Fissuras por Reflexão de Juntas	Metro Linear	Inchamento	Área
Desnível Pavimento / Acostamento	Metro Linear	Desgaste	Área
Fissura Longitudinal e Transversal	Metro Linear		

Tabela 06. Defeitos considerados no ICP e forma de medição (APS et al., 1998 *apud* TROMBETTA, 2010).

Para o cálculo do ICP, utiliza-se a seguinte equação:

$$ICP = 100 - \sum_i \sum_j D_{ij} \times f_{ij}$$

Equação 01. Cálculo do ICP

Onde,  $D_{ij}$  e  $f_{ij}$  são, respectivamente, extensão e fator de ponderação do defeito  $i$ , com severidade  $j$ .

Este modelo temático sugere que o pavimento parte de uma condição ótima, equivalente a 100 e cada defeito, segundo a severidade e extensão, representa um fator de redução da nota que resulta na piora dos índices de condição do pavimento. Por fim, o pavimento é classificado de acordo com o valor obtido, consoante se observa na Tabela 07.

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

Tabela 07. Índice de condição do pavimento (FERNANDES, 2017).

A partir do ICP obtido, é possível estabelecer quais intervenções são pertinentes e junto com outros fatores determinar a priorização de serviços. A Figura 10 exemplifica tal situação.

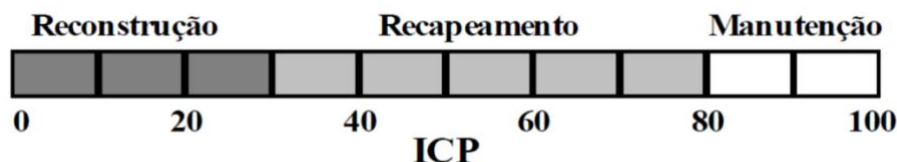


Figura 10. Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada baseada no valor do ICP (INSTITUTO DO ASFALTO, 1989)

#### 2.4.3.3.2 Índice De Gravidade Global (IGG)

Normalizado pelo DNIT (Norma DNIT 006/2003 - PRO), o IGG estabelece uma metodologia para quantificação numérica dos defeitos. A avaliação da superfície é feita a partir do levantamento realizado a pé e por amostragem, registrando-se, em uma planilha, os tipos e os níveis de severidade dos defeitos, sem que seja feita a avaliação da extensão destes.

As ocorrências analisadas pelo IGG são apresentadas na Tabela 08, a seguir:

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	Jacaré	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	Bloco	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
	OUTROS DEFEITOS					CODIFICAÇÃO	
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O		
Escorregamento (do revestimento betuminoso)					E		
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX		
Desgaste acentuado na superfície do revestimento					D		
Panelas ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P		
Remendos				Remendo Superficial	RS		
				Remendo Profundo	RP		

Tabela 08. Quadro de resumo de defeitos: codificação e classificação (Norma DNIT 006/2003 – PRO).

A equação que fornece o valor de IGG é:

$$IGG = \sum IGI$$

Equação 02. Cálculo do IGG.

Onde,

$$IGI = f_r \cdot f_p$$

Equação 03. Cálculo do IGG.

e

$$f_r = \frac{100 \cdot f_a}{n}$$

Equação 04. Cálculo da frequência relativa.

Sendo:

- $f_p$ : fator de ponderação;
- IGI: Índice de Gravidade Individual;
- IGG: Índice de Gravidade Global;
- $f_a$ : frequência absoluta (número de vezes em que a ocorrência é verificada);
- $f_r$ : frequência relativa (número de vezes em que a ocorrência é verificada em relação ao número total de estações).

O fator de ponderação ( $f_p$ ) é obtido de acordo com a Tabela 09:

OCORRÊNCIA TIPO	CODIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS	FATOR DE PONDERAÇÃO $f_p$
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE). NOTA: Para efeito de ponderação, quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1,2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem ( $f_r$ ) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Tabela 09. Fator de ponderação (Norma DNIT 006/2003 – PRO).

Segundo o valor do IGG, a condição do pavimento pode ser conceituada, seguindo os conceitos apresentados na Tabela 10.

CONCEITOS	LIMITES
Ótimo	0<IGG≤20
Bom	20<IGG≤40
Regular	40<IGG≤80
Ruim	80<IGG≤160
Péssimo	IGG>160

Tabela 10. Índice de Gravidade Global (Norma DNIT 006/2003 – PRO).

### 2.4.3.3 Índice De Condição De Pavimento Urbano (ICPU)

O Índice de Condição de Pavimento Urbano (ICPU) foi desenvolvido por Paez em 2015, sendo um adaptado daquele inicialmente desenvolvido por Bertollo em 1997 na análise do pavimento do Distrito Federal (ZANCHETTA, 2017). É um índice, como o próprio nome já diz, direcionado à avaliação das condições de pavimentos em áreas urbanas. Ele é determinado através da Equação 05, com a utilização de fatores de ponderação de defeitos, extensão e severidade presentes na Tabela 11.

$$\text{ICPU} = 100 - \Sigma((\text{PDi}) \times (\text{FSi}) \times (\text{FEi}))$$

Equação 05. ICPU.

Onde:

- ICPU: Índice de Condição de Pavimento Urbano;
- PDi: peso por tipo de defeito;
- FSi: fatores de ponderação em função da severidade;
- FEi: Fatores de ponderação em função da extensão.

TIPO DE DEFEITO	Peso (defeito)	Severidade			Extensão		
		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
<b>Trinca por fadiga</b>	21	0,5	0,8	1,0	0,2	0,2	2,3
<b>Remendo</b>	13	0,3	0,6	1,0	0,3	0,3	2,5
<b>Panelas</b>	27	0,6	0,8	1,0	0,1	2,7	2,7
<b>Deformação Permanente</b>	27	0,4	0,7	1,0	0,3	2,8	2,8
<b>Desgaste</b>	12	0,1	0,5	1,0	0,6	1,4	1,4

Tabela 11<sup>3</sup>. Os pesos dos tipos de defeitos, severidade e extensão (PAÉZ, 2015).

Em seu estudo, Bertollo (1997 apud ZANCHETTA, 2017) desenvolveu equações para variados tipos de defeitos, perfazendo desde equações com cinco tipos de defeitos até equações com oito tipos de defeitos, obtendo que aquela com cinco tipos de defeitos conseguiu representar 96,57% dos defeitos superficiais coletados no pavimento do Distrito Federal.

<sup>3</sup> Na Tabela 12, são descritos apenas cinco tipos diferentes de defeitos.



#### 2.4.3.3.4 Índice De Condição De Pavimento Urbano (ICPU) – João Pessoa

Considerando as especificidades da pavimentação, Paz (2017) propôs um novo Índice de Condição de Pavimento Urbano possível de ser aplicado no município de João Pessoa, de forma a tornar mais específica e representativa a análise dos dados colhidos na cidade. Após a homogeneização dos dados coletados e utilizando-se o método de Regressão Linear Múltipla com base nas Equações 06, 07 e 08, determinou-se que a Equação 08 melhor caracteriza a análise da pavimentação da cidade de João Pessoa:

$$VSA = ICPU$$

Equação 06. Relação entre VSA e ICPU.

$$ICPU = 5 - \sum_{i=1}^n \alpha_i * Defeito\%i$$

Equação 07. ICPU.

$$Defeito \%i = \sum_j^3 DefeitoExtensão(\%)j * Fator\ de\ Severidade\ j$$

Equação 08. Densidade de cada tipo de defeito.

Onde:

- ICPU: Índice de Condição de Pavimento Urbano;
- VSA: média das notas subjetivas dos avaliadores;
- $\langle i \rangle$ : fator de ponderação de cada tipo de defeito;
- Defeito %i: densidade para cada tipo de defeitos;
- Defeito Extensão (%j): percentual do defeito na amostra avaliada;
- Fator de Severidade j: os três tipos de severidade baixa, média e alta.

Separar ICPU de JP

Os fatores de severidade considerados foram de 0,5 para uma baixa severidade, 1 para severidade moderada e 2 para o caso de alta severidade. Ao final do estudo, determinou-se a Equação 09 como aquela que melhor representa o Índice de Condição do Pavimento Urbano de João Pessoa, variando entre 0 e 5, segundo os mesmos conceitos de serventia apresentados na Tabela 05.

$$ICPU = 5 - TF \times 0,016 - RM \times 0,030 - PN \times 0,266 - DP \times 0,049 - DE \times 0,021 - AG \times 0,16$$

Equação 09. ICPU<sub>JP</sub>

Onde:

- ICPU: Índice de Condição de Pavimento Urbano;
- TF: trincas por fadiga (%);
- RM: remendo (%);
- PN: panela (%);
- DP: deformação permanente (mm);
- DE: desgaste (%);
- AP: agregados polidos (%).

## 2.5 Métodos De Priorização De Intervenções De Manutenção E Reabilitação

A gerência de pavimentos visa estruturar uma árvore de decisões racional e com fundamentações científicas de forma a priorizar as intervenções a serem realizadas no pavimento. Deste modo, otimiza-se corretamente a destinação dos recursos financeiros e, conseqüentemente, recursos futuros são economizados, já que medidas realizadas emergencialmente, em função de uma manutenção incorreta, são muito mais onerosas.

A conservação dos pavimentos pode ser definida como o conjunto de serviços destinados à preservação do pavimento nas condições em que ele foi originalmente construído ou no estado em que foi posteriormente restaurado (DNIT, 2006). As atividades de Manutenção e Reabilitação, quando realizadas com a periodicidade definida em projeto, solucionam problemas no identificados no pavimento em questão, seja por conta do tráfego ou do próprio meio ambiente. A Figura 11 demonstra a importância da manutenção e da reabilitação no pavimento.



Figura 11. Diferença de resultados ao se realizar uma manutenção ou uma reabilitação (MELO, 2015).

Segundo Serafini (2005 apud FERNANDES, 2017), os métodos de priorização de gerência de pavimentos são estudos que visam, como objeto final, a ordenação dos projetos em escala de relevância reunidos até se esgotarem as previsões orçamentárias do planejamento

anual, podendo ser definidos através de índices subjetivos ou calculados através da relação custo-benefício das intervenções.

Uma parte dos métodos se baseia em modelos computacionais; já outra parte deriva de estudos que apresentam possibilidades simplificadas para os critérios de priorização. Este último será exemplificado a seguir.

Fernandes Jr. (1999) indica a relação inversa entre o Índice de Prioridade (IP) e o índice de condição do pavimento (ICP) como um parâmetro que representaria a priorização. Isto significa afirmar que, quanto pior a condição do pavimento, maior é a prioridade para intervenção. A Equação 10 expressa a relação.

$$IP = \frac{1}{ICP}$$

Equação 10. Relação entre IP e ICP

Em que:

- IP: índice de prioridade;
- ICP: índice de condição do pavimento.

Quando se relaciona o tráfego para a obtenção do Índice de Prioridade, utiliza-se a relação apresentada na Equação 11:

$$IP = \frac{\sqrt{VMD}}{ICP}$$

Equação 11. Relação entre IP, VMD e ICP.

Onde:

- IP: índice de prioridade;
- VMD: volume de tráfego médio diário;
- ICP: índice de condição do pavimento.

Existem modelos mais elaborados para a obtenção deste índice, que levam em consideração outros fatores, como o modelo empírico de Takavoli ou o modelo de priorização baseado no HDM-IV.

## 2.6 Uso De Mapas Temáticos Para SGP

A utilização de mapas temáticos produzidos num Sistema de Informação Geográfica (SIG), permite que, além da priorização das vias, também seja possível verificar espacialmente

a sua distribuição na rede. Fernandes (2011) cita tais sistemas que armazenam, manipulam e editam os dados físicos encontrados em campo e que proporcionam uma melhor visualização através de mapas dos fenômenos ocorridos no sistema viário, objetivando assim uma melhor interação entre os dados e o meio em que se encontram.

A Figura 12 exemplifica a utilização de um mapa temático como demonstrativo dos índices de Prioridade em uma determinada seção.

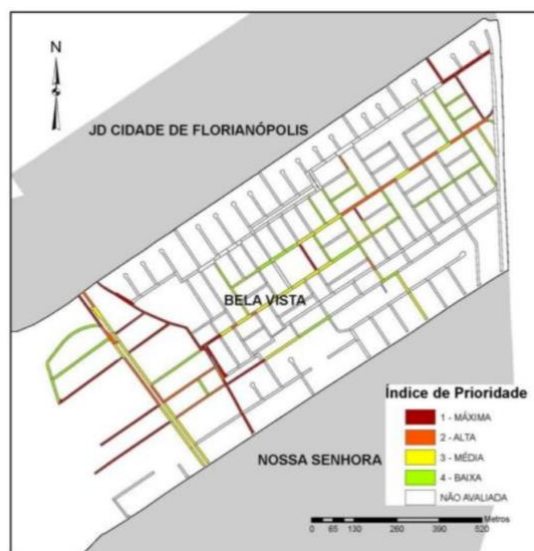


Figura 12. Exemplo de mapa temático (FERNANDES, 2011).

A utilização de softwares possibilita correlacionar vários dados que podem ser importantes para a priorização de atividades de M&R nos pavimentos, permitindo ao gerenciador tomar a decisão mais coerente. Isto porque, além de dados físicos dos pavimentos (avaliação dos mesmos), o gerenciador pode-se valer para o SGPU de dados como volume de tráfego, estatísticas de acidentes, desenvolvimento industrial, projeção de desenvolvimento demográfico, impactos ambientais, entre outros que o gerenciador possa relevar importância (HANSEN, 2008).

### 3 ESTUDO DE CASO E METODOLOGIA

Criada em 1995, a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) possui 39.283 alunos, divididos entre estudantes de graduação e pós-graduação espalhados em 6 *campi*. A região escolhida para o estudo em questão é o *campus* I, localizado na cidade de João Pessoa. O mapa do *campus* está apresentado na Figura 13.



Figura 13. Planta baixa do *campus* I da UFPB.

Em virtude do crescimento que a universidade vem passando, tanto com o aumento da infraestrutura de salas e laboratórios, como também com o de número de alunos, é intrínseca a esse cenário a necessidade de uma análise do sistema viário do *campus* de modo a favorecer o planejamento de manutenções e expansões dessas vias, de modo a melhor atender seu corpo docente, discente e de funcionários.

#### 3.1 Coleta De Dados

##### 3.1.1 Histórico De Construção E Manutenção

O órgão responsável pela construção e manutenção de edifícios e obras de infraestrutura dentro da universidade é a Prefeitura Universitária (PU). Tal órgão não dispõe de dados contundentes acerca da construção e manutenção da malha viária dentro do *campus*, tendo-se apenas o conhecimento de que a malha viária foi construída, em um primeiro

momento, de paralelepípedos; sendo que, suas principais vias passaram por um recapeamento com colocação de uma camada de revestimento asfáltico no ano de 2008.

Tal recapeamento foi fruto de um acordo firmado entre a UFPB e o Governo do Estado da Paraíba. Nesse acordo, ficou definido que a primeira instituição cederia parte de seu território para a ampliação da Via Expressa Padre Zé em troca da pavimentação de suas principais vias a ser realizada pelo governo do Estado. Entretanto, apesar da conclusão da obra de pavimentação, não foram entregues os projetos e/ou documentos dessa obra à PU com os dados técnicos acerca dos materiais e metodologias utilizados.

A Figura 14 apresenta uma seção transversal genérica do tipo de estrutura de pavimento a serem analisadas neste trabalho.

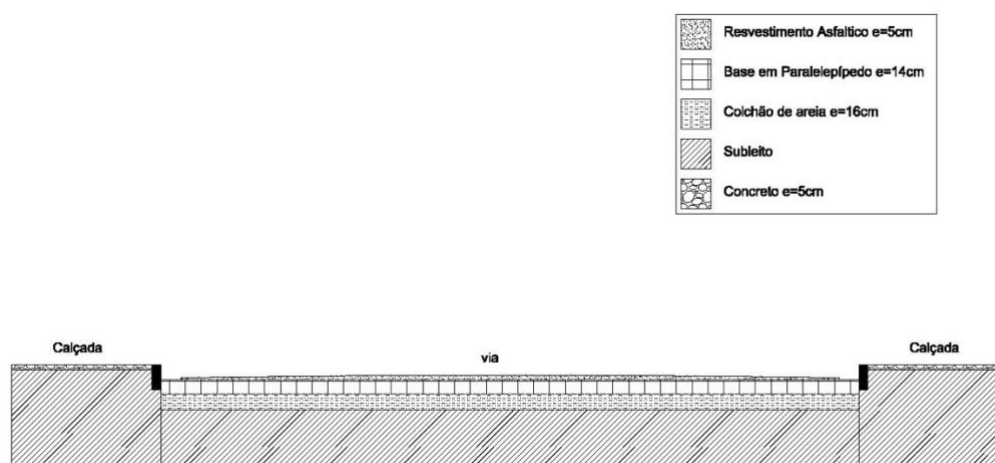


Figura 14. Seção transversal do pavimento (ODA, 2015).

Desde 2008, não foram desenvolvidos novos programas de manutenção da malha viária asfáltica. Foram realizados, apenas, serviços de manutenção e reabilitação de áreas pavimentadas com paralelepípedos e adequação de calçadas para o trânsito de pessoas com necessidades especiais.

### 3.2 Definição Da Amostragem

Para a caracterização deste estudo, utilizaram-se as seguintes vias:

- Via Acácia Brasil;
- Via Alameda da Mugumba;
- Via Alameda da Oiticita;
- Via Alameda da Sucupira;
- Via Angelin Rosa;

- Via das Acácias;
- Via Imbirida;
- Via Ipê Amarelo;
- Via Ipê Branco;
- Via Ipê Roxo;
- Via Pau Brasil;

Tais vias foram escolhidas por terem sido aquelas contempladas pelo recapeamento com material asfáltico, motivo pelo qual se tornaram as mais transitadas dentro do *Campus*. Essas vias não possuem classificação hierárquica definida, sendo adotada uma equiparidade hierárquica entre elas, afim de viabilizar tal estudo. A localização das vias está apresentada na Figura 15.

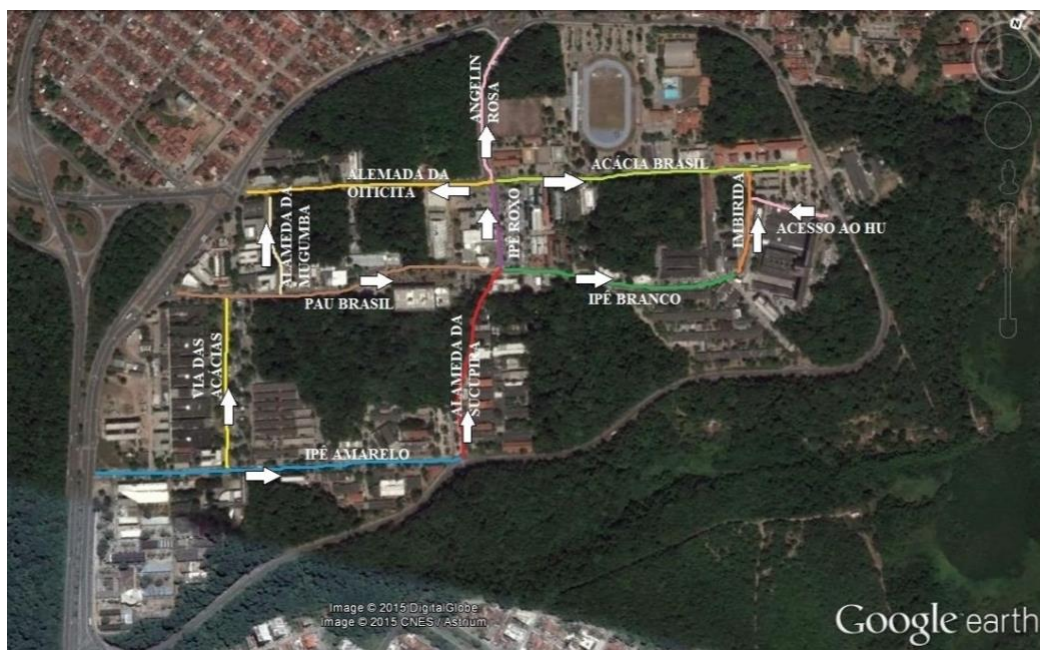


Figura 15. Área de estudo (Google Earth, 2018).

Além disso, as vias foram divididas em seções, onde cada via possui pelo menos uma seção locada, compreendendo uma área de aproximadamente 700 m<sup>2</sup> por seção.

### 3.3 Avaliação Da Infraestrutura Viária

Os parâmetros avaliados acerca da infraestrutura viária do *campus* I da UFPB foram os seguintes:

- Análise de serventia do pavimento;
- Levantamento de defeitos;

- Avaliação da condição de drenagem superficial;
- Avaliação da condição das calçadas;
- Contagem Volumétrica de Tráfego.

Foram treinados avaliadores para a realização da avaliação do pavimento que percorreram as vias pré-determinadas e citadas anteriormente, dividindo-as em seções e as avaliando com o auxílio de fichas de verificação que serão apresentadas na sequência.

### 3.3.1 Análise De Serventia Do Pavimento

Para a análise e determinação da serventia das vias, foram utilizadas condições apresentadas pelo procedimento 009/2003 do DNIT, adaptada a pavimentos de vias urbanas. Foram atribuídas notas em uma escala de 0 (péssimo) a 5 (ótimo), utilizando-se da ficha de avaliação apresentada na Figura 16.

<p><b>ACEITÁVEL?</b></p>		<p>5 —</p> <p>4 — Muito Bom</p> <p>3 — Bom</p> <p>2 — Regular</p> <p>1 — Ruim</p> <p>0 — Péssimo</p>			
<p>Sim</p> <p>Não</p> <p>Indeciso</p>	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 40px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 100%; height: 100%;"></td></tr> <tr><td style="width: 100%; height: 100%;"></td></tr> <tr><td style="width: 100%; height: 100%;"></td></tr> </table>				
<p>Identificação da Seção: _____ NOTA: _____</p> <p>Avaliador: _____</p> <p>Data: _____ Hora: _____ Veículo: _____</p>					

Figura 16. Ficha para avaliação da serventia.

### 3.3.2 Levantamento De Defeitos

Para o levantamento de defeitos, utilizou-se a ficha exposta na Figura 17, de maneira a facilitar o levantamento em campo, verificando-se, assim, os defeitos *in loco*,



PLANILHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO							
Trecho:				Rua:			
Data:				N° Faixas:			
Avaliador:				Área:			
Tipo de Defeitos							
	Tipo de Defeito	Medida	Severidade		Tipo de Defeito	Medida	Severidade
1	Trincas por Fadiga			9	Deformação Permanente		
2	Trincas em bloco			10	Corrugação		
3	Trincas nos bordos			11	Exsudação		
4	Trincas longitudinais			12	Agregados polidos		
5	Trincas por reflexão			13	Desgaste		
6	Trincas transversais			14	Desnível		
7	Remendos			15	Bombeamento		
8	Panelas						
Observações							

Figura 17. Ficha de avaliação para levantamento de defeitos (adaptado de HENZ, 2014)

Apesar de os defeitos utilizados pelo do Índice de Condição do Pavimento Urbano da cidade de João Pessoa – ICPU<sub>JP</sub>, método escolhido para o para o tratamento de dados neste trabalho, serem apenas 6, foram listados para a avaliação todos os defeitos previamente descritos no item 2.4.3.2.1. Todos os defeitos são medidos e classificados de acordo com aos níveis de severidade: baixo, médio ou alto.

### 3.3.3 Avaliação Da Condição De Drenagem Superficial

A drenagem superficial de uma via se faz de extrema importância, pois tem a função de captar a água da chuva ou de outras fontes, de maneira a impedir que o líquido penetre no pavimento e atinja suas camadas de base e sub-base. A água, ao penetrar nestas camadas, pode desagregar seus materiais constituintes, levando a uma perda da capacidade de suporte do sistema, consequentemente, causando a deterioração das camadas do pavimento.

A metodologia utilizada para a avaliação da condição da drenagem superficial seguiu a descrita por Blair et al. (1987 apud HENZ, 2014), com adaptações, onde foi proposta a avaliação dos dispositivos de drenagem em bom, regular e ruim, segundo os seguintes critérios:

- Limpeza: presença de resíduo sólido, matéria orgânica e/ou solo nos dispositivos e os impactos causados à drenagem das águas pluviais por esses elementos;
- Manutenção: presença de defeitos nos dispositivos e os impactos causados à drenagem;
- Segurança: características físicas do dispositivo e da existência de defeitos, analisando o comprometimento da segurança de pedestres e veículos.

A Figura 18 apresenta a planilha de avaliação para este critério:

PLANILHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO						
Rua:				Avaliador:		
Data:				N° Faixas:		
Avaliação da Condição da Drenagem Superficial				Avaliação da Condição das Calçadas		
	Limpeza	Manutenção	Segurança		Largura (m)	Nota
Sarjeta				Direita		
Boca de Lobo				Esquerda		
Observações						

Figura 18. Ficha de avaliação para levantamento de drenagem superficial e calçada (adaptado de HENZ, 2014).

### 3.3.4 Avaliação Da Condição Das Calçadas

Para a avaliação das calçadas nas vias analisadas, foi seguida a metodologia adaptada de Ferreira e Sanches (2001 apud HENZ, 2014), classificando-as através de um índice que retrata o nível de serviço dos trechos em questão. São atribuídos conceitos de maneira similar àquela feita na avaliação da condição da drenagem superficial: boa (3), regular (2) e ruim (1). A Figura 18 também contém a planilha utilizada para o registro dessa avaliação.

### 3.4 Determinação Do ICPU<sub>JP</sub>

Para o tratamento dos dados colhidos, utilizou-se também do modelo de Índice de Condição do Pavimento Urbano da cidade de João Pessoa desenvolvido por Paz (2017), em virtude de o mesmo ser específico à cidade na qual o *campus* I está localizado.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISES

### 4.1 Nomeação Dos Trechos

O estudo avaliou aproximadamente 4,4 quilômetros de vias dentro do *campus I* da Universidade Federal da Paraíba, constituindo em torno de um total de 29.390m<sup>2</sup> de área pavimentada.

Cada uma das vias descritas no item 3.2 foram subdivididas em trechos menores, variando-se o número de trechos por via de acordo com a extensão de cada uma.

A Figura 19 ilustra essa divisão:

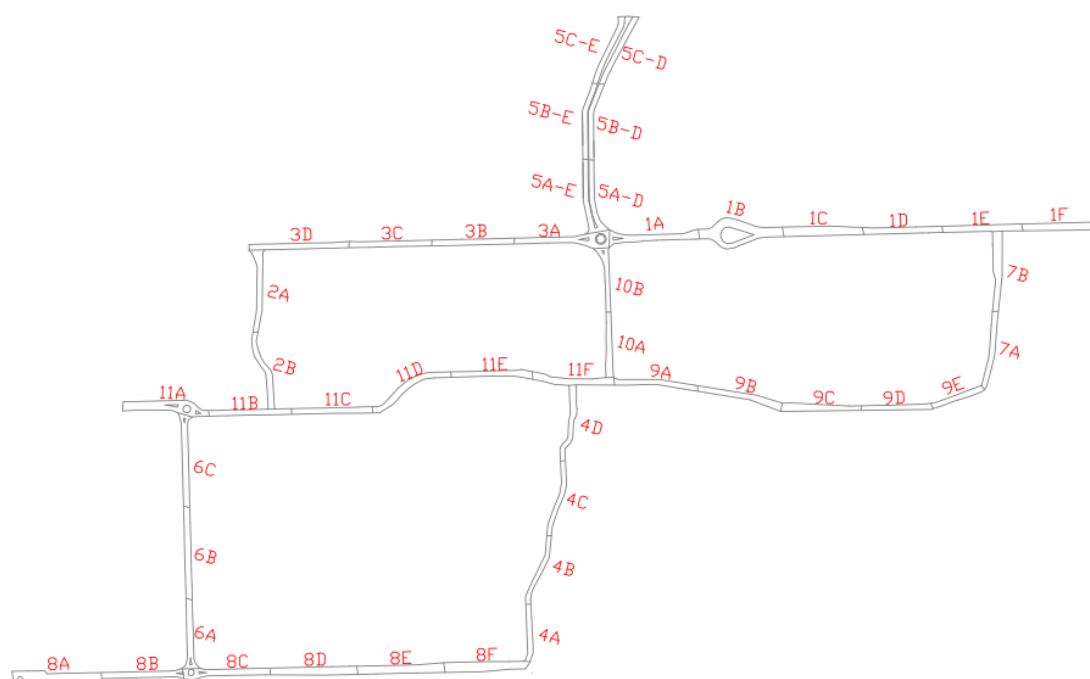


Figura 19. Nomeação e localização dos trechos.

### 4.2 Mapas De Defeitos

A partir de uma coleta de dados e de defeitos dos pavimentos, assim como da coleta de dados acerca da drenagem e das calçadas da área, foi determinada a condição atual do pavimento através do Índice de Serventia e do ICPU<sub>JP</sub>. Tais descobertas possibilitaram a criação de um banco de dados que contém as características de cada trecho. O banco de dados desenvolvido encontra-se no Apêndice A deste trabalho, bem como algumas das fichas de verificação preenchidas eletronicamente em campo com o auxílio de um tablet.

A avaliação do pavimento se procedeu da seguinte maneira: todos os trechos foram visitados, utilizando-se do preenchimento das planilhas contidas nas Figuras 16, 17 e 18 para classificação dos defeitos encontrados, juntamente com a realização da classificação do estado da calçada e da drenagem desses trechos.

Para a avaliação da serventia, foram treinados 5 avaliadores que realizaram a averiguação dos trechos, fazendo alusão à norma vigente (Norma DNIT 009/2003 -PRO) e às percepções quanto ao rolamento da via.

Na Tabela 12, são apresentados os resultados obtidos após a realização da avaliação subjetiva da serventia, enquanto que, nas Tabelas 13 e 14, são encontrados os valores alcançados com avaliação dos dispositivos de drenagem e da calçada, respectivamente.

Via	Serventia					Média	Desvio Padrão	Variação (%)
	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5			
Acácia Brasil	4.2	4.1	4.5	4.2	4	4.2	0.18708	4.454354
Alameda da Mugumba	3.9	4	4.2	4.1	3.7	4.0	0.19235	4.833011
Alameda Oiticita	4.5	4	4	3.8	4	4.1	0.26077	6.422860
Alameda Sucupira	4	3.9	4.1	3.2	3.6	3.8	0.36469	9.699246
Angelin Rosa	4.5	4.5	4.2	3.5	4.1	4.2	0.40988	9.852837
Via das Acácias	4.5	4.3	3.8	3.9	3.8	4.1	0.32094	7.904831
Imbirida	4.5	4.2	4	4	3.7	4.1	0.29496	7.229354
Ipê Amarelo	4.5	3.5	3.8	3.8	3.9	3.9	0.36742	9.421114
Ipê Branco	4.2	3.8	3.8	3.9	3.8	3.9	0.17321	4.441156
Ipê Roxo	4.2	4.1	4.1	4	4.1	4.1	0.07071	1.724651
Pau Brasil	4.3	4	3.8	4	4	4.0	0.17889	4.449887

Tabela 12. Resultados da avaliação subjetiva de serventia.

Via	Drenagem			Média	Desvio Padrão	Variação (%)
	Limpeza	Manutenção	Segurança			
Acácia Brasil	1	2	2	1.7	0.57735	34.641016
Alameda da Mugumba	1	1	1	1.0	0.00000	0.000000
Alameda Oiticita	2	2	2	2.0	0.00000	0.000000
Alameda Sucupira	3	2	1	2.0	1.00000	50.000000
Angelin Rosa	2	2	2	2.0	0.00000	0.000000
Via das Acácias	1	2	2	1.7	0.57735	34.641016
Imbirida	2	1	1	1.3	0.57735	43.301270
Ipê Amarelo	2	2	2	2.0	0.00000	0.000000
Ipê Branco	2	1	2	1.7	0.57735	34.641016
Ipê Roxo	2	2	1	1.7	0.57735	34.641016
Pau Brasil	3	2	1	2.0	1.00000	50.000000

Tabela 13. Resultados da avaliação subjetiva de drenagem.

Via	Calçada	
	Direita	Esquerda
Acácia Brasil	2	2
Alameda da Mugumba	2	2
Alameda Oiticita	2	2
Alameda Sucupira	2	0
Angelin Rosa	2	2
Via das Acácias	2	0
Imbirida	0	2
Ipê Amarelo	2	2
Ipê Branco	2	0
Ipê Roxo	2	2
Pau Brasil	3	2

Tabela 14. Resultados da avaliação subjetiva da calçada.

É percebido que de acordo com a serventia, o pavimento é considerado bom a muito bom com uma variação de até 10% em relação às diferentes avaliações acerca de cada trecho. Quanto à drenagem, obtiveram-se valores que caracterizam a drenagem como sendo regular, principalmente devido à limpeza ineficaz nos dispositivos de drenagem. Já em relação às calçadas, determinou-se que em alguns trechos as mesmas não existiam em um dos lados da via, mais especificamente nas vias Alameda Sucupira, das Acácias, Imbirida e Ipê Branco; enquanto que aquelas existentes são consideradas também regulares devido à obstáculos ao longo das mesmas, como alocação incorreta de postes de energia.

Quanto à identificação dos defeitos em campo, foram encontrados sete tipos diferentes de deformidades: desgaste, deformação permanente, trincas transversais, trincas longitudinais, corrugação, remendos e painéis.

De maneira a facilitar a visualização dos dados, foram elaborados mapas temáticos para os tipos de defeitos encontrados no estudo.

A Figura 20 apresenta o desgaste encontrado na área estudada:

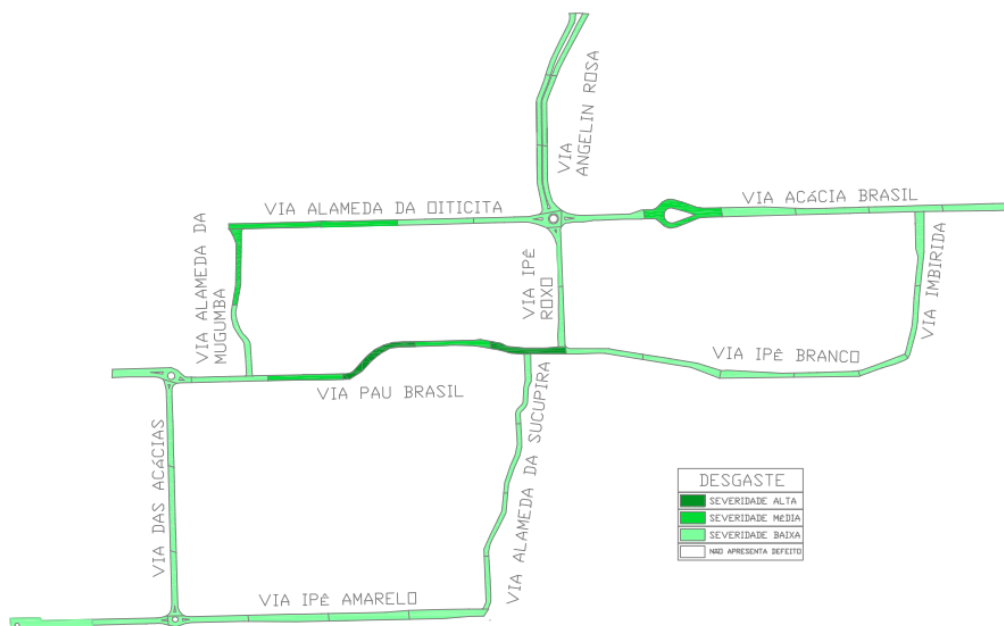


Figura 20. Mapa de localização do desgaste.

De maneira geral, tal defeito foi encontrado ao longo de toda a malha viária. O desgaste pode estar relacionado ao envelhecimento do pavimento, assim como a um tráfego acumulado de veículos ou, até mesmo, devido a uma utilização incorreta de dosagem dos materiais na hora da construção dos pavimentos.<sup>4</sup>

Os trechos 11D e 11F na Via Pau Brasil são aqueles que apresentam maior severidade quanto ao desgaste, sendo sugerido um recapeamento. Já todos os na Via Alameda da Sucupira apresentam desgaste baixo, onde se é recomendado aplicação de lama asfáltica de modo a conter o avanço da deterioração neste pavimento.

As Figuras 21 e 22 mostram o estado do pavimento na Via Pau Brasil, em que os agregados graúdos foram expostos, fazendo com que o pavimento apresente uma textura superficial muito rugosa.

<sup>4</sup> Como não se tem dados de ensaios acerca do material utilizado, não se pode determinar mais precisamente qual seria a causa de tão alta incidência de tal defeito.



Figura 21. Desgaste do pavimento na Via Pau Brasil.



Figura 22. Desgaste do pavimento na Via Pau Brasil.

Também foram encontrados diversos remendos ao longo dos trechos avaliados. Pode-se determinar que alguns remendos foram resultado da tentativa de correção de panelas, enquanto que outros foram consequência da realização de reformas de utilidades que afetaram o pavimento.

Conforme se observa na Figura 23, esse remendo, encontrado na Via Angelin Rosa, não foi realizado corretamente devido à falta de proteção mecânica do cano, assim como em razão da falta de aplicação de camada de material asfáltico sobre ele. Já, na Figura 24, é apresentado um remendo realizado na Via Ipê Branco, que também não recebeu o devido recobrimento com camada asfáltica, além de se observar também a falta de vedação satisfatória da caída de inspeção.



Figura 23. Remendo na Via Angelin Rosa.



Figura 24. Remendo na Via Ipê Branco.

A Figura 25 apresenta o mapa temático que ilustra os dados coletados acerca da existência de remendos ao longo do pavimento analisado.

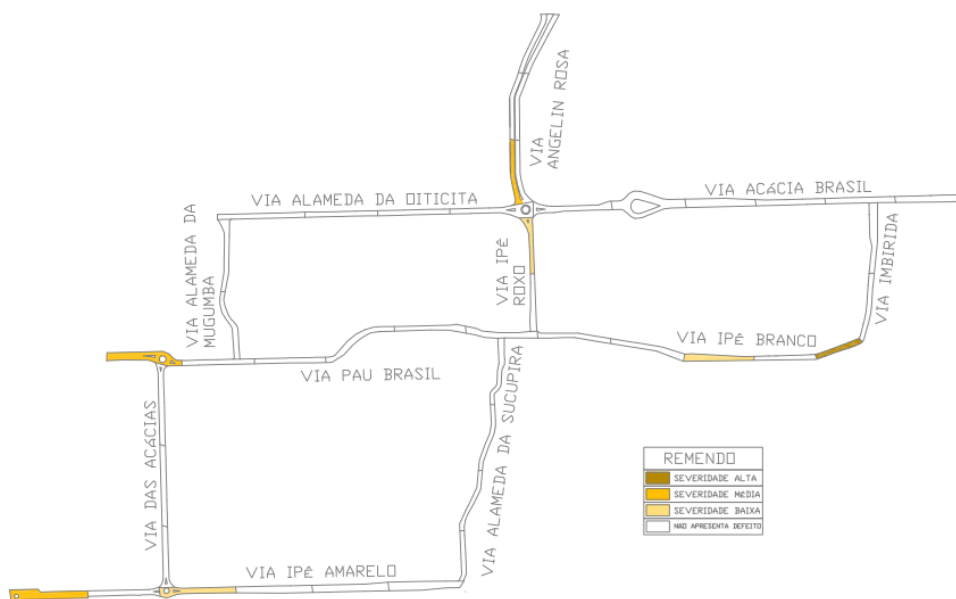


Figura 25. Mapa de localização de remendos.

Outro defeito encontrado na área analisada foi a presença de painelas. Apesar de não terem tido uma alta frequência de manifestação, as encontradas apresentaram nível de severidade média e alta.

A Figura 26 exemplifica a formação de painelas na Via Ipê Amarelo, um local onde já houve um remendo. Tal remendo teve que ser realizado em função da existência de painelas no ano de 2015, como apresentado na Figura 27. Nesta área é possível perceber uma deficiência na drenagem do pavimento, que causa uma recorrência de defeitos no pavimento.





Figura 26. Painela na Via Ipê Amarelo no ano de 2018.



Figura 27. Painela na Via Ipê Amarelo no ano de 2015.

Na Figura 28, é apresentado o mapa temático que exemplifica os dados encontrados *in loco*.

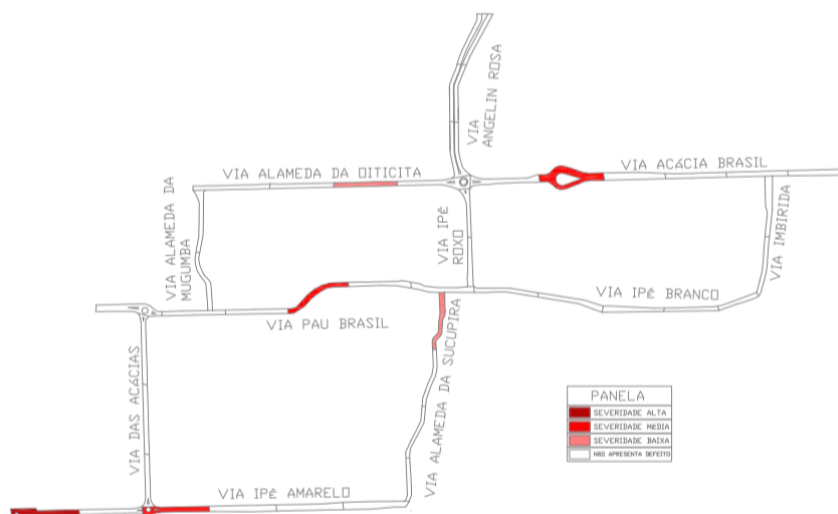


Figura 28. Mapa de localização de painelas.

Trincas transversais e longitudinais também foram encontradas, principalmente na Via Alameda da Oiticita. Tais trincas devem-se principalmente à retração da camada asfáltica e por reflexão nas juntas. Quando de baixa severidade é recomendada a aplicação de capa selante ou camada asfáltica, mas, em casos de alta severidade, o recapeamento é a atividade de M&R mais recomendável por ser mais eficiente na detenção do aumento das trincas.

As Figuras 29 e 30 apresentam mapas de distribuição das trincas transversais e longitudinais, respectivamente, ao longo da área estudada.

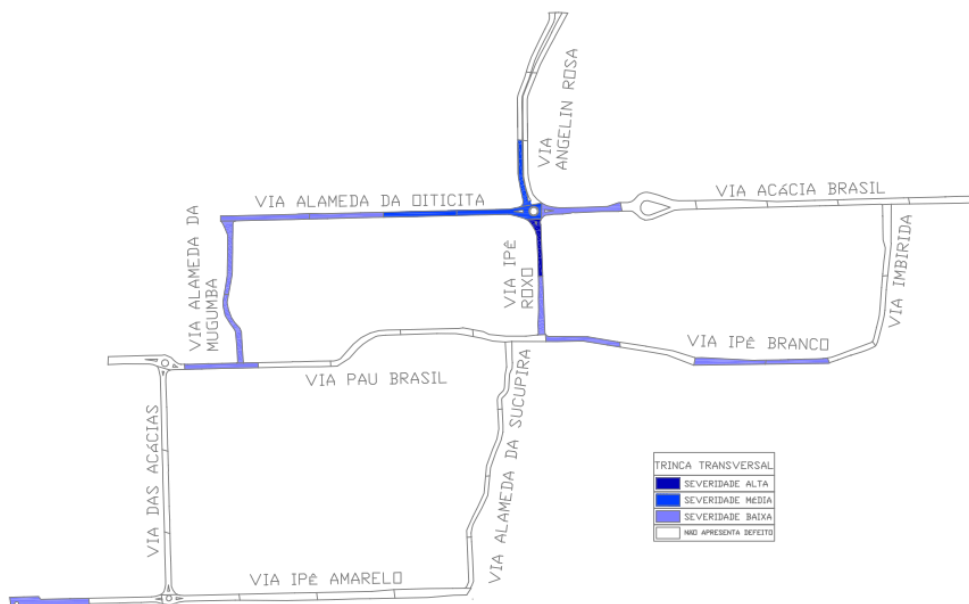


Figura 29. Mapa de localização de trincas transversais.

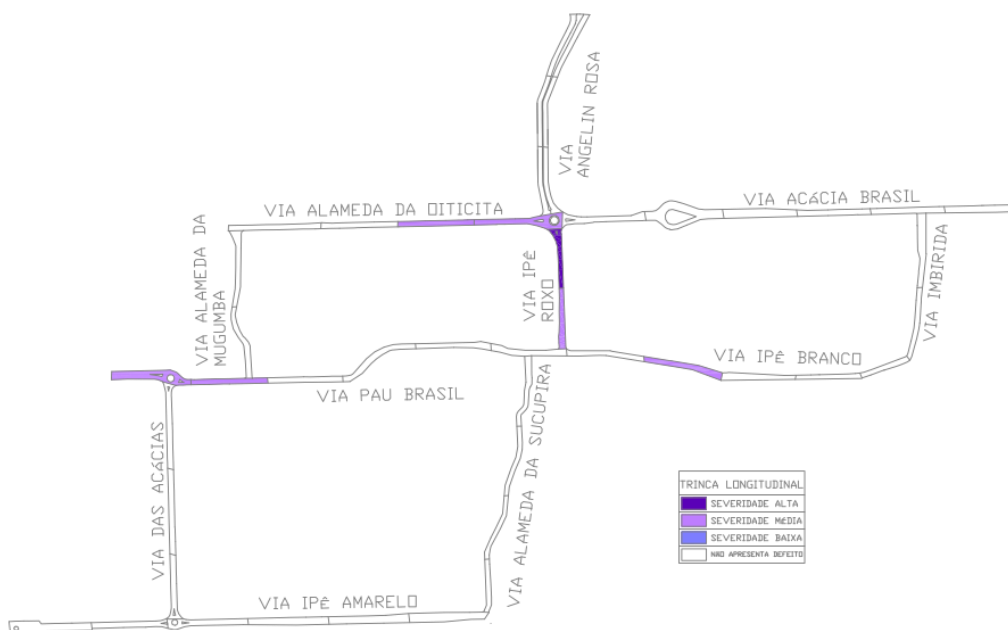


Figura 30. Mapa de localização de trincas longitudinais.

Deformações permanentes ocorrem devido a um cisalhamento causado por enfraquecimento em razão de infiltração de água, como mostra a Figura 31, ou até mesmo devido ao dimensionamento inadequado das camadas em relação ao tráfego no trecho. Como soluções de M&R, são indicados recapeamento ou até mesmo reconstrução, para casos de maior severidade do defeito.

A Figura 32 apresenta o mapa temático acerca dos dados obtidos com a inspeção.



Figura 31. Deformação permanente encontrada na Alameda da Oiticita.

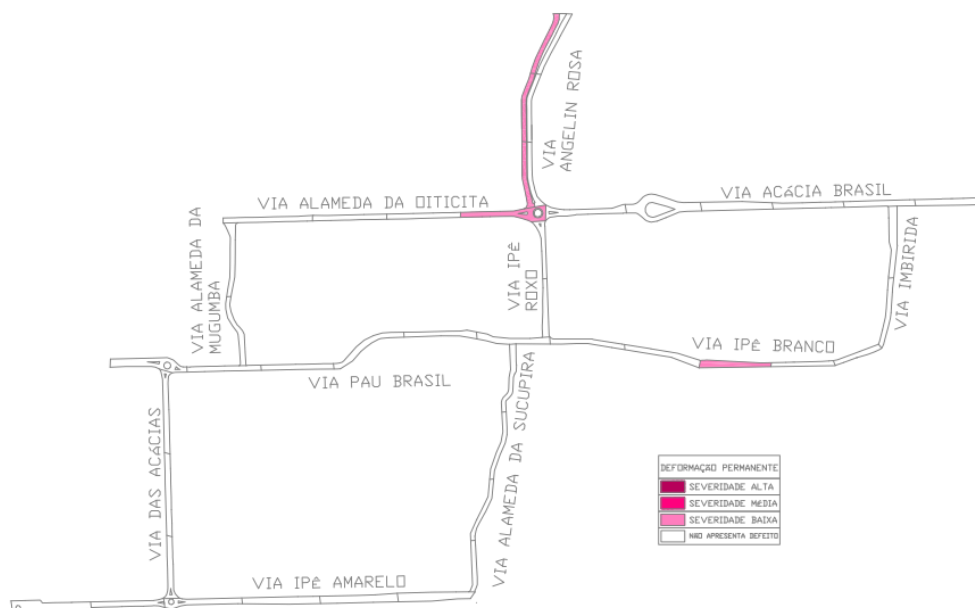


Figura 32. Mapa de localização de trincas em bloco.

Para finalizar a descrição dos defeitos encontrados, apresenta-se a Figura 33. Esta contém a localização de focos de corrugação no pavimento. Como alternativa de M&R recomenda-se um recapeamento de maneira a planificar a superfície.

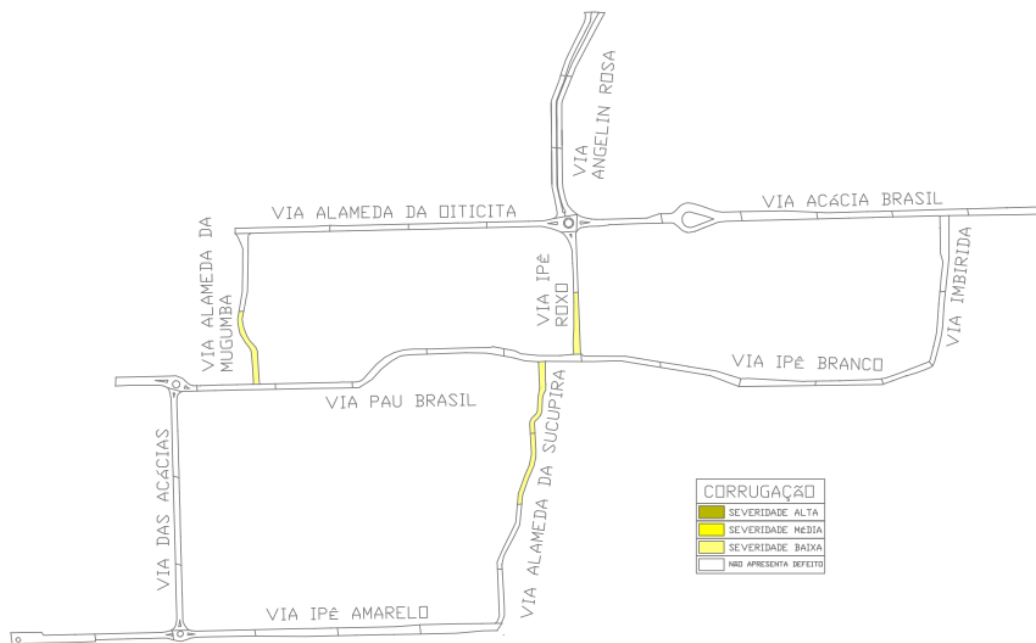


Figura 33. Mapa de localização de corrugação.

Em posse do banco de dados desenvolvido ao longo do trabalho, vide Apêndice A, determinou-se a situação atual da condição da superfície dos pavimentos, utilizando o  $ICPU_{JP}$ . Como mencionado anteriormente no item 2.4.3.3.3, para o cálculo deste índice, utilizamos dados de 6 tipos de defeitos.

Na Figura 34, é possível se observar o mapa temático que ilustra a condição dos pavimentos dentro do *campus I* da UFPB.

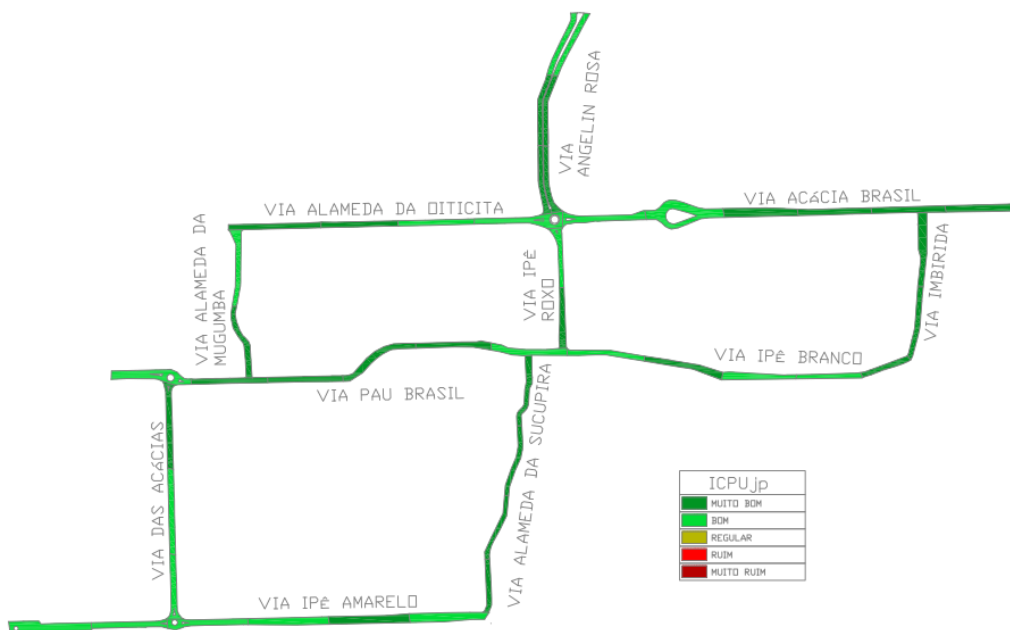


Figura 34. Mapa de condição da superfície do pavimento urbano ( $ICPU_{JP}$ ).

No mapa, utilizou-se uma escala de cores onde os trechos que apresentam uma situação inferior de capacidade de tráfego e de segurança em razão da baixa condição do pavimento são representados por cores avermelhadas. Já para a representação dos trechos em que a condição do pavimento foi mais satisfatória, utilizou-se cores esverdeadas.

Pode-se perceber que a situação do pavimento dentro da área analisada é satisfatória, sendo encontrados índices que variam entre muito bom e bom. Existem pontos específicos que oferecem problemas, mas que, no geral, não afetam o rolamento de uma maneira mais expressiva. Entretanto, tais pontos devem ser adereçados de maneira a impedir o crescimento e proliferação dos defeitos, de forma a manter a capacidade da malha viária dentro do *campus*.

A Figura 35 representa as médias dos Índices de Serventia encontrados para os trechos, de maneira a possibilitar uma comparação entre as duas formas de avaliação: objetiva e subjetiva.

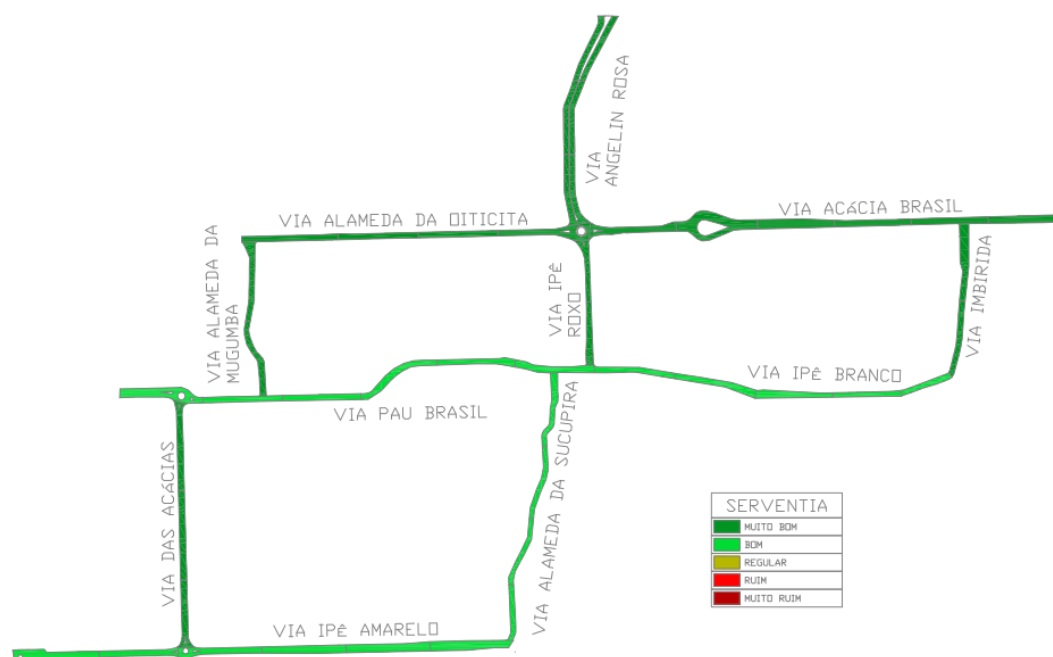


Figura 35. Mapa de condição da superfície do pavimento urbano (VSA).

Apesar de serem avaliações que utilizam métodos de obtenção de dados diferentes, é possível observar que os dados e resultados encontrados são semelhantes. A Tabela 16 apresenta uma comparação estatística entre os dados obtidos através de ambos os métodos.

Trecho	Via	Serventia	ICPU <sub>JP</sub>	Diferença Relativa
1A	Acácia Brasil	4.2	3.46	0.74
1B	Acácia Brasil		3.29	0.91
1C	Acácia Brasil		4.05	0.15
1D	Acácia Brasil		4.05	0.15
1E	Acácia Brasil		4.10	0.10
1F	Acácia Brasil		4.01	0.19
2A	Alameda da Mugumba	4	3.52	0.48
2B	Alameda da Mugumba		4.01	0.01
3A	Alameda da Oiticita	4.1	3.44	0.66
3B	Alameda da Oiticita		3.47	0.63
3C	Alameda da Oiticita		4.38	0.28
3D	Alameda da Oiticita		4.22	0.12
4A	Alameda da Sucupira	3.8	4.46	0.66
4B	Alameda da Sucupira		4.40	0.60
4C	Alameda da Sucupira		4.33	0.53
4D	Alameda da Sucupira		4.25	0.45
5A - D	Angelin Rosa	4.2	4.64	0.44
5A - E	Angelin Rosa		4.60	0.40
5B - D	Angelin Rosa		4.29	0.09
5B - E	Angelin Rosa		4.10	0.10
5C - D	Angelin Rosa		3.94	0.26
5C - E	Angelin Rosa		3.90	0.30
6A	Acácias	4.1	3.95	0.15
6B	Acácias		3.86	0.24
6C	Acácias		4.07	0.03
7A	Imbirida	4.1	4.28	0.18
7B	Imbirida		4.00	0.10
8A	Ipê Amarelo	3.9	3.82	0.08
8B	Ipê Amarelo		3.85	0.05
8C	Ipê Amarelo		3.95	0.05
8D	Ipê Amarelo		3.85	0.05
8E	Ipê Amarelo		4.21	0.31
8F	Ipê Amarelo		3.93	0.03
9A	Ipê Branco	3.9	3.63	0.27
9B	Ipê Branco		4.17	0.27
9C	Ipê Branco		3.57	0.33
9D	Ipê Branco		3.75	0.15
9E	Ipê Branco		4.27	0.37
10A	Ipê Roxo	4.1	4.32	0.22
10B	Ipê Roxo		3.89	0.21
11A	Pau Brasil	4	3.76	0.24
11B	Pau Brasil		4.00	0.00
11C	Pau Brasil		4.39	0.39
11D	Pau Brasil		4.04	0.04
11E	Pau Brasil		4.38	0.38
11F	Pau Brasil		3.44	0.56

Tabela 16. Comparação entre valores encontrados de Índice de Serventia e de ICPU<sub>JP</sub>.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do trabalho realizado, pode-se determinar que o pavimento dentro do *campus* I da Universidade Federal da Paraíba se encontra em um bom estado de conservação, mas já apresenta pontos que necessitam de manutenção localizada. De forma a normatizar e organizar esta manutenção, a ferramenta de gerência de pavimentos se apresenta como opção de otimização de recursos.

O gerenciamento de pavimentos é um instrumento muito importante. A necessidade de resultados mais efetivos, associada à complexidade proveniente da crescente dependência social e econômica e uso da rede viária, faz com que a adoção de um SGP na gerência da malha viária seja um importante elemento de sucesso para a organização, manutenção e melhoramento do sistema viário.

Esses fatores implicam, assim, na necessidade de que os órgãos responsáveis pelo trabalho de gestão da rede viária se capacitem para coordenar, gerenciar e controlar suas atividades, de forma a responder, da melhor maneira possível, as crescentes demandas que o atual e futuro cenário viário exige. Tais características estão intimamente vinculadas à existência de um gerenciamento dos pavimentos urbanos e ao sucesso da implantação de estratégias organizacionais quantitativas e qualitativamente eficientes a promover segurança e a permitir o adequado uso da infraestrutura viária.

Os SGPs podem ser definidos com uma forma de planejar, executar, otimizar e controlar ações que visam a implementação de estratégias e recursos essenciais à manutenção, ao aperfeiçoamento e ao melhoramento dos pavimentos viários. Quanto melhor for o gerenciamento daquele, melhores serão os resultados e benefícios alcançados.

Sendo assim, a existência de banco de dados informando sobre as características da malha viária, como volume diário de tráfego, ocorrência de acidentes, condição do pavimento e histórico de intervenções, contribui para a otimização e potencialização do gerenciamento das pavimentações viárias, visando, com isso, a geração de melhores resultados na aplicabilidade dos recursos públicos quando da realização de atividades de construção, de manutenção e de reconstrução de redes viárias tão essenciais à economia e à ordem social do país na atualidade.

Infelizmente, apesar dos avanços na criação e adoção de SGPs, os gestores ainda não acolheram por completo essa ideia e muitos dos dados sobre as características das vias públicas continuam não sendo obtidos nem armazenados adequadamente. Em razão disso, ainda é grande a dificuldade em se obter informações e históricos pertinentes sobre as condições da

pavimentação de muitas vias, impossibilitando, portanto, uma melhor alocação dos recursos destinados ao trato dessas áreas.

Como exemplo desse cenário de desinformação, temos a malha viária do Campus de João Pessoa, da Universidade Federal da Paraíba. Por ter sido fruto de um acordo entre o Governo do Estado da Paraíba e a Reitoria da Universidade, não há registros nem informações básicas sobre a metodologia e materiais de pavimentação adotados na construção da malha viária do *campus* – a maior parte das informações e características desse pavimento só foram possíveis após a realização de levantamentos *in loco*.

Nesse sentido, uma ferramenta de grande auxílio nesse tipo de gestão é o SGP. Esse sistema é aplicável a toda rede pavimentada, seja qual for sua extensão. Ele permite a obtenção de resultados mais satisfatórios na realização de atividades de avaliação, gerenciamento e execução de atividades na malha viária, positivando a aplicação de recursos e, assim, amenizando o desperdício dos já escassos recursos públicos para esse fim.

Conforme enumerado na literatura, a implantação do SGP, associada à utilização de um banco de dados atualizado, disponibiliza informações mais específicas para a administração dos pavimentos. Assim é possível um acompanhamento periódico e mais preciso da condição da malha viária, permitindo sua manutenção em um nível de qualidade desejado, intervendo-se apenas nos momentos em que a condição do pavimento se apresentar abaixo do pré-estabelecido; além de oportunizar o planejamento com antecedência dos recursos de manutenção e de reabilitação das vias através de projetos estratégicos de investimentos.

Quanto aos resultados, confirmou-se a importância da adoção de um SGP como facilitador do gerenciamento de malhas viárias e como favorecedor dos benefícios esperados, especialmente, no que diz respeito ao estabelecimento de metodologias, ferramentas e sistemas capazes de compreender a origem e as possíveis soluções para os defeitos e todas as interações que possam envolver a condição do pavimento e possam indicar os objetivos estratégicos de sua gestão.

Portanto, sugere-se a adoção de um SGP a fim de se possibilitar a comparação, análise e avaliação dos melhores métodos de manutenção e reabilitação dos pavimentos urbanos, facilitando o desenvolvimento e o gerenciamento de novas práticas, programas e ferramentas cada vez mais eficazes, além de atuar como responsável direto pelos processos de mudança organizacional no gerenciamento de malhas viárias.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. **AASHTO Guide for Design of Pavement Structures**. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DCC/USA, 1993.

AASHTO. **AASHTO Guidelines for Pavement Management Systems**. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DCC/USA, 1990.

AASHTO. **Pavement Management Guide**. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DCC/USA, 1990.

ALBUQUERQUE, Fernando Silva. **Sistema de Gerência de Pavimentos para Departamentos de Estradas do Nordeste Brasileiro**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

BRASIL. CNT, SEST, SENAT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2016: Relatório gerencial**. 20.ed. Brasília, 2016. Disponível em <[http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20\(2016\)%20-%20LOW.pdf](http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20(2016)%20-%20LOW.pdf)>. Acesso em 3 de maio de 2018.

BRASIL. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo. Projeto de Pavimentação. Departamento de Estradas e Rodagem. São Paulo, 2006. Disponível em <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/IP-DE-P00-001\\_A.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/IP-DE-P00-001_A.pdf)>. Acesso em 17 de março de 2018.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Gerência de Pavimentos**. Rio de Janeiro, 2011.

CAREY, JR., W. N.; IRICK, P. E. **The Pavement Serviceability – Performace Concept**. HRB Bulletin 250, 1960.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Central Intelligence Agency. The World Factbook. Disponível em <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2085rank.html#br>>. Acesso em 16 de maio de 2018.

FERNANDES, Fernando Manoel Lopes da Silva. **Software de Gerenciamento de Pavimentos Aplicado a Vias Urbanas de Cidades de Pequeno a Médio Porte**. 2017. Projeto de Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

FERNANDES Jr., José Leomar; ODA, Sandra; ZERBINI, Luís Fernando. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. Apostila Didática. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

HAAS, R. C. G.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. P. **Modern Pavement Management**. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, 1994.

HANSEN, Aline. **Aplicação de SIG em Sistema de Gerência de Pavimentos para a Cidade de Maringá**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2008.

HENZ, Dyeiko Allan. **Utilização de Mapas Temáticos como Ferramenta de Auxílio para Atividade de Gerência de Pavimentos Urbanos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica

HUDSON, W. R.; HAAS, R. C. G.; PERDIGO, R. D. **Pavement Management System Development**. National Cooperative Highway Research Program, Report 215, Transportation Research Board, 1979.

MELO, R. A. Notas de Aula. Disciplina Tópicos II. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 2015.

MORAES, C. A. S.; RODRIGUES, J. K. G.; FILHO, H. B. M.; QUEIROZ, M. W. e GUIMAR, L. C. **Uma Proposta para Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos das Vias Urbanas**. 18° Encontro de Asfalto, Instituto Brasileiro de Petróleo – IBP. Rio de Janeiro, 2006.

NHI. **Pavement Management Systems**. *Federal Highway Administration, National Highway Institute Course*, 422 p, NHI Course n° 131035, 1998. Disponível em <<http://www.nhi.fhwa.dot.gov>>. Acesso em 15 de março de 2018.

RODRIGUES, Régis Martins. **Engenharia de Pavimentos: Parte II – Gerência de Pavimentos**. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, 2007.

SHRP. *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies. The Strategic Highway Research Program. National Academy of Science*. Washington, D. C., 1993.

SOUZA, Priscilla Miguel de. **Proposta de Implantação do Sistema de Gerência de Pavimento para a Cidade do Rio de Janeiro**. 2015. Projeto de Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

TROMBETTA, Jairo. **Subsídios para a Tomada de Decisão na Gestão da Infraestrutura Viária Urbana: Aplicação nos pavimentos asfálticos de Pato Branco – PR**. 2010. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2010.

VISCONTI, T. S. **O sistema gerencial de pavimentos do DNER**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Divisão de Apoio Tecnológico, Brasil, 84 p, 2000. Disponível em <<http://fec.unicamp.br/~zuffo/>>. Consultado em maio de 2018.

ZANCHETTA, Fabio. **Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: avaliação de campo, modelo de desempenho e análise econômica**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2017.

ANEXO A – ÁRVORES DE DECISÃO (FERNANDES JR et al, 2006)

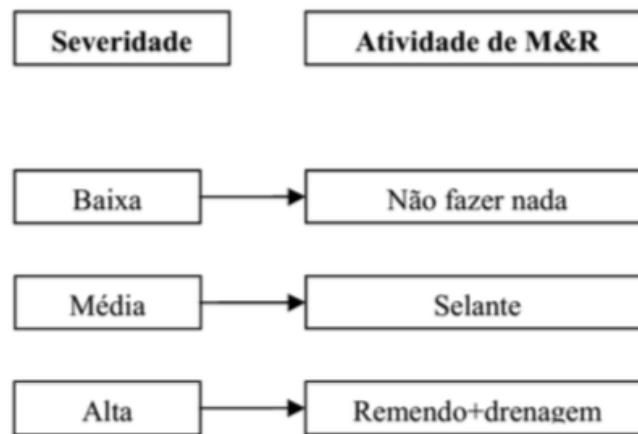


Figura 1 – Trincas por fadiga dos revestimentos



Figura 2 – Trincas transversais



Figura 3 – Trincas longitudinais

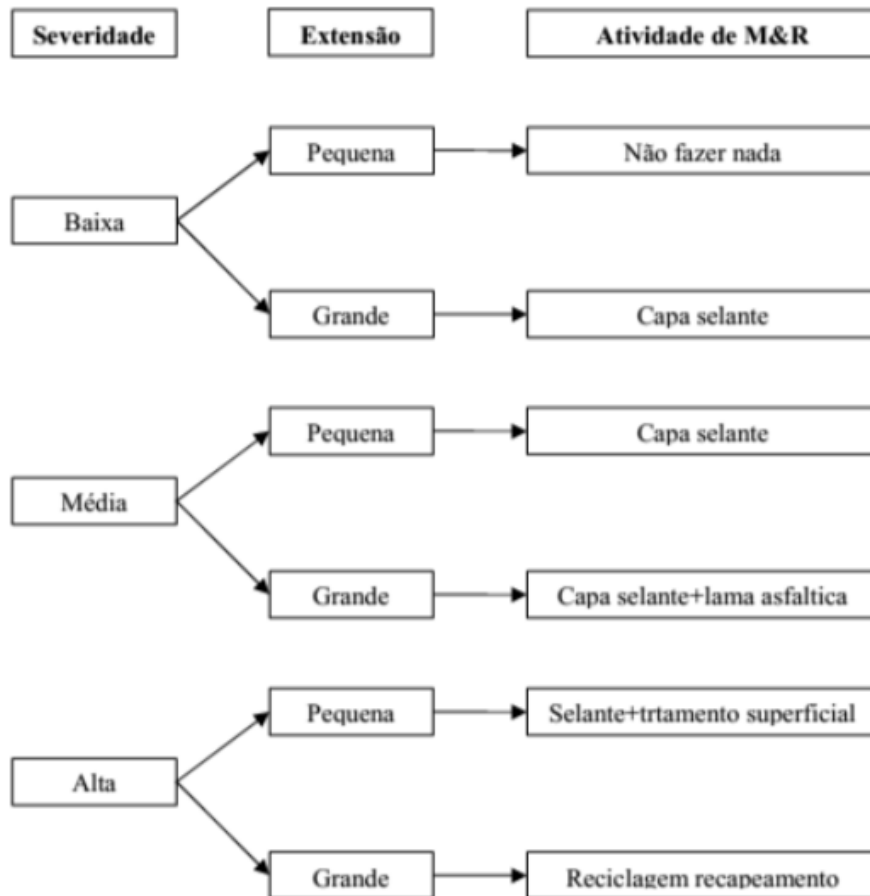


Figura 4 – Trincas em blocos

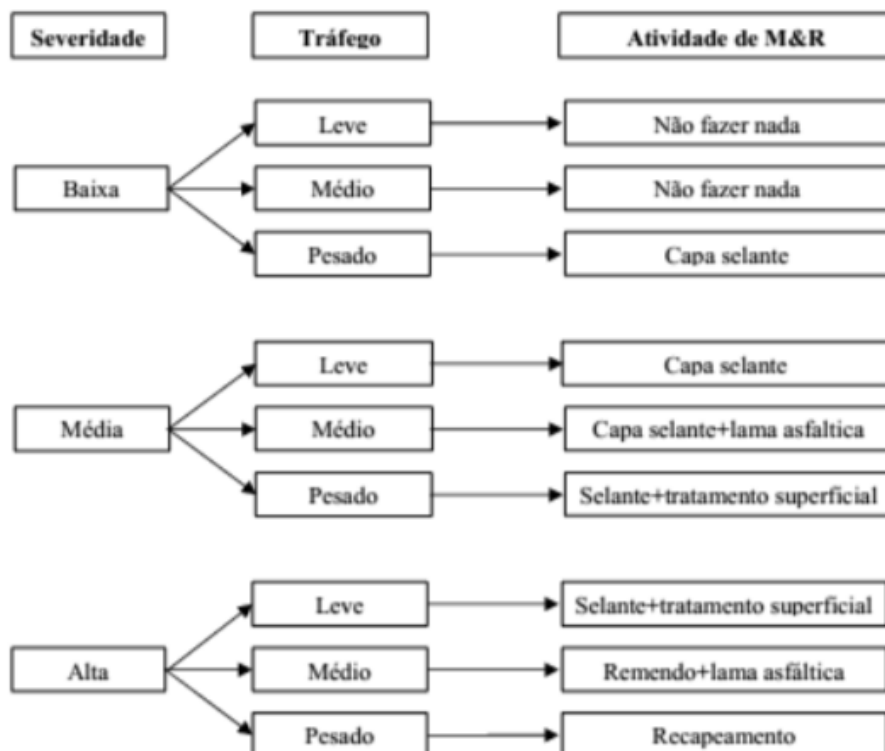


Figura 5 – Trincas por reflexão

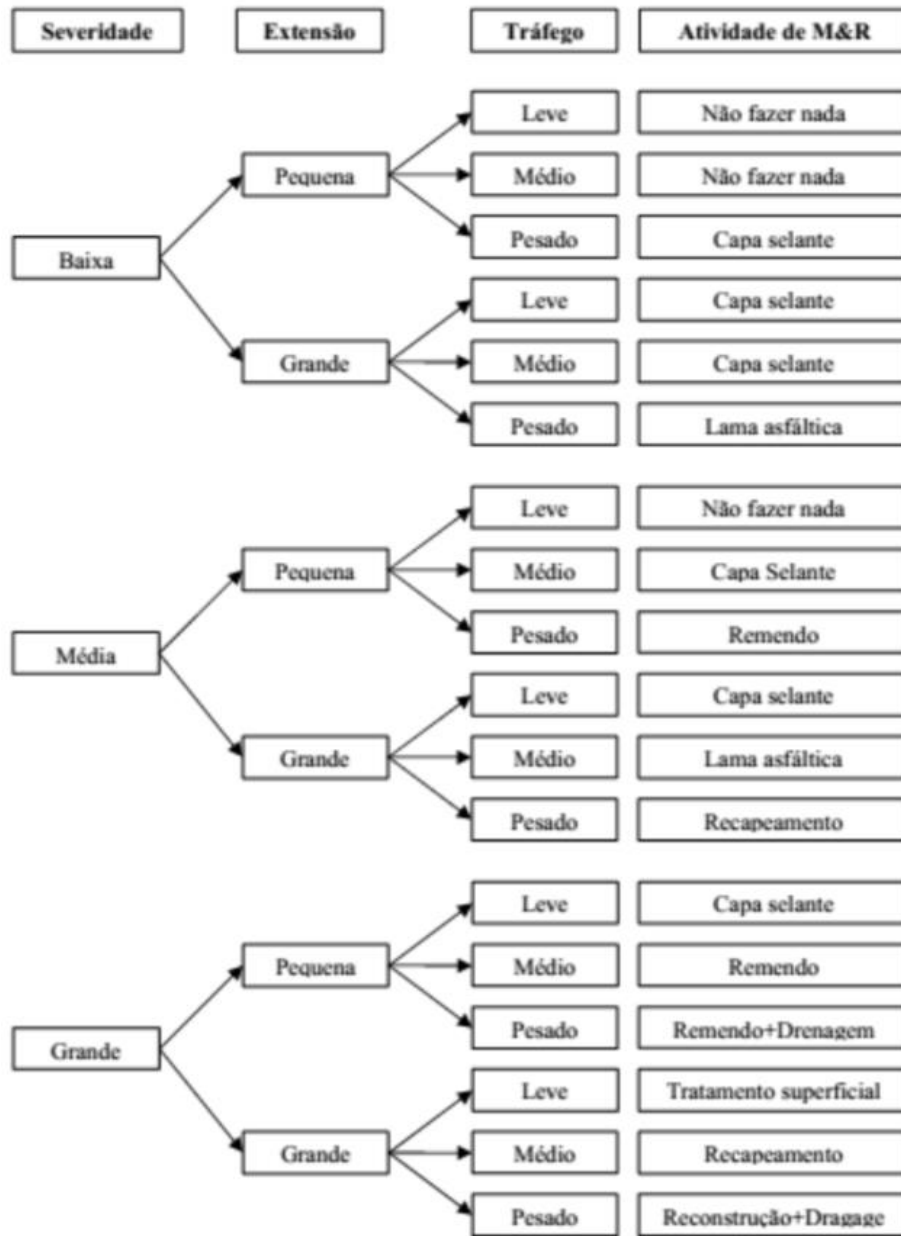


Figura 6 – Trincas por fadiga



Figura 7 – Remendos



Figura 8 – Panelas



Figura 9 – Corrugação



Figura 10 – Exsudação

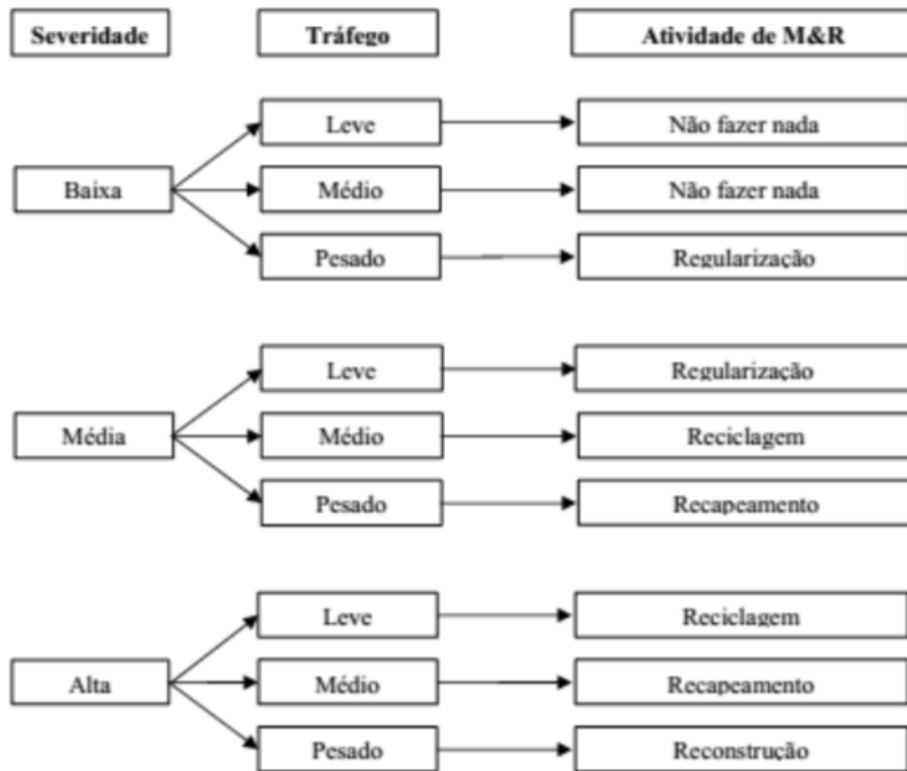


Figura 11 – Trilha de rodas



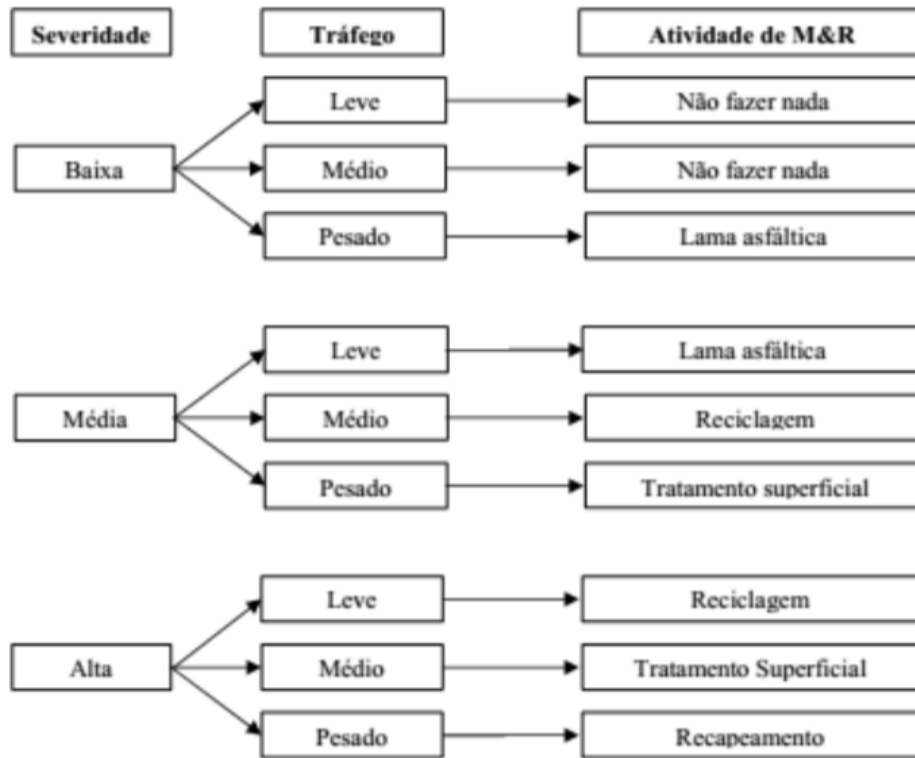


Figura 12 – Agregados polidos

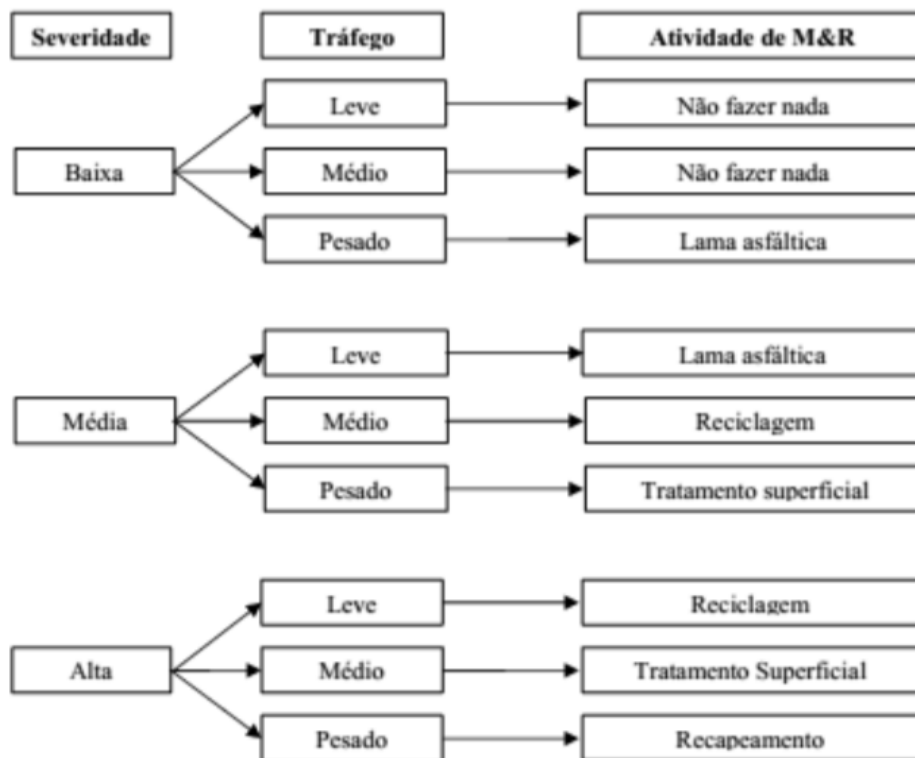


Figura 13 – Desgaste

**APÊNDICE A**  
**BANCO DE DADOS**

Trecho	Via	Faixa	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m²)	Data de Avaliação	Diagnóstico Severidade Percentual	Remendo Severidade Percentual	Pavimento Severidade Percentual	Trinca Transversal Severidade Percentual	Trinca Longitudinal Severidade Percentual	Corrigação Severidade Percentual	Deformação Permanente Severidade Percentual	Drenagem	Calçada	Severidade	Condição	ID/Up	Condição	Recomendação
1A	Acácia Brasil	2	6,55	100	655,00	2/5/18	Baixa 73,28	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,31	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,46	Boa	Lama Asfáltica
1B	Acácia Brasil	2	6,55	100	655,00	2/5/18	Média 79,39	Não 0,00	Média 0,15	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,29	Boa	Lama Asfáltica
1C	Acácia Brasil	2	6,61	100	661,00	2/5/18	Baixa 45,39	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,05	Muito Boa	Nada
1D	Acácia Brasil	2	6,61	100	661,00	2/5/18	Baixa 45,39	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,05	Muito Boa	Nada
1E	Acácia Brasil	2	6,66	105	699,30	2/5/18	Baixa 47,19	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,01	Muito Boa	Nada
2A	Alameda da Mamburá	2	6,5	104,5	679,25	2/5/18	Média 70,67	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,07	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,52	Boa	Reciclagem
2B	Alameda da Magalhães	2	6,55	104,5	679,25	2/5/18	Baixa 47,11	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,44	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,01	Muito Boa	Nada
3A	Alameda da Otília	2	6,55	105	687,75	2/5/18	Baixa 71,15	Não 0,00	Não 0,00	Média 0,73	Baixa 0,44	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,44	Boa	Lama Asfáltica
3B	Alameda da Otília	2	6,55	105	687,75	2/5/18	Baixa 71,15	Não 0,00	Não 0,00	Média 0,58	Baixa 0,29	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	3,47	Muito Boa	Lama Asfáltica e Preenchimento de buracos
3C	Alameda da Otília	2	6,53	103,5	675,86	2/5/18	Média 29,59	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,15	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	4,38	Boa	Nada
3D	Alameda da Otília	2	6,53	103,5	675,86	2/5/18	Média 29,59	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,15	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,38	Muito Boa	Nada
4A	Alameda da Sécúria	2	6,33	95	598,35	2/5/18	Baixa 25,84	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,46	Muito Boa	Nada
4B	Alameda da Sécúria	2	6,3	95	598,5	2/5/18	Baixa 28,40	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,40	Muito Boa	Nada
4C	Alameda da Sécúria	2	6,56	86	564,16	2/5/18	Baixa 31,91	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Bom	4,33	Bom	Preenchimento de buracos
4D	Alameda da Sécúria	2	6,73	86	578,78	2/5/18	Baixa 34,56	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,25	Muito Boa	Nada
5A - D	Angelim Rosa	2	6,42	90	577,8	2/5/18	Baixa 17,31	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,64	Muito Boa	Nada
5A - E	Angelim Rosa	2	6,42	90	577,8	2/5/18	Baixa 17,31	Média 0,87	Não 0,00	Média 0,09	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,60	Muito Boa	Lama Asfáltica
5B - D	Angelim Rosa	2	6,42	92,5	598,85	2/5/18	Baixa 33,68	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,29	Muito Boa	Nada
5B - E	Angelim Rosa	2	6,42	92,5	598,85	2/5/18	Baixa 33,68	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,29	Muito Boa	Nada
5C - D	Angelim Rosa	2	6,42	92,5	598,85	2/5/18	Baixa 50,52	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,94	Boa	Lama Asfáltica
5C - E	Angelim Rosa	2	6,42	92,5	598,85	2/5/18	Baixa 50,52	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,90	Boa	Lama Asfáltica
6A	Acácia	2	7,15	112	800,8	2/5/18	Baixa 49,95	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,95	Boa	Lama Asfáltica
6B	Acácia	2	7,12	111,5	793,88	2/5/18	Baixa 54,16	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	3,86	Muito Boa	Lama Asfáltica
6C	Acácia	2	7,09	111,5	790,535	2/5/18	Baixa 44,27	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,07	Muito Boa	Nada
7A	Imbirú	2	6,88	102	671,16	2/5/18	Baixa 34,27	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,28	Muito Boa	Nada
8A	Ipê Amarelo	2	7,06	110	776,6	2/5/18	Baixa 54,08	Média 0,39	Não 0,00	Baixa 0,13	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	3,82	Muito Boa	Lama Asfáltica
8B	Ipê Amarelo	2	7,07	110	777,7	2/5/18	Baixa 54,65	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,85	Boa	Lama Asfáltica
8C	Ipê Amarelo	2	7,06	110	776,6	2/5/18	Baixa 48,93	Baixa 0,13	Média 0,06	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,95	Boa	Lama Asfáltica e Preenchimento de buracos
8D	Ipê Amarelo	2	6,8	110	748	2/5/18	Baixa 54,81	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,85	Boa	Lama Asfáltica
8E	Ipê Amarelo	2	6,57	109,5	719,42	2/5/18	Baixa 37,53	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,21	Muito Boa	Nada
8F	Ipê Amarelo	2	6,45	109,5	702,28	2/5/18	Baixa 50,97	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,93	Boa	Lama Asfáltica
9A	Ipê Branco	2	7,02	105	737,1	2/5/18	Baixa 65,12	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,20	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,63	Boa	Lama Asfáltica
9B	Ipê Branco	2	6,97	110	765,7	2/5/18	Baixa 67,49	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,13	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	3,57	Muito Boa	Lama Asfáltica
9C	Ipê Branco	2	6,87	110	755,7	2/5/18	Baixa 59,52	Baixa 0,26	Não 0,00	Baixa 0,14	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,75	Boa	Lama Asfáltica
9D	Ipê Branco	2	6,72	105	705,6	2/5/18	Baixa 33,63	Alta 0,75	Não 0,00	Baixa 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,27	Muito Boa	Lama Asfáltica
9E	Ipê Branco	2	6,56	102	669,12	2/5/18	Baixa 32,15	Alta 0,34	Não 0,00	Baixa 0,85	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,32	Muito Boa	Lama Asfáltica
10A	Ipê Favela	2	7,12	83	590,96	2/5/18	Baixa 52,46	Baixa 0,34	Não 0,00	Não 0,00	Alta 0,17	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,89	Boa	Lama Asfáltica
10B	Ipê Favela	2	7,12	83	590,96	2/5/18	Baixa 52,46	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,76	Boa	Lama Asfáltica
11A	Pau Brasil	2	6,91	105	725,55	2/5/18	Baixa 57,89	Média 0,69	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,14	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,39	Muito Boa	Nada
11B	Pau Brasil	2	6,91	105	725,55	2/5/18	Baixa 57,89	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,39	Muito Boa	Nada
11C	Pau Brasil	2	6,59	103	682,19	2/5/18	Média 28,85	Não 0,00	Não 0,00	Baixa 0,01	Baixa 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,39	Muito Boa	Nada
11D	Pau Brasil	2	6,67	103	687,03	2/5/18	Alta 43,67	Não 0,00	Média 0,15	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,04	Muito Boa	Preenchimento de buracos
11E	Pau Brasil	2	6,61	103	680,83	2/5/18	Média 29,38	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Muito Boa	4,38	Muito Boa	Nada
11F	Pau Brasil	2	6,55	103	674,65	2/5/18	Alta 74,11	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00	Não 0,00				Boa	3,44	Boa	Reciclagem

**APÊNDICE B**  
**PLANILHAS DE AVALIAÇÃO DE ALGUNS TRECHOS DA ÁREA DE ESTUDO**

PLANILHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO							
Trecho: 3A				Rua: Alameda Oiticita			
Data: 2/5/18				N° Faixas: 2			
Avaliador: Camila Pereira				Área: 687.75			
Tipo de Defeitos							
	Tipo de Defeito	Medida	Severidade		Tipo de Defeito	Medida	Severidade
1	Trincas por Fadiga			9	Deformação Permanente	0.5	B
2	Trincas em bloco			10	Corrugação		
3	Trincas nos bordos			11	Exsudação		
4	Trincas longitudinais	3	B	12	Agregados polidos		
5	Trincas por reflexão			13	Desgaste	510	B
6	Trincas transversais	5	M	14	Desnível		
7	Remendos			15	Bombeamento		
8	Panelas						
Observações							

PLANILHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO							
Trecho: 5A - E				Rua: Angelin Rosa			
Data: 2/5/18				N° Faixas: 2			
Avaliador: Camila Pereira				Área: 577.8			
Tipo de Defeitos							
	Tipo de Defeito	Medida	Severidade		Tipo de Defeito	Medida	Severidade
1	Trincas por Fadiga			9	Deformação Permanente	1	B
2	Trincas em bloco			10	Corrugação		
3	Trincas nos bordos			11	Exsudação		
4	Trincas longitudinais			12	Agregados polidos		
5	Trincas por reflexão			13	Desgaste	100	B
6	Trincas transversais	0.5	M	14	Desnível		
7	Remendos	5	M	15	Bombeamento		
8	Panelas						
Observações							

PLANILHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO							
Trecho: 8A				Rua: Ipê Amarelo			
Data: 3/5/18				N° Faixas: 2			
Avaliador: Camila Pereira				Área: 776.6			
Tipo de Defeitos							
	Tipo de Defeito	Medida	Severidade		Tipo de Defeito	Medida	Severidade
1	Trincas por Fadiga			9	Deformação Permanente		
2	Trincas em bloco			10	Corrugação		
3	Trincas nos bordos			11	Exsudação		
4	Trincas longitudinais			12	Agregados polidos		
5	Trincas por reflexão			13	Desgaste	420	B
6	Trincas transversais	1	B	14	Desnível		
7	Remendos	3	M	15	Bombeamento		
8	Panelas	1	A				
Observações							

PLANILHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO							
Trecho: 10B			Rua: Ipê Roxo				
Data: 2/5/18			N° Faixas: 2				
Avaliador: Camila Pereira			Área: 590.96				
Tipo de Defeitos							
	Tipo de Defeito	Medida	Severidade		Tipo de Defeito	Medida	Severidade
1	Trincas por Fadiga			9	Deformação Permanente		
2	Trincas em bloco			10	Corrugação		
3	Trincas nos bordos			11	Exsudação		
4	Trincas longitudinais	1	A	12	Agregados polidos		
5	Trincas por reflexão			13	Desgaste	310	B
6	Trincas transversais	2	A	14	Desnível		
7	Remendos	2	B	15	Bombeamento		
8	Panelas						
Observações							

PLANILHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO						
Rua: Alameda Oiticita			Avaliador: Camila Pereira			
Data: 2/5/18			N° Faixas: 2			
Avaliação da Condição da Drenagem Superficial			Avaliação da Condição das Calçadas			
	Limpeza	Manutenção	Segurança		Largura (m)	Nota
Sarjeta	2	2	2	Direita	2.26	2
Boca de Lobo	-	-	-	Esquerda	4.8	2
Observações						
<p>Está acontecendo uma obra do lado esquerdo da via, que acaba impossibilitando a utilização da calçada no trecho 3B.            Não há presença de boca de lobo na via.</p>						