

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Márcio da Fonseca Martins

**PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS E DE
CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA
VIÁRIO URBANO – SGPU: ESTUDO DE CASO DE SANTA MARIA-RS**

Santa Maria, RS
2018

Márcio da Fonseca Martins

**PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS E DE CRITÉRIOS
DE PRIORIZAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO URBANO –
SGPU: ESTUDO DE CASO DE SANTA MARIA-RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Pivoto Specht
Coorientador: Prof. Dr. Deividi da Silva Pereira

Santa Maria, RS
2018

Martins, Márcio da Fonseca

Proposta de estruturação de um banco de dados e de critérios de priorização para manutenção do sistema viário urbano - SGPU: Estudo de caso de Santa Maria-RS / Márcio da Fonseca Martins.- 2018.

247 p.; 30 cm

Orientador: Luciano Pivoto Specht

Coorientador: Deividi da Silva Pereira

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, RS, 2018

1. Santa Maria-RS 2. Manutenção 3. Pavimentos 4. Critérios 5. Priorização I. Specht, Luciano Pivoto II. Pereira, Deividi da Silva III. Título.

Márcio da Fonseca Martins

**PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS E DE CRITÉRIOS
DE PRIORIZAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO URBANO –
SGPU: ESTUDO DE CASO DE SANTA MARIA-RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**.

Aprovado em 13 de novembro de 2018:



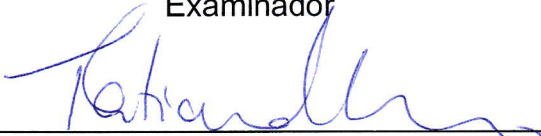
Luciano Pivoto Specht, Dr. (UFSM)
Presidente/Orientador



Deividi da Silva Pereira, Dr. (UFSM)
Coorientador



Marlova Grazziotin Johnston, Dra. (UFRGS)
Examinador



Tatiana Cureau Cervo, Dra. (UFSM)
Examinador

Santa Maria, RS
2018

*Dedico este trabalho ao meu avô João
Carlos Ribeiro da Fonseca (in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me proporcionou concluir mais esta etapa.

Ao meu orientador, professor Luciano Pivoto Specht, pela oportunidade de ser seu orientando durante o mestrado, pela amizade, pelos ensinamentos repassados e pelo auxílio em todas as etapas desta pesquisa. Estendo também os agradecimentos ao meu coorientador, professor Deividi da Silva Pereira, que sempre se disponibilizou a ajudar-me no decorrer desta trajetória.

À Marlova Grazziotin Johnston pela disponibilidade em compor a banca examinadora, como membro externo, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

À professora Tatiana Cureau Cervo pelos ensinamentos repassados durante o mestrado e pela disponibilidade em compor a banca examinadora.

Ao professor Carlos José Antônio Kümmel Félix pelo apoio na etapa de definição das vias para coleta de dados nesta pesquisa.

Aos professores Rafael Rosa Hallal e Henrique Otto Coelho pela amizade, pelos ensinamentos repassados e pelo incentivo que me deram para seguir a vida de estudante e pesquisador na área de pavimentação.

À Prefeitura Municipal de Santa Maria-RS, em especial ao superintendente Paulo Ricardo Lopes da Rosa pelos conhecimentos repassados, pela confiança e pelo auxílio prestado em todas as etapas desta pesquisa.

À toda a equipe do Instituto de Planejamento de Santa Maria-RS, em especial ao ex-presidente Vilson Marcimino Serro pelo apoio e pela oportunidade de trabalho.

A todos os membros do Grupo de Estudos e Pesquisas em Pavimentação e Segurança Viária da UFSM, em especial ao Lucas Dotto Bueno e ao Guilherme Flores Ceretta por todo o auxílio prestado durante a coleta e análise dos dados.

Aos meus pais, Rogério e Cristina, a minha avó, Ana Maria, e aos meus avós emprestados, Juracy e Armindá, por todo o suporte e incentivo.

A minha namorada, Elise, pelo amor, pelo carinho, pelo companheirismo, pelo apoio incondicional e por dividir comigo todos os momentos, tanto bons quanto ruins, desta trajetória.

RESUMO

PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS E DE CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO URBANO – SGPU: ESTUDO DE CASO DE SANTA MARIA-RS

AUTOR: Márcio da Fonseca Martins
ORIENTADOR: Luciano Pivoto Specht

Devido às más condições em que se encontram os pavimentos asfálticos do município de Santa Maria-RS e ao descontentamento de boa parte da população com essa situação, a prefeitura desse município tem demonstrado interesse em desenvolver e, futuramente, implantar um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). Nesse contexto, o presente trabalho buscou elaborar uma proposta de estruturação de um banco de dados e de critérios de priorização para manutenção do sistema viário urbano de Santa Maria-RS, visando à implantação de um SGPU. Para isso, foram realizadas algumas etapas: definição e caracterização da área de estudo (11 vias centrais); execução de levantamentos de campo (contagens de tráfego; levantamento de defeitos do pavimento por meio do Levantamento Visual Contínuo – LVC; levantamento de irregularidade do pavimento utilizando perfilômetro inercial laser; levantamento de parâmetros estruturais do pavimento – deflexão máxima e raio de curvatura –, utilizando viga Benkelman); estruturação do banco de dados; elaboração do diagnóstico do tráfego e da situação dos pavimentos; proposição de um catálogo de soluções de manutenção e indicação das soluções; orçamento das soluções; normalização do banco de dados estruturado; proposição do modelo matemático para cálculo do Índice de Prioridade (IP); criação de cenários de priorização e aplicação no banco de dados normalizado; cálculo e ranqueamento do IP em cada cenário; e, por fim, ranqueamento dos subtrechos em cada cenário. Do ponto de vista do diagnóstico da área de estudo, o menor N_{USACE} foi registrado na Av. Presidente Vargas, sentido centro bairro e o maior, na Av. Hélyvio Basso, sentido centro-bairro. O menor VDM unidirecional foi registrado na Av. João Luiz Pozzobon, sentido bairro-centro e o maior, na Av. Nossa Senhora Medianeira, sentido centro-bairro. O ATR em 100 % dos pavimentos da área de estudo ficou abaixo de 10 mm. A melhor condição da superfície do pavimento foi registrada na Av. Liberdade, bairro-centro, pista dupla. A pior condição da superfície do pavimento foi registrada na Av. Governador Walter Jobim, sentido bairro-centro. O RC em 77 % dos pavimentos da área de estudo foi maior que 100 metros. A melhor condição da estrutura do pavimento foi registrada na Av. Liberdade, sentido bairro-centro, pista dupla. A pior condição da estrutura do pavimento foi registrada na Av. Ângelo Bolson, sentido centro-bairro. O valor total das soluções foi de R\$ 18.363.546,54. A via mais onerosa foi a Av. Governador Walter Jobim e a menos onerosa, a Av. Hélyvio Basso. O modelo matemático para cálculo de IP proposto, por ser um modelo simplificado e de fácil compreensão, se for efetivamente colocado em prática, pode auxiliar na gerência, em nível de rede, dos pavimentos de Santa Maria-RS, permitindo não apenas a tomada de decisões mais racionais, por parte dos gestores, como também a otimização dos recursos públicos. O melhor preditor de IP foi o IGGE, seguido por D_0 corrigida, ATR e IRI.

Palavras-chave: Santa Maria-RS. Manutenção. Pavimentos. Critérios. Priorização.

ABSTRACT

PROPOSAL FOR STRUCTURING A DATABASE AND PRIORITIZATION CRITERIA FOR MAINTENANCE OF URBAN ROAD SYSTEM – UPMS: CASE STUDY OF SANTA MARIA-RS

AUTHOR: Márcio da Fonseca Martins
ADVISOR: Luciano Pivoto Specht

Due to poor conditions in the asphaltic pavements of the municipality of Santa Maria-RS and discontent of population with this situation, the municipal prefecture has shown interest in developing and, in the future, to implement a Urban Pavement Management Systems (UPMS). In this context, the present work sought to elaborate a proposal for structuring a database and prioritization criteria for the maintenance of the Santa Maria-RS urban road system, aiming at the implementation of an UPMS. For this, some steps were taken: definition and characterization of the study area (11 central urban roads); field surveys (traffic counting, survey of pavement defects by means of Continuous Visual Survey – LVC, survey of pavement irregularity using laser inertial profilometer, survey of pavement structural parameters – maximum deflection and radius of curvature –, using Benkelman beam); structuring of the database; elaboration of the traffic diagnosis and the condition of the pavements; proposing a catalog of maintenance solutions and indicating solutions; standardization of the structured database; proposition of the mathematical model to calculate the Priority Index (PI); creation of prioritization and application scenarios in the standard database; calculation and ranking of IP in each scenario; and, finally, ranking of the sub-brands in each scenario. From the point of view of the diagnosis of the area of study, the lowest NUSACE was registered in Av. Presidente Vargas, towards downtown neighborhood and the largest, at Av. Hélio Basso, towards downtown. The lowest unidirectional VDM was recorded at Av. João Luiz Pozzobon, towards the center-neighborhood and the largest, at Av. Nossa Senhora Medianeira, towards the center-neighborhood. The ATR in 100% of the floors of the study area was below 10 mm. The best condition of the pavement surface was recorded at Av. Liberdade, neighborhood-center, double lane. The worst condition of the pavement surface was recorded at Av. Governador Walter Jobim, in the neighborhood-center direction. The RC in 77 % of the floors of the study area was greater than 100 meters. The best condition of the pavement structure was registered in Av. Liberdade, direction neighborhood-center, double track. The worst condition of the pavement structure was recorded at Av. Ângelo Bolson, towards downtown. The total value of the solutions was R\$ 18.363.546,54. The most expensive route was Av. Governador Walter Jobim and the least expensive, Av. Hélio Basso. The mathematical model for PI calculation proposed, since it is a simplified and easily understood model, if it is effectively put into practice, can help in the management, at the network level, of the Santa Maria-RS pavements, allowing not only more rational decision making by managers, as well as the optimization of public resources. The best PI predictor was IGGE, followed by D_0 corrected, ATR and IRI.

Keywords: Santa Maria-RS. Maintenance. Pavements. Criteria. Prioritization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes de um SGP	39
Figura 2 – Atividades do SGP que interagem com o banco de dados	40
Figura 3 – Atividades de um SGP	42
Figura 4 – Etapas de um SGP.....	43
Figura 5 – Inter-relacionamento entre os níveis e tarefas de um SGP e suas tarefas	46
Figura 6 – Etapas da pesquisa.....	83
Figura 7 – Localização de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul	84
Figura 8 – Área de estudo.....	85
Figura 9 – Mapa dos subtrechos juntamente com um detalhe ampliado ilustrando alguns subtrechos	89
Figura 10 – Postos de contagem.....	90
Figura 11 – Ficha de contagem utilizada nas contagens	91
Figura 12 – Contadores mecânicos de volumes empregados nas contagens	92
Figura 13 – Módulos de medição laser	101
Figura 14 – Veículo utilizado durante a execução do levantamento na área de estudo	101
Figura 15 – Processo de aquisição de dados.....	102
Figura 16 – Viga Benkelman utilizada	104
Figura 17 – Extensômetro com relógio digital acoplado.....	105
Figura 18 – Procedimento de medição com a viga Benkelman	105
Figura 19 – Régua de madeira empregada.....	106
Figura 20 – Gráfico de fator de correção da deflexão em função da temperatura do revestimento asfáltico.....	108
Figura 21 – Catálogo de soluções técnicas do DNIT para rodovias com revestimento em concreto asfáltico	113
Figura 22 – Diagnóstico da condição da superfície dos pavimentos da área de estudo em função dos conceitos de ICPF (206 subtrechos)	159
Figura 23 – Diagnóstico da condição da superfície dos pavimentos da área de estudo em função dos conceitos de IES (206 subtrechos)	159
Figura 24 – Diagnóstico da condição da superfície dos pavimentos da área de estudo em função dos conceitos de IRI (206 subtrechos).....	160
Figura 25 – Exemplo de afundamento localizado.....	161
Figura 26 – Visão geral do atual estado da superfície dos pavimentos da área de estudo (início).....	161
Figura 27 – Diagnóstico da condição da estrutura dos pavimentos da área de estudo em função da D_0 corrigida, 10^{-2} mm (206 subtrechos)	168
Figura 28 – Relação de IP do cenário 1 com IGGE	223
Figura 29 – Relação de IP do cenário 1 com D_0 corrigida.....	223
Figura 30 – Relação de IP do cenário 1 com ATR	224
Figura 31 – Relação de IP do cenário 1 com IRI.....	224

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Princípios básicos de um SGP	35
Tabela 2 – Índice de Estado da Superfície (IES).....	57
Tabela 3 – Índice de custo operacional (IC).....	57
Tabela 4 – Modelos estatísticos para priorização segundo Bodi e Balbo (1998)	59
Tabela 5 – Relações matemáticas desenvolvidas para o nível de aceitabilidade de cada defeito.....	64
Tabela 6 – Níveis de tráfego para a seleção de soluções de misturas asfálticas	69
Tabela 7 – Informações básicas sobre as vias da área de estudo.....	86
Tabela 8 – Área de estudo dividida em 206 subtrechos.....	88
Tabela 9 – Fatores de extrapolação empregados nesta pesquisa	93
Tabela 10 – Formulário para avaliação da frequência de defeitos e cálculo do ICPF	95
Tabela 11 – Frequência de defeitos	96
Tabela 12 – Conceitos de ICPF	96
Tabela 13 – Cálculo do IGGE.....	97
Tabela 14 – Frequência e gravidade de ocorrências de defeitos para cálculo do IGGE	98
Tabela 15 – Pesos para cálculo do IGGE	98
Tabela 16 – Índice do Estado da Superfície (IES) do pavimento	98
Tabela 17 – Resultados do levantamento visual contínuo	99
Tabela 18 – Conceitos de IRI.....	103
Tabela 19 – Preço unitário dos materiais asfálticos	117
Tabela 20 – Preço unitário do transporte de materiais.....	118
Tabela 21 – Lista de serviços e preços unitários finais	119
Tabela 22 – Cenários de priorização.....	122
Tabela 23 – Resultados das contagens de tráfego	125
Tabela 24 – Resultados do levantamento de defeitos do pavimento (início)	127
Tabela 25 – Resultados do levantamento de irregularidade do pavimento (início)	132
Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (início)	139
Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (início)	147
Tabela 28 – Resultados do tráfego para os 23 trechos.....	158
Tabela 29 – Média, DP e CV de alguns parâmetros da condição da superfície do pavimento para os 23 trechos	167
Tabela 30 – Valores de D_0 corrigida média e RC médio para os 23 trechos.	169
Tabela 31 – Correspondência entre o catálogo de soluções técnicas do DNIT e o catálogo de soluções técnicas proposto (início)	172
Tabela 32 – Resultados da análise estatística das deflexões características nos 23 segmentos homogêneos	175
Tabela 33 – Deflexões e espessuras de reforço nos 23 segmentos homogêneos	176
Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (início).....	178

Tabela 35 – Resumo dos resultados do orçamento por via.....	198
Tabela 36 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 1 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)	201
Tabela 37 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 2 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)	202
Tabela 38 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 3 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)	203
Tabela 39 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 4 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)	204
Tabela 40 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 5 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)	205
Tabela 41 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 6 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)	206
Tabela 42 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 7 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)	207
Tabela 43 – Resultados de IP e posição no <i>ranking</i> de IP para os 206 subtrechos, em cada um dos sete cenários (início)	210
Tabela 44 – Comparação, em termos de <i>ranking</i> , entre os sete cenários de priorização (início)	218

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AASHO	<i>American Association of State Highway Officials</i>
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ATR	Afundamento de Trilha de Roda
CA	Concreto Asfáltico
CEF	Caixa Econômica Federal
CREMA	Contrato de Restauração e Manutenção
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EUA	Estados Unidos da América
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
FWD	<i>Falling Weight Deflectometer</i>
GEPPASV	Grupo de Estudos e Pesquisas em Pavimentação e Segurança Viária
HDM-4	<i>Highway Development and Management-4</i>
IES	Índice de Estado da Superfície
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IP	Índice de Prioridade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPLAN	Instituto de Planejamento de Santa Maria
IRI	<i>International Roughness Index</i>
LMCC	Laboratório de Materiais de Construção Civil
LVC	Levantamento Visual Contínuo
MRAF	Microrrevestimento Asfáltico a Frio
PCI	<i>Pavement Condition Index</i>
PMSM	Prefeitura Municipal de Santa Maria
QI	Quociente de Irregularidade
REFAP	Refinaria Alberto Pasqualini
SGP	Sistemas de Gerência de Pavimentos
SGPU	Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos
SHRP	<i>Strategic Highway Research Program</i>
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
USACE	<i>United States Army Corps of Engineers</i>
VDM	Volume Diário Médio
VSA	Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 PROBLEMA	25
1.2 OBJETIVOS	27
1.2.1 Objetivo Geral	27
1.2.2 Objetivos Específicos	27
1.3 JUSTIFICATIVA	28
2 REVISÃO DE LITERATURA	31
2.1 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS (SGP)	31
2.1.1 Conceito de gerência de pavimentos e SGP	31
2.1.2 Breve histórico dos SGPs no mundo e no Brasil	32
2.1.3 Casos de SGP no Brasil	34
2.1.4 Princípios básicos e características de um SGP	35
2.1.5 Objetivos e funções de um SGP	36
2.1.6 Componentes e atividades de um SGP	39
2.1.7 Etapas de um SGP	42
2.1.8 Níveis de um SGP	43
2.1.9 Coleta de dados em um SGP	47
2.1.9.1 <i>Dados relativos à caracterização física e histórica</i>	48
2.1.9.2 <i>Dados relativos ao desempenho funcional</i>	48
2.1.9.3 <i>Dados relativos ao desempenho estrutural</i>	49
2.1.9.4 <i>Dados relativos ao desempenho operacional e da segurança</i>	52
2.1.10 Atividades de manutenção e reabilitação em rodovias	53
2.1.11 Critérios para priorização de atividades de manutenção	54
2.1.11.1 <i>Modelo empírico de Tavakoli</i>	55
2.1.11.2 <i>Modelo de priorização do DNER</i>	57
2.1.11.3 <i>Modelo de priorização de Bodi e Balbo</i>	58
2.1.11.4 <i>Modelo de priorização do HDM-III</i>	60
2.1.11.5 <i>Modelo de priorização do HDM-4</i>	61
2.1.11.6 <i>Modelo de priorização proposto por Reddy e Veeraragavan</i>	64
2.2 INFRAESTRUTURA URBANA	65
2.2.1 Sistema viário urbano e seus pavimentos	65
2.2.2 Classificação das vias urbanas	68

2.2.2.1	<i>Classificação quanto à função</i>	68
2.2.2.2	<i>Classificação quanto ao volume de tráfego</i>	69
2.2.3	Atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos urbanos ...	70
2.3	SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS (SGPU)	71
2.3.1	Casos de SGPU em cidades brasileiras	74
3	MATERIAIS E MÉTODOS	83
3.1	PLANEJAMENTO DA PESQUISA	83
3.1.1	Definição e caracterização da área de estudo	84
3.1.2	Execução dos levantamentos de campo	90
3.1.2.1	<i>Contagens de tráfego</i>	90
3.1.2.2	<i>Levantamentos de superfície</i>	94
3.1.2.2.1	<i>Levantamento de defeitos do pavimento</i>	94
3.1.2.2.2	<i>Levantamento de irregularidade do pavimento</i>	99
3.1.2.3	<i>Levantamento de parâmetros estruturais do pavimento</i>	103
3.1.3	Estruturação do banco de dados	110
3.1.4	Elaboração do diagnóstico do tráfego e da situação dos pavimentos da área de estudo	110
3.1.5	Proposição do catálogo de soluções de manutenção e indicação das soluções	111
3.1.6	Orçamento das soluções de manutenção indicadas	115
3.1.7	Normalização do banco de dados estruturado	120
3.1.8	Proposição do modelo matemático para cálculo do IP	120
3.1.9	Criação dos cenários de priorização e aplicação no banco de dados normalizado	121
3.1.10	Cálculo do IP e ranqueamento dos subtrechos nos cenários	122
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	123
4.1	RESULTADOS DOS LEVANTAMENTOS DE CAMPO	123
4.1.1	Contagens de tráfego	123
4.1.2	Levantamentos de superfície	126
4.1.2.1	<i>Levantamento de defeitos do pavimento</i>	126
4.1.2.2	<i>Levantamento de irregularidade do pavimento</i>	131
4.1.3	Levantamento de parâmetros estruturais do pavimento	137
4.2	BANCO DE DADOS ESTRUTURADO	146
4.3	DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO	157

4.4 CATÁLOGO DE SOLUÇÕES PROPOSTO	170
4.5 SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO E ORÇAMENTO	174
4.6 NORMALIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS ESTRUTURADO E CÁLCULO DO IP EM CADA CENÁRIO	199
4.7 RANQUEAMENTO DO IP E DOS SUBTRECHOS EM CADA CENÁRIO	208
5 CONCLUSÕES	225
REFERÊNCIAS.....	229
APÊNDICE.....	238

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA

O sistema viário urbano é um dos principais componentes da infraestrutura de uma cidade, servindo para locomoção de pessoas e mercadorias. Esse sistema é composto por vias pavimentadas e por vias não pavimentadas.

As vias urbanas pavimentadas representam um patrimônio de valor extremamente elevado. Por esse motivo, manter essas vias em bom estado é fundamental, pois proporciona conforto, segurança e economia aos seus usuários, além de preservar o patrimônio público.

Em função do tráfego de veículos, das intempéries e de intervenções em redes de serviços, os pavimentos urbanos sofrem degradação. Como consequência, de tempos em tempos, esses pavimentos necessitam de manutenção (ZANCHETTA, 2017).

Lopes e Fernandes Jr. (2009) ressaltam que, além das solicitações do tráfego de veículos e das intempéries, os pavimentos também são afetados pela implantação das redes de infraestrutura urbana (redes de água, iluminação, telefonia, esgoto pluvial, esgoto cloacal). Essas redes, lançadas sob a via, acabam aumentando a complexidade da gerência de pavimentos urbanos.

Como em grande parte das cidades brasileiras, especialmente nas de pequeno e médio porte, os órgãos gestores dispõem de recursos limitados para manter o sistema viário urbano, a maior parte das vias encontra-se em mau estado de conservação, levando a um aumento dos custos operacionais de veículos, a um maior tempo de viagem e à redução da segurança durante as viagens. Todos esses fatores se somam a falta de otimização dos recursos e a indefinição de prioridades para as vias que necessitam de intervenções, tipo de decisão que na maioria das vezes é de natureza política (BECKER, 2012).

Segundo Causim (2001), a política de manutenção dos pavimentos nas cidades de pequeno e médio porte é eminentemente do tipo corretivo. Além da limitação de recursos financeiros, o grande empecilho para o acompanhamento do estado degenerativo dos pavimentos nessas cidades é a falta de uma sistemática de registros históricos relativos à manutenção dos pavimentos urbanos.

Conforme Lopes e Fernandes Jr. (2009), os órgãos gestores da maioria das cidades brasileiras, especialmente as de pequeno e médio porte, ainda tomam decisões relacionadas à manutenção dos pavimentos urbanos apenas com base na experiência de funcionários mais antigos e, principalmente, por razões políticas. No quadro atual, a gerência dos pavimentos urbanos é feita de forma aleatória, visando corrigir apenas problemas emergenciais, sem nenhum planejamento prévio.

Echeverria (2011) salienta que os investimentos na melhoria das condições das vias urbanas trazem ganhos na eficiência logística, diminuição de custos do transporte, menor poluição ambiental, além de facilitar a integração da sociedade. Dessa forma, é essencial que os municípios se organizem de modo a planejar qualquer tipo de intervenção ligada à pavimentação.

Para planejar de forma adequada as atividades de manutenção nos pavimentos urbanos seria fundamental que todas as prefeituras, independente do porte da cidade, possuíssem um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), instrumento gerencial de apoio à tomada de decisão que visa, dentre outros aspectos, organizar as atividades relacionadas à pavimentação (concepção, construção e manutenção dos pavimentos), garantindo uma melhor alocação dos recursos públicos.

No Brasil, as aplicações mais corriqueiras de SGPs são em rodovias estaduais e federais concessionadas. No entanto, com algumas adaptações e adequações à realidade de cada município, poder-se-ia aplicar os SGPs em vias urbanas. Neste caso, esses sistemas passam a ser chamados de Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPUs).

Um SGPU é mais que um sistema computacional, é uma metodologia. Logo, a implantação propriamente dita do sistema como um todo, em um dado município, precede uma série de etapas, dentre as quais se destacam: inventário da malha viária urbana pavimentada, avaliações periódicas do tráfego de veículos, avaliações periódicas de campo para obter a condição do pavimento e prever seu desempenho, definição de critérios para priorização de atividades de manutenção, indicação das soluções de manutenção mais racionais para cada segmento, levantamento de custos das soluções indicadas e retroalimentação dos dados.

Assim, percebe-se que implantar um SGPU em uma cidade, independente do seu porte, é uma tarefa complexa. Além de trabalhoso, o processo de implantação de um SGPU é relativamente oneroso, pois demanda disponibilidade de pessoal e equipamentos. Porém, este investimento tem retorno benéfico e pode gerar subsídios

técnicos capazes de consubstanciar projetos para as prefeituras obterem financiamentos para a pavimentação.

Devido às más condições em que se encontram os pavimentos asfálticos do município de Santa Maria-RS e ao descontentamento de boa parte da população com essa situação, a prefeitura desse município tem demonstrado interesse em desenvolver e, futuramente, implantar um SGPU. Porém, em virtude da restrição orçamentária, a concretização desta ação não será uma tarefa fácil.

Nesse contexto, torna-se fundamental à realização de estudos que direcionem as atividades de engenharia, visando à otimização e boa aplicação dos recursos públicos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho buscou elaborar uma proposta de estruturação de um banco de dados e de critérios de priorização para manutenção do sistema viário de Santa Maria-RS, visando à implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU).

1.2.2 Objetivos Específicos

Como forma de complementação do objetivo geral, foram delimitados os seguintes objetivos específicos:

- a) Definir, dentro da área urbana do município de Santa Maria-RS, uma área de estudo para coleta de dados, dividi-la em subtrechos e, na sequência, realizar a caracterização desses subtrechos (codificação, localização geográfica, geometria, entre outras informações);
- b) Executar três grupos de levantamentos de campo na área de estudo: contagens de tráfego, levantamentos de superfície (levantamento de defeitos do pavimento e levantamento de irregularidade do pavimento) e levantamento de parâmetros estruturais do pavimento;
- c) Estruturar um banco de dados com base nos resultados dos levantamentos de campo;

- d) Elaborar, com base na análise do banco de dados estruturado, um diagnóstico do tráfego e da situação dos pavimentos da área de estudo;
- e) Propor um catálogo de soluções técnicas adequado à realidade da Prefeitura Municipal de Santa Maria (PMSM);
- f) Indicar, com base no catálogo proposto, soluções de manutenção para os pavimentos dos subtrechos;
- g) Orçar as soluções de manutenção indicadas;
- h) Normalizar o banco de dados estruturado, visando à obtenção do índice de tráfego, do índice da superfície do pavimento e do índice da estrutura do pavimento, em cada subtrecho;
- i) Propor um modelo matemático para cálculo do Índice de Prioridade (IP) de manutenção dos subtrechos;
- j) Criar sete cenários de priorização distintos, cada um com o seu critério de priorização, e aplicar esses cenários no banco de dados normalizado;
- k) Calcular o IP de cada subtrecho, em cada um dos sete cenários, e ranquear esses subtrechos conforme a prioridade de manutenção.

1.3 JUSTIFICATIVA

Em decorrência do aumento do tráfego de veículos, das intempéries e da falta de manutenção, os pavimentos asfálticos de Santa Maria-RS se deterioraram bastante com o passar do tempo. Em algumas ruas e avenidas do município, inclusive na área central, o nível de deterioração é tanto que podem ser vistos inúmeros buracos ou panelas, elevado desgaste, fissuras, deformações, bem como todo o tipo de problema característico de um pavimento fadigado e no limite de sua vida útil. Esse fato, por sua vez, tem causado transtornos à trafegabilidade de veículos, deixando o tráfego mais lento, aumentando significativamente a insegurança do usuário assim como o custo operacional dos veículos.

Muitos dos problemas relacionados aos pavimentos asfálticos de Santa Maria-RS têm se agravado pela falta de manutenção. Quando executadas, essas atividades são voltadas para solução de problemas emergenciais, sendo realizadas sem um sistema de gerenciamento e planejamento preventivo. Com isso, podem surgir outros problemas como, por exemplo, diminuição das condições estruturais do pavimento,

desperdício de dinheiro público, redução na segurança viária e descontentamento por parte da população.

Diante do exposto, urge não só o desenvolvimento, mas também a implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), adequado à realidade do município de Santa Maria-RS. Tal sistema, depois de implantado, forneceria subsídios para que o poder público municipal gerenciasse de forma mais apropriada as atividades de manutenção nos pavimentos do município e, conseqüentemente, tomasse decisões mais racionais quanto à aplicação de recursos financeiros nas vias. Dessa forma, visando dar início ao processo de desenvolvimento de um SGPU no município de Santa Maria-RS, é que está inserido o presente trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS (SGP)

2.1.1 Conceito de gerência de pavimentos e SGP

De acordo com Gonçalves (1999), a gerência de pavimentos pode ser entendida como a coordenação eficiente e integrada das várias atividades envolvidas na concepção, construção e manutenção dos pavimentos que fazem parte de uma infraestrutura viária (rodoviária, urbana e aeroportuária), de modo a permitir que estes proporcionem condições aceitáveis para o usuário a um custo mínimo para a sociedade. Shahin (1994) complementa que os pavimentos precisam ser gerenciados, não somente mantidos.

A gerência de pavimentos é um conjunto de atividades de planejamento, projeto, construção, manutenção e reabilitação do pavimento em um programa público de serviços. Um SGP pode fornecer uma metodologia organizada para ajudar quem toma decisões a encontrar estratégias ótimas para manter o pavimento em condições aceitáveis durante um certo período de tempo (HUDSON et al., 1992).

Haas e Hudson (1978) definem Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) como uma série de atividades integradas e coordenadas associadas ao planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisas sobre pavimentos.

Segundo Haas et al. (1994), um SGP consiste de um elenco de atividades coordenadas, relacionadas com o planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa de pavimentos.

Para Marcon (1996), um SGP pode ser definido como um conjunto de atividades destinadas a ajudar a seleção de medidas mais adequadas para planejar, projetar, construir e manter pavimentos visando a melhor utilização de recursos disponíveis.

Nhi (1998) revela que um SGP consiste em um sistema de apoio a decisão usado para ajudar a conciliar os menores investimentos possíveis com um nível desejado de serviço do pavimento ou malha rodoviária, através de programas de manutenção de pavimentos.

Um SGP é um conjunto de ferramentas ou métodos para auxiliar os que tomam decisões a encontrar estratégias ótimas para construir, avaliar e manter os pavimentos

em uma condição funcional aceitável, durante um certo período de tempo (GONÇALVES, 1999).

Os SGPs representam uma possibilidade concreta de se avançar de um esquema de manutenção tradicional, baseado quase sempre na correção de problemas, para um sistema de manutenção planejada, onde a atuação sobre a malha viária abrange não só a solução de problemas imediatos, mas também um trabalho de prevenção que prolongue sua vida útil e garanta padrões mínimos de serviço em toda a malha que está sendo gerenciada. Além disso, os SGPs procuram aperfeiçoar a alocação de recursos para a manutenção e reabilitação de pavimentos, prevendo a evolução da condição do pavimento e estimando as datas e os custos das atividades de manutenção e reabilitação (FERNANDES JR., 2001)

Um SGP é 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, 2012).

2.1.2 Breve histórico dos SGPs no mundo e no Brasil

Conforme apresentado por Carey e Irick (1960), durante as décadas de 1950 e 1960 foi realizado nos Estados Unidos (EUA) o AASHO (*American Association of State Highway Officials*) Road Test. A partir das pistas experimentais do AASHO Road Test foi observado o desempenho de vários tipos de estruturas de pavimentos e surgiu a preocupação em gerenciar as vias.

De acordo com Amekudzi e Attoh-Okine (1997), muitos estudos foram realizados posteriormente ao AASHO Road Test sobre gerência de pavimentos. Contudo, somente na segunda metade da década de 1970 é que surgiu, de fato, o primeiro SGP nos EUA. Segundo Benevides (2006), esse sistema estava fundamentado nos conceitos de serventia e de desempenho estabelecidos pela AASHO Road Test.

Em 1985, a *American Association of State Highway Officials* (AASHTO) publicou o seu primeiro guia sobre gerência de pavimentos, válido em todo o território americano. Logo depois, o *Federal Highway Administration* (FHWA) estabeleceu que todos os estados norte-americanos tinham que implantar um SGP para as suas malhas rodoviárias federais (rodovias interestaduais e principais), como requisito para receber investimentos (NHI, 1998).

Estes dois fatos impulsionaram os estados norte-americanos a implantarem SGPs, com a maior deles já tendo o feito na segunda metade dos anos 1980. Em 1994, 58 das 60 agências (50 estados norte-americanos, nove províncias canadenses e o Distrito de Columbia) já tinham implantado um SGP (NHI, 1998).

No ano de 1990 a AASHTO publicou um guia de SGP, elaborado por Fred Finn e Dade Paterson, mais completo que a versão de 1985, que por sua vez, foi substituída em 2001, quando foi publicado o guia sobre SGP da AASHTO chamado *Pavement Management Guide* (AASHTO, 2001).

Os conceitos e necessidades de implantação de SGPs logo se espalharam pelo mundo, em grande parte impulsionada pelo *software Highway Development and Management* (HDM) do Banco Mundial, sendo a aplicação de sua metodologia requerida para obtenção de investimentos em infraestrutura rodoviária. Com essa imposição, países em desenvolvimento vêm aplicando a metodologia do HDM desde a década de 1980 (ALBUQUERQUE, 2007).

Ainda de acordo com Albuquerque (2007), países desenvolvidos optaram pela implantação de SGPs próprios, considerando pesquisas de base técnica realizadas nas suas malhas rodoviárias. Exemplos de SGPs bem sucedidos podem ser observados, além dos estados Unidos (sobretudo alguns estados norte-americanos) em países como Canadá, Austrália, Nova Zelândia e na comunidade Européia. Essa realidade, por sua vez, vem expandindo-se para países de economia periférica, podendo-se destacar a República Sul-Africana e o Brasil.

No Brasil, apesar da participação nas pesquisas para desenvolvimento das primeiras versões do HDM nos anos 1970 (HDM-I e HDM-II), a implantação de um SGP no DNER (atual DNIT) só se deu a partir de 1982, quando esse órgão, por iniciativa do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), criou a Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos (CPGP) (VISCONTI, 2000).

Ainda segundo Visconti (2000), a partir de 1985 o DNER começou a utilizar a metodologia e os procedimentos para utilização dos resultados dos levantamentos de campo do modelo HDM-III, com o objetivo de selecionar economicamente as alternativas de manutenção para todos os trechos da rede federal pavimentada. A metodologia do HDM-III foi completamente implantada em 1999, quando o Banco Mundial avaliou como incompleta a metodologia de levantamento de defeitos em superfície (levantamento visual contínuo) realizada pelo DNER. No início dos anos

2000, o Brasil migrou para a utilização do novo modelo de análise técnica e econômica de rodovias do Banco Mundial: o HDM-4.

O HDM-4 é um sistema potente que considera o planejamento, a programação, a preparação e as operações para a análise da gerência rodoviária, incluindo as opções de investimentos (LIMA, 2007). No entanto, alguns pesquisadores, como Fernandes Jr. (2001), discordaram dessa afirmativa, dizendo que o HDM-4 não é tão bom assim.

Atualmente, o banco de dados do Sistema de Gerência de Pavimentos do DNIT, chamado de SGP-DNIT, é alimentado com os dados de tráfego, estrutura, deflexão, irregularidade e defeitos do pavimento. Os levantamentos são realizados por segmentos homogêneos, respeitando-se os limites da divisão em trechos do atual Sistema Nacional de Viação – SNV (DNIT, 2012).

2.1.3 Casos de SGP no Brasil

O estado de Minas Gerais foi o primeiro a implantar um SGP, no início da década de 1990, com monitoramentos contínuos e uso do HDM como ferramenta de análise (CUNHA, 2008).

Em 1994, o Departamento de Estradas de Rodagem (DER) do estado do Paraná implantou, com financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), um SGP que foi atualizado até 1998 (CUNHA, 2008).

Em 1995, o DER do estado de Santa Catarina implantou um SGP que foi utilizado para verificações de projetos. Esses dois SGPs, apesar de desatualizados quanto à tecnologia de informática, continuam atuais em metodologias e procedimentos (CUNHA, 2008).

No final da década de 90 os estados da Bahia, Alagoas, Pernambuco e Espírito Santo também desenvolveram seus SGPs, através de financiamento com o BID. Foram realizadas algumas atualizações, mas esses SGPS sistemas não prosperaram (CUNHA, 2008).

No início dos anos 2000, o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) do estado do Rio Grande de Sul implantou um SGP (PINTO et. al, 2005). Esse sistema está em funcionamento até os dias atuais e a gerência da malha rodoviária estadual é feita empregando-se o modelo HDM-4.

Em 2006, o Departamento de Estradas de Rodagem (DER) do estado de São Paulo implantou um SGP (RAMOS et. al, 2005). Esse sistema está em funcionamento até os dias atuais e a gerência da malha rodoviária estadual também é feita empregando-se o modelo HDM-4.

O Departamento de Estradas de Rodagem (DER) do estado do Ceará possui um SGP chamado de Sistema Integrado de Gestão da Manutenção (SIGMA). Esse sistema é uma ferramenta de gestão rodoviária que inclui, dentre outras coisas, um sistema de gerência de pavimentos e um banco de dados organizado. O estado de Goiás também possui um SGP, semelhante ao SIGMA (CUNHA, 2008).

2.1.4 Princípios básicos e características de um SGP

Conforme Cunha (2008), a concepção, desenvolvimento, implantação e manutenção de um SGP devem ser norteadas por dez princípios básicos, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Princípios básicos de um SGP

Princípios	Descrição
1	Alta tecnologia em informática e transmissão de dados
2	Banco de dados cooperativo
3	Integração com as demais ferramentas e sistemas da instituição
4	Desenvolvido para as condições e necessidades da instituição
5	Amigável e transparente, podendo ser aplicado de forma ágil e eficiente
6	Flexibilidade nas ações ligadas à coleta de dados e correlações entre medidas objetivas
7	Métodos e procedimentos públicos com transferência total da tecnologia
8	Manutenção, atualização e pesquisas constantes
9	Devidamente documentado
10	Apoio do corpo diretivo

Fonte: (CUNHA, 2008).

Dentre as características de um SGP, Hudson et al. (1979) destacam:

- 1) Capacidade de ser facilmente atualizado e/ou modificado assim que novas informações ou melhores modelos estejam disponíveis;
- 2) Capacidade de considerar estratégias alternativas;
- 3) Capacidade de identificar a alternativa ou estratégia ótima;

- 4) Capacidade de tomar decisões baseadas em procedimentos racionais com tributos, critérios e restrições quantificáveis;
- 5) Capacidade de auto aprendizado, baseada nas informações sobre as consequências das decisões.

2.1.5 Objetivos e funções de um SGP

Segundo Fernandes Jr. (2001), um SGP tem por objetivo a obtenção do melhor retorno possível para os recursos investidos, provendo pavimentos seguros, confortáveis e, principalmente, econômicos aos usuários. Economia esta obtida mediante redução dos custos de manutenção e reabilitação dos pavimentos e redução dos custos de operação dos veículos (desgaste dos pneus, consumo de combustível, desgaste de peças e equipamentos).

Hudson et al. (1979) destacam que os objetivos básicos de um SGP são:

- 1) Melhorar a eficiência nas tomadas de decisão quanto à seleção e priorização de atividades de manutenção e reabilitação, fornecer informação sobre as consequências das decisões tomadas, facilitar a coordenação de atividades dentro das organizações e assegurar a consistência das decisões tomadas em níveis de gerência dentro da mesma organização;
- 2) Auxiliar as autoridades rodoviárias a encontrar estratégias ótimas para a manutenção da condição do pavimento em um nível aceitável, durante um período de tempo, com um custo mínimo.

Segundo Haas et al. (1994), o principal objetivo de um SGP é utilizar informações confiáveis e critérios de decisão para produzir um programa de construção, manutenção e reabilitação de pavimentos que dê o máximo retorno possível para os recursos disponíveis. Um SGP ideal busca o melhor rendimento possível para os recursos disponíveis e ao mesmo tempo proporciona o funcionamento harmonioso, seguro e econômico dos pavimentos.

De acordo com Fernandes Jr. (2001), um dos objetivos principais da gerência de pavimentos é fornecer respostas às questões:

- 1) O que precisa ser feito num determinado pavimento?
- 2) Quando serão necessárias intervenções para evitar a ruptura e prolongar a vida em serviço do pavimento?
- 3) Onde se localizam os projetos prioritários?

4) Como devem ser executadas as atividades de manutenção e reabilitação dos pavimentos?

Um SGP tem por objetivo a otimização técnico-econômica do uso de recursos financeiros, de modo a proporcionar um transporte seguro, econômico e confortável de pessoas e bens. Esse objetivo será atingido comparando-se diferentes alternativas de investimentos, em nível de projetos e em nível de rede, e coordenando todas as atividades intervenientes no planejamento dos investimentos, como o dimensionamento, a construção, a manutenção e monitoramento periódico do seu desempenho (BECKER, 2012).

Segundo o Manual de Gerência de Pavimentos (DNIT, 2011), o objetivo principal de um SGP é alcançar a melhor aplicação possível para os recursos públicos disponíveis e oferecer um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico.

Um SGP tem por objetivo pensar na malha viária em longo prazo e encontrar as ações que melhor resultem em benefícios a sociedade levando em consideração os recursos disponíveis. As decisões são frutos de informações objetivas, técnicas e economicamente eficazes, além de descrever o cenário futuro e o impacto gerado na malha (CUNHA, 2008).

Marcon (1996) resume os principais objetivos de um SGP em três grupos:

- a) Auxílio aos gestores em suas ações;
- b) Uso efetivo do sistema por parte dos técnicos do órgão;
- c) Garantia ao usuário de seus direitos.

De acordo com Rodrigues (2007) os objetivos específicos de um SGP são:

- 1) Obter o melhor retorno para os recursos públicos disponíveis;
- 2) Assegurar um sistema de transporte que seja seguro, econômico e confortável;
- 3) Aumentar a eficiência do processo de tomada de decisões;
- 4) Fornecer um feedback acerca das consequências das decisões que são tomadas;
- 5) Assegurar consistência nas decisões, independentemente de onde elas são tomadas dentro da organização, ou independentemente de quem o faz;
- 6) Determinar a importância relativa de quaisquer fatores locais que possam contribuir para a deterioração dos pavimentos.

Rodrigues (2007) menciona ainda que a finalidade básica de um SGP é fornecer respostas às questões:

a) Sob certas restrições orçamentárias, quais as medidas de conservação e de restauração que deveriam ser executadas?

b) Como obter o máximo retorno possível dos investimentos a serem realizados?

c) Qual parcela dos recursos disponíveis deveria ser alocada para novas pavimentações?

A função de um SGP é melhorar a eficiência da tomada de decisão, expandir seu escopo, possibilitar a realimentação dos dados e manter a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis da mesma organização (HUDSON et al., 1992).

Para Gonçalves (1999), a função de um SGP é aumentar a eficiência das tomadas de decisão, expandir seu escopo, fornecer *feedback* quanto às consequências das decisões, facilitar a coordenação das atividades dentro da organização e assegurar a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis de gerência dentro da mesma organização.

Gonçalves (1999) salienta ainda que um SGP deve ser capaz de auxiliar a tomada de decisões por parte de usuários em diversos níveis dentro da organização. Para a mais alta administração, o SGP deve responder às seguintes questões principais:

1) Qual será o padrão futuro da rede, em função dos recursos disponíveis para sua manutenção?

2) Qual é a estratégia de manutenção e de construção que resultará no máximo retorno para a sociedade dos investimentos a serem efetuados?

Para os engenheiros que fazem os projetos, o SGP deve auxiliar na definição das soluções técnicas de manutenção e de construção que sejam as mais eficazes, oferecendo respostas aos seguintes questionamentos principais:

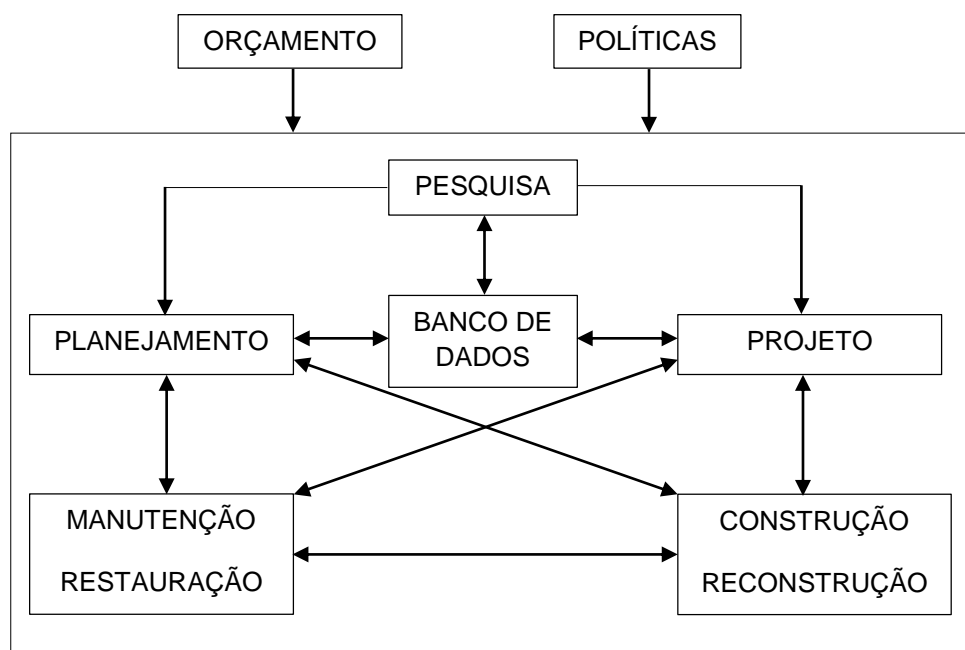
1) Quais as estratégias de manutenção que devem ser adotadas, assim como quando e onde, tendo em vista as restrições orçamentárias existentes?

2) Como os recursos necessários para manutenção dos pavimentos serão justificados junto a mais alta administração?

2.1.6 Componentes e atividades de um SGP

Um SGP tem como componentes (Figura 1), que devem interagir mutuamente, o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos. Como principais fatores externos podem ser citados os recursos orçamentários, os dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas (DNIT, 2011).

Figura 1 – Componentes de um SGP



Fonte: Adaptado de DNIT (2011).

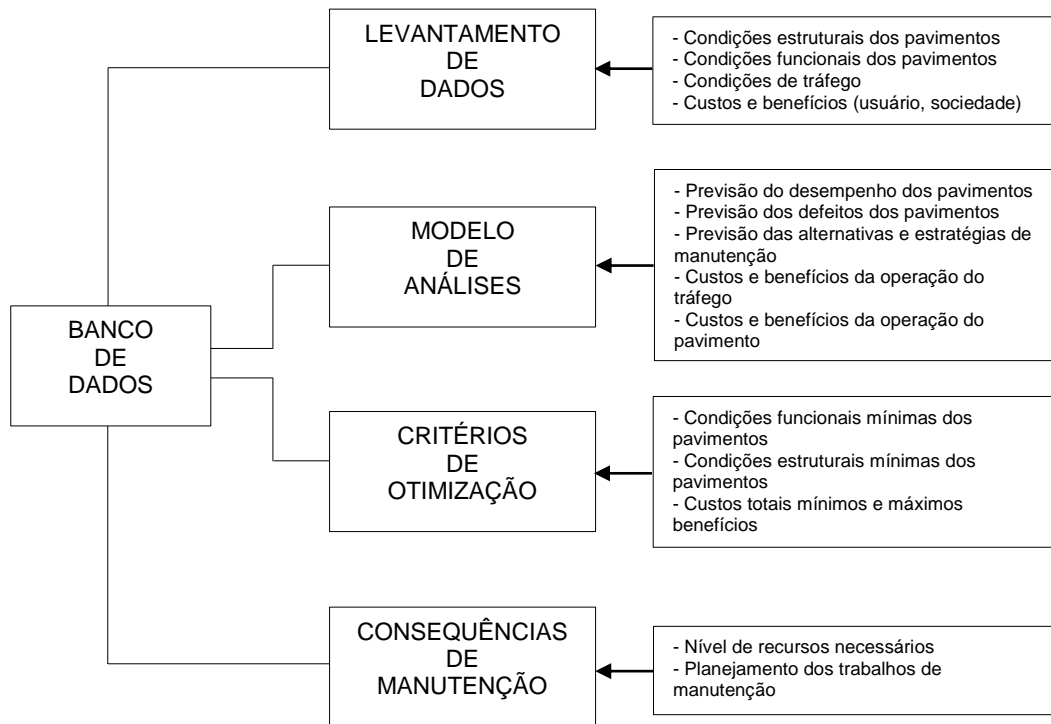
Um SGP é constituído, usualmente, pelos seguintes componentes (NHI, 1998; CARDOSO et al., 2000; RODRIGUES, 2003; AASHTO, 2001):

- 1) Banco de dados;
- 2) Subsistema de pesquisa;
- 3) Subsistema de planejamento;
- 4) Subsistema de projeto;
- 5) Subsistema de construção e manutenção;
- 6) Subsistema de avaliação e monitoramento.

O banco de dados é uma ferramenta bastante importante e utilizada em um SGP, devendo ser bem estruturado e conter dados confiáveis. Este mesmo banco de

dados interage com as demais partes integrantes de um SGP, devendo conter informações necessárias aos subsistemas. As atividades do SGP que interagem com o banco de dados são mostradas na Figura 2.

Figura 2 – Atividades do SGP que interagem com o banco de dados



Fonte: Adaptado de Cardoso (1994).

O subsistema de pesquisa é responsável por realizar estudos que visam dar suporte técnico necessário aos demais módulos do SGP, utilizando-se de (RODRIGUES, 2003):

- 1) Técnicas de avaliação de pavimentos;
- 2) Modelos de previsão de desempenho;
- 3) Características dos materiais de construção;
- 4) Técnicas de conservação e restauração;
- 5) Estrutura do SGP existente e da organização;
- 6) Problemas específicos que envolvam custos significativos para a organização administradora ou para o público usuário.

O subsistema de pesquisa baseia-se nos dados armazenados no banco de dados e proporciona o acompanhamento/monitoramento de indicadores do

pavimento. A partir da definição dos critérios de avaliação para irregularidade, deflexão, estrutura, qualidade do patrimônio e qualidade para o usuário, são definidos Índices de Condição para auxiliar nas análises (CARDOSO et al., 2000).

Outra atividade importante do subsistema de pesquisa é a de realizar uma comparação entre as condições presentes da malha rodoviária e as suas condições após as intervenções planejadas, servindo como uma forma de justificativa de investimentos requeridos (AASHTO, 2001).

O subsistema de planejamento compreende a análise de dados, a priorização das intervenções e a tomada de decisões na abrangência de toda a malha rodoviária. Os resultados são analisados com base em dados simplificados e de levantamento expedito de toda a rede, e adequados através da programação de investimentos para cada projeto da rede, de acordo com prioridades técnicas e restrições orçamentárias de programações plurianuais de investimentos (ALBUQUERQUE, 2007).

O subsistema de projeto analisa projetos de restauração e construção de pavimentos de acordo com a restrição orçamentária dos recursos alocados para cada obra específica realizada subsistema de planejamento. A partir deste subsistema, define-se a alternativa que tenha o melhor aproveitamento possível para os recursos alocados, necessitando de dados técnicos detalhados quanto aos desempenhos estrutural e funcional, ao tráfego e aos materiais de construção (ALBUQUERQUE, 2007).

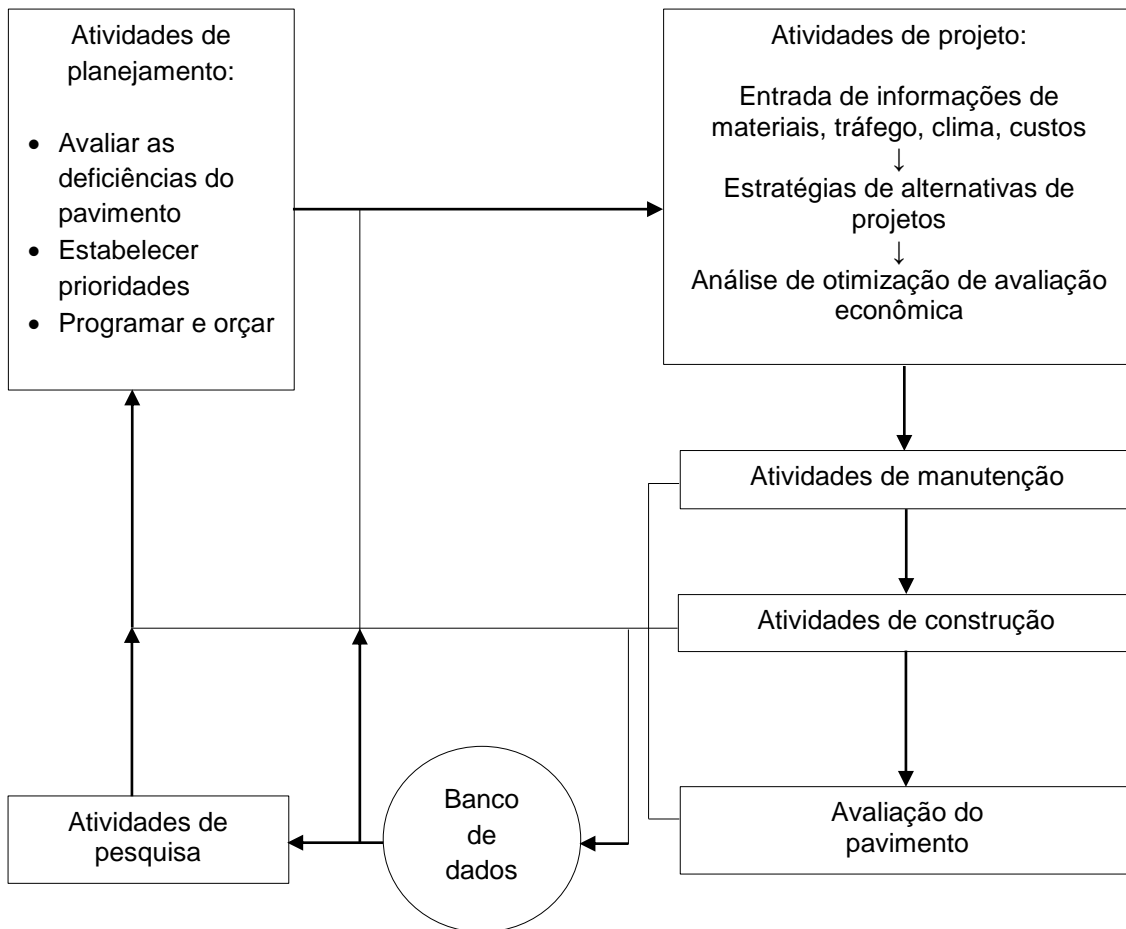
O subsistema de construção e manutenção é a etapa de execução das obras programadas pelo subsistema de planejamento e detalhada pelo de projeto, devendo-se realizar a correta apropriação de custos e avaliação das características e desempenho técnicos das alternativas empregadas (ALBUQUERQUE, 2007).

O subsistema de avaliação e monitoramento tem o objetivo de realizar o levantamento das condições da malha rodoviária em estudo. Esses levantamentos servem para retroalimentar o banco de dados (*feedback*). A coleta de dados é uma atividade fundamental de um Sistema de Gerência, pois representa o conjunto de informações disponíveis sobre a malha rodoviária. A sua importância deriva do fato de que todas as análises e decisões necessárias são baseadas nas informações e dados coletados, que por isso devem ser objetivos, confiáveis e atualizados (AASHTO, 1990).

De acordo com Haas et al. (1994), um sistema de gerência de pavimentos é composto de um abrangente conjunto de atividades associadas ao planejamento,

projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa de pavimentos. Isso pode ser representado conceitualmente como mostra a Figura 3, que apresenta uma sequência lógica das atividades que podem ser realizadas por qualquer órgão gerenciador de pavimentos.

Figura 3 – Atividades de um SGP



Fonte: Adaptado de HAAS et al. (1994).

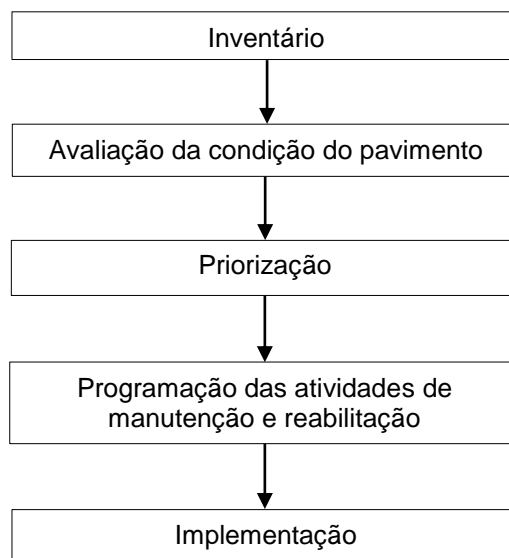
2.1.7 Etapas de um SGP

As etapas de um SGP, conforme mostrado na Figura 4 e segundo MAPC (1986), são:

1) Inventário: coleta e organização dos dados necessários para a correta implementação e para o bom desempenho do sistema;

- 2) Avaliação da condição do pavimento: utilização de modelos para a previsão de desempenho da condição atual e futura dos pavimentos, modelos estes baseados em avaliações periódicas dos pavimentos;
- 3) Priorização: estabelecimento dos níveis de prioridade, ou seja, adequação das necessidades aos recursos disponíveis;
- 4) Programação das atividades de manutenção e reabilitação: estabelecimento dos critérios para as tomadas de decisões quanto às atividades de manutenção e reabilitação do pavimento;
- 5) Implementação: funcionamento efetivo do sistema, utilização da estratégia selecionada.

Figura 4 – Etapas de um SGP



Fonte: Adaptado de MAPC (1986).

2.1.8 Níveis de um SGP

Conforme Haas et al. (1994), um SGP possui três níveis diferentes: nível administrativo, nível de rede e nível de projeto. O primeiro nível, nível administrativo, é aquele em que os fundos são alocados entre categorias diferentes da infraestrutura de transporte (obras de arte obras de sinalização, obras de pavimentação). O segundo nível, nível de rede, é aquele em que as agências de gerência de pavimentos

determinam as estratégias de intervenção, identificam as necessidades da malha, programam as atividades de intervenção e indicam os recursos que serão aplicados à rede. Por fim, o terceiro nível, nível de projeto, é aquele em que se realiza o tratamento detalhado das intervenções.

De acordo com Amekudzi e Attoh-Okine (1997), um SGP possui dois níveis:

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

Tradicionalmente, o processo decisório de um SGP pode ser considerado em nível de rede e em nível de projeto. A gerência em nível de rede indica os trechos prioritários da malha rodoviária que devem ser objeto de investimentos em manutenção, de forma que os recursos públicos alocados para um determinado período tenham o melhor retorno econômico. Já a gerência em nível de projeto envolve atividades detalhadas do próprio projeto e da execução de obras em um trecho específico da malha, atividades essas que deverão subsidiar orçamentos e programas de curto prazo (DNIT, 2011).

O SGP em nível de rede caracteriza-se por estudar uma grande área ou malha viária, onde se situam muitas rodovias. Assim, em se tratando de coleta e análise de dados, predomina a quantidade sobre o detalhe, ou seja, busca-se o conhecimento da malha como um todo, de forma a possibilitar a adequada priorização dos recursos disponíveis. 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 a que custo aproximado (quando fazer) (DNIT, 2011).

Já no SGP em nível de projeto, observa-se mais detalhadamente um determinado trecho pavimentado. Os dados são coletados de forma mais aprofundada, com estudos de estrutura das camadas do pavimento, determinando, sempre que possível, as causas do aparecimento de defeitos e as consequências que estes poderão induzir em camadas adjacentes, procurando avaliar e selecionar o tipo e data de execução do serviço de manutenção. Para este nível, as decisões, além de administrativas, são técnicas e econômicas, incluindo a previsão da durabilidade do

pavimento após a execução de diferentes estratégias de manutenção e reabilitação, para cada segmento específico, e a avaliação das causas de deterioração (DNIT, 2011).

No nível de rede são realizadas avaliações e definidas as secções prioritárias que receberão algum tipo de manutenção. No nível de projeto são definidos, por exemplo, o tipo de camada e a espessura de um reforço estrutural (ZANCHETTA, 2017).

Bourahli (1997) afirma que um SGP pode ser classificado em função do seu objetivo maior, como um sistema em nível de rede, para fins de planejamento, ou um sistema em nível de projeto para definição das atividades de construção e manutenção.

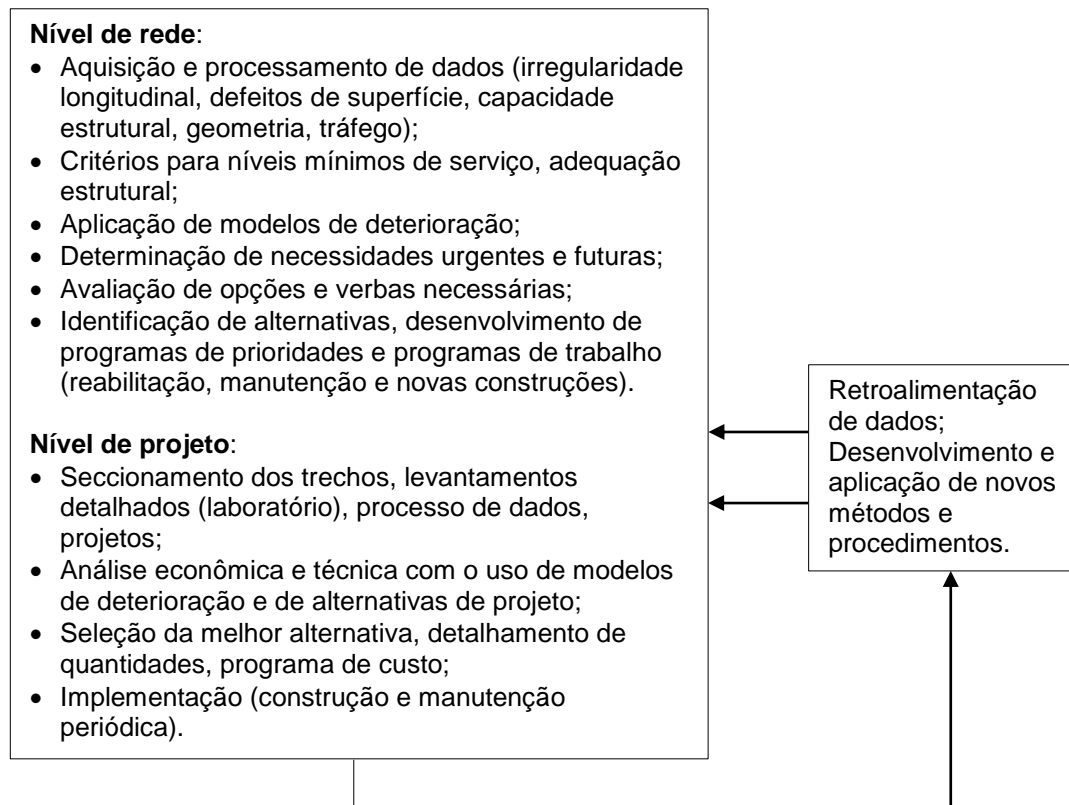
No caso rodoviário, onde é comum haver uma rede com extensão significativa e sujeita a tráfego de veículos de carga, o SGP tende a operar nos dois níveis, rede e projeto, de forma associada. Em nível de rede, faz-se o planejamento orçamentário, a alocação de recursos e a seleção de projetos, enquanto que, em nível de projeto, procura-se encontrar a solução técnica que seja economicamente a mais eficaz (GONÇALVES, 1999).

No caso de uma rede viária urbana, ocorre uma fusão entre ambos os níveis, de modo que a medida de manutenção que é determinada para certo segmento na análise econômica em nível de rede é implementada na prática, sendo raros os casos onde um projeto de restauração é efetuado antes da execução das obras. Os responsáveis pela gestão dos pavimentos devem, portanto, estarem preparados e disporem de subsídios que proporcionem condições que os permita responderem às seguintes questões principais (GONÇALVES, 1999):

- 1) Em função da restrição orçamentária existente, qual a prioridade de utilização dos recursos disponíveis?
- 2) Qual a melhor alternativa?
- 3) Onde deve ser implementada?
- 4) Quando e de que maneira deve ser implementada?

Conforme Haas et al. (1994), o inter-relacionamento entre os níveis e tarefas de um SGP pode ser resumido na Figura 5.

Figura 5 – Inter-relacionamento entre os níveis e tarefas de um SGP e suas tarefas



Fonte: Adaptado de HAAS et al. (1994).

Em um SGP em nível de rede, as necessidades de manutenção e reabilitação dos pavimentos são ordenadas, hierarquizadas e priorizadas de acordo com critérios técnico-econômicos e políticas, cuja proposta primária é o desenvolvimento de um programa prioritário de manutenção, reabilitação ou a construção de novos pavimentos, onde as decisões são tomadas para um grande número de projetos ou para uma rede inteira (HAAS et al., 1994).

Em nível de projeto, um SGP deve ser capaz de gerar uma lista que prioriza as necessidades anuais do pavimento. Tal avaliação se baseia nas condições dos pavimentos e facilita a coerência no planejamento, programação e alocação de recursos (GRIVAS et al., 1993). Nesse enfoque, as considerações detalhadas são tomadas como alternativas de atividades de projeto, construção, manutenção ou reabilitação para um trecho de rodovia (ASSHTO, 1993). O nível de projeto surge como consequência em um momento apropriado do programa e, essencialmente, envolve considerações técnicas e decisões políticas (HAAS et al., 1994).

2.1.9 Coleta de dados em um SGP

Um banco de dados pode ser definido como um conjunto de procedimentos encadeados para processamento de dados interconectados de maneira coerente, acessível aos diferentes usuários, suscetível de ser modificado e atualizado continuamente (OCDE, 1987).

O banco de dados é uma ferramenta muito importante para qualquer SGP, pois todas as análises e decisões são baseadas nos dados coletados. Por isso, esses dados devem ser objetivos, confiáveis e atualizados (AASHTO, 2001).

Os dados que irão compor o banco de dados de um SGP não precisam ser levantados em uma mesma época, sobretudo no que se refere aos dados de desempenho estrutural, que normalmente são levantados na etapa de projeto (NHI, 1998).

Os tipos de levantamentos que devem ser realizados dentro de um SGP são (NHI, 1998): degradação (tipos, severidade e frequência de defeitos na superfície de rolamento); deflexão (resposta das camadas estruturais e do subleito à aplicação de um carregamento); irregularidade (medida de distorção ao longo do plano linear longitudinal do pavimento, que determina o conforto dos usuários oferecido pelo tráfego); resistência à derrapagem (mede a capacidade do pavimento em contribuir com a frenagem de um veículo, sem colocá-lo em risco).

A coleta de informações sobre pavimentos rodoviários constitui tarefa de importância fundamental para um SGP. O grau de detalhes e a frequência das coletas e medições necessárias dependem do nível de gerência, do modelo para definição das prioridades a ser adotado e das exigências de cada organização rodoviária (DNIT, 2011).

Os dados necessários à consecução de um SGP são divididos em quatro categorias (DNIT, 2011):

- 1) Dados relativos à caracterização física e histórica
- 2) Dados relativos ao desempenho funcional
- 3) Dados relativos ao desempenho estrutural
- 4) Dados relativos ao desempenho operacional e da segurança

2.1.9.1 Dados relativos à caracterização física e histórica

Os dados necessários à caracterização física e histórica dos segmentos devem ser coletados em projetos já efetuados ou, no caso destes não estarem disponíveis, deve ser elaborado o cadastro dos mesmos. As informações mínimas a serem fornecidas são as seguintes (DNIT, 2011):

a) Gerais: tipo de pavimento; largura da pista; largura do acostamento; número de faixas de rolamento; caracterização climática; caracterização orográfica.

b) Tráfego e geometria: número de veículos motorizados; número de veículos não motorizados; sentido de circulação; subidas e descidas, que é a soma dos valores absolutos das diferenças de cotas no início e fim de cada subida ou descida, dividida pelo comprimento do subtrecho em estudo, em m/km; grau de curvatura horizontal, que é a soma dos valores absolutos das deflexões sucessivas das tangentes do alinhamento horizontal, dividida pelo comprimento do subtrecho, em quilômetros; velocidade limite.

c) Revestimento: tipo e espessura do revestimento existente; tipo e espessura do revestimento anterior.

d) Dados históricos: data da construção; data da última reabilitação; data do último tratamento preventivo.

e) Parâmetros estruturais: número estrutural; deflexão; tipo, espessura e coeficiente estrutural de cada camada do pavimento; ISC do subleito; condições de drenagem.

2.1.9.2 Dados relativos ao desempenho funcional

O parâmetro mais relevante, no que se refere ao desempenho funcional de um pavimento, é a irregularidade longitudinal. Conceitua-se irregularidade longitudinal de um pavimento ou, simplesmente, irregularidade, como o conjunto dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência – desvios estes que, entre vários outros inconvenientes, afetam a qualidade do rolamento e a ação dinâmica das cargas sobre a via (DNIT, 2011).

A irregularidade pode ser medida em diversas escalas padronizadas e de conformidade com o equipamento de medição então usado. Os procedimentos pertinentes ao atributo irregularidade estão devidamente normalizados pelo DNIT, que

no caso, contempla especificamente o parâmetro Quociente de Irregularidade (QI). De outra parte, com base em pesquisa internacional de medição da Irregularidade realizada em Brasília no ano de 1992, veio a ser instituída pelo DNIT a escala *International Roughness Index* (IRI), que é uma escala de referência, transferível para outros sistemas de medição. Os conceitos de QI e IRI são bastante similares e, na prática, são altamente correlacionados. A equação que estabelece a relação entre ambos é: $QI = 13 \times IRI$ (DNIT, 2006a).

A medida de parâmetros relacionados à irregularidade pode ser realizada por diferentes tipos de equipamentos. Os sistemas medidores classificam-se em quatro grupos (DNIT, 2011):

- 1) Sistemas de medidas diretas de perfil: Método de nível e mira;
- 2) Sistemas de medida indireta do perfil: Perfilômetro de superfície GMR, Perfilômetro AASHTO, Perfilômetro CHLOE, Merlin do TRRL;
- 3) Sistemas do tipo resposta: Rugosímetro BPR, *Bump Integrator*, *Maysmeter*, Integrador IPR/USP;
- 4) Sistemas de medida com sonda sem contato: Perfilômetro Inercial Laser, Perfilômetro Acústico da Universidade FELT.

Para que possa definir a condição funcional de um pavimento, além do IRI, devem ser feitas avaliações visando determinar a condição da superfície do pavimento.

No Brasil, no que diz respeito às condições de superfície de pavimentos flexíveis, pode-se proceder quatro tipos de avaliações: avaliação objetiva da superfície – IGG (norma DNIT 006/2003-PRO); avaliação a nível de gerência de pavimentos (norma DNIT 007/2003-PRO); (avaliação objetiva expedita – LVC (norma DNIT 008/2003-PRO) e avaliação subjetiva – VSA (norma DNIT 009/2003-PRO).

O procedimento mais adequado para a quantificação dos defeitos, em nível gerencial e de projeto, é o Levantamento Visual Contínuo – LVC (DNIT, 2011).

2.1.9.3 Dados relativos ao desempenho estrutural

A avaliação estrutural de um pavimento está associada ao conceito de capacidade de carga, que pode ser vinculado diretamente ao projeto do pavimento e ao seu dimensionamento. Os defeitos estruturais resultam principalmente da repetição das cargas e estão associados às deformações elásticas ou recuperáveis e plásticas

ou permanentes. As deformações elásticas são avaliadas por equipamentos próprios chamados genericamente de defletômetros por medirem os deslocamentos verticais nomeados como deflexão do pavimento. Elas são responsáveis pelo surgimento da maioria dos trincamentos ao longo da vida do pavimento, e que podem levar à fadiga do revestimento. As deformações plásticas são acumulativas durante os anos de vida de um pavimento e resultam em defeitos do tipo afundamento localizado ou nas trilhas de roda, medidos por meio de treliça normatizada (BERNUCCI et al., 2010).

A avaliação estrutural de um pavimento pode ser feita por métodos: destrutivo, semidestruutivo e não destrutivo.

Um método destrutivo é aquele que investiga a condição estrutural de cada camada que compõe o pavimento por abertura de trincheiras ou poços de sondagem, permitindo recolher amostras de cada material até o subleito e realizar ensaios de capacidade de carga *in situ*. Pela sua própria natureza destrutiva só pode ser empregado em alguns poucos pontos selecionados como representativos de cada segmento a ser avaliado (BERNUCCI et al., 2010). Em nível de projeto, as sondagens são fundamentais, pois permitem determinar a espessura e o tipo de material constituinte das camadas do pavimentos, bem como a profundidade do nível d'água.

Um método semidestruutivo é aquele que se vale de aberturas menores de janelas no pavimento que permitam utilizar um instrumento portátil de pequenas dimensões para avaliar a capacidade de carga de um pavimento, tal como o uso de cones dinâmicos de penetração – DCP (TRICHÊS; CARDOSO, 2001; TRICHÊS et al., 2004).

A avaliação mais adequada para ser feita em grandes extensões de pistas e com possibilidade de inúmeras repetições no mesmo ponto, de forma a acompanhar a variação da capacidade de carga com o tempo, é a que lança mão de medidas não destrutivas, representadas por medidas de deflexão.

A deflexão de um pavimento representa a resposta elástica das camadas estruturais e do subleito frente à aplicação do carregamento. Quando a carga de um eixo é aplicada na superfície do pavimento, todas as camadas fletam devido às tensões e deformações geradas pelo carregamento (DNIT, 2006a).

A cada passagem de roda o pavimento sofre um deslocamento total que tem duas componentes (BERNUCCI et al., 2010):

1) Deformação elástica que resulta na flexão alternada do revestimento, chamada por convenção de deflexão, cuja medida é a principal forma de avaliação estrutural de um pavimento em uso.

2) Deformação permanente que resulta no afundamento de trilha de roda cuja medida também é um critério de definição da vida útil estrutural e funcional de um pavimento visto que, a partir de certo valor, pode interferir na condição de conforto e segurança do tráfego.

Quando se mede o deslocamento elástico em vários pontos a partir da carga tem-se a denominada bacia de deflexão ou linha de influência da carga sobre um ponto do pavimento (DNER-ME 061/94).

Os equipamentos utilizados em avaliações não destrutivas (NDT – *nondestructive deflection testing*) podem ser divididos em (BERNUCCI et al., 2010):

- 1) Carregamento quase-estático: ensaio de placa e viga Benkelman, por exemplo;
- 2) Carregamento vibratório: *dynaflect*, por exemplo;
- 3) Carregamento por impacto: *falling weight deflectometer* (FWD).

Há bastante diferença entre os valores numéricos de avaliação estrutural realizados, utilizando-se cada um desses tipos de equipamentos, que podem ser usados para levantamentos da condição de pavimentos para sistema de gerência em nível de rede, para análises de rotina ou para projeto de reabilitação. Todos os equipamentos devem ser constantemente calibrados por processos específicos e seguem rotinas de aplicação determinada pelo tipo de carregamento (ASTM D 4695).

Os equipamentos de medição de deflexão do pavimento – defletômetros – mais utilizados no país são de duas gerações bastante distintas (BERNUCCI et al., 2010):

a) O primeiro a ser desenvolvido, na década de 1950, foi a viga Benkelman, sendo seu criador o engenheiro A.C. Benkelman, sendo o engenheiro do Departamento de Transportes da Califórnia, A. C Benkelman, o seu criador. Foi introduzido no Brasil em 1962 (CARNEIRO, 1965);

b) O segundo grupo é dos equipamentos de peso batente (*falling weight deflectometer* – FWD – criados na década de 1980. Foi introduzido no Brasil em 1994 (DNER, 1998).

Os dois tipos de equipamentos são empregados no país para avaliação estrutural. Com esses equipamentos são medidos os seguintes parâmetros (BERNUCCI et al., 2010):

1) Deflexão máxima: deslocamento sob o centro da carga (FWD) ou sob o centro das rodas duplas de um eixo simples (viga Benkelman), sendo a deflexão normalmente expressa em 10^{-2} mm (D_0).

2) Raio de curvatura: círculo ou arco de parábola que passa por dois pontos da deformada (viga Benkelman), normalmente sob a carga e a 25 cm do centro da mesma (D_0 e D_{25}).

3) Deformada, bacia de deformação ou bacia deflectométrica: medidas dos deslocamentos elásticos ou recuperáveis em vários pontos a partir do centro do carregamento (D_0 , D_{25} , D_{50} , entre outras).

Como complemento à avaliação estrutural não-destrutiva de pavimentos podem ser usados equipamentos como o georadar, munido de radar, para estimar as espessuras das camadas ao longo da via (GONÇALVES; CERATTI, 1998; ASTM D 4748).

2.1.9.4 Dados relativos ao desempenho operacional e da segurança

O tráfego incidente nas rodovias constituintes de uma malha viária é um dos fatores mais relevantes na implementação de um SGP quanto às condições operacionais, tendo em vista sua importância na análise da rede e na priorização dos investimentos. A solicitação de tráfego sobre uma rodovia pode ser expressa pelo número N, quando a análise é feita em termos da carga atuante, pelo Volume Diário Médio (VDM), quando a análise é feita em termos de capacidade de tráfego, ou por ambos (DNIT, 2011).

O número N é definido pelo número de repetições de um eixo padrão de 8,2 t (18.000 lb ou 80 kN), durante o período de vida útil do projeto, que teria o mesmo efeito que o tráfego previsto sobre a estrutura do pavimento. Já o VDM é o número médio de veículos que percorre uma seção ou trecho de uma rodovia, por dia, durante um certo período de tempo (DNIT, 2006b).

Quanto à avaliação dos fatores de segurança considerados é feita mediante a quantificação da resistência à derrapagem e do potencial de hidroplanagem (DNIT, 2011).

2.1.10 Atividades de manutenção e reabilitação em rodovias

A manutenção de um pavimento rodoviário compreende um processo sistemático a que, de forma contínua, deve ser submetida uma rodovia, no sentido de que esta, de conformidade com suas funções e magnitude de tráfego, venha a oferecer ao usuário, permanentemente, um tráfego econômico, confortável e seguro. A manutenção rodoviária compreende uma série de atividades, dentre as quais se destacam (DNIT, 2006a):

1) Conservação: é o conjunto de operações rotineiras, periódicas e de emergência realizadas com o objetivo de preservar as características técnicas e físico-operacionais do sistema rodoviário e das instalações físicas. Existem três tipos de conservação rodoviária:

a) Conservação corretiva rotineira: é o conjunto de operações de conservação que tem como objetivo reparar ou sanar um defeito e restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia, proporcionando conforto e segurança aos usuários;

b) Conservação preventiva periódica: é o conjunto de operações de conservação realizadas periodicamente com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. Trata-se de tarefas requeridas durante o ano, mas cuja frequência de execução depende do tráfego, da topografia e de efeitos climáticos;

c) Conservação de emergência: é o conjunto de operações a serem eventualmente realizadas com o objetivo de recompor, reconstruir ou restaurar trechos que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por um evento extraordinário ou catastrófico, colocando em flagrante risco o desenvolvimento do tráfego da rodovia ou ocasionando a sua interrupção;

d) Restauração do pavimento: é o conjunto de operações destinado a restabelecer o perfeito funcionamento de um pavimento deteriorado, e restabelecer, na íntegra, suas características técnicas originais. Envolve, portanto um conjunto de medidas destinadas a adaptar a rodovia, de uma forma permanente, às condições de tráfego atuais e futuras, prolongando seu período de vida.

Já a reabilitação de um pavimento rodoviário compreende duas atividades principais (DNIT, 2006a):

1) Reconstrução do pavimento: modalidade de intervenção que consiste na remoção parcial ou total da espessura do pavimento podendo eventualmente atingir o

subleito, e na posterior execução adequada de novas camadas estruturais, cujas naturezas, constituições e especificações devem guardar consonância com os atributos correspondentes das áreas adjacentes do pavimento remanescente;

2) Reforço do pavimento: é o aporte estrutural, constituído de uma ou mais camadas betuminosas, a ser (em) sobreposta (s) a um pavimento existente, após evidentemente executadas as correções superficiais necessárias, com a finalidade de torná-lo apto a cumprir um novo ciclo de vida.

Para Fernandes Jr. et al. (1999) existem diferenças entre as atividades de manutenção e as atividades de reabilitação de pavimentos. A manutenção tem por objetivo preservar ou manter o período de projeto do pavimento, aumentando pouco o nível de serventia, mas evitando a deterioração precoce. A reabilitação, por sua vez, tem o propósito de prolongar a vida em serviço do pavimento, elevando o nível de serventia próximo ao valor máximo e criando condições para um novo ciclo de deterioração.

A manutenção e reabilitação dos pavimentos são uma parte importante dentro dos Sistemas de Gerência de Pavimentos. Nela obtêm-se informações para a implantação das atividades que deverão ser executadas e informações sobre como essas atividades serão executadas. Manter os pavimentos em um estado bem próximo de quando foi liberado ao tráfego é uma grande preocupação para os órgãos gestores dos pavimentos. A manutenção dos pavimentos, quando bem feita, influencia na diminuição de investimentos e reduz ao máximo a necessidade de reabilitação (CAUSIM, 2001).

2.1.11 Critérios para priorização de atividades de manutenção

A priorização envolve a definição e o uso de um índice, geralmente denominado Índice de Prioridade (IP), na qual os projetos candidatos à manutenção são ordenados em função das condições físicas do pavimento analisado e da disponibilidade de recursos para a intervenção. Os projetos a serem implementados no ano a que se referem às análises são aqueles com os maiores IPs, reunidos até que se esgote os recursos disponíveis para aquele ano. O índice utilizado pode ser definido subjetivamente ou ser calculado pela relação benefício-custo das intervenções (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

Com o avanço dos estudos e pesquisas na área da gerência de pavimentos, surgiram muitas possibilidades de priorização simplificadas. Entre elas pode-se citar o modelo para gerenciar malhas viárias de pequenas comunidades norte-americanas elaborado por Tavakoli et al. (1992); o modelo empírico do antigo DNER, baseado no Índice de Estado da Superfície (IES) dos pavimentos e no Índice de Custo (IC) operacional dos veículos; o modelo de priorização estatístico desenvolvido por Bodi e Balbo (1998); o modelo de priorização do HDM-III; o modelo de priorização do HDM-4; e, por fim, o modelo de priorização proposto por Reddy e Veeraragavan (2004).

2.1.11.1 Modelo empírico de Tavakoli

O modelo desenvolvido por Tavakoli et al. (1992) propõe um método de priorização para a manutenção de trechos viários, baseado em uma equação de pontuação que determina o IP em função do inverso do índice de condição do pavimento, da classe da via, do tipo de tráfego (itinerário de ônibus, acesso à escolas e indústrias) e de um fator de nível de manutenção.

A estrutura de gerência de pavimentos proposto Tavakoli et al. (1992) consta de um conjunto de sete subsistemas:

1) Inventário da malha viária urbana e rural, trechos homogêneos, classes das vias, jurisdição, denominação das vias, características dos pavimentos (tipo, largura, extensão), sistema de drenagem, volume de tráfego e o histórico do pavimento;

2) Avaliação das condições funcionais do pavimento (pavimentos asfálticos, rígidos, mistos ou compostos) semelhante ao quociente de irregularidade, onde se verifica o tipo de defeito, a severidade e percentagem da área do pavimento afetado, associando-se uma pontuação para cada trecho, para se obter o Índice de Condição do Pavimento (ICP) ou *Pavement Condition Index* (PCI).

3) Módulo de manutenção ou reabilitação, onde se definem as estratégias das intervenções de manutenção com base no PCI. Estas estratégias consistem e não intervir, manutenções de rotina, manutenções preventivas, manutenções adiadas por programas anteriores, reabilitação e reconstrução;

4) Módulo de custos unitários, associados às estratégias de manutenção para os vários tipos de pavimentos;

5) Módulo de taxas de degradação prevê qual tipo de manutenção será aplicado no próximo exercício com base na estratégia de manutenção do ano em curso levando-se em conta a receita orçamentária. Estas estratégias consistem em manutenção preventiva com e sem recursos alocados, manutenções adiadas de exercícios anteriores, reabilitação com e sem recursos, reconstrução com e sem recursos, com base nos níveis de receita da localidade. Executa-se um plano plurianual através de um programa computacional, comparando-se os custos projetados com a receita atual. Trechos menos prioritários são classificados como sem verba devendo ocupar as primeiras posições na lista de prioridades dos exercícios seguintes, sendo que esta estratégia pode sofrer ajustes facilmente em função das variações dos custos e da receita orçamentária;

6) Módulo de priorização e de metas. Determina a ordem de prioridade das intervenções nos trechos, o custo total de manutenção para os vários exercícios, prioriza trechos específicos (demandas políticas) e estabelece as metas de longo prazo. O Índice de Prioridade (PI) é determinado através da Equação 1.

$$IP = \frac{1}{PCI \times TF \times FC \times TR \times MF} \quad (1)$$

Onde:

IP = Índice de Prioridade;

PCI = índice de condição do pavimento;

TF = fator de tráfego;

FC = fator de classificação funcional da via;

TR = fator de rota;

MF = fator de manutenção.

A escala dos resultados de IP obtidos varia de 0 a 0,01, sendo 0 para situações onde não sejam necessárias intervenções imediatas no pavimento avaliado, e 0,01 para aqueles trechos em que as intervenções devem ser prioritárias (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

7) Módulo gerador de resultados é uma tabela que apresenta os trechos prioritários segundo os procedimentos anteriormente citados informando os tipos de intervenção, os trechos prioritários, custos;

8) Módulo de arquivo, utilizado para armazenar todos os dados levantados e determinados para planejamento das intervenções de manutenção dos exercícios futuros.

O modelo em questão é muito simples de ser assimilado por técnicos ligados às áreas de manutenção, e consegue fornecer todos os resultados básicos necessários para um sistema de gerência de pavimentos eficiente, devendo para isto contar com equipamentos de informática acessíveis e uma equipe de técnicos para a sua implementação (BODI; BALBO, 1998).

2.1.11.2 Modelo de priorização do DNER

O modelo de priorização desenvolvido pelo DNER (atual DNIT) é baseado no IP que, por sua vez, é determinado através da ponderação do IES e do Índice de Custo Operacional (IC).

O IES é função do IGGE e do VSA, conforme consta na Tabela 2, e o IC é função do QI e do VMD, conforme consta na Tabela 3.

Tabela 2 – Índice de Estado da Superfície (IES)

Conceito	IGGE	VSA < 2,5	2,5 < VSA < 3	3 < VSA < 3,5	3,5 < VSA < 4	VSA > 4
E	< 15	*	*	5	3	0
B	> 15 e < 30	*	6	6	4	2
R+	> 30 e < 60	8	7	7	5	4
R-	> 60 e < 80	9	8	8	6	*
M	> 80 e < 120	10	9	9	*	*
P	> 120	10	10	*	*	*

*Casos incoerentes ou inexistentes.

Fonte: (BODI; BALBO, 1998).

Tabela 3 – Índice de custo operacional (IC)

QI (contagens/km)	VMD < 8.000	8.000 < VMD < 12.000	12.000 < VMD < 25.000	VMD > 25.000
QI < 22	0	2	4	6
22 < QI < 40	1	3	5	7
40 < QI < 55	2	4	7	9
QI > 55	3	5	8	10

Fonte: (BODI; BALBO, 1998).

O IGGE é calculado através da Equação 2.

$$\text{IGGE} = 0,65 \times \text{FT} + 1,0 \times \text{FOAP} + 0,8 \times \text{FRP} \quad (2)$$

Onde:

IGGE = índice de gravidade global expedito;

FT = frequência de trincas (%);

FOAP = frequência de ondulações e afundamentos plásticos (%);

FRP = frequência de remendos e panelas (%).

O Índice de Prioridade (IP) é calculado através da Equação 3.

$$\text{IP} = \frac{p1 \times \text{IC} + p2 \times \text{IES}}{p1 + p2} \quad (3)$$

Onde:

IP = Índice de Prioridade;

IC = índice de custo operacional;

IES = índice de estado da superfície;

p1 = peso de ponderação 1;

p2 = peso de ponderação 2.

Neste modelo, o IP varia de 0 a 20. Quando for obtido IP = 0 subentende-se que o referido trecho não necessita de intervenções imediatas, sendo assim pode-se postergar tal ação. Por outro lado, quando o IP = 20, o trecho em questão torna-se prioritário em relação aos demais.

2.1.11.3 Modelo de priorização de Bodi e Balbo

O modelo de priorização estatístico desenvolvido por Bodi e Balbo (1998) foi baseado nos resultados obtidos por um modelo computacional desenvolvido pelo Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo através de um convênio com a Prefeitura do Município de São Paulo entre 1991 e 1994. Foram utilizadas variáveis de tráfego e valores de VSA dos

pavimentos da malha viária da capital paulista para se chegar a uma relação de prioridades para intervenções de manutenção nos trechos avaliados (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

O modelo utilizado na cidade de São Paulo entre 1991 e 1994 priorizou somente as intervenções de reforço de pavimentos, o que simplificou os trabalhos de priorização que puderam ser realizados unicamente através do levantamento do VSA (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

Desta forma, foi verificada a possibilidade de se correlacionar os dados levantados em campo (VSA, dimensões físicas dos trechos, VMD total e segregado, custos) e vinculá-los aos resultados de priorização obtidos através do modelo, tais como benefício do usuário ou benefício-custo de uma intervenção de manutenção (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

Através de funções logarítmicas foram identificadas equações por regressão linear múltipla, fazendo com que o técnico que dispor de informações como nível de irregularidade e do volume de tráfego do trecho a ser analisado possa calcular a relação benefício-custo (B/C) ou o benefício do usuário no caso da execução de um serviço de manutenção (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

Desta forma, foram desenvolvidos cinco modelos estatísticos, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Modelos estatísticos para priorização segundo Bodi e Balbo (1998)

Equação	Forma do modelo
1	$B/C = 0,22927 \times VSA^{-2,76622} \times Va^{0,82604} \times Vo^{-0,0872} \times Vc^{-0,18368}$ Reforços de 9 a 10 cm de espessura, custos unitários US\$ 12,92 e US\$ 13,45/m ²
2	$B/C = 0,04176 \times VMD^{0,79165} \times VSA^{-2,81645}$ Reforços de 9 a 10 cm de espessura, custos unitários US\$ 12,92 e US\$ 13,45/m ²
3	$B/C = 2,07893 \times VMD^{0,51173} \times VSA^{-4,17591}$ Reforços de 4 cm e fresagem de 3 cm de espessura, custo unitário US\$ 9,20/m ²
4	$B/C = 0,01259 \times VMD^{0,94202} \times VSA^{-2,70351}$ Reforço de 4 a 5 cm de espessura, custo unitário US\$ 6,09/m ²
5	$B/C = 2,8383 \times Va^{0,3585} \times Vc^{0,06544} \times Vo^{0,236089} \times VSA^{-2,71850}$ Reforço de 10 cm de espessura, custo unitário US\$ 13,45/m ²

Va = volume de automóveis; Vo = volume de ônibus; Vc = volume de caminhões.

Fonte: (BODI; BALBO, 1998).

Para esta metodologia a escala varia em função de cada um dos modelos anteriores, sendo necessário observar o volume diário médio de tráfego atuante em cada rodovia. Na situação proposta o IP apresentou uma variação de 0 a 2,805. Sendo que o menor valor representa a necessidade de não intervir, ao passo que o índice maior representa a real necessidade de intervenção, ou seja, o trecho prioritário (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

Desta forma, utilizando qualquer um dos modelos estatísticos apresentados pode-se obter uma sequência de prioridades de intervenção em cidades do porte de São Paulo ou em qualquer capital brasileira que possuam em comum os mesmos tipos de pavimentos e de veículos circulando (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

2.1.11.4 Modelo de priorização do HDM-III

Tendo em vista possibilitar a obtenção de uma uniformização das intervenções de restauração ao longo dos anos do período de análise, evitando concentrar os aportes de capitais mais significativos em um determinado ano, o modelo de priorização do HDM-III preconiza a utilização de um IP para cada subtrecho homogêneo (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

O parâmetro IP é definido como um número que varia entre 1,0 e 2,0, tendo uma variação linear com o custo operacional dos veículos que é gerado em cada subtrecho homogêneo. Atribui-se IP = 1,0 para o valor mínimo do custo operacional dentre os valores calculados em todos os subtrechos, ao passo que IP = 2,0 é atribuído ao custo operacional de valor máximo (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

O custo operacional dos veículos, calculado através do programa HDM-III do Banco Mundial, é função da irregularidade longitudinal (representada pelo *Quarter Index – QI*) e é fixada pelos seguintes parâmetros; geometria vertical, em m/km; geometria horizontal, em graus/km; e composição do tráfego, em % (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

A partir da análise de diversas seções de pavimentos, em termos do custo operacional dos veículos (em milhões de R\$ por 1000 veículos por ano em um segmento com 10 km de extensão) e em função da irregularidade do pavimento, Pinto et al. (2004) encontrou como resultado a Equação 4.

$$\text{Custo} = 1,009127 + 3,111022 \times 10^{-3} \times \text{QI} + 1,00024 \times 10^{-5} \times \text{QI}^2 \quad (4)$$

Onde:

Custo = parâmetro IP;

QI = *quarter index*.

O modelo de priorização baseado no HDM-III relaciona o custo operacional de veículos (COV) com o *quarter index* (QI), numa relação crescente, ou seja, quanto maior o QI maior o COV. Sendo assim, quanto maior o COV, maior a prioridade de intervenção no trecho em questão (SERAFINI; GONÇALVES, 2005).

2.1.11.5 Modelo de priorização do HDM-4

O modelo *Highway Development and Management 4* (HDM-4) foi criado pelo Banco Mundial. De ampla utilização em todo o mundo, é usado no Brasil não só no âmbito federal, mas também em nível estadual, no planejamento e gerenciamento de intervenções na rede rodoviária. O HDM-4 utiliza um método de priorização baseado no conceito de análise de custo-benefício para o ciclo de vida do pavimento, ou seja, utiliza um modelo de otimização que prevê o desempenho do pavimento em função do volume de tráfego, da carga transmitida pelas rodas, capacidade estrutural, padrões de manutenção e questões ambientais na rede. Os benefícios são quantificados em termos de menor custo de operação de veículos, reduzido tempo de viagem, menor número de acidentes e melhora nos efeitos ambientais (BECKER, 2012).

O HDM-4 caracteriza-se pela aplicação de três etapas geralmente utilizadas na tomada de decisão na gerência de rodovias (CAFISO et al., 2002; GAO, 2004):

- 1) Planejamento estratégico: estima o orçamento necessário a médio e longo prazo para o desenvolvimento e manutenção de uma rede viária em vários cenários orçamentários e econômicos;

- 2) Programa de análises: estabelece as atividades por um ou múltiplos anos sob restrição orçamentária, identificando, por meio de um planejamento tático, as seções que requerem manutenção, melhorias ou novas construções. Esta etapa prioriza projetos candidatos em cada ano dentro do período de análise, com um orçamento anual restrito e considerando sempre a relação benefício/custo. Tem-se, por fim, uma lista de projetos;

3) Análise de projetos: estima a viabilidade econômica e de execução de diferentes projetos de investimentos rodoviários associados aos efeitos ambientais.

Para essas três etapas de trabalho, o HDM-4 possui uma linha de operações baseada no conceito de análise do ciclo de vida do pavimento, envolvendo a análise de desempenho do pavimento, consequências e custos de serviços rodoviários, juntamente com estimativas dos custos dos usuários e consequências ambientais e, ainda, a comparação econômica de diferentes alternativas de projetos (KERALI et al., 2000).

O HDM-4 permite que seja feita a escolha da alternativa de investimento mais vantajosa entre as opções competitivas, com a avaliação do desempenho de cada investimento por meio de indicadores econômicos, como o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e da Relação Benefício-Custo.

O Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto de investimento é igual ao valor presente de suas entradas de caixa menos o valor presente de suas saídas de caixa. Para cálculo do valor presente das entradas e saídas de caixa é utilizada a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) como taxa de desconto.

O valor presente líquido calculado para um projeto significa o somatório do valor presente das parcelas periódicas de lucro econômico gerado ao longo da vida útil desse projeto, ou seja, agregam-se em um único índice as correntes de benefícios e custos e determinam-se, para cada alternativa, os recursos necessários na data presente que cubram todos os custos do investimento proposto para o período de projeto analisado. O lucro econômico pode ser definido como a diferença entre a receita e o custo operacional, acrescido do custo de oportunidade do investimento. O VPL tem sido o critério de investimento mais importante em decisões sobre investimentos públicos e pode ser calculado conforme a Equação 5.

$$VPL = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t) \times (1 + r)^{-t} \quad (5)$$

Onde:

T = período de projeto (anos);

B_t = quantidade de benefícios no ano t;

C_t = quantidade de custos no ano t;

r = taxa de desconto.

Um projeto de investimento pode ter um Valor Presente Líquido que seja maior do que zero, o que significa que o investimento é economicamente atrativo, pois o valor presente das entradas de caixa é maior do que o valor presente das saídas de caixa; igual a zero, no qual o investimento é indiferente, pois o valor presente das entradas de caixa é igual ao das saídas; menor do que zero, que indica que o investimento não é economicamente atrativo porque o valor presente das entradas de caixa é menor do que o das saídas. Entre vários projetos de investimento, o mais atrativo é aquele que tem maior Valor Presente Líquido.

Com frequência ocorrem situações em que o orçamento disponível para os projetos rodoviários não são suficientes para empreender todos os projetos apresentados obtendo retorno positivo econômico, ou seja, projetos com valores presentes líquidos (VPL) positivos. Em tais situações, um método formal para selecionar projetos e para incluí-los dentro do orçamento pode ser aplicado. O racionamento de capital ou orçamento pode ser aplicado a um grupo de projetos que satisfaçam a uma das seguintes condições (KERALI et al., 2000):

- 1) Projetos que são independentes uns dos outros (por exemplo: projetos de estradas de diferentes partes do país);
- 2) Projetos mutuamente exclusivos (por exemplo: projetos que são alternativas um do outro) quando apenas uma alternativa pode ser selecionada.

As regras do orçamento de capital de VPL podem ser aplicadas em ambas as situações em que os fundos suficientes são disponíveis e também quando há um orçamento restrito. As regras estão assim resumidas:

- 1) Quando os fundos disponíveis são suficientes para realizar todos os projetos; selecionar todos os projetos independentes com $VPL > 0$ e selecionar as alternativas mutuamente exclusivas de projeto com maior VPL;
- 2) Quando o racionamento de capital deve ser aplicado devido à falta de fundos; selecionar projetos independentes com o maior VPL para taxa de custo, selecionar projetos mutuamente exclusivos utilizando o método do VPL incremental da taxa de custo.

A análise incremental é usada para testar se o aumento entre o VPL para o aumento dos custos entre alternativas de projetos mutuamente exclusivos é maior do que uma relação especificada marginal. Se a proporção é maior do que um valor

especificado marginal, a alternativa de projeto está incluída entre aqueles que devem ser financiados. O valor marginal é normalmente determinado a partir da relação custo/ benefício, do projeto de estrada no limite do orçamento.

Além dos métodos de priorização econômica descritos anteriormente, o HDM-4, em sua segunda versão, inclui outro método de definição de prioridades, com base em um quadro de análise multicritérios que considera uma maior série de questões relacionadas com o transporte. Esses incluem a eficiência econômica, a segurança rodoviária, as questões ambientais, eficiência energética e as preocupações políticas.

2.1.11.6 Modelo de priorização proposto por Reddy e Veeraragavan

Este modelo foi desenvolvido com a finalidade de priorizar as intervenções de manutenção em nível de rede para as condições particulares da Índia (SERAFINI, 2007).

Os autores desse modelo definiram um nível de aceitabilidade (AL), que variava de 0 a 1, para os defeitos encontrados nos pavimentos. A Tabela 5 mostra as relações matemáticas desenvolvidas para o nível de aceitabilidade de cada defeito.

Tabela 5 – Relações matemáticas desenvolvidas para o nível de aceitabilidade de cada defeito

Defeitos	Relação matemática	R ²	Peso relativo
Área trincada (%)	$AL = Exp(0,0137 - 0,024 \times CRA)$	0,975	0,30
Área com panelas (%)	$AL = Exp(0,073 - 0,077 \times PT)$	0,982	0,25
Irregularidade (cm/km)	$AL = 1,157 - 1,088 \times 10 - (3 \times UI)$	0,987	0,25
Área com remendos (%)	$AL = Exp(0,155 - 0,0398 \times PA)$	0,984	0,10
Profundidade ATR (mm)	$AL = 1,03952 - 0,0351 \times RD$	0,996	0,10

Fonte: (REDDY; VEERARAGAVAN, 2002, p. 4).

Para avaliar as condições de superfície do pavimento em qualquer tempo, foi definido um índice considerando os defeitos de superfície na forma de aceitabilidade e peso relativo, chamado Índice de Defeitos do Pavimento (PDI), calculado através da Equação 6.

$$PDI = \left[\frac{1 - \sum(AL_i \times w_i)}{\sum w_i} \right] \times 100 \quad (6)$$

Onde:

PDI = índice de defeitos do pavimento;

AL_i = nível de aceitabilidade de qualquer defeito i ;

w_i = peso do defeito i .

Assim, os autores definiram o IP para uma seção do pavimento, calculado através da Equação 7.

$$IP = F \times PDI = F \times \left[\frac{1 - \sum (AL_i \times w_i)}{\sum w_i} \right] \times 100 \quad (7)$$

Onde:

IP = Índice de Prioridade;

F = fator de priorização, baseado na classe funcional e no VMD;

PDI = índice de defeitos do pavimento;

AL_i = nível de aceitabilidade de qualquer defeito i ;

w_i = peso do defeito i .

2.2 INFRAESTRUTURA URBANA

A infraestrutura urbana pode ser definida como sendo um sistema de equipamentos combinados que proporcionam serviços essenciais, tais como: transporte; saneamento; energia; telecomunicações; parques e recreação a população. Estes equipamentos são implantados e geridos por agências governamentais (geralmente) ou por empresas privadas e tem por objetivo proporcionar às pessoas, meios para desenvolverem atividades sociais, econômicas ou institucionais comuns (HUDSON; HAAS, 1997).

De acordo com Mascaró (1987), a infraestrutura urbana é composta pelos seguintes sistemas: sistema viário urbano, sistema de drenagem pluvial, sistema de abastecimento de água, sistema de esgoto sanitário, sistema de energia elétrica, sistema de energia a gás e sistema de comunicações.

2.2.1 Sistema viário urbano e seus pavimentos

Sistema viário urbano é a composição de vias que se interligam, possibilitando integração de diferentes atividades urbanas, notadamente as que se referem a

mobilidade urbana de veículos e pedestres, delimitando espaços públicos e privados, além de ser o local de implantação de redes de serviços públicos (TROMBETTA, 2010).

Segundo Mascaró (1987), entre os sistemas que compõe a infraestrutura urbana, o sistema viário urbano é o mais representativo, pois:

- 1) Ocupa uma parcela significativa do solo urbano, entre 20 e 25 %;
- 2) É o mais caro do conjunto de sistemas urbanos, pois atinge em torno de 50 % do custo de urbanização, no que se refere a implantação e manutenção;
- 3) Uma vez implantado é o sistema que mais dificuldade apresenta para aumentar sua capacidade, pelo solo que ocupa, pelos custos que envolve e pelas dificuldades operacionais requeridas para a intervenção;
- 4) É o sistema que está mais intimamente ligado aos usuários, consequentemente os erros e acertos na construção e manutenção desse sistema são mais sentidos pela população.

Ainda segundo Mascaró (1987), o sistema viário urbano é constituído por duas partes, diferenciadas por suas funções: a via urbana convencional, destinada ao trânsito de veículos e ao escoamento das águas pluviais; e os passeios adjacentes ao leito carroçável ou vias para pedestres, destinadas ao trânsito de pessoas.

Conforme Danieleski (2004), o sistema viário urbano se diferencia do sistema rodoviário nas seguintes características:

- 1) Grande percentual da área destinada a interseções, em consequência, as velocidades são menores e ocorrem, nestes locais, frenagens com maior frequência;
- 2) É onde estão inseridas as redes subterrâneas de infraestrutura: sanitária (água e esgoto), energética (energia elétrica e gás) e de comunicação (telefonía), e qualquer obra seja de manutenção ou ampliação da capacidade das redes, exige a intervenção nos pavimentos, além da presença das tampas de inspeção na superfície que é um condicionante nas obras de execução e manutenção dos pavimentos;
- 3) Existência de segregação do tráfego, com faixas exclusivas para ônibus;
- 4) Significativo percentual dos pavimentos são revestidos com calçamentos, gerando situações atípicas, como diferentes tipos de revestimento e estrutura em um mesmo trecho. Como exemplos, podem ser citados os alargamentos das vias com pavimento diferenciado do existente, execução de camada de concreto

asfáltico sobre o revestimento original, formando um novo tipo de estrutura, com características específicas no comportamento estrutural e patológico;

5) Presença de vegetação junto às bordas do pavimento, cujas raízes podem interferir na estrutura do pavimento;

6) Grande interferência do trânsito de pedestres, que exige maior sinalização horizontal e conseqüentemente, em pavimentos com calçamentos é necessário dotá-los de uma superfície que possibilite a sua execução;

7) Em cidades com topografia acidentada, é necessária a adaptação do projeto geométrico a topografia dos arruamentos existentes, gerando inclinações elevadas.

De acordo com Targas (1999), um aspecto importante da pavimentação urbana que a diferencia da pavimentação rodoviária, além da existência de confinamento lateral, é que, às vezes, pode existir: edificações já implantadas, implicando na necessidade de compatibilizar com as soleiras das casas, impondo a largura da via e as declividades longitudinais; redes de serviços públicos bastante superficiais, provocando problemas na execução das camadas e na sua compactação; riscos de danos às edificações já implantadas devido à compactação, implicando redução da energia de compactação ou até mesmo na substituição de materiais, como brita graduada por macadame hidráulico; e necessidade de liberação rápida ao tráfego, evitando interrupções prolongadas.

Bourahli (1997) menciona que a função da via de servir de passagem para diferentes redes de serviço e de possibilitar sua manutenção a prejudica, na medida em que são executadas escavações e/ou conformações na superfície da via, tornando sua manutenção mais difícil e onerosa. As redes e as instalações subterrâneas representam uma restrição extremamente forte aos órgãos responsáveis pela manutenção das vias.

Fernandes Jr. (2001) afirma que grande parcela dos pavimentos urbanos não foram tecnicamente dimensionados, isto é, foram executados somente de acordo com instruções oriundas da experiência de profissionais de carreira do quadro técnico das prefeituras municipais, ou foram dimensionados apenas por métodos empíricos como, por exemplo: ISC – Índice de Suporte Califórnia, que não leva em consideração as tensões, deformações, módulo de resiliência e algumas características mecânicas dos materiais utilizados na estrutura dos pavimentos flexíveis.

Têm-se, conseqüentemente, em áreas urbanas, muitos trechos subdimensionados, principalmente nas vias de grande volume de tráfego e nas mais utilizadas pelo transporte coletivo, ou seja, os pavimentos nessas vias são constituídos por estruturas mais delgadas que as recomendadas pelos preceitos da boa técnica e, sob as ações das cargas do tráfego, há ruptura da camada inferior da capa asfáltica por fadiga ou, ainda, em alguns casos, ocorre deformação permanente quando o subleito da estrutura não possui a capacidade de suporte adequada (FERNANDES JR., 2001).

Os métodos construtivos também são fontes de vulnerabilidades significativas, pois a equipe técnica responsável pela fiscalização de obras nas prefeituras nem sempre está preparada para exercer um rígido controle tecnológico das obras. Apesar dos avanços tecnológicos e da ampliação das redes viárias com o crescimento das cidades, as decisões com relação à manutenção e reabilitação dos pavimentos ainda têm sido tomadas apenas com base na experiência de alguns profissionais e, por vezes, com decisões políticas (OLIVEIRA, 2013).

Segundo Fernandes Jr. (2001), como agravantes para o problema da manutenção dos pavimentos urbanos, tem-se a carência de dados históricos e a falta de trabalho integrado entre as diversas áreas do serviço público municipal que interferem no espaço da via pública. A busca de informações é sempre um trabalho difícil, principalmente considerando-se a ausência de banco de dados e a falta de sistematização da coleta de informações básicas a respeito da malha viária (dimensões, tipologias de pavimento, histórico das intervenções nos pavimentos, hierarquia viária, trajeto das linhas de ônibus, contagem de tráfego, classificação por tipo de veículo e dados de uso do solo).

A realização de um cadastro único e centralizado, contendo informações atualizadas sobre as redes de água/esgoto, energia, gás, entre outras, é fundamental, sobretudo em nível de projeto.

2.2.2 Classificação das vias urbanas

2.2.2.1 Classificação quanto à função

De acordo com a norma ABNT NBR 6973/1983, as vias urbanas, quanto à função, podem ser classificadas da seguinte maneira:

1) Vias urbanas do sistema expresso: são vias com duas ou mais faixas de trânsito em cada sentido, com acesso total ou parcialmente controlado;

2) Vias urbanas do sistema arterial: são vias de ligação as áreas de geração de trânsito, ou as principais rodovias que penetram a cidade; essas vias são integradas no sistema de vias expressas, para permitir uma boa distribuição e repartição de trânsito nas ruas coletoras e locais;

3) Vias urbanas do sistema coletor: são ruas que servem para trânsito entre as vias arteriais e locais;

4) Vias urbanas do sistema local: são ruas usadas para acesso direto à áreas residenciais, comerciais e industriais.

2.2.2.2 Classificação quanto ao volume de tráfego

Ceratti et al. (2015) subdividiu os pavimentos em categorias segundo o número N de repetições equivalentes do eixo padrão de 80 kN (8,2 tf) no período de projeto de 10 anos, para a seleção das soluções de pavimentação e tipos de misturas asfálticas indicadas, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Níveis de tráfego para a seleção de soluções de misturas asfálticas

Designação segundo o nível de tráfego	Número N_{USACE} de repetições equivalentes de carga do eixo padrão de 80 kN ou 8,2 tf
B: Baixo volume de tráfego	$\leq 10^6$
M: Moderado volume de tráfego	$10^6 < N \leq 10^7$
A: Alto volume de tráfego	$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$
MP: Muito pesado – volume muito alto de tráfego e vias especiais	$N > 5 \times 10^7$

Fonte: Adaptado de Ceratti et al. (2015).

Segundo a instrução de projeto IP-02/2004, da Prefeitura Municipal de São Paulo, as vias urbanas a serem pavimentadas podem ser classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

1) Tráfego leve: ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de

tráfego, caracterizado por um número N típico de 10^5 repetições do eixo padrão para o período de projeto de 10 anos;

2) Tráfego médio: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número N típico de 5×10^5 repetições do eixo padrão para o período de projeto de 10 anos;

3) Tráfego meio pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número N típico de 2×10^6 repetições do eixo padrão para o período de projeto de 10 anos;

4) Tráfego pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número N típico de 2×10^7 repetições do eixo padrão para o período de projeto de 10 anos a 12 anos;

5) Tráfego muito pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número N típico superior a 5×10^7 repetições do eixo padrão para o período de projeto de 12 anos.

2.2.3 Atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos urbanos

Como exemplos de atividades de manutenção em pavimentos urbanos, Scaranto (2007) cita quatro tipos:

1) Conserva rotineira;

2) Conserva leve: remendo superficial, remendo profundo, selagem de trincas e tapa-buraco;

3) Conserva pesada: lama asfáltica, tratamentos superficiais, microrrevestimento asfáltico a frio (MRAF) e reparos localizados + MRAF;

4) Restauração: recapeamento simples, fresagem + recapeamento simples, reparos localizados + recapeamento simples, remoção e reconstrução completa do revestimento + recapeamento simples e colocação de uma camada intermediária contra reflexão de trincas + recapeamento simples;

Como exemplos de atividades de reabilitação em pavimentos urbanos, Scaranto (2007) cita:

1) Reconstrução total do pavimento: consiste na remoção total do pavimento até o nível do subleito, reconstrução com um pavimento novo, dimensionado segundo novo projeto.

2) Reconstrução parcial do pavimento: consiste na remoção e reconstrução parcial do pavimento.

2.3 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS (SGPU)

Fernandes Jr. (2001) destaca, que, tradicionalmente, a gerência de pavimentos urbanos tem sido baseada na habilidade dos engenheiros municipais, que muitas vezes tomam as decisões de manutenção e reabilitação com base apenas na experiência acumulada, sem utilizar procedimentos formais de gerência (abordagem sistêmica) por falta de recursos, desconhecimento ou preconceito. A tomada de decisão com base apenas na experiência não permite a avaliação da eficácia de estratégias alternativas e pode levar ao uso ineficiente dos recursos.

O grande dilema dos administradores das redes viárias municipais está em como manter a malha pavimentada em uma condição razoável com os recursos disponíveis. No Brasil, de modo geral, a gerência de pavimentos urbanos ainda é muito pouco praticada pelas prefeituras municipais. Para a gerência dos pavimentos urbanos é necessário conhecer a condição atual da malha pavimentada, prever a condição futura e alocar os recursos necessários para as manutenções previstas (ZANCHETTA, 2017).

Nas prefeituras municipais brasileiras é mais comum que sejam considerados apenas os custos iniciais para construção ou manutenção das vias. Em contrapartida, essa atitude pode conduzir a administração pública a tomar decisões que tem pouca eficiência econômica ou, em outras palavras, a adotar soluções com pouca durabilidade e necessidade precoce de investimentos adicionais. Além disso, os procedimentos adotados pela maioria das prefeituras municipais brasileiras para conservação de sua malha pavimentada incluem comumente operações tapa-buracos e recapeamentos. Essas duas opções, no entanto, resultam em pavimentos de alto custo para a sociedade e que muitas vezes apresentam defeitos em sua superfície em excesso (ZANCHETTA, 2017).

As considerações conceituais de um SGP, ainda que desenvolvidas com vistas ao pavimento rodoviário, são válidas para pavimentos urbanos e, com alguns ajustes,

pode-se obter um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), isto é, um sistema organizado de tomada de decisões adequado aos pavimentos urbanos, capaz de trazer benefícios para toda a sociedade, com redução de custos e melhoria da condição das vias (ZANCHETTA, 2017).

Zanchetta (2017) ressalta ainda que em países desenvolvidos existem SGPUs já em uso.

Os SGPUs conseguem elevar o nível de serviço de toda a rede viária, como também podem reduzir os custos totais (incluindo os custos de operação dos veículos), desenvolver um inventário das vias e justificar eventuais aumentos no orçamento, gerados pelas atividades de manutenção e reabilitação (OLIVEIRA, 2013).

Fernandes Jr. (2001) afirma que cidades que não utilizam as ferramentas básicas da gerência apresentam pavimentos com desempenho comprovadamente inferior. Portanto, cidades que ainda executam as atividades de manutenção e reabilitação sem planejamento e em função apenas das necessidades imediatas podem ter na implantação de um SGPU o ponto de partida para quebrar o círculo vicioso: falta de recursos gera pavimentos em péssimas condições que, por sua vez, gera mais falta de recursos.

Para ser implantado, um SGPU necessita, no mínimo, de dados cadastrais das vias, avaliações de campo para obter a condição do pavimento, estudos de desempenho, programação das atividades de manutenção e reabilitação e realimentação dos dados. Uma vez disponibilizados os recursos financeiros para a implantação de um SGPU, a formação e manutenção de equipes de avaliadores de campo é uma das primeiras e principais necessidades para a gerência de vias urbanas. A avaliação de campo pode ser realizada com base na condição estrutural, na irregularidade longitudinal, na textura da superfície ou ainda com base nos defeitos presentes na superfície do pavimento. Nas vias urbanas o mais comum é avaliar os defeitos da superfície. O desempenho, que é a variação da condição do pavimento ao longo do tempo, pode ser verificado por meio de avaliações periódicas. Com os resultados das avaliações e com base no desempenho esperado, pode-se definir quais atividades de manutenção e reabilitação devem ser adotadas e quando devem ser realizadas. Assim é possível um planejamento de médio e longo prazo (ZANCHETTA, 2017).

Segundo Becker (2012), os principais elementos a serem incluídos dentro de um banco de dados genérico para um SGPU são:

- 1) Identificação: identificação da via, classificação administrativa, localização;
- 2) Geometria: largura do pavimento, número de faixas, número de pistas;
- 3) Tráfego: Volume Médio Diário (VMD), percentagem de caminhões, uso predominante da via (residencial, serviços);
- 4) Características gerais do pavimento: tipo de pavimento, materiais e espessura das camadas do pavimento, data da construção, histórico de manutenções;
- 5) Estado do pavimento: condições de superfície (tipos de defeitos presentes), capacidade estrutural, irregularidade, resistência à derrapagem;
- 6) Custos: manutenção, recapeamento, reconstrução e do usuário.

Becker (2012) ressalta ainda que o conteúdo de saída de um banco de dados pode ser apresentado de várias maneiras: listagens, tabelas e gráficos.

Conforme Oliveira (2013), dentre os tipos de análise possíveis para os pavimentos asfálticos, em um SGPU, citam-se:

- 1) Levantamento de defeitos;
- 2) Avaliação estrutural;
- 3) Avaliação funcional;
- 4) Coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Destes, o mais indicado para os SGPUs é o levantamento de defeitos, geralmente, feito por caminhamento ou dentro de veículos a baixíssima velocidade. Isto é possível devido às características e peculiaridades da área urbana, tais como (OLIVEIRA, 2013):

- 1) Malha viária formada por vários quadriláteros (quadras ou quarteirões); heterogeneidade das vias;
- 2) Velocidade máxima permitida bem inferior às rodovias (entre 30 e 60 km/h na maioria dos logradouros);
- 3) Grande número de interferências nas redes de infraestrutura existentes sob o pavimento;
- 4) Solicitações do tráfego específicas.

Ressalta-se que os custos das avaliações estrutural e funcional e dos ensaios para determinação do coeficiente de atrito pneu-pavimento elevam significativamente os investimentos iniciais em implementação de SGPUs e trazem pequenos resultados, se compararmos às respostas oriundas do levantamento visual contínuo. Estas

alternativas mais onerosas, sempre que possível, devem ser utilizadas na gerência de pavimentos em nível de projeto (OLIVEIRA, 2013).

Existem peculiaridades na implantação de um SGPU em função do tamanho da cidade. Especificamente nas cidades de pequeno porte, foi verificado que em fase de propostas diversas, os custos com a implantação da base de dados georreferenciada e aquisição do Sistema de Informações Geográficas (SIG) são os mais relevantes, e mais custosos no orçamento. Em uma cidade de grande porte, os itens base cartográfica e aquisição do SIG possuem custos menos relevantes, e o principal investimento é feito na contratação e formação da equipe de avaliadores de campo. Portanto, o principal a ser orçado, no caso de cidades de grande porte é a mão de obra. Estas são as diferenças básicas relacionadas ao custo de implantação dos SGPU em municípios de diferentes portes (OLIVEIRA, 2013).

Conforme Zanchetta (2017), ainda não existem normas ou legislação específica para a implantação e uso continuado de SGPUs no Brasil. Entretanto, já há alguns anos, muitos pesquisadores brasileiros tem pesquisado sobre o tema, muitos deles com objetivo de desenvolver e implantar SGPUs em municípios brasileiros.

Como exemplos de pesquisas sobre SGPU no Brasil, destacam-se os seguintes trabalhos, em ordem cronológica: Causim (2001), Danieleski (2004), Matos (2004), Zanchetta (2005), Lima (2007), Scaranto (2007), Hansen (2008), Trombetta (2010), Fernandes (2011), Becker (2012), Oliveira (2013), Páez (2015) e Zanchetta (2017).

2.3.1 Casos de SGPU em cidades brasileiras

Causim (2001) propôs um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) simplificado para sete cidades de pequeno e médio porte (com população entre 10.000 e 200.000 habitantes) do interior do estado de São Paulo: Barretos-SP, Sumaré-SP, Colina-SP, Bebedouro-SP, Jaboticabal-SP, Guaíra-SP e Monte Alto-SP. Foram realizados levantamentos visuais dos pavimentos, levantamentos estruturais utilizando viga Benkelman e retroanálise das bacias de deflexões obtidas. Com isso, foi possível definir a condição dos pavimentos, armazenar os dados coletados em um banco de dados e propor estratégias de manutenção e reabilitação para os pavimentos das cidades avaliadas.

Danieleski (2004) apresentou uma proposta de metodologia para avaliação da condição superficial de pavimentos, asfálticos, de paralelepípedos e pedras irregulares, a ser aplicada no inventário do estado da malha viária para implantação de um SGPU no município de Porto Alegre-RS. A autora propôs o emprego de duas componentes: a avaliação objetiva e a avaliação subjetiva. A avaliação objetiva tratou do levantamento quantitativo da degradação existente na superfície. Para tanto, foram apresentadas as descrições e níveis de severidade dos tipos de defeitos e os procedimentos para o inventário. A avaliação subjetiva consistiu na atribuição de notas pelos avaliadores à condição da superfície. Buscando a homogeneidade nas respostas, a autora estabeleceu critérios para auxiliar na definição do estado dos pavimentos. Além disso, ela propôs o emprego de curvas de valores de dedução para determinar o Índice da Condição do Pavimento, de modo análogo ao método *Pavement Condition Index* (PCI), elaborado pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. Além disso, a autora realizou uma pesquisa para conhecer a opinião dos usuários sobre a condição de tráfego de alguns trechos e sobre a influência dos defeitos na qualidade de rolamento, na segurança e no custo de operação. Por fim, como forma de complementar o estudo, a autora efetuou uma aplicação da metodologia proposta em trechos amostrais.

Matos (2004) propôs um método para a avaliação das condições funcionais de revestimentos de pavimentos flexíveis urbanos, para fins de manutenção, no município de Joinville-SC. Além dos defeitos de superfície, normalmente considerados, o método proposto levou em conta a macrotextura do revestimento e a composição e o volume de tráfego por faixa. Todas estas informações foram armazenadas e processadas em ambiente Sistema de Informações Geográficas (SIG), com o objetivo de facilitar o manuseio, o processamento, a visualização e a análise dos dados coletados. Com isso, o autor definiu um Índice de Funcionalidade do Pavimento (IFP) que exprimia as condições em que se encontravam os revestimento asfálticos, para identificação das vias que estavam em pior estado de conservação superficial. Este IFP foi utilizado para elaboração de um SGPU no município de Joinville-SC.

Zanchetta (2005) apresentou o processo inicial de implementação de um SGPU no município de São Carlos-SP, que contou com o apoio da Prefeitura Municipal de São Carlos, através da Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Públicos (SMOTSP). O autor realizou um levantamento de defeitos, que teve por base

o Manual de Identificação de Defeitos de Pavimentos do *Strategic Highway Research Program* (SHRP), visando mostrar a condição da malha viária de São Carlos. Foram feitas duas avaliações da condição do pavimento: uma subjetiva e outra objetiva. Com isso, o autor apresentou a condição da malha viária de São Carlos-SP, com dados relacionados ao tipo de pavimento, ICP subjetivo, ICP calculado, interferência de serviços públicos, autônomos e privados, além de dados referentes às calçadas, drenagem, classe funcional e a percentagem com que os defeitos são encontrados no pavimento. Além disso, o autor avaliou a repetibilidade e a reprodutibilidade das avaliações realizadas com base no método SHRP e comparou os resultados de avaliações realizadas com base em norma do DNER e no SHRP, considerando as notas e o tempo de avaliação. O autor utilizou um Sistema de Informações Geográficas aplicado a procedimentos de transporte (SIG-T) na etapa de análise dos dados, geração de mapas temáticos, priorização das seções e seleção de estratégias de intervenções de manutenção e reabilitação nos pavimentos analisados.

Lima (2007), em pesquisa sobre SGPU no município de São Carlos-SP, propôs um modelo de priorização de vias, candidatas às atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos, baseado na Metodologia de Análise Multicritério agregada a um SIG, considerando critérios objetivos e subjetivos no apoio à tomada de decisão. A autora realizou um levantamento preliminar da condição dos pavimentos de São Carlos-SP e de suas características físicas e geométricas, no que se refere às seções de vias urbanas, que são de responsabilidade da prefeitura. Além disso, a autora desenvolveu uma sequência de passos e seleção sistemática utilizando metodologia de análise baseada em múltiplos critérios que influenciam o processo decisório, isto é, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) em relação às seções prioritárias. Por fim, a autora estruturou cenários de avaliação baseados em mapas de priorização de seções de pavimento, utilizando a plataforma SIG como instrumento de trabalho, visando maximizar a eficiência econômica dos investimentos e esforços despendidos pelos órgãos públicos.

Scaranto (2007), em pesquisa sobre SGPU nos municípios de Erechim-RS e Santa Maria-RS, desenvolveu uma proposta para a avaliação de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos, permitindo estabelecer as condições de drenagem, tráfego e defeitos do estado de superfície. Com base nesta proposta, o autor elaborou uma metodologia que permitiu diagnosticar as necessidades atuais de manutenção (NAM) para as vias em estudo. O diagnóstico foi estabelecido através da análise dos

indicadores de serventia (PSI, PSI_{QI}, PSR e PSI_{IDS}), dos conceitos-resposta fornecidos por árvores de decisão e também através de questionamentos. Com o diagnóstico pronto, o autor apresentou uma proposta para o encaminhamento de soluções de manutenção, visando recuperar o pavimento em níveis compatíveis com a expectativa de serventia do usuário da via. Paralelamente, o autor selecionou alguns trechos de pavimentos urbanos para a realização de aplicações práticas dos procedimentos de avaliação, diagnóstico e definição de soluções de manutenção. Como resultados, o autor concluiu que as aplicações práticas, realizadas nos municípios de Erechim-RS e Santa Maria-RS, permitiram o estabelecimento de melhorias dos procedimentos para a obtenção de informações importantes para a elaboração do diagnóstico. Além disso, o autor concluiu que os critérios propostos mostraram-se adequados, na medida em que forneceram respostas coerentes com a situação apresentada pelos pavimentos avaliados.

Hansen (2008) apresentou uma proposta de SGPU para cidades de médio porte com base no levantamento feito na malha viária de um bairro do município de Maringá-PR. A autora fez uma avaliação da condição da superfície dos pavimentos para determinação do IES, desenvolvida a partir do método SHRP, considerando a severidade e a extensão dos defeitos. Através do IES, a autora inferiu, através de um índice numérico, as condições de superfície do pavimento. A autora definiu também um IP, instrumento para classificação das seções que devem receber atividades de manutenção e reabilitação, em função do IES, do tipo de via e do atendimento ao transporte coletivo urbano. Definidos estes dois índices, a autora estabeleceu as atividades de manutenção e reabilitação pertinentes às condições da superfície dos pavimentos deteriorados. Por fim, ela utilizou a ferramenta SIG para proporcionar maior dinamismo ao SGPU, através da correlação de um banco de dados do SGPU a uma base cartográfica, facilitando a visualização e auxiliando no processo de tomada de decisão por parte dos administradores. Com a fusão de um SIG a um SGPU, a autora gerou mapas temáticos, indicando os tipos de via, o IES e o IP de cada trecho. Como resultado, a autora verificou que o emprego das duas ferramentas facilita à administração pública a gestão do sistema de infraestrutura urbana com mais eficiência e qualidade, possibilitando aos órgãos competentes manter o valor patrimonial da rede de pavimentos, além de facilitar aplicação de intervenções corretas em momento oportuno, proporcionando o conforto e a segurança aos usuários.

Trombetta (2010), em pesquisa sobre SGPU no município de Pato Branco-PR, utilizou o método PCI, elaborado pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, para analisar trechos de pavimentos da malha viária de Pato Branco-PR, a fim de auxiliar o poder público municipal no processo de gerenciamento da malha viária urbana, em nível de projeto, proporcionando informações para dar suporte à tomada de decisão. O autor caracterizou as ocorrências de defeitos de dois trechos de pavimentos asfálticos no município de Pato Branco-PR, diagnosticou as condições físicas e de operação dos trechos analisados e propôs medidas de intervenção de manutenção nesses trechos, em função do diagnóstico apresentado. O autor concluiu que a avaliação dos pavimentos pelo método PCI foi muito eficiente e retratou de forma concreta e realista a condição funcional do pavimento, além de dar bons indicativos da condição estrutural da via, o que subsidiou os gestores da malha viária, na tomada de decisões sobre as intervenções a serem implementadas.

Fernandes (2011), em pesquisa sobre SGPU no município de São José-SC, desenvolveu um sistema de gerenciamento para conservação de pavimentos de vias urbanas, utilizando-se de um SIG, adequado ao município de São José-SC. Para cadastrar as informações das vias urbanas e para avaliar as patologias das superfícies com revestimento asfáltico, o autor fez uso de uma ferramenta informatizada em campo (*Palm Top*), cujo processo trouxe velocidade e segurança ao sistema, uma vez que os dados levantados foram pré-determinados em escritório, e as informações coletadas em campo foram repassadas automaticamente para um banco de dados relacional (Microsoft Access). Segundo o autor, a aplicação de um SIG permitiu compatibilizar a gerência de conservação do pavimento com outros elementos da infraestrutura urbana, de modo que o acompanhamento visual das vias urbanas prioritárias às atividades de conservação fosse realizado através de mapas temáticos, levando em consideração a localização, condição do pavimento, condição dos demais elementos das vias, hierarquia viária em relação ao tráfego e custos das estratégias previstas. Com o trabalho, o autor concluiu que a geração de mapas temáticos auxiliou a gestão dos tomadores de decisão, uma vez que facilitou a visualização das necessidades da infraestrutura urbana, sendo que intervenções corretas puderam ser aplicadas em momentos oportunos, levando em consideração os recursos disponíveis do município, podendo também ser utilizado para justificar qualquer captação de financiamentos, visando manter o valor patrimonial da rede de pavimento, garantindo o conforto e a segurança aos usuários.

Becker (2012), em pesquisa sobre SGPU no município de Suzano-SP, aplicou o Modelo de Tavakoli, que é um modelo de gerência de pavimentos para vias urbanas, para análise de priorização das vias urbanas de Suzano-SP. Para isso, a autora utilizou um estudo de campo previamente realizado pela Prefeitura Municipal de Suzano e pelo Laboratório de Mecânica de Pavimentos da Universidade de São Paulo no município de Suzano, no ano de 2007, com o qual foi criado um banco de dados das vias do município, em que foi empregado o modelo HDM-4 do Banco Mundial para a priorização de intervenções de manutenção nas vias públicas. A autora elaborou um estudo comparativo entre aquela solução e a solução atingida pelo modelo de Tavakoli para um mesmo conjunto de vias. A autora adaptou o Modelo de Tavakoli para planilhas eletrônicas e o aplicou em um conjunto de seções de pavimentos, permitindo a determinação de uma lista de prioridades de intervenções. Posteriormente, essas intervenções foram simuladas para o mesmo conjunto de vias, buscando a priorização dos serviços, com o modelo HDM-4 versão 1.0. Com o trabalho, a autora concluiu que os dois critérios estudados podiam ser úteis para gerenciar vias urbanas, pois priorizaram as intervenções necessárias nas vias urbanas analisadas. O Modelo de Tavakoli se revelou mais conservador, por ser um critério fechado, com um Índice de Prioridade (IP) dependendo diretamente do índice da condição do pavimento e do volume diário médio de tráfego, afetando diretamente a classificação das seções. No Modelo HDM-4 a classificação das seções e os valores de irregularidade não tiveram uma sincronia, pois o HDM-4 é um modelo de critérios abertos, que permite ao usuário acrescentar vários parâmetros, e com estes foi possível reproduzir uma situação um pouco mais próxima da realidade.

Oliveira (2013) relatou a experiência de implantação de um SGPU no município de Anápolis-GO. O autor apresentou todas as etapas e fases de implantação, as barreiras institucionais que tiveram de ser vencidas, o entrelaçamento entre as áreas técnica, jurídica, administrativa, ambiental e política, os resultados e benefícios obtidos com a implantação do SGPU e as principais funções e utilidades, que incluem não só a otimização do planejamento das atividades de manutenção e reabilitação dos pavimentos, mas, também, o auxílio à prefeitura municipal na busca de recursos junto ao Governo Federal ou a outros órgãos de financiamento. O autor obteve a idade da estrutura dos pavimentos, avaliou a condição dos pavimentos, visando obter o ICP, bem como realizou levantamentos de volume de tráfego, visando obter o VMD de cada via. Nos segmentos de vias arteriais com elevado volume de tráfego pesado (ônibus

e caminhões) e com evidências de problemas estruturais (trincas por fadiga e deformação permanente nas trilhas de roda) foram realizadas avaliações estruturais com viga Benkelman. Após a coleta de dados, o autor utilizou árvores de decisão nas análises em nível de rede. O autor utilizou uma árvore de decisão para seleção e indicação das estratégias de manutenção e reabilitação nos pavimentos de Anápolis-GO. Após as análises com a árvore de decisão, o autor realizou uma análise econômica das soluções indicadas. Aliado a isso, o autor utilizou um SIG para gerar mapas temáticos com os resultados da pesquisa. Segundo o autor, a implantação do SGPU em Anápolis-GO trouxe uma série de benefícios, tais como:

1) Auxílio em processo licitatório para contratação de obras de manutenção preventiva, sendo que, anteriormente, as opções se restringiam tão somente aos tapa-buracos e recapeamentos sem dimensionamento estrutural;

2) Estímulo ao desenvolvimento da área de pavimentação junto aos cursos de Engenharia Civil existentes na cidade, com contratação de estagiários para atuação em todas as etapas;

3) Incentivo à implantação de uma gerência de infraestrutura urbana, com a compatibilização de todos os setores que se utilizam do sistema viário (transporte público, água, esgoto, drenagem, iluminação pública, telefonia, gás, energia elétrica, meio-fio, sarjetas, calçadas);

4) Preparação de equipe para utilização de uma base comum de dados georreferenciados para a gerência da infraestrutura urbana, inclusive com contratação de estagiários de arquitetura de cursos existentes na cidade e região;

5) Formação e aperfeiçoamento técnico dos gestores públicos e tomadores de decisão em geral;

6) Desenvolvimento de um exemplo de processo sinérgico envolvendo a universidade, a iniciativa privada e a administração pública.

Páez (2015), em pesquisa sobre SGPU no Distrito Federal, apresentou um método para cálculo da condição do pavimento mediante um Índice de Condição de Pavimento Urbano (ICPU), que considerava as condições particulares de projeto, materiais, técnicas construtivas, controle de qualidade e políticas de manutenção e reabilitação. Conforme o autor, o cálculo do ICPU foi desenvolvido em três etapas. A primeira etapa calculava o peso por tipo de defeito, a partir de questionários preenchidos por profissionais da área de infraestrutura de transportes. A segunda etapa definia fatores de ponderação para os pesos, por tipo de defeito e em função

da severidade. A terceira e última etapa do método consistia na análise de correlação entre segmentos representativos da malha viária urbana de Brasília-DF. Cabe salientar que o autor utilizou 10.402 segmentos de um total de 111.497 segmentos do Distrito Federal, distribuídos entre as trinta regiões administrativas, incluindo Brasília-DF, que foram avaliadas, subjetiva e objetivamente, nos anos de 2010 a 2012, pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP), e que permitiu a determinação dos fatores de ponderação em função da extensão, por tipo de defeito.

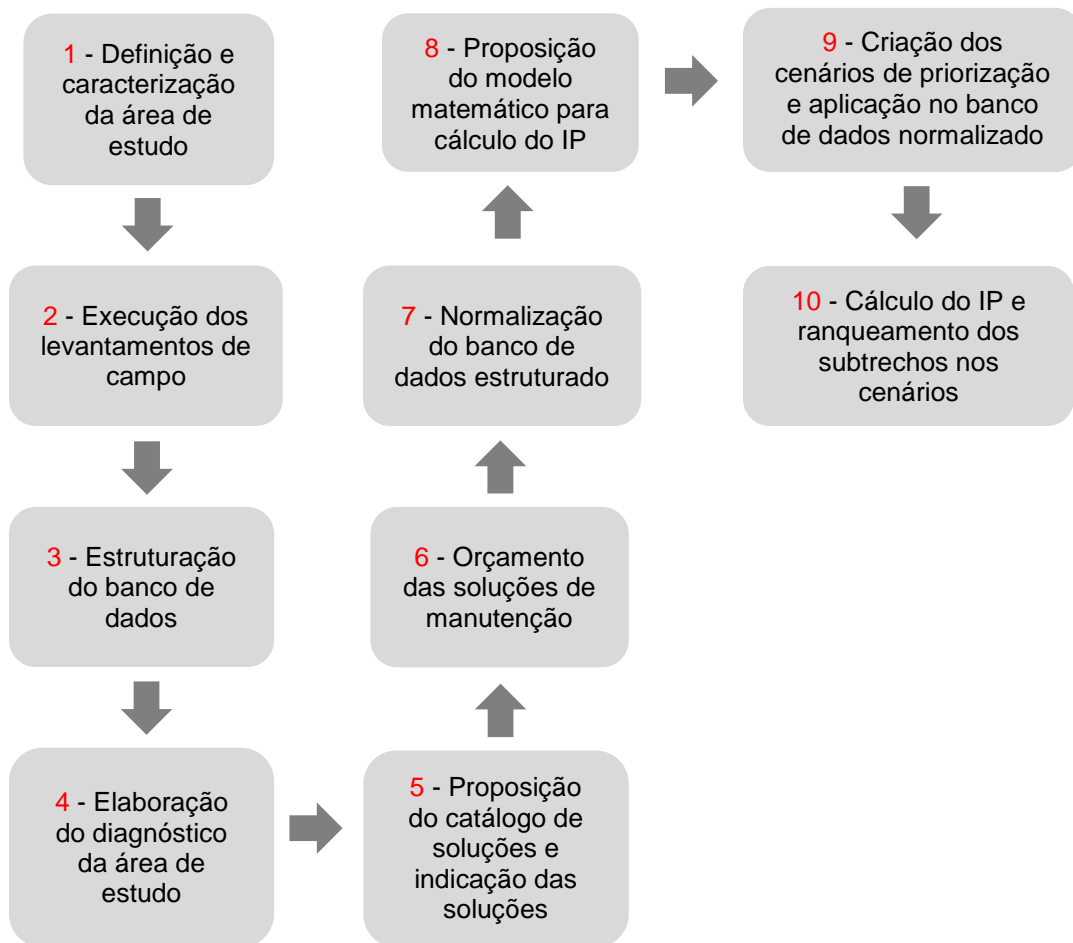
Zanchetta (2017), em pesquisa sobre SGPU, propôs um procedimento para avaliação em campo dos defeitos da superfície de pavimentos flexíveis em áreas urbanas. Além disso, o autor definiu um modelo para previsão do desempenho das vias urbanas com base em séries históricas da malha pavimentada do município de São Carlos-SP e das regiões administrativas do Distrito Federal que fosse facilmente adaptável a outros municípios brasileiros. O autor também apresentou planilha eletrônica para controle e acompanhamento dos custos envolvidos ao longo da vida útil dos pavimentos. Essa planilha permitia simular e verificar as consequências de diferentes opções de manutenção e reabilitação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

O planejamento da pesquisa seguiu as etapas ilustradas na Figura 6.

Figura 6 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autor.

Após a execução dessas etapas, procurou-se realizar o processo de transferência de tecnologia para que os técnicos da Prefeitura Municipal de Santa Maria (PMSM) pudessem dar continuidade à sistemática proposta nesta pesquisa, a fim de abranger uma maior malha viária e consolidar este processo ao longo dos anos.

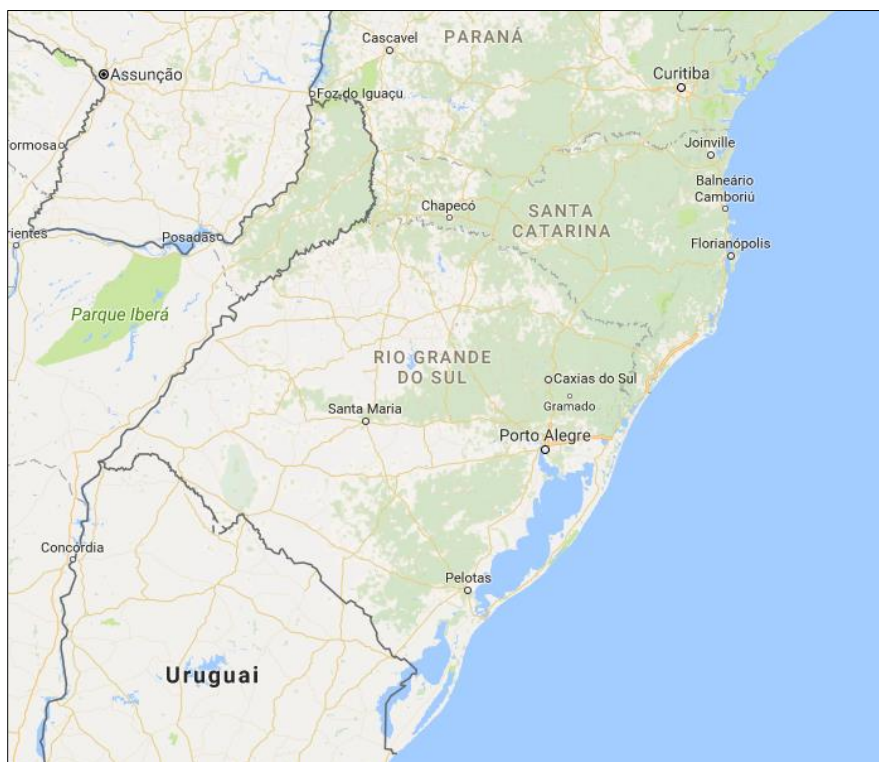
3.1.1 Definição e caracterização da área de estudo

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, do tipo estudo de caso, realizada na área urbana do município de Santa Maria-RS.

Santa Maria é um município brasileiro, situado na região central do estado do Rio Grande do Sul, com população estimada, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 280.505 habitantes, sendo considerada uma cidade de porte médio, pois apresenta população entre 100 e 500 mil habitantes.

A localização de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul é mostrada na Figura 7.

Figura 7 – Localização de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul



Fonte: (GOOGLE MAPS, 2018).

Conforme o Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN), autarquia da Prefeitura Municipal, o município possui cerca de 961 km de extensão viária cadastrada (IPLAN, 2018).

Todas as vias selecionadas possuem revestimento em concreto asfáltico (CA).

A Tabela 7 contém algumas informações sobre as vias da área de estudo (limites, extensão e área pavimentada).

Tabela 7 – Informações sobre as vias da área de estudo

Nome da via	Limites	Extensão (m)	Área pavimentada (m ²)
Av. Ângelo Bolson	Entre Av. Presidente Vargas e Av. Nossa Senhora Medianeira	1.312,00	10.884,45
Av. Borges de Medeiros	Entre Av. Presidente Vargas e Rua Inspetor Goulart	2.998,00	29.384,25
Av. Nossa Senhora das Dores	Entre Rua Gen. Neto e Av. Osvaldo Cruz	2.652,00	21.940,25
Rua Duque de Caxias	Entre Av. Presidente Vargas e BR-287	1.927,00	17.866,15
Rua Euclides da Cunha	Entre Av. Nossa Senhora das Dores e Rua Silva Jardim	1.021,00	13.068,85
Av. Hélio Basso	Entre BR-287 e Av. Ângelo Bolson	2.824,00	26.130,05
Av. João Luiz Pozzobon	Entre Av. Osvaldo Cruz e BR-158	2.532,00	16.047,30
Av. Liberdade	Entre Av. Presidente Vargas e Rua Venâncio Aires	2.096,00	16.803,25
Av. Nossa Senhora Medianeira	Entre Av. Hélio Basso e Rua Gen. Neto	4.336,00	38.188,45
Av. Presidente Vargas	Entre Rua Duque de Caxias e Av. Jorn. Maurício Sirotski Sobrinho	3.820,00	32.634,75
Av. Governador Walter Jobim	Entre Av. Jorn. Maurício Sirotski Sobrinho e BR-287	2.398,00	23.504,15
Totais		27.916,00	246.451,90

As extensões das avenidas foram adotadas duplamente.

Fonte: Autor.

A área de estudo foi dividida em 206 subtrechos, sendo que cada subtrecho corresponde a uma quadra.

As quadras serviram para delimitar os subtrechos da área de estudo, pois são elementos inerentes às áreas urbanas, que não se apagam com o tempo. Além disso, em áreas urbanas não existe um estaqueamento, como ocorre nas rodovias.

Os subtrechos receberam um código, cuja sistemática de codificação obedeceu a seguinte sequência/ordem: rua, quadra, sentido de circulação dos veículos e tipo de

pista. A codificação dos 206 subtrechos, constituintes da área de estudo pode ser vista na Tabela 8.

O mapa dos subtrechos, juntamente com um detalhe ampliado ilustrando alguns subtrechos, pode ser visto na Figura 9.

A caracterização detalhada dos subtrechos, por uma questão de organização, pode ser vista no Apêndice A.

Embora seja fundamental, sobretudo em nível de projeto, o cadastro das redes de água e esgoto, energia, gás, entre outras, a PMSM ainda não dispõe de um cadastro único e centralizado. Como esta etapa de cadastro foge um pouco do escopo desta pesquisa, cujo foco é o nível de rede e não o projeto, não possível realizá-la.

Tabela 8 – Codificação dos 206 subtrechos da área de estudo

Av. Ângelo Bolson	Av. Borges de Medeiros	Av. Nossa Senhora das Dores	Rua Duque de Caxias	Rua Euclides da Cunha	Av. Hélivio Basso	Av. João Luiz Pozzobon	Av. Liberdade	Av. Nossa Senhora Medianeira	Av. Presidente Vargas	Av. Governador Walter Jobim
ANG Q1 BC PD	BOR Q1 CB PD	DOR Q1 CB PD	DUQ Q1 CB PS	EUC Q1 BC CB PS	HEL Q1 BC PD	JOA Q1 BC PD	LIB Q1 BC CB PS	MED Q1 CB PD	PRE Q1 CB PD	WAL Q1 CB PD
ANG Q2 BC PD	BOR Q2 CB PD	DOR Q2 CB PD	DUQ Q2 CB PS	EUC Q2 BC CB PS	HEL Q2 BC PD	JOA Q2 BC PD	LIB Q2 BC CB PS	MED Q2 CB PD	PRE Q2 CB PD	WAL Q2 CB PD
ANG Q3 BC PD	BOR Q3 CB PD	DOR Q3 CB PD	DUQ Q3 CB PS	EUC Q3 BC CB PS	HEL Q3 BC PD	JOA Q3 BC PD	LIB Q1 BC PD	MED Q3 CB PD	PRE Q3 CB PD	WAL Q3 CB PD
ANG Q4 BC PD	BOR Q4 CB PD	DOR Q4 CB PD	DUQ Q4 CB PS	EUC Q4 BC CB PS	HEL Q4 BC PD	JOA Q4 BC PD	LIB Q2 BC PD	MED Q4 CB PD	PRE Q4 CB PD	WAL Q4 CB PD
ANG Q1 CB PD	BOR Q5 CB PD	DOR Q5 CB PD	DUQ Q5 CB PS	EUC Q5 BC CB PS	HEL Q5 BC PD	JOA Q5 BC PD	LIB Q3 BC PD	MED Q5 CB PD	PRE Q5 CB PD	WAL Q5 CB PD
ANG Q2 CB PD	BOR Q6 CB PD	DOR Q6 CB PD	DUQ Q6 CB PS	EUC Q6 BC CB PS	HEL Q6 BC PD	JOA Q6 BC PD	LIB Q4 BC PD	MED Q6 CB PD	PRE Q6 CB PD	WAL Q6 CB PD
ANG Q3 CB PD	BOR Q7 CB PD	DOR Q7 CB PD	DUQ Q7 CB PS	EUC Q7 BC CB PS	HEL Q7 BC PD	JOA Q7 BC PD	LIB Q5 BC PD	MED Q7 CB PD	PRE Q7 CB PD	WAL Q7 CB PD
ANG Q4 CB PD	BOR Q1 BC PD	DOR Q1 BC PD	DUQ Q8 CB PS	EUC Q8 BC CB PS	HEL Q8 BC PD	JOA Q8 BC PD	LIB Q6 BC PD	MED Q8 CB PD	PRE Q8 CB PD	WAL Q8 CB PD
ANG Q5 CB PD	BOR Q2 BC PD	DOR Q2 BC PD	DUQ Q9 CB PS	EUC Q9 BC CB PS	HEL Q9 BC PD	JOA Q1 CB PD	LIB Q7 BC PD	MED Q9 CB PD	PRE Q9 CB PD	WAL Q1 BC PD
	BOR Q3 BC PD	DOR Q3 BC PD	DUQ Q10 CB PS	EUC Q10 BC CB PS	HEL Q10 BC PD	JOA Q2 CB PD	LIB Q1 CB PD	MED Q10 CB PD	PRE Q10 CB PD	WAL Q2 BC PD
	BOR Q4 BC PD	DOR Q4 BC PD	DUQ Q1 CB BC PS	EUC Q11 BC CB PS	HEL Q11 BC PD	JOA Q3 CB PD	LIB Q2 CB PD	MED Q11 CB PD	PRE Q11 CB PD	WAL Q3 BC PD
	BOR Q5 BC PD	DOR Q5 BC PD	DUQ Q2 CB BC PS	EUC Q12 BC CB PS	HEL Q12 BC PD	JOA Q4 CB PD	LIB Q3 CB PD	MED Q12 CB PD	PRE Q12 CB PD	WAL Q4 BC PD
	BOR Q6 BC PD	DOR Q6 BC PD	DUQ Q3 CB BC PS	EUC Q13 BC CB PS	HEL Q1 CB PD	JOA Q5 CB PD	LIB Q4 CB PD	MED Q13 CB PD	PRE Q1 BC PD	WAL Q5 BC PD
	BOR Q7 BC PD		DUQ Q4 CB BC PS	EUC Q14 BC CB PS	HEL Q2 CB PD	JOA Q6 CB PD	LIB Q5 CB PD	MED Q14 CB PD	PRE Q2 BC PD	WAL Q6 BC PD
	BOR Q8 BC PD		DUQ Q5 CB BC PS		HEL Q3 CB PD	JOA Q7 CB PD	LIB Q6 CB PD	MED Q15 CB PD	PRE Q3 BC PD	WAL Q7 BC PD
	BOR Q9 BC PD		DUQ Q6 CB BC PS		HEL Q4 CB PD	JOA Q8 CB PD	LIB Q7 CB PD	MED Q16 CB PD	PRE Q4 BC PD	WAL Q8 BC PD
	BOR Q10 BC PD		DUQ Q7 CB BC PS		HEL Q5 CB PD			MED Q17 CB PD	PRE Q5 BC PD	
	BOR Q1 CB BC PS		DUQ Q8 CB BC PS		HEL Q6 CB PD			MED Q1 BC PD	PRE Q6 BC PD	
	BOR Q2 CB BC PS				HEL Q7 CB PD			MED Q2 BC PD	PRE Q7 BC PD	
	BOR Q3 CB BC PS				HEL Q8 CB PD			MED Q3 BC PD	PRE Q8 BC PD	
	BOR Q4 CB BC PS				HEL Q9 CB PD			MED Q4 BC PD	PRE Q9 BC PD	
	BOR Q5 CB BC PS				HEL Q10 CB PD			MED Q5 BC PD	PRE Q10 BC PD	
	BOR Q6 CB BC PS				HEL Q11 CB PD			MED Q6 BC PD	PRE Q11 BC PD	
	BOR Q7 CB BC PS				HEL Q12 CB PD			MED Q7 BC PD	PRE Q12 BC PD	
								MED Q8 BC PD	PRE Q13 BC PD	
								MED Q9 BC PD	PRE Q14 BC PD	
								MED Q10 BC PD		
								MED Q11 BC PD		
								MED Q12 BC PD		
								MED Q13 BC PD		

Q = quadra; CB = sentido centro-bairro; BC = sentido bairro-centro; PD = pista dupla; PS = pista simples; CB BC = sentido centro-bairro bairro-centro (pista simples); BC CB = sentido bairro-centro centro-bairro (pista simples).

Fonte: Autor.

Figura 9 – Mapa dos subtrechos juntamente com um detalhe ampliado ilustrando alguns subtrechos



Fonte: Autor.

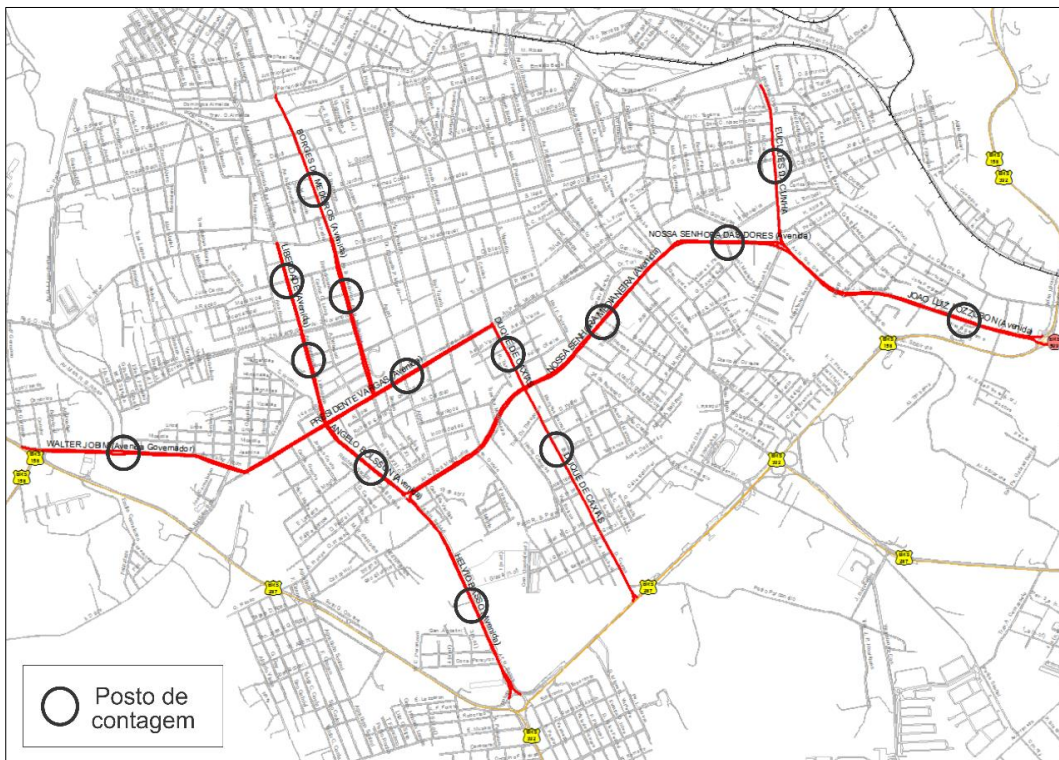
3.1.2 Execução dos levantamentos de campo

Nesta pesquisa foram realizados três grupos de levantamentos de campo: contagens de tráfego, levantamentos de superfície (levantamento de defeitos do pavimento e levantamento de irregularidade do pavimento) e levantamento de parâmetros estruturais do pavimento.

3.1.2.1 Contagens de tráfego

As contagens foram realizadas conforme o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (DNIT, 2006b). Foram realizadas contagens volumétricas classificatórias de tráfego nas 11 vias da área de estudo, das 06h00min às 20h00min (duração total de 14 horas), de 15 em 15 minutos, no sentido centro-bairro e no sentido bairro-centro. Ao todo, foram feitas 27 contagens volumétricas classificatórias de tráfego, em 14 postos de contagem, ilustrados na Figura 10.





















Figura 10 – Postos de contagem



Além disso, cabe salientar que as contagens foram realizadas em dias típicos (terças, quartas ou quintas-feiras) e sem chuva. Quando havia feriado nos dias típicos, antes e depois do feriado não se realizava contagem.

A ficha de contagem utilizada nas contagens foi elaborada com base na ficha de contagem de tráfego da Rede Temática de Asfalto da Petrobras, e pode ser vista na Figura 11.

Figura 11 – Ficha de contagem utilizada nas contagens

FICHA DE CONTAGEM					
Nome da via:					
Data da contagem:					
Hora de Início:			Sentido Centro-Bairro ()		
Hora de Término:			Sentido Bairro-Centro ()		
Tipo de veículo	Configuração	Faixa de rolamento esquerda	Total	Faixa de rolamento direita	Total
Moto					
Carro de passeio					
Utilitário, pick-up e furgão					
ônibus (2 eixos)					
ônibus (3 eixos)					
Caminhão médio	2C 				
	3C 				
	4C 				
Caminhão semi-reboque	2S1 				
	2S2 				
	2S3 				
	2S3 				
	3S3 				
Duplo semi-reboque	3S2S2 				
Caminhão reboque	2C2 				
	2C3 				
	3C2 				
	3C3 				
Treminhão	3C2C2 				
Rodotrem	3S2C4 				
Outros					

Fonte: Adaptado da Rede Temática de Asfalto (2013).

Para facilitar as contagens, especialmente de carros de passeio, foram empregados contadores mecânicos de volumes, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 – Contadores mecânicos de volumes empregados nas contagens



Fonte: Autor.

As contagens visaram, de maneira geral, obter o volume diário médio unidirecional – VDM unidirecional (sentido bairro-centro e centro-bairro) – e o número N (sentido bairro-centro e centro-bairro) das vias estudadas.

O número N foi calculado conforme o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (DNIT, 2006b), considerando-se que todos os veículos trafegam com carga máxima legal. O método de cálculo empregado para obtenção do número N foi o método USACE, tanto para a faixa de rolamento direita quanto para a faixa de rolamento esquerda, considerando-se um período de projeto de 10 anos, uma taxa de crescimento de 3 % ao ano e um fator climático regional igual a 1. Todavia, o valor de NUSACE adotado foi sempre o NUSACE da faixa de rolamento direita (faixa mais carregada), onde passam os veículos comerciais.

O método USACE foi escolhido em detrimento ao método AASHTO, pois os fatores de equivalência de carga do DNIT foram desenvolvidos/calibrados pela USACE.

Para obter o VDM unidirecional e o N_{USACE} , foram utilizadas, como referência, contagens realizadas na Av. Hélio Basso (sentido bairro-centro), em agosto de 2017, por Bueno (2018), e contagens realizadas nessa mesma via (e mesmo sentido), em 2014, por Santos (2015). As contagens de Bueno (2018) são de 16 horas (das 06h00min às 22h00min). Já os dados de noite e madrugada (22h00min às 06h00min) e finais de semana são de Santos (2015), extrapolados considerando a taxa de crescimento do tráfego. A Tabela 9 apresenta os fatores de extrapolação empregados nesta pesquisa.

Tabela 9 – Fatores de extrapolação empregados nesta pesquisa

CLASSE DE VEÍCULO		FATORES DE EXTRAPOLAÇÃO*					
		Noite e madrugada (20h00min às 06h00min)		Sábado		Domingo	
		Faixa de rolamento esquerda	Faixa de rolamento direita	Faixa de rolamento esquerda	Faixa de rolamento direita	Faixa de rolamento esquerda	Faixa de rolamento direita
Moto		0,35	0,27	0,58	0,58	0,44	0,45
Carro de Passeio		0,30	0,47	0,65	0,95	0,51	0,77
Utilitário, pick-up, furgão		0,30	0,44	0,40	0,76	0,31	0,63
Ônibus (2 eixos)		0,00	0,13	0,35	0,41	0,15	0,29
Ônibus (3 eixos)		0,59	0,00	0,74	0,36	0,74	0,25
Caminhão Médio	2C	0,05	0,04	0,18	0,34	0,08	0,22
	3C	0,00	0,05	0,00	0,43	0,00	0,30
	4C	0,00	1,12	0,00	1,58	0,00	1,52
Caminhão Semi-reboque	2S1	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,41
	2S2	0,00	1,40	0,58	2,04	0,41	1,95
	2S3	0,00	0,70	0,00	0,10	0,00	0,07
	2S3 Comb.	0,00	0,28	0,00	0,23	0,00	0,16
	3S3	0,00	0,58	0,00	0,27	0,00	0,19
Duplo Semi-reboque	3S2S2	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,41
Caminhão + Semi-reboque	2C2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2C3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3C2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3C3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Treminhão	3C2C2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rodotrem	3S2C4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*Nos trechos de pista simples, foram considerados apenas os fatores de extrapolação da faixa de rolamento direita (faixa mais carregada), onde passam os veículos comerciais.

Fonte: Autor.

Além do VDM unidirecional e do N_{USACE} , foram obtidos os seguintes parâmetros das contagens: volume de ônibus e caminhões (V_{oc}), volume de transporte coletivo (V_{tc}), hora de pico (hp), volume de veículos da hora de pico (V_{hp}), período de 15 minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico ($V_{15\ máx}$) e volume do período de 15 minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico ($V_{15\ máx}$). De posse do V_{hp} e do $V_{15\ máx}$, foi possível calcular o fator horário de pico (FHP). O fator horário de pico (FHP) foi calculado através da Equação 8.

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4 \times V_{15\ máx}} \quad (8)$$

Onde:

FHP = fator horário de pico;

V_{hp} = volume de veículos da hora de pico;

$V_{15\ máx}$ = volume do período de 15 minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

O FHP é utilizado nos estudos de capacidade das vias e de mobilidade urbana. Os valores de FHP nas áreas urbanas situam-se, geralmente, no intervalo de 0,80 a 0,98. Valores acima de 0,95 são indicativos de grandes volumes de tráfego, algumas vezes com restrições de capacidade durante a hora de pico (DNIT, 2006b).

3.1.2.2 Levantamentos de superfície

3.1.2.2.1 Levantamento de defeitos do pavimento

A Norma DNIT 008/2003-PRO fixa as condições de avaliação do pavimento pelo processo de Levantamento Visual Contínuo (LVC), determinando-se o ICPF (Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis) e proporcionando elementos para o cálculo do IGGE (Índice de Gravidade Global Expedido). A partir desses índices, encontra-se o IES (Índice do Estado de Superfície do Pavimento) para cada trecho considerado.

Conforme Machado (2013), o LVC é uma avaliação com ambas abordagens, pois alia o IGGE (análise objetiva) com o ICPF (análise um pouco mais subjetiva).

Foi realizado Levantamento Visual Contínuo (LVC) dos defeitos nos 206 subtrechos listados na Tabela 8, conforme as adaptações da norma DNIT 008/2003-PRO (pois a norma é para pavimentos rurais), respeitando a terminologia de defeitos da norma DNIT 005/2003-TER.

Nas vias de pista simples, o levantamento foi realizado em um único sentido, levando-se em consideração simultaneamente as duas faixas de rolamento. Já nas vias de pista dupla, o levantamento foi realizado separadamente para cada uma das pistas, levando-se em consideração simultaneamente as duas faixas de rolamento de cada uma dessas pistas.

O levantamento foi feito de carro, por dois avaliadores, a uma velocidade média de aproximadamente 40 km/h.

Em um outro momento, os mesmos avaliadores percorreram os subtrechos a pé, para que se pudesse fazer um registro fotográfico dos defeitos.

O formulário utilizado para avaliação da frequência de defeitos e atribuição do conceito de Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF) foi adaptado para as condições do estudo (área urbana) e pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10 – Formulário para avaliação da frequência de defeitos e cálculo do ICPF

Formulário para avaliação da frequência de defeitos e atribuição do conceito de ICPF											
Avaliador:											
SUBTRECHO		FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (B, M ou A)									ICPF
Código	Extensão (m)	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS		
			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	

B – Baixa
 M – Média
 A – Alta
 P – Panela
 TR – Trinca isolada
 TJ – Trinca couro de jacaré
 TB – Trinca em bloco
 R – Remendo
 AF – Afundamento
 O – Ondulação
 D – Desgaste
 EX – Exsudação
 E – Escorregamento
 ICPF – Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis

Cabe salientar que no preenchimento do formulário da Tabela 10, a quantidade de painelas e remendos foi convertida para a extensão de 1 km, buscando estabelecer o padrão da norma DNIT 008/2003-PRO.

A frequência de defeitos foi avaliada conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Frequência de defeitos

Panelas (P) e Remendos (R)		
CÓDIGO	FREQUÊNCIA	QUANT./KM
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 - 5
B	Baixa	≤ 2
Demais defeitos		
CÓDIGO	FREQUÊNCIA	QUANT./KM
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 - 10
B	Baixa	≤ 10

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

Os conceitos de ICPF foram atribuídos, por cada um dos avaliadores, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 – Conceitos de ICPF

Conceito	Descrição	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5 - 4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA - desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 - 3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com panelas e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

O valor final de ICPF, para cada subtrecho, foi calculado através da Equação 9.

$$ICPF = \frac{ICPF_{(avaliador\ 1)} + ICPF_{(avaliador\ 2)}}{2} \quad (9)$$

O cálculo do índice de Gravidade Global Exedito (IGGE), para cada subtrecho, foi feito pela média dos valores contidos na Tabela 13, através da Equação 10.

Tabela 13 – Cálculo do IGGE

Cálculo do IGGE											
SUBTRECHO		TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			$(F_t \times P_t) +$ $(F_{oap} \times P_{oap})$ $+ (F_{pr} \times P_{pr})$ $= IGGE$
Código	Extensão (m)	F _t %	P _t	F _t x P _t	F _{oap} %	P _{oap}	F _{oap} x P _{oap}	F _{pr} n ^o	P _{pr}	F _{pr} x P _{pr}	

F_t – Frequência do conjunto de trincas
 P_t – Peso do conjunto de trincas
 F_{oap} – Frequência do conjunto de deformações
 P_{oap} – Peso do conjunto de deformações
 F_{pr} – Frequência (quantidade por km) do conjunto de painéis e remendos
 P_{pr} – Peso do conjunto de painéis e remendos
 IGGE – Índice de Gravidade Global Exedito

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr}) \quad (10)$$

Onde:

P_t, F_t = frequência e peso do conjunto de trincas t;

P_{oap}, F_{oap} = frequência e peso do conjunto de deformações;

P_{pr}, F_{pr} = frequência e peso do conjunto de painéis e remendos.

As Tabelas 14 e 15 forneceram o valor dos pesos para cálculo do IGGE em função da frequência e da gravidade de ocorrências de defeitos.

Tabela 14 – Frequência e gravidade de ocorrências de defeitos para cálculo do IGGE

Panelas (p) e Remendos (r)		
FREQUÊNCIA	FATOR Fpr QUANTIDADE/KM	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 5	3
M - MÉDIA	2 - 5	2
B - BAIXA	≤ 2	1
Demais defeitos (trincas, deformações)		
FREQUÊNCIA	FATORES Ft e Foap (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 50	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	≤ 10	1

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

Tabela 15 – Pesos para cálculo do IGGE

GRAVIDADE	Pt	Poap	Ppr
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

O Índice do Estado da Superfície (IES) do pavimento, cujos valores estão compreendidos de 0 a 10, foi avaliado em função dos valores de ICPF e IGGE encontrados. Os valores de IES, juntamente com o código e o conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento, foram determinados de acordo com a Tabela 16.

Tabela 16 – Índice do Estado da Superfície (IES) do pavimento

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
IGGE ≤ 20 e ICPF $> 3,5$	0	A	ÓTIMO
IGGE ≤ 20 e ICPF $\leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq$ IGGE ≤ 40 e ICPF $> 3,5$	2	B	BOM
$20 \leq$ IGGE ≤ 40 e ICPF $\leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq$ IGGE ≤ 60 e ICPF $> 2,5$	4	C	REGULAR
$40 \leq$ IGGE ≤ 60 e ICPF $\leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq$ IGGE ≤ 90 e ICPF $> 2,5$	7	D	RUIM
$60 \leq$ IGGE ≤ 90 e ICPF $\leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
IGGE > 90	10	E	PÉSSIMO

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

Por fim, a apresentação dos resultados do levantamento consistiu no preenchimento da Tabela 17.

Tabela 17 – Resultados do levantamento visual contínuo

Resultados do levantamento visual contínuo						
SUBTRECHO		ICPF	IGGE	IES		
Código	Extensão (m)			VALOR	CÓDIGO	CONCEITO

ICPF – Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis
 IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito
 IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

3.1.2.2.2 Levantamento de irregularidade do pavimento

De acordo com a norma DNER-PRO 164/94, a irregularidade longitudinal de um pavimento é o desvio da superfície da rodovia, em relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade do rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via.

Os equipamentos mais empregados no Brasil para avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos são: medidores do tipo resposta, nível e mira (estações totais), Dipstick, Merlin e perfilômetro inercial laser.

O perfilômetro inercial laser, também chamado de barra laser, é um equipamento composto por transdutores de deslocamento vertical, transdutor de deslocamento longitudinal e transdutores de aceleração, devidamente montados e conectados a um sistema de processamento computacional que, instalado em veículo, é capaz de medir e calcular continuamente o perfil longitudinal da superfície por onde ele trafegar (BARELLA, 2008).

Em outras palavras, Barella (2008) menciona que o perfilômetro inercial laser é um equipamento destinado à medida do perfil longitudinal de um pavimento que possui um componente inercial, destinado à compensação dos movimentos verticais do veículo. O componente inercial normalmente é um medidor de aceleração vertical (acelerômetro).

Por meio do perfilômetro inercial laser, é possível obter os valores de *International Roughness Index* (IRI) e Afundamento de Trilha de Roda (ATR).

Dessa forma, foi realizado, nos 206 subtrechos listados na Tabela 8, levantamento com um perfilômetro inercial laser, marca Cibernétrica® e modelo Ciberlaser, pertencente ao Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) da UFSM, visando obter os valores médios de *International Roughness Index* (IRI) e Afundamento de Trilha de Roda (ATR) para cada subtrecho.

O perfilômetro empregado no levantamento possui alguns componentes importantes, tais como:

- Suporte para fixação do perfil de alumínio (barra) no veículo;
- Barra para fixação dos módulos de medição laser instalada na parte dianteira do veículo a uma altura de 39 cm;
- Cinco módulos de medição laser, capazes de realizar aproximadamente 4000 leituras/s, ilustrados na Figura 13 (os módulos 1 e 5 possuem acelerômetro interno, com sensores posicionados nas trilhas para medição do IRI);
- Hub (concentra as informações dos componentes e as envia para o notebook, que fica no interior do veículo);
- Notebook dotado de *software* para aquisição dos dados (CiberLogger), *software* para processamento dos dados (CiberShell) e *software* para vídeo registro (CiberLVC);
- Inversor para alimentação do notebook;
- Hodômetro de precisão, fixado em uma das rodas traseiras do veículo;
- GPS, conectado ao notebook, para gravação do posicionamento (coordenadas geográficas) do veículo durante as medições;
- Câmera digital de alta definição, fixada no lado de fora do veículo, para vídeo registro.

Figura 13 – Módulos de medição laser



Fonte: Autor.

A aquisição dos dados de IRI e ATR foi feita de 10 em 10 metros com o veículo percorrendo toda a área de estudo. Dentro do possível, procurou-se manter sempre a velocidade do veículo acima de 30 km/h, pois esta é a velocidade mínima para aquisição de dados do equipamento.

A Figura 14 ilustra o veículo utilizado durante a execução do levantamento na área de estudo.

Figura 14 – Veículo utilizado durante a execução do levantamento na área de estudo



Fonte: Autor.

A Figura 15 mostra o processo de aquisição de dados, utilizando o *software* CyberLogger, durante a execução do levantamento.

Figura 15 – Processo de aquisição de dados



Fonte: Autor.

Nas vias de pista dupla, as leituras de IRI e ATR foram feitas apenas na faixa de rolamento da direita (faixa mais carregada) de cada pista.

Nas vias de pista simples com um sentido de circulação, as leituras de IRI e ATR também foram feitas na faixa de rolamento da direita.

Já nas vias de pista simples com dois sentidos de circulação, as leituras de IRI e ATR foram feitas nas duas faixas de rolamento, ou seja, tanto no sentido centro-bairro quanto no sentido bairro-centro. Neste caso, o valor adotado foi o maior valor medido na comparação entre as duas faixas.

O processamento dos dados de IRI e ATR lidos em campo foi feito utilizando o *software* CyberShell juntamente com planilhas eletrônicas.

Para calcular o IRI médio de cada subtrecho, considerou-se apenas os valores medidos com velocidade acima de 30 km/h. Já para calcular o ATR médio de cada subtrecho, calculou-se a média entre o ATR da direita e o da esquerda, nos casos em que o número de medidas de ATR (chamado de N no *software* CyberShell) era maior que 5 em ambos os lados. Nos casos em que o número de medidas de ATR era menor

que 5 em um dos lados (ou na direita ou na esquerda), o valor do ATR nesse lado era desconsiderado e adotava-se o ATR do outro lado ($N > 5$).

Por fim, atribui-se aos valores médios de IRI os conceitos de IRI do Manual de Gerência de Pavimentos do DNIT, conforme a Tabela 18.

Tabela 18 – Conceitos de IRI

IRI (m/km)	Conceito
< 3	Bom
$3 \leq \text{IRI} < 4$	Regular
$4 \leq \text{IRI} < 5,5$	Mau
$\geq 5,5$	Péssimo

Fonte: Adaptado de DNIT (2011).

3.1.2.3 Levantamento de parâmetros estruturais do pavimento

De acordo com Bernucci et al. (2010), a viga Benkelman é um equipamento quase estático, utilizado em avaliações estruturais não destrutivas de pavimentos.

A viga Benkelman é o equipamento utilizado para obtenção de medidas de deflexão mais popular no Brasil. Seu uso é muito difundido, sendo este o ensaio de campo mais familiar aos engenheiros e projetistas de pavimentos. Autores como Medina et al (1994), Macêdo (1996) e Albernaz (1997) afirmam que a viga Benkelman foi desenvolvida na década de 1950, pelo engenheiro A.C. Benkelman, do Departamento de Transporte da Califórnia (EUA). Segundo os autores, no Brasil, esse equipamento foi introduzido na década de 1960, pelos engenheiros Nestor José Aratangy e Francisco Bolívar Lobo Carneiro.

Papagiannakis e Masad (2008) destacam que a viga Benkelman foi um dos primeiros e menos dispendiosos equipamentos utilizados para medição das deflexões na superfície de pavimentos.

Segundo Albernaz (1997), inicialmente a viga Benkelman era utilizada apenas para a determinação da deflexão do pavimento no ponto de aplicação da carga, ou seja, era determinada a deflexão máxima na ponta de prova da viga. Com o desenvolvimento dos métodos mecanicistas de dimensionamento de reforços de pavimentos, passou a ser considerado também, além da deflexão máxima (D_0), o raio de curvatura (RC) e posteriormente a bacia de deflexão por completo.

D_0 e RC são empregados na avaliação da condição estrutural do pavimento, ou seja, na avaliação da capacidade do pavimento em distribuir as tensões das cargas do tráfego.

O RC é o parâmetro mais difundido no sentido de identificação da bacia de deflexão com a avaliação estrutural. Um raio de curvatura baixo indica um arqueamento severo da bacia de deflexão, revelando uma condição crítica. Para determinação do RC, utiliza-se D_{25} , pois 25 cm é a região mais crítica da bacia de deflexão (PEREIRA, 2007).

Em outras palavras, quanto maior o RC, melhor será a qualidade do pavimento.

Visando determinar D_0 , D_{25} e RC, foi realizado na área de estudo o ensaio de viga Benkelman, conforme as recomendações da norma DNIT 133/2010-ME.

A viga Benkelman utilizada (Figura 16) pertence ao Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) da UFSM. Essa viga possui uma relação de braços a/b de 2:1 (constante da viga igual a 2) e um extensômetro (resolução de 0,01 mm) com relógio digital acoplado (Figura 17).

Figura 16 – Viga Benkelman utilizada



Fonte: Autor.

Figura 17 – Extensômetro com relógio digital acoplado



Fonte: Autor.

A carga no eixo traseiro do caminhão foi de 8,2 t (18.000 lbf ou 80 kN) e a pressão de inflação dos pneus, 80 psi (80 lbf/pol²). O caminhão possuía pneus 1000 x 20, 12 lonas, com câmara e frisos na banda de rodagem.

As leituras com a viga Benkelman foram feitas por quadra (ou no mínimo a cada 100 metros), em todos os 206 subtrechos listados na Tabela 8.

A Figura 18 ilustra o procedimento de medição com a viga Benkelman e a Figura 19, a régua de madeira empregada como referência para os deslocamentos do caminhão.

Figura 18 – Procedimento de medição com a viga Benkelman



Fonte: Autor.

Figura 19 – Régua de madeira empregada



Fonte: Autor.

Como as medidas de deflexão são coletadas em pista, representando uma situação real naquele instante, é inevitável a influência de fatores ambientais (temperatura e umidade do ar) nos valores obtidos durante o ensaio de viga Benkelman (BUENO, 2016).

Rocha Filho (1996) e Ahmed (2010) afirmam que, como o concreto asfáltico exibe comportamento termossuscetível, o mesmo pavimento permite deflexões maiores quando for submetido a uma determinada carga e estiver em alta temperatura, do que quando submetido a esta mesma carga em uma temperatura mais baixa. Além da temperatura, a estação do ano também pode influenciar nas medidas de deflexão, devido à variações de umidade, por exemplo.

Dessa forma, em cada subtrecho, no ponto de medição escolhido, foram medidos os seguintes parâmetros:

- 1) Temperatura do ar, T_{ar} , em graus Celsius, e umidade do ar, U_{ar} , em porcentagem, com auxílio de um termo higrômetro digital;
- 2) Temperatura da superfície do revestimento asfáltico, em graus Celsius, com auxílio de um termômetro digital infravermelho mira laser;
- 3) Leitura inicial, L_0 , em milímetros, medida a zero centímetro do ponto de aplicação da carga;

4) Leitura intermediária, L_{25} , em milímetros, medida a 25 centímetros do ponto de aplicação da carga;

5) Leitura final, L_{final} , em milímetros, medida a 20 metros do ponto de aplicação da carga;

De posse desses parâmetros, foi feito o cálculo das deflexões utilizando-se as Equações 11 e 12.

$$D_0 = \left[(L_{final} - L_0) \times (-1) \times \left(\frac{a}{b} \right) \right] \times 100 \quad (11)$$

$$D_{25} = \left[(L_{final} - L_{25}) \times (-1) \times \left(\frac{a}{b} \right) \right] \times 100 \quad (12)$$

Onde:

D_0 = deflexão máxima ou deflexão medida a 0 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm);

D_{25} = deflexão medida a 25 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm);

L_{final} = leitura final medida a 20 metros do ponto de aplicação da carga (mm);

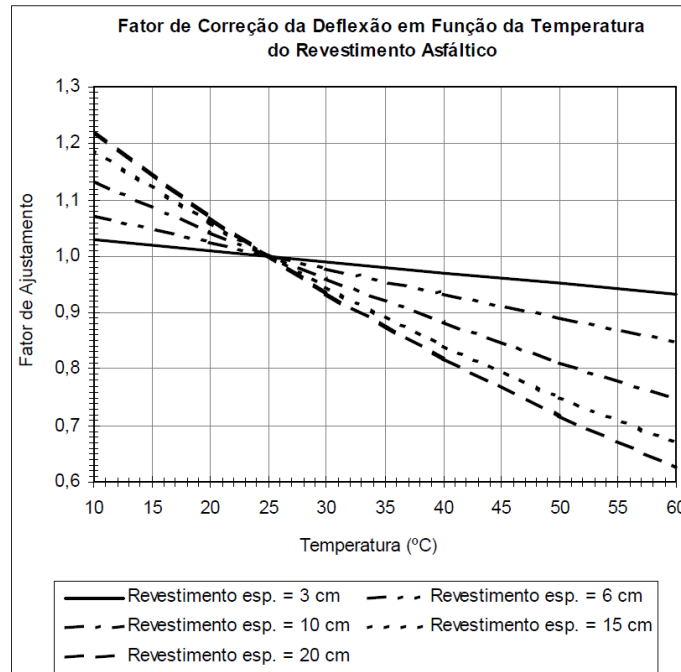
L_0 = leitura inicial medida a zero centímetro do ponto de aplicação da carga (mm);

L_{25} = leitura intermediária medida a 25 centímetros do ponto de aplicação da carga (mm);

a/b = relação de braços ou constante da viga.

Após calcular D_0 e D_{25} , foi feita a correção dos valores de deflexão, seguindo as recomendações do DER-SP (2006), por meio do gráfico de fator de correção da deflexão em função da temperatura do revestimento asfáltico (Figura 20).

Figura 20 – Gráfico de fator de correção da deflexão em função da temperatura do revestimento asfáltico



Fonte: (DER-SP, 2006).

A temperatura do revestimento asfáltico, utilizada como referência, foi 25 °C. As deflexões D_0 e D_{25} corrigidas, em cada subtrecho, foram calculadas através das Equações 13 e 14, que replicam o ábaco da Figura 20.

$$D_{0 \text{ corrigida}} = \frac{D_0}{\left[\left(\frac{h_{\text{rev}}}{1000} \right) \times (T - 25) \right] + 1} \quad (13)$$

$$D_{25 \text{ corrigida}} = \frac{D_{25}}{\left[\left(\frac{h_{\text{rev}}}{1000} \right) \times (T - 25) \right] + 1} \quad (14)$$

Onde:

$D_{0 \text{ corrigida}}$ = deflexão máxima corrigida ou deflexão corrigida medida a 0 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm);

$D_{25 \text{ corrigida}}$ = deflexão corrigida medida a 25 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm);

D_0 = deflexão máxima ou deflexão medida a 0 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm);

D_{25} = deflexão medida a 25 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm);

h_{rev} = espessura do revestimento asfáltico (cm);

T = temperatura da superfície do revestimento asfáltico no momento do ensaio.

Para determinar a real espessura do revestimento asfáltico (h_{rev}) de cada via, seria fundamental a realização de trincheiras e poços de sondagem. Porém, em virtude da restrição orçamentária e também pelo fato deste trabalho envolver gerência em nível de rede, não foi possível realizar a prospecção dos pavimentos.

Foi realizada uma busca nos arquivos da PMSM visando o acesso aos projetos na época em que as vias foram construídas, em busca de já realizadas. Porém, só foram encontrados os projetos da Av. Nossa Senhora Medianeira e Av. Nossa Senhora das Dores. Em ambas as avenidas, verificou-se $h_{rev} = 6$ cm.

Em decorrência dessa limitação, para que se conseguisse corrigir as deflexões em função da temperatura do revestimento asfáltico, foi adotado, para todas as vias do estudo, $h_{rev\ média} = 6$ cm, que é espessura de revestimento encontrada nas avenidas Nossa Senhora Medianeira e Nossa Senhora das Dores e também na Av. Hêlvio Basso – um dos trechos monitorados pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Pavimentação e Segurança Viária (GEPPASV), da UFSM, desde o início das obras de duplicação.

Além disso, foi calculado o RC da bacia de deflexão, em cada subtrecho, através da Equação 15.

$$RC = \frac{6250}{[2 \times (D_{0\ corrigida} - D_{25\ corrigida})]} \quad (15)$$

Onde:

RC = raio de curvatura da bacia de deflexão (m);

$D_{0\ corrigida}$ = deflexão máxima corrigida ou deflexão corrigida medida a 0 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm);

$D_{25\ corrigida}$ = deflexão corrigida medida a 25 centímetros do ponto de aplicação da carga (10^{-2} mm).

3.1.3 Estruturação do banco de dados

A partir dos resultados dos levantamentos de campo (dados brutos/coletados), estruturou-se um banco de dados. Esse banco de dados, por sua vez, foi denominado banco de dados estruturado.

Nesse banco de dados, os dados brutos/coletados foram transformados em informações de engenharia. Em outras palavras, foi feita uma filtragem dos dados brutos/coletados, em função dos critérios específicos de cada levantamento.

O banco de dados em questão foi organizado em três grandes grupos: código do subtrecho, tráfego e pavimento. O grupo código do subtrecho é composto por 206 subtrechos, codificados obedecendo a seguinte ordem: nome da via, número da quadra, sentido de circulação dos veículos na via e tipo de pista. O grupo tráfego é composto por: NUSACE; VDM unidirecional; volume de ônibus e caminhões (V_{oc}); volume de transporte coletivo (V_{tc}); e fator horário de pico (FHP). O grupo pavimento foi dividido em duas categorias: condição da superfície do pavimento e condição da estrutura do pavimento. A primeira categoria é composta por: Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF); Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE); Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES); *International Roughness Index* (IRI); e Afundamento de Trilha de Roda (ATR). Já a segunda categoria é composta por: deflexão máxima corrigida (D_0 corrigida) e raio de curvatura (RC).

3.1.4 Elaboração do diagnóstico do tráfego e da situação dos pavimentos da área de estudo

A partir da análise do banco de dados estruturado, elaborou-se um diagnóstico do tráfego e da situação dos pavimentos da área de estudo. Para melhor visualização desse diagnóstico, foram elaboradas tabelas e gráficos.

3.1.5 Proposição do catálogo de soluções de manutenção e indicação das soluções

O catálogo de soluções proposto nesta pesquisa foi elaborado com base no catálogo de soluções técnicas do DNIT para rodovias com revestimento em concreto asfáltico, mostrado na Figura 21.

O catálogo da Figura 21 tem sido empregado nos Contratos de Restauração e Manutenção (CREMA) do DNIT, mais especificamente no programa CREMA 2ª etapa. Nesse catálogo, as soluções de reforço, para rodovias com revestimento em concreto asfáltico, são calculadas conforme a norma DNER-PRO 011/79 (procedimento B), considerando-se um período de projeto (vida útil) de 10 anos.

Como esta pesquisa envolve gerência de pavimentos em nível de rede, e não em nível de projeto, foi necessário trocar o IGG (Índice de Gravidade Global) pelo IGGE (Índice de Gravidade Global Expedido), parâmetro obtido no LVC (Levantamento Visual Contínuo), pois o IGG é um parâmetro de projeto, sendo necessário um levantamento mais detalhado para sua obtenção.

Além disso, como a área de estudo é constituída inteiramente por vias urbanas, foi necessário realizar algumas modificações/simplificações nos tipos de soluções propostas pelo catálogo da Figura 21, o qual apresenta soluções específicas para rodovias, sendo algumas delas de difícil execução em vias urbanas.

Por fim, a lama asfáltica (solução presente no catálogo da Figura 21) foi substituída pelo microrrevestimento asfáltico a frio (MRAF) em duas camadas (1,5 cm), pois o MRAF apresenta algumas vantagens técnicas quando comparado à lama asfáltica. Ceratti e Reis (2011) mencionam algumas dessas vantagens, sendo elas: utiliza emulsão asfáltica elastomérica e de ruptura controlada (a lama asfáltica utiliza emulsão asfáltica de ruptura lenta); a cura é química e menos dependente das condições climáticas (na lama asfáltica a cura é dependente das condições climática); a liberação do tráfego é controlada (na lama asfáltica, a abertura do tráfego é lenta); utilizado como camada antiderrapante e de regularização para qualquer categoria de tráfego; apresenta vida útil média de 5 a 8 anos (a lama asfáltica apresenta vida útil média de 3 a 5 anos); interdição mínima de tempo da rodovia, em média 1 hora (a lama asfáltica exige um longo tempo de interdição da pista, mínimo de 4 horas); alto rendimento na execução (a lama asfáltica apresenta baixo rendimento na execução

devido às condições climática); apresenta ótima adesão ao pavimento existente (a lama asfáltica, dependendo do substrato, exige aplicação de pintura de licação).

Tais modificações/simplificações, por conseguinte, resultaram em um novo catálogo de soluções técnicas, desta vez mais simples e com soluções menos complexas em termos executivos, adequado à realidade orçamentária da Prefeitura Municipal de Santa Maria (PMSM). Cabe ressaltar que, apesar das modificações/simplificações, o catálogo proposto manteve os mesmos critérios do catálogo da Figura 21. Para ser de fácil manuseio, o catálogo proposto foi totalmente automatizado, com auxílio de planilha eletrônica. Dessa forma, por meio de consulta a esse catálogo, partiu-se para a indicação das soluções de manutenção, para os 206 subtrechos constituintes da área de estudo.

Figura 21 – Catálogo de soluções técnicas do DNIT para rodovias com revestimento em concreto asfáltico

IRI	N (USACE)	IRI ≤ 3				3 < IRI ≤ 4				4 < IRI ≤ 5,5				IRI > 5,5			
		IGG ≤ 20		IGG > 20		IGG ≤ 60		IGG > 60		IGG ≤ 100		IGG > 100		IGG ≤ 150		IGG > 150	
VMD		Defl<Dadm		Defl>Dadm		Defl<=Dadm		Defl>Dadm		Defl<=Dadm		Defl>Dadm		Defl<=Dadm		Defl>Dadm	
VMD < 1000	< 6,9E+06	LG	F5(5%) + LG	Hx	F5(5%) + Hx	F5(10%) + Micro(1,5)	F5(20%) + Micro(1,5)	F5(10%) + Hx	F5(20%) + Hx	F5(20%) + REP + Micro(1,5)	F5(30%) + REP + Micro(1,5)	F5(20%) + REP + Hx	F5(30%) + REP + Hx	FR5(100%) + REP + H4	FR5(100%) + REP + TSDpol + H4	FR5(100%) + REP + TSDpol + Hx	REC5
Acostamentos		TSD		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(10%) TSD(90%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(20%) TSD(80%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(30%) TSD(70%)		Reest. de base+ TSD	
1000 ≤ VMD < 2000	≥ 6,9E+06 < 1,43E+07	LG	F5(5%) + LG	Hx	F5(5%) + Hx	F5(10%) + Micro(1,5)	F5(20%) + Micro(1,5)	F5(10%) + Hx	F5(20%) + Hx	F5(20%) + REP + Micro(1,5)	F5(30%) + REP + Micro(1,5)	F5(20%) + REP + Hx	F5(30%) + REP + Hx	FR5(100%) + REP + H4	FR5(100%) + REP + TSDpol + H4	FR5(100%) + REP + TSDpol + Hx	REC7
Acostamentos		TSD		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(10%) TSD(90%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(20%) TSD(80%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(30%) TSD(70%)		Reest. de base+ TSD	
2000 ≤ VMD < 3000	≥ 1,43E+07 < 2,14E+07	LG	F5(5%) + LG	Hx	F5(5%) + Hx	F5(10%) + H3	F5(20%) + H3	F5(10%) + Hx	F5(20%) + Hx	F5(20%) + REP + H3	F5(30%) + REP + H3	F5(20%) + REP + Hx	F5(30%) + REP + Hx	FR5(100%) + REP + H5	FR5(100%) + REP + TSDpol + H5	FR5(100%) + REP + TSDpol + Hx	REC8
Acostamentos		TSD		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(10%) TSD(90%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(20%) TSD(80%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(30%) TSD(70%)		Reest. de base+ TSD	
3000 ≤ VMD < 5000	≥ 2,14E+07 < 3,57E+07	LG	F5(5%) + LG	Hx	F5(5%) + Hx	F5(10%) + H3	F5(20%) + H3	F5(10%) + Hx	F5(20%) + Hx	F5(20%) + REP + H3	F5(30%) + REP + H3	F5(20%) + REP + Hx	F5(30%) + REP + Hx	FR5(100%) + REP + H5	FR5(100%) + REP + TSDpol + H5	FR5(100%) + REP + TSDpol + Hx	REC9
Acostamentos		TSD		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(10%) TSD(90%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(20%) TSD(80%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(30%) TSD(70%)		Reest. de base+ TSD	
VMD ≥ 5000	≥ 3,57E+07	LG	F5(5%) + LG	Hx	F5(5%) + Hx	F5(10%) + H3	F5(20%) + H3	F5(10%) + Hx	F5(20%) + Hx	F5(20%) + REP + H3	F5(30%) + REP + H3	F5(20%) + REP + Hx	F5(30%) + REP + Hx	FR5(100%) + REP + H5	FR5(100%) + REP + TSDpol + H5	FR5(100%) + REP + TSDpol + Hx	REC10
Acostamentos		TSD		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(10%) TSD(90%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(20%) TSD(80%)		Reest. de base+TSD		Reest. de Base+TSD(30%) TSD(70%)		Reest. de base+ TSD	

Nota:

- FR5 = fresagem de 5cm
- F5 = fresagem + reposição de 5cm
- REP = reperfilagem com massa fina de CBUQ e= 2cm
- LG = lama asfáltica grossa
- Micro = micro revestimento asfáltico em duas camadas (1,5cm)
- TSDpol = tratamento superficial duplo c/ polímero
- REC e = reconstrução através de reciclagem de Base+ revestimento com espessura de CBUQ = e
- Reest. de base = reestabilização de base com adição de 10cm de material
- TSD = tratamento superficial duplo
- Hx = camada de CBUQ com espessura x, onde x = 40 log DP/Dadm

Fonte: (DNIT, 2008).

Para determinar as soluções de manutenção, além de conhecer o número N_{USACE} , o IRI e o IGGE, foi necessário calcular, com base na norma DNER-PRO 011/79 (procedimento B), três tipos de deflexão: deflexão característica (D_c), deflexão de projeto (D_p) e deflexão admissível (D_{adm}). Em seguida, efetuou-se o cálculo estatístico das deflexões características conforme o procedimento descrito na norma DNER-PRO 011/79 (procedimento B). Cada via, com seu respectivo sentido de circulação, deveria representar um segmento homogêneo. Para isso, as amostras precisariam atender dois critérios: obedecer os limites $D \pm z.\sigma$ (verificação dos limites máximos e mínimos) e apresentar um coeficiente de variação (CV) menor ou igual a 30 %. Conforme Balbo (2007), em se tratando de análise estatística de deflexões características, pode-se limitar os valores de CV em torno de 30 %, acima do qual se teria uma amostra com razoável dispersão. Com isso, a deflexão característica foi calculada através da Equação 16.

$$D_c = D + \sigma \quad (16)$$

Onde:

D_c = deflexão característica (10^{-2} mm);

D = média aritmética da amostra (10^{-2} mm);

σ = desvio padrão da amostra (10^{-2} mm).

A deflexão de projeto foi calculada através da Equação 17.

$$D_p = D_c \times F_s \quad (17)$$

Onde:

D_p = deflexão de projeto (10^{-2} mm);

D_c = deflexão característica (10^{-2} mm);

F_s = fator de correção sazonal (nesta pesquisa, foi adotado $F_s = 1$).

A deflexão admissível foi calculada através da Equação 18.

$$\log D_{adm} = 3,01 - 0,176 \times \log N \quad (18)$$

Onde:

D_{adm} = deflexão admissível (10^{-2} mm);

N = número de repetições de um eixo padrão de 8,2 t.

Nos casos em que a deflexão de projeto foi maior que a deflexão admissível, considerou-se o emprego de uma camada de reforço de concreto asfáltico (CA) no pavimento, conforme recomendação da norma DNER-PRO 011/79 (procedimento B). Segundo Balbo (2007), a camada de reforço (popularmente chamada de “recape”, recapeamento ou “pano asfáltico”) é a nova camada de rolamento, após anos de uso do pavimento existente, executada por razões funcionais, estruturais ou ambas. A espessura da camada de reforço de concreto asfáltico foi calculada através da Equação 19. Nesta pesquisa, a espessura de reforço de CA mínima considerada foi de 3 cm. Em outras palavras, nos casos onde o cálculo da espessura de reforço de CA resultou em 1 ou 2 cm, o valor adotado foi 3 cm.

$$h_{ca} = 40 \times \log \frac{D_p}{D_{adm}} \quad (19)$$

Onde:

h_{ca} = espessura da camada de reforço de concreto asfáltico (cm);

D_p = deflexão de projeto (10^{-2} mm);

D_{adm} = deflexão admissível (10^{-2} mm).

3.1.6 Orçamento das soluções de manutenção indicadas

O orçamento das soluções de manutenção indicadas foi elaborado com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), da Caixa Econômica Federal (CEF), Rio Grande do sul, setembro de 2018, desonerado. Para os serviços não contemplados no SINAPI, utilizou-se como referência o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Rio Grande do sul, maio de 2018, desonerado.

No Brasil, os orçamentos de obras rodoviárias são feitos, em sua maioria, utilizando como referência o SICRO, do DNIT. No entanto, como esta pesquisa

envolve obras viárias urbanas, que costumam ser financiadas pela CEF, utilizou-se predominantemente o SINAPI, da CEF.

Uma vez que o custo das obras viárias urbanas sofre grande impacto da mão de obra, optou-se, nesta pesquisa, pela desoneração da mão de obra (Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta – CPRB de 4,5 %). Com isso, foi aplicado um BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) desonerado de 30,52 % na maioria dos itens do orçamento, com exceção dos materiais asfálticos, que tiveram um BDI diferenciado, de 15 %. O BDI desonerado foi calculado através da Equação 20, especificada no acórdão nº 2369/2011 do Tribunal de Contas da União (TCU).

$$BDI = \left[\frac{(1 + AC + S + R + G) \times (1 + DF) \times (1 + L)}{(1 - CP - ISS - CPRB)} - 1 \right] \times 100 \quad (20)$$

Onde:

AC = administração central (nesta pesquisa, foi adotado AC = 4,30 %);

S = seguro (nesta pesquisa, foi desconsiderado, pois é variável de acordo com a exigência do edital);

R = risco (nesta pesquisa, foi adotado R = 0,70 %);

G = garantia (nesta pesquisa, foi adotado G = 0,55 %);

DF = despesas financeiras (nesta pesquisa, foi adotado DF = 1,16 %);

L = lucro (nesta pesquisa, foi adotado L = 8 %);

CP = Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) de 3 % mais Programa de Integração Social (PIS) de 0,65 % (nesta pesquisa, foi adotado CP = 3,65 %);

ISS = Imposto Sobre Serviço (nesta pesquisa, foi adotado ISS = 3,5 % – base Santa Maria-RS, sobre o valor total da nota);

CPRB = Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta (nesta pesquisa, foi adotado CPRB = 4,5 %).

No orçamento das soluções, considerou-se a utilização de quatro materiais asfálticos, a serem adquiridos na Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP), município de Canoas-RS: asfalto diluído CM-30 para imprimação, emulsão asfáltica RC-1C-E para microrrevestimento, cimento asfáltico CAP-50-70 para concreto asfáltico e emulsão asfáltica RR-1C para pintura de ligação.

Nesta pesquisa, o preço unitário dos materiais asfálticos empregados nas soluções de manutenção (asfalto diluído CM-30 para imprimação, emulsão asfáltica RC-1C-E para microrrevestimento, cimento asfáltico CAP-50-70 para concreto asfáltico e emulsão asfáltica RR-1C para pintura de ligação) foi definido com base na tabela de preços médios ponderados, Rio Grande do sul, agosto de 2018, da Agência Nacional de Petróleo (ANP), utilizando um BDI de 15 %.

Na Tabela 19 pode ser visualizado o preço unitário dos materiais asfálticos, referente ao mês de agosto de 2018.

Tabela 19 – Preço unitário dos materiais asfálticos

Descrição do material asfáltico	Base (Mês/ano)	Preço unitário (BDI = 15 %)
Asfalto diluído CM-30 para imprimação	ANP (Ago./2018)	3.865,61 R\$/t
Emulsão asfáltica RC-1C-E para microrrevestimento	ANP (Ago./2018)	2.380,90 R\$/t
Cimento asfáltico CAP-50-70 para concreto asfáltico	ANP (Ago./2018)	2.629,55 R\$/t
Emulsão asfáltica RR-1C para pintura de ligação	ANP (Ago./2018)	1.734,74 R\$/t

Fonte: Autor.

A distância média de transporte (DMT) dos materiais asfálticos considerada entre a REFAP Canoas-RS e a usina de asfalto da PMSM (local de produção do CA) foi de 280 km. Além disso, a DMT considerada entre a usina de asfalto da PMSM e o local da obra (centro de Santa Maria-RS) foi de 15 km. Por fim, a DMT considerada entre o local da obra e o local de bota-fora foi de 15 km.

O preço unitário do transporte de materiais asfálticos e pétreos empregados nas soluções de manutenção, referente ao mês de setembro de 2018, é mostrado na Tabela 20. O BDI aplicado sobre o transporte de materiais foi 30,52 %.

Tabela 20 – Preço unitário do transporte de materiais

Descrição do transporte	Base/Código (Mês/ano)	Preço unitário (BDI = 30,52 %)
Transporte de material fresado Obra-Bota-fora (DMT = 15 km)	SINAPI Desonerado/97914 (Set./2018)	2,04 R\$/(m ³ .km)
Transporte de material asfáltico (CM-30, RC-1C-E, CAP-50-70 e RR-1C) REFAP Canoas-Usina de Asfalto PMSM (DMT = 280 km)	SINAPI Desonerado/93176 (Set./2018)	0,59 R\$/(t.km)
Transporte de CA Usina de Asfalto PMSM-Obra (DMT = 15 km)	SINAPI Desonerado/95303 (Set./2018)	1,31 R\$/(m ³ .km)
Transporte de brita (execução de base BGS) e rachão (execução de sub-base) (DMT = 15 km)	SINAPI Desonerado/83356 (Set./2018)	1,02 R\$/(m ³ .km)

Fonte: Autor.

O preço unitário final (incluindo material, mão-de-obra, equipamentos e transporte de materiais) dos serviços envolvidos nas soluções de manutenção pode ser visualizado na Tabela 21.

Tabela 21 – Lista de serviços e preços unitários finais

Serviço	Base (Mês/ano)	Código das composições empregadas	Preço unitário final
Fresagem de 5 cm	SINAPI Desonerado (Set./2018)	96002 e 97914	9,06 R\$/m ²
Pintura de ligação com RR-1C	SINAPI Desonerado (Set./2018)	72942 e 93176	2,48 R\$/m ²
Recomposição de 5 cm de CA	SINAPI Desonerado (Set./2018)	95996, 93176 e 95303	1.178,46 R\$/m ³
Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm	SINAPI Desonerado (Set./2018)	95990, 93176 e 95303	1.312,70 R\$/m ³
Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm	SINAPI Desonerado (Set./2018)	95993, 93176 e 95303	1.270,46 R\$/m ³
Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm	SINAPI Desonerado (Set./2018)	95995, 93176 e 95303	1.244,27 R\$/m ³
Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm	SINAPI Desonerado (Set./2018)	95997, 93176 e 95303	1.228,15 R\$/m ³
Camada de reforço de CA com espessura de 8 cm	SINAPI Desonerado (Set./2018)	95999, 93176 e 95303	1.216,64 R\$/m ³
Remendo profundo de 50 cm (sub-base de rachão de 30 cm e base de BGS de 20 cm)	SINAPI Desonerado (Set./2018)	97636, 97914, 90099, 83356, 96399 e 96396	223,10 R\$/m ³
Imprimação da base com CM-30	SINAPI Desonerado (Set./2018)	96401 e 93176	7,48 R\$/m ²
Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm)	SICRO Desonerado (Mai./2018) e SINAPI Desonerado (Set./2018)	4011410 e 93176	8,42 R\$/m ²

Fonte: Autor.

3.1.7 Normalização do banco de dados estruturado

A partir do banco de dados estruturado, foi realizado um processo de normalização que envolveu uma série de etapas, as quais resultaram em um novo banco de dados, denominado banco de dados normalizado.

Primeiramente, foram atribuídos indicadores, variando de 0,00 a 1,00 (processo denominado de normalização de dados), aos valores de cada parâmetro do banco de dados estruturado. Para todos os parâmetros, com exceção do raio de curvatura (RC), os valores próximos a 0,00 são os menores e os valores próximos a 1,00, os maiores.

Em seguida, multiplicaram-se os indicadores obtidos por 100, de modo a obter o peso de cada parâmetro.

Como o grupo tráfego apresenta cinco parâmetros (N_{USACE} , VDM unidirecional, V_{oc} , V_{tc} e FHP), cada um dos parâmetros tem um peso de 20 %, no grupo como um todo. Logo, foi atribuído um fator de 0,20 a cada um dos cinco parâmetros do grupo em questão. A soma desses fatores, obviamente, resulta em 1,00.

Como a categoria condição da superfície do pavimento (pertencente ao grupo pavimento) também apresenta cinco parâmetros (ICPF, IGGE, IES, IRI e ATR), cada um dos parâmetros tem um peso de 20 %, no grupo como um todo. Assim, foi atribuído um fator de 0,20 a cada um dos cinco parâmetros do grupo em questão. A soma desses fatores também resulta em 1,00.

De modo análogo, como a categoria condição da estrutura do pavimento (pertencente ao grupo pavimento) apresenta apenas dois parâmetros (D_0 corrigida e RC), cada um dos parâmetros tem um peso de 50 %, no grupo como um todo. Desse modo, foi atribuído um fator de 0,50 a cada um dos dois parâmetros do grupo em questão. A soma desses fatores, obviamente, também resulta em 1,00.

Multiplicando-se o indicador de cada parâmetro pelo seu respectivo índice e fator de representatividade, obtiveram-se, em cada subtrecho, três índices: índice de tráfego (IT), índice da superfície do pavimento (IS) e índice da estrutura do pavimento (IE).

3.1.8 Proposição do modelo matemático para cálculo do IP

O modelo matemático para cálculo do Índice de Prioridade (IP), proposto nesta pesquisa, foi concebido levando em consideração seis variáveis: índice de tráfego (IT),

fator de multiplicação correspondente ao tráfego (F_T), índice da superfície do pavimento (IS), fator de multiplicação correspondente à superfície do pavimento (F_S), índice da estrutura do pavimento (IE) e fator de multiplicação correspondente à estrutura do pavimento (F_E). Cabe ressaltar que a soma dos fatores F_T , F_S e F_E resulta em 1,00 (ou 100 %).

O Índice de Prioridade (IP) é um índice que varia entre 0 e 100, sendo que valores próximos a 0 indicam menor prioridade de manutenção e valores próximos a 100, maior prioridade de manutenção.

Assim, o modelo matemático proposto, pode ser visto na Equação 21.

$$IP = (IT \times F_T) + (IS \times F_S) + (IE \times F_E) \quad (21)$$

Onde:

IP = Índice de Prioridade;

IT = índice de tráfego;

F_T = fator de multiplicação correspondente ao tráfego;

IS = índice da superfície do pavimento;

F_S = fator de multiplicação correspondente à superfície do pavimento;

IE = índice da estrutura do pavimento;

F_E = fator de multiplicação correspondente à estrutura do pavimento.

3.1.9 Criação dos cenários de priorização e aplicação no banco de dados normalizado

A fim de viabilizar a aplicação do modelo matemático para cálculo do IP no banco de dados normalizado, foram criados sete cenários de priorização distintos e definiram-se os valores dos fatores de multiplicação F_T , F_S e F_E em cada cenário. Convém ressaltar que cada cenário possui um determinado critério de priorização.

A Tabela 22 apresenta os setes cenários, juntamente com seus critérios de priorização, pesos relativos e fatores de multiplicação. O que varia de um cenário para o outro são os pesos relativos/fatores de multiplicação aplicados aos índices de tráfego (IT), superfície do pavimento (IS) e estrutura do pavimento (IE).

Tabela 22 – Cenários de priorização

Cenário de priorização: Critério de priorização	Peso relativo/Fator de multiplicação		
	Tráfego	Superfície	Estrutura
Cenário 1: Priorização igual para tráfego, superfície do pavimento e estrutura do pavimento	33 % /0,33	33 % /0,33	33 % /0,33
Cenário 2: Priorização do tráfego	50 % /0,50	25 % /0,25	25 % /0,25
Cenário 3: Priorização da superfície do pavimento	25 % /0,25	50 % /0,50	25 % /0,25
Cenário 4: Priorização da estrutura do pavimento	25 % /0,25	25 % /0,25	50 % /0,50
Cenário 5: Tráfego desconsiderado	0 % /0,00	50 % /0,50	50 % /0,50
Cenário 6: Superfície do pavimento desconsiderada	50 % /0,50	0 % /0,00	50 % /0,50
Cenário 7: Estrutura do pavimento desconsiderada	50 % /0,50	50 % /0,50	0 % /0,00

Fonte: Autor.

3.1.10 Cálculo do IP e ranqueamento dos subtrechos nos cenários

Multiplicando-se os valores de IT, IS e IE pelos fatores de multiplicação F_T , F_S e F_E , foram obtidos 206 valores de IP para cada cenário.

Em seguida, realizou-se o ranqueamento, em ordem decrescente de prioridade de manutenção, dos 206 subtrechos em cada um dos cenários.

Para uma melhor visualização das diferenças e movimentações de *ranking*, entre os cenários, foi atribuída uma cor diferente para cada via da área de estudo e, ao lado do nome de cada subtrecho, foi disposto o valor de sua respectiva solução de manutenção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DOS LEVANTAMENTOS DE CAMPO

4.1.1 Contagens de tráfego

Os resultados das 27 contagens volumétricas classificatórias de tráfego, realizadas nos 14 postos de contagem (Figura 9 – vide Materiais e Métodos), podem ser vistos na Tabela 22. Vale ressaltar que, no cálculo do N_{USACE} das vias (sentido centro-bairro e sentido bairro-centro), foi considerado um período de projeto de 10 anos e uma taxa de crescimento de 3 % ao ano.

De modo geral, as vias apresentaram N_{USACE} moderado, conforme a classificação estabelecida por Ceratti et al. (2015), com valores variando entre $1,24E+06$ (Av. Presidente Vargas, sentido centro-bairro) e $9,07E+06$ (Av. Hélio Basso, sentido centro-bairro) repetições de um eixo padrão de 8,2 t.

Um fato interessante em relação aos N_{USACE} obtidos foi que a ordem de grandeza (10^6) manteve-se a mesma em todas as vias. Uma explicação plausível para esse fato é que todas as vias selecionadas são vias arteriais, ou seja, eixos estruturantes de extrema importância para a mobilidade urbana na área central de Santa Maria-RS. Em trabalhos futuros, envolvendo a mesma temática (gerência de pavimentos em nível de rede) e o mesmo local de estudo (Santa Maria-RS), sugere-se a seleção não apenas de vias arteriais, mas também vias coletoras e locais, para que se possa ter uma variação maior na ordem de grandeza do N_{USACE} .

Santos (2015) obteve, em 2014, um N_{USACE} (ano) para a Av. Hélio Basso (sentido bairro-centro) de $1,06E+06$ repetições de um eixo padrão de 8,2 t. Nesta pesquisa, para esta mesma via (também no sentido bairro-centro), foi encontrado um N_{USACE} (10 anos; taxa de crescimento = 3 % ao ano) de $7,73E+06$ repetições de um eixo padrão de 8,2 t.

A diferença de N_{USACE} por sentido, tanto nas pistas duplas quanto nas pistas simples, foi bastante significativa, chegando a 57,04 % na Av. João Luiz Pozzobon, que possui pista dupla. Porém, como essa diferença não interfere na espessura do reforço de concreto asfáltico das soluções de manutenção, não é necessário contar o tráfego nos dois sentidos (sentido centro-bairro e sentido bairro-centro). Sendo assim, em trabalhos futuros, envolvendo a mesma temática (gerência de pavimentos em nível

de rede) e o mesmo local de estudo (Santa Maria-RS), sugere-se que as contagens sejam feitas em apenas um sentido.

De maneira geral, as vias apresentaram VDM unidirecional alto, com valores variando entre 4289 (Av. Borges de Medeiros, sentido bairro-centro, pista simples) e 17821 (Av. Nossa Senhora Medianeira, sentido centro-bairro) veículos. A explicação para o VDM unidirecional alto, obtido na maioria das vias deste estudo, é que, como elas estão situadas na área central de Santa Maria-RS, o fluxo de veículos, principalmente de veículos leves, é bastante intenso.

Em relação ao V_{oc} (volume de ônibus e caminhões) – parâmetro meramente quantitativo, que não leva em consideração o tipo/classe do veículo – os valores variaram de 130 (Rua Duque de Caxias, sentido centro-bairro, pista simples com um sentido de circulação) a 718 (Av. Presidente Vargas, sentido bairro-centro) veículos.

Quanto ao V_{tc} (volume de transporte coletivo), os valores variaram de 28 (Rua Duque de Caxias, sentido centro-bairro, pista simples com um sentido de circulação, empatada com a Av. Nossa Senhora Medianeira) a 585 (Av. Presidente Vargas, sentido bairro-centro) veículos.

Em relação ao FHP, os valores variaram de 0,82 (Av. Liberdade, sentido bairro-centro, pista simples, empatada com a Av. Hélio Basso, sentido bairro-centro) a 0,96 (Av. Nossa Senhora das Dores, sentido centro-bairro).

O FHP é utilizado nos estudos de capacidade das vias e de mobilidade urbana. Os valores de FHP nas áreas urbanas situam-se, geralmente, no intervalo de 0,80 a 0,98. Valores acima de 0,95 são indicativos de grandes volumes de tráfego, algumas vezes com restrições de capacidade durante a hora de pico (DNIT, 2006b).

Tabela 23 – Resultados das contagens de tráfego

Nome da via	Pista	Sentido	N _{USACE}	Diferença % de N _{USACE} por sentido	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	Hora de pico (hp)	V _{hp}	15 máx	V _{15 máx}	FHP
Av. Ângelo Bolson	Dupla	Bairro-Centro	4,13E+06	29,47	14025	517	170	18:00 - 19:00	1101	18:00 - 18:15	293	0,94
	Dupla	Centro-Bairro	5,86E+06		14481	568	199	17:00 - 18:00	1075	17:45 - 18:00	303	0,89
Av. Borges de Medeiros	Dupla	Centro-Bairro	1,96E+06	29,90	15219	215	91	18:00 - 19:00	1369	18:15 - 18:30	378	0,91
	Dupla	Bairro-Centro	1,37E+06		9889	183	85	11:00 - 12:00	759	11:45 - 12:00	228	0,83
	Simple	Centro-Bairro	1,45E+06	13,23	8063	355	267	18:00 - 19:00	667	18:15 - 18:30	188	0,89
	Simple	Bairro-Centro	1,26E+06		4289	324	246	13:00 - 14:00	326	13:30 - 13:45	92	0,89
Av. Nossa Senhora das Dores	Dupla	Centro-Bairro	1,82E+06	12,13	13706	557	423	18:00 - 19:00	1039	18:45 - 19:00	271	0,96
	Dupla	Bairro-Centro	2,07E+06		15767	627	455	13:00 - 14:00	1207	13:30 - 13:45	326	0,93
Rua Duque de Caxias	Simple**	Centro-Bairro**	1,53E+06	-**	12092	130	28	18:00 - 19:00	947	18:30 - 18:45	278	0,85
	Simple	Centro-Bairro	2,12E+06	34,45	9856	182	67	18:00 - 19:00	785	18:45 - 19:00	216	0,91
	Simple	Bairro-Centro	1,39E+06		6575	136	55	18:00 - 19:00	469	18:45 - 19:00	132	0,89
Rua Euclides da Cunha	Simple	Bairro-Centro	3,57E+06	10,02	12302	366	196	07:00 - 08:00	836	7:45 - 8:00	245	0,85
	Simple	Centro-Bairro	3,21E+06		9828	316	121	18:00 - 19:00	845	18:00 - 18:15	241	0,88
Av. Hélio Basso	Dupla	Bairro-Centro	7,73E+06	14,81	15429	673	187	13:00 - 14:00	1286	13:30 - 13:45	391	0,82
	Dupla	Centro-Bairro	9,07E+06		16841	704	204	17:00 - 18:00	1244	17:45 - 18:00	348	0,89
Av. João Luiz Pozzobon	Dupla	Bairro-Centro	2,99E+06	57,04	5988	479	296	17:00 - 18:00	536	17:45 - 18:00	147	0,91
	Dupla	Centro-Bairro	6,96E+06		12538	680	341	07:00 - 08:00	843	7:45 - 8:00	222	0,95
Av. Liberdade	Simple	Bairro-Centro	6,70E+06	7,63	8870	316	33	07:00 - 08:00	672	7:45 - 8:00	205	0,82
	Simple	Centro-Bairro	7,25E+06		9267	337	71	18:00 - 19:00	723	18:00 - 18:15	204	0,89
	Dupla	Bairro-Centro	3,94E+06	10,02	7067	272	34	17:00 - 18:00	585	17:15 - 17:30	162	0,90
	Dupla	Centro-Bairro	4,38E+06		10702	357	65	17:00 - 18:00	889	17:30 - 17:45	262	0,85
Av. Nossa Senhora Medianeira	Dupla	Centro-Bairro	2,93E+06	29,59	17821	216	65	18:00 - 19:00	1235	18:00 - 18:15	370	0,83
	Dupla	Bairro-Centro	2,06E+06		15601	190	28	18:00 - 19:00	1371	18:15 - 18:30	383	0,89
Av. Presidente Vargas	Dupla	Centro-Bairro	1,24E+06	31,77	12855	693	580	18:00 - 19:00	1149	18:00 - 18:15	311	0,92
	Dupla	Bairro-Centro	1,81E+06		13181	718	585	13:00 - 14:00	975	13:30 - 13:45	274	0,89
Av. Governador Walter Jobim	Dupla	Centro-Bairro	3,13E+06	4,68	14113	685	444	18:00 - 19:00	1430	18:30 - 18:45	382	0,94
	Dupla	Bairro-Centro	3,28E+06		14471	697	451	07:00 - 08:00	1188	7:45 - 8:00	351	0,85

*VDM unidirecional;

**Pista simples com um sentido de circulação.

Fonte: Autor.

4.1.2 Levantamentos de superfície

4.1.2.1 Levantamento de defeitos do pavimento

Os resultados do levantamento de defeitos nos 206 subtrechos, utilizando o LVC, podem ser visualizados na Tabela 24.

Vale lembrar que nas vias de pista simples, o levantamento foi realizado em um único sentido, levando-se em consideração simultaneamente as duas faixas de rolamento. Já nas vias de pista dupla, o levantamento foi realizado separadamente para cada uma das pistas, levando-se em consideração simultaneamente as duas faixas de rolamento de cada uma dessas pistas.

O ICPF (Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis) dos 206 subtrechos variou de 1,5 a 4,5, sendo: nenhum subtrecho (0 %) apresentou conceito péssimo, 128 subtrechos (ou aproximadamente 62 %) com conceito ruim, 53 subtrechos (ou aproximadamente 26 %) com conceito regular, 20 subtrechos (ou aproximadamente 10 %) com conceito bom e 5 subtrechos (ou aproximadamente 2 %) com conceito ótimo.

O IGGE (Índice de Gravidade Global Exedito) dos 206 subtrechos variou de 0,00 (subtrechos JOA Q1 BC PD, JOA Q2 BC PD, LIB Q2 BC CB PS, LIB Q5 BC PD, LIB Q1 CB PD, LIB Q2 CB PD, LIB Q3 CB PD e LIB Q6 BC PD) a 189,66 (subtrecho WAL Q2 BC PD). Conforme a norma DNIT 008/2003-PRO, IGGE > 90 resulta em IES de conceito péssimo.

Os conceitos de IES (Índice do Estado de Superfície do Pavimento) dos 206 subtrechos variaram de péssimo (IGGE > 90) a ótimo (IGGE ≤ 20 e ICPF > 3,5), sendo: 67 subtrechos (ou aproximadamente 33 %) com conceito péssimo, 28 subtrechos (ou aproximadamente 14 %) com conceito ruim, 48 subtrechos (ou aproximadamente 23 %) com conceito regular, 52 subtrechos (ou aproximadamente 25 %) com conceito bom e 11 subtrechos (ou aproximadamente 5 %) com conceito ótimo.

Tabela 24 – Resultados do levantamento de defeitos do pavimento (início)

SUBTRECHO		ICPF	IGGE	IES		
Código	Extensão (m)			Valor	Código	Conceito
ANG Q1 BC PD	112	1,5	53,93	5	D	Ruim
ANG Q2 BC PD	150	1,5	70,50	8	E	Péssimo
ANG Q3 BC PD	216	1,5	68,13	8	E	Péssimo
ANG Q4 BC PD	178	1,5	60,97	8	E	Péssimo
ANG Q1 CB PD	102	1,5	107,13	10	E	Péssimo
ANG Q2 CB PD	72	1,5	115,83	10	E	Péssimo
ANG Q3 CB PD	211	1,5	62,83	8	E	Péssimo
ANG Q4 CB PD	148	1,5	29,72	3	C	Regular
ANG Q5 CB PD	123	1,5	70,41	8	E	Péssimo
BOR Q1 CB PD	134	1,5	68,32	8	E	Péssimo
BOR Q2 CB PD	136	1,5	91,32	10	E	Péssimo
BOR Q3 CB PD	174	1,5	95,97	10	E	Péssimo
BOR Q4 CB PD	178	1,5	32,98	3	C	Regular
BOR Q5 CB PD	202	1,5	36,72	3	C	Regular
BOR Q6 CB PD	86	1,5	18,30	1	B	Bom
BOR Q7 CB PD	105	1,5	31,86	3	C	Regular
BOR Q1 BC PD	179	1,5	23,41	3	C	Regular
BOR Q2 BC PD	177	1,5	59,62	5	D	Ruim
BOR Q3 BC PD	163	1,5	93,85	10	E	Péssimo
BOR Q4 BC PD	85	1,5	38,32	3	C	Regular
BOR Q5 BC PD	72	1,5	116,72	10	E	Péssimo
BOR Q6 BC PD	60	1,5	35,67	3	C	Regular
BOR Q7 BC PD	63	1,5	66,49	8	E	Péssimo
BOR Q8 BC PD	64	1,5	15,50	1	B	Bom
BOR Q9 BC PD	76	1,5	24,05	3	C	Regular
BOR Q10 BC PD	76	1,5	13,53	1	B	Bom
BOR Q1 CB BC PS	134	1,5	26,91	3	C	Regular
BOR Q2 CB BC PS	142	1,5	30,77	3	C	Regular
BOR Q3 CB BC PS	113	1,5	81,45	8	E	Péssimo
BOR Q4 CB BC PS	171	1,5	102,83	10	E	Péssimo
BOR Q5 CB BC PS	129	1,5	81,52	8	E	Péssimo
BOR Q6 CB BC PS	141	1,5	53,54	5	D	Ruim
BOR Q7 CB BC PS	138	1,5	42,69	5	D	Ruim
DOR Q1 CB PD	133	1,5	98,65	10	E	Péssimo
DOR Q2 CB PD	237	1,5	27,00	3	C	Regular
DOR Q3 CB PD	105	1,5	36,36	3	C	Regular
DOR Q4 CB PD	114	1,5	27,54	3	C	Regular
DOR Q5 CB PD	253	1,5	41,96	5	D	Ruim
DOR Q6 CB PD	299	2,5	35,55	3	C	Regular
DOR Q7 CB PD	185	3,0	9,00	1	B	Bom
DOR Q1 BC PD	172	2,0	38,10	3	C	Regular
DOR Q2 BC PD	282	2,5	17,51	1	B	Bom
DOR Q3 BC PD	289	1,5	93,86	10	E	Péssimo
DOR Q4 BC PD	143	1,5	52,66	5	D	Ruim
DOR Q5 BC PD	295	1,5	37,91	3	C	Regular
DOR Q6 BC PD	145	1,5	66,09	8	E	Péssimo
DUQ Q1 CB PS	94	1,5	56,19	5	D	Ruim

Tabela 24 – Resultados do levantamento de defeitos do pavimento (continua)

SUBTRECHO		ICPF	IGGE	IES		
Código	Extensão (m)			Valor	Código	Conceito
DUQ Q2 CB PS	58	1,5	16,79	1	B	Bom
DUQ Q3 CB PS	39	1,5	64,78	8	E	Péssimo
DUQ Q4 CB PS	99	1,5	29,66	3	C	Regular
DUQ Q5 CB PS	134	1,5	56,38	5	D	Ruim
DUQ Q6 CB PS	203	1,5	31,32	3	C	Regular
DUQ Q7 CB PS	48	1,5	71,83	8	E	Péssimo
DUQ Q8 CB PS	119	1,5	51,95	5	D	Ruim
DUQ Q9 CB PS	117	1,5	32,50	3	C	Regular
DUQ Q10 CB PS	174	1,5	55,49	5	D	Ruim
DUQ Q1 CB BC PS	85	1,5	51,32	5	D	Ruim
DUQ Q2 CB BC PS	103	1,5	119,88	10	E	Péssimo
DUQ Q3 CB BC PS	109	1,5	61,86	8	E	Péssimo
DUQ Q4 CB BC PS	100	1,5	64,50	8	E	Péssimo
DUQ Q5 CB BC PS	112	1,5	86,07	8	E	Péssimo
DUQ Q6 CB BC PS	109	1,5	69,20	8	E	Péssimo
DUQ Q7 CB BC PS	133	1,5	85,13	8	E	Péssimo
DUQ Q8 CB BC PS	91	2,0	41,29	5	D	Ruim
EUC Q1 BC CB PS	69	1,5	75,46	8	E	Péssimo
EUC Q2 BC CB PS	65	1,5	110,69	10	E	Péssimo
EUC Q3 BC CB PS	31	1,5	105,77	10	E	Péssimo
EUC Q4 BC CB PS	22	1,5	129,41	10	E	Péssimo
EUC Q5 BC CB PS	61	1,5	68,57	8	E	Péssimo
EUC Q6 BC CB PS	101	1,5	92,11	10	E	Péssimo
EUC Q7 BC CB PS	125	1,5	57,90	5	D	Ruim
EUC Q8 BC CB PS	28	1,5	84,93	8	E	Péssimo
EUC Q9 BC CB PS	80	1,5	13,00	1	B	Bom
EUC Q10 BC CB PS	103	1,5	52,33	5	D	Ruim
EUC Q11 BC CB PS	46	1,5	68,22	8	E	Péssimo
EUC Q12 BC CB PS	67	1,5	49,32	5	D	Ruim
EUC Q13 BC CB PS	131	1,5	50,03	5	D	Ruim
EUC Q14 BC CB PS	92	1,5	11,70	1	B	Bom
HEL Q1 BC PD	62	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q2 BC PD	89	3,0	11,99	1	B	Bom
HEL Q3 BC PD	49	3,0	19,33	1	B	Bom
HEL Q4 BC PD	88	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q5 BC PD	106	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q6 BC PD	252	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q7 BC PD	184	3,0	6,80	1	B	Bom
HEL Q8 BC PD	122	3,0	16,11	1	B	Bom
HEL Q9 BC PD	156	3,0	13,26	1	B	Bom
HEL Q10 BC PD	150	3,0	18,17	1	B	Bom
HEL Q11 BC PD	63	3,0	26,20	3	C	Regular
HEL Q12 BC PD	91	3,0	54,66	4	C	Regular
HEL Q1 CB PD	197	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q2 CB PD	115	3,0	34,37	3	C	Regular
HEL Q3 CB PD	136	3,0	37,03	3	C	Regular
HEL Q4 CB PD	121	3,0	53,17	4	C	Regular

Tabela 24 – Resultados do levantamento de defeitos do pavimento (continua)

SUBTRECHO		ICPF	IGGE	IES		
Código	Extensão (m)			Valor	Código	Conceito
HEL Q5 CB PD	180	3,0	35,72	3	C	Regular
HEL Q6 CB PD	243	3,0	16,38	1	B	Bom
HEL Q7 CB PD	72	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q8 CB PD	46	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q9 CB PD	74	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q10 CB PD	78	3,0	13,26	1	B	Bom
HEL Q11 CB PD	52	3,5	3,00	1	B	Bom
HEL Q12 CB PD	98	3,0	11,16	1	B	Bom
JOA Q1 BC PD	134	4,5	0,00	0	A	Ótimo
JOA Q2 BC PD	110	4,5	0,00	0	A	Ótimo
JOA Q3 BC PD	210	3,0	3,00	1	B	Bom
JOA Q4 BC PD	234	1,5	55,59	5	D	Ruim
JOA Q5 BC PD	84	1,5	48,02	5	D	Ruim
JOA Q6 BC PD	201	1,5	70,34	8	E	Péssimo
JOA Q7 BC PD	100	1,5	54,50	5	D	Ruim
JOA Q8 BC PD	193	1,5	38,50	3	C	Regular
JOA Q1 CB PD	188	1,5	22,01	3	C	Regular
JOA Q2 CB PD	78	1,5	89,78	8	E	Péssimo
JOA Q3 CB PD	214	1,5	57,19	5	D	Ruim
JOA Q4 CB PD	80	1,5	68,50	8	E	Péssimo
JOA Q5 CB PD	227	1,5	44,67	5	D	Ruim
JOA Q6 CB PD	218	1,5	6,21	1	B	Bom
JOA Q7 CB PD	113	3,5	3,00	1	B	Bom
JOA Q8 CB PD	148	3,5	3,00	1	B	Bom
LIB Q1 BC CB PS	114	4,0	3,00	0	A	Ótimo
LIB Q2 BC CB PS	122	4,5	0,00	0	A	Ótimo
LIB Q1 BC PD	253	3,5	3,00	1	B	Bom
LIB Q2 BC PD	81	3,5	3,00	1	B	Bom
LIB Q3 BC PD	155	3,0	15,31	1	B	Bom
LIB Q4 BC PD	72	3,5	3,00	1	B	Bom
LIB Q5 BC PD	65	4,0	0,00	0	A	Ótimo
LIB Q6 BC PD	199	4,0	3,00	0	A	Ótimo
LIB Q7 BC PD	105	4,0	3,00	0	A	Ótimo
LIB Q1 CB PD	86	4,0	0,00	0	A	Ótimo
LIB Q2 CB PD	207	4,5	0,00	0	A	Ótimo
LIB Q3 CB PD	67	4,5	0,00	0	A	Ótimo
LIB Q4 CB PD	72	3,0	17,70	1	B	Bom
LIB Q5 CB PD	145	4,0	3,00	0	A	Ótimo
LIB Q6 CB PD	92	4,5	0,00	0	A	Ótimo
LIB Q7 CB PD	261	3,0	11,68	1	B	Bom
MED Q1 CB PD	112	3,0	3,00	1	B	Bom
MED Q2 CB PD	78	2,5	13,26	1	B	Bom
MED Q3 CB PD	135	3,0	24,69	3	C	Regular
MED Q4 CB PD	166	3,0	17,72	1	B	Bom
MED Q5 CB PD	144	3,0	3,00	1	B	Bom
MED Q6 CB PD	125	3,0	13,50	1	B	Bom
MED Q7 CB PD	244	3,0	14,74	1	B	Bom

Tabela 24 – Resultados do levantamento de defeitos do pavimento (continua)

SUBTRECHO		ICPF	IGGE	IES		
Código	Extensão (m)			Valor	Código	Conceito
MED Q8 CB PD	70	2,5	88,71	8	E	Péssimo
MED Q9 CB PD	98	3,0	80,72	7	D	Ruim
MED Q10 CB PD	222	3,0	13,81	1	B	Bom
MED Q11 CB PD	74	3,0	41,12	4	C	Regular
MED Q12 CB PD	105	3,0	34,74	3	C	Regular
MED Q13 CB PD	95	3,0	36,34	3	C	Regular
MED Q14 CB PD	249	3,0	32,35	3	C	Regular
MED Q15 CB PD	69	3,0	20,59	3	C	Regular
MED Q16 CB PD	75	3,0	30,33	3	C	Regular
MED Q17 CB PD	107	2,5	41,93	5	D	Ruim
MED Q1 BC PD	97	3,0	38,24	3	C	Regular
MED Q2 BC PD	141	3,0	19,50	1	B	Bom
MED Q3 BC PD	255	3,0	18,99	1	B	Bom
MED Q4 BC PD	169	3,0	7,14	1	B	Bom
MED Q5 BC PD	95	3,0	3,00	1	B	Bom
MED Q6 BC PD	217	2,5	20,06	3	C	Regular
MED Q7 BC PD	120	2,5	8,83	1	B	Bom
MED Q8 BC PD	60	3,0	3,00	1	B	Bom
MED Q9 BC PD	270	2,5	14,19	1	B	Bom
MED Q10 BC PD	193	3,0	23,13	3	C	Regular
MED Q11 BC PD	198	3,0	31,62	3	C	Regular
MED Q12 BC PD	136	3,0	31,26	3	C	Regular
MED Q13 BC PD	217	3,0	30,56	3	C	Regular
PRE Q1 CB PD	140	1,5	63,50	8	E	Péssimo
PRE Q2 CB PD	163	1,5	23,32	3	C	Regular
PRE Q3 CB PD	170	1,5	17,62	1	B	Bom
PRE Q4 CB PD	161	1,5	49,31	5	D	Ruim
PRE Q5 CB PD	214	1,5	38,19	3	C	Regular
PRE Q6 CB PD	153	1,5	97,32	10	E	Péssimo
PRE Q7 CB PD	204	1,5	73,79	8	E	Péssimo
PRE Q8 CB PD	146	1,5	120,69	10	E	Péssimo
PRE Q9 CB PD	120	1,5	121,83	10	E	Péssimo
PRE Q10 CB PD	158	1,5	108,12	10	E	Péssimo
PRE Q11 CB PD	141	1,5	116,51	10	E	Péssimo
PRE Q12 CB PD	140	1,5	95,64	10	E	Péssimo
PRE Q1 BC PD	126	1,5	109,93	10	E	Péssimo
PRE Q2 BC PD	176	1,5	89,64	8	E	Péssimo
PRE Q3 BC PD	136	1,5	37,15	3	C	Regular
PRE Q4 BC PD	117	1,5	72,69	8	E	Péssimo
PRE Q5 BC PD	138	1,5	73,28	8	E	Péssimo
PRE Q6 BC PD	95	1,5	38,76	3	C	Regular
PRE Q7 BC PD	117	1,5	64,78	8	E	Péssimo
PRE Q8 BC PD	132	1,5	49,80	5	D	Ruim
PRE Q9 BC PD	83	1,5	38,78	3	C	Regular
PRE Q10 BC PD	143	1,5	47,47	5	D	Ruim
PRE Q11 BC PD	162	1,5	23,82	3	C	Regular
PRE Q12 BC PD	170	1,5	33,62	3	C	Regular

Tabela 24 – Resultados do levantamento de defeitos do pavimento (fim)

SUBTRECHO		ICPF	IGGE	IES		
Código	Extensão (m)			Valor	Código	Conceito
PRE Q13 BC PD	159	1,5	39,63	3	C	Regular
PRE Q14 BC PD	156	1,5	70,78	8	E	Péssimo
WAL Q1 CB PD	107	1,5	154,00	10	E	Péssimo
WAL Q2 CB PD	120	1,5	115,83	10	E	Péssimo
WAL Q3 CB PD	115	1,5	128,15	10	E	Péssimo
WAL Q4 CB PD	225	1,5	85,83	8	E	Péssimo
WAL Q5 CB PD	183	1,5	103,54	10	E	Péssimo
WAL Q6 CB PD	273	1,5	76,60	8	E	Péssimo
WAL Q7 CB PD	86	2,0	41,41	5	D	Ruim
WAL Q8 CB PD	90	1,5	176,94	10	E	Péssimo
WAL Q1 BC PD	80	1,5	145,00	10	E	Péssimo
WAL Q2 BC PD	86	1,5	189,66	10	E	Péssimo
WAL Q3 BC PD	273	1,5	97,11	10	E	Péssimo
WAL Q4 BC PD	183	1,5	103,54	10	E	Péssimo
WAL Q5 BC PD	225	2,0	56,28	5	D	Ruim
WAL Q6 BC PD	116	2,0	107,47	10	E	Péssimo
WAL Q7 BC PD	121	1,5	96,14	10	E	Péssimo
WAL Q8 BC PD	115	1,5	136,85	10	E	Péssimo

Fonte: Autor.

4.1.2.2 Levantamento de irregularidade do pavimento

Os resultados do levantamento de irregularidade do pavimento, utilizando o perfilômetro inercial laser, podem ser vistos na Tabela 25.

Convém lembrar que nas vias de pista dupla, as leituras de IRI (*International Roughness Index*) e ATR (Afundamento de Trilha de Roda) foram feitas apenas na faixa de rolamento da direita (faixa mais carregada) de cada pista. Nas vias de pista simples com um sentido de circulação, as leituras de IRI e ATR também foram feitas na faixa de rolamento da direita. Já nas vias de pista simples com dois sentidos de circulação, as leituras de IRI e ATR foram feitas nas duas faixas de rolamento, ou seja, tanto em um sentido quanto no outro.

O IRI dos 206 subtrechos variou de 1,88 (subtrecho LIB Q5 BC PD) a 12,09 m/km (subtrecho BOR Q4 CB PD), sendo: 88 subtrechos (ou aproximadamente 43 %) com conceito péssimo, 53 subtrechos (ou aproximadamente 26 %) com conceito mau, 35 subtrechos (ou aproximadamente 17 %) com conceito regular e 30 subtrechos (ou aproximadamente 15 %) com conceito bom.

Para pavimentos rodoviários deteriorados, a faixa de variação do IRI considerada normal de 4 a 11 m/km (DNIT, 2011). Porém, nesta pesquisa, foram encontrados valores de IRI um pouco acima de 11 m/km. Isso ocorreu pois este trabalho envolve pavimentos urbanos, onde as intervenções (serviços de tapa-buracos/remendos, reparos em redes de água/esgoto e ligações de ramais de água), muitas vezes, não são executadas da forma mais correta, o que, de certa forma, acaba contribuindo para um aumento na irregularidade nesses pavimentos, refletindo-se em maiores de IRI.

O ATR dos 206 subtrechos variou de 0,59 a 9,16 mm. Para pavimentos rodoviários, o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), em seus Contratos de Restauração e Manutenção (CREMA) 2ª Etapa, não admite, a partir da recuperação da pista, ATR maiores que 10 mm. Portanto, nos 206 subtrechos avaliados, o ATR ficou abaixo do limite estipulado pelo DNIT.

Tabela 25 – Resultados do levantamento de irregularidade do pavimento (início)

Código do Subtrecho	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)
ANG Q1 BC PD	8,75	Péssimo	3,87
ANG Q2 BC PD	4,15	Mau	2,65
ANG Q3 BC PD	5,57	Péssimo	2,91
ANG Q4 BC PD	4,12	Mau	3,52
ANG Q1 CB PD	5,33	Mau	2,52
ANG Q2 CB PD	5,77	Péssimo	2,93
ANG Q3 CB PD	3,99	Regular	2,45
ANG Q4 CB PD	4,09	Mau	2,29
ANG Q5 CB PD	2,99	Bom	2,00
BOR Q1 CB PD	5,66	Péssimo	2,99
BOR Q2 CB PD	3,30	Regular	2,61
BOR Q3 CB PD	9,07	Péssimo	5,24
BOR Q4 CB PD	12,09	Péssimo	6,77
BOR Q5 CB PD	2,90	Bom	2,16
BOR Q6 CB PD	5,44	Mau	3,85
BOR Q7 CB PD	8,76	Péssimo	4,34
BOR Q1 BC PD	5,39	Mau	1,62
BOR Q2 BC PD	10,03	Péssimo	3,94
BOR Q3 BC PD	7,13	Péssimo	3,15
BOR Q4 BC PD	6,98	Péssimo	3,56
BOR Q5 BC PD	7,50	Péssimo	3,99
BOR Q6 BC PD	6,88	Péssimo	3,61
BOR Q7 BC PD	3,40	Regular	1,96
BOR Q8 BC PD	4,39	Mau	2,34
BOR Q9 BC PD	5,20	Mau	2,66
BOR Q10 BC PD	4,33	Mau	3,66
BOR Q1 CB PS	7,83	Péssimo	4,52

Tabela 25 – Resultados do levantamento de irregularidade do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)
BOR Q2 CB PS	8,16	Péssimo	4,73
BOR Q3 CB PS	9,61	Péssimo	7,86
BOR Q4 CB PS	7,50	Péssimo	6,03
BOR Q5 CB PS	7,86	Péssimo	3,95
BOR Q6 CB PS	8,04	Péssimo	2,78
BOR Q7 CB PS	8,28	Péssimo	5,20
BOR Q1 BC PS	5,99	Péssimo	4,50
BOR Q2 BC PS	8,11	Péssimo	4,17
BOR Q3 BC PS	6,08	Péssimo	2,28
BOR Q4 BC PS	4,05	Mau	3,39
BOR Q5 BC PS	3,73	Regular	1,67
BOR Q6 BC PS	4,91	Mau	1,99
BOR Q7 BC PS	6,91	Péssimo	2,31
DOR Q1 CB PD	6,30	Péssimo	3,28
DOR Q2 CB PD	5,32	Mau	2,17
DOR Q3 CB PD	4,59	Mau	2,49
DOR Q4 CB PD	6,61	Péssimo	2,89
DOR Q5 CB PD	6,33	Péssimo	3,71
DOR Q6 CB PD	4,48	Mau	4,09
DOR Q7 CB PD	3,89	Regular	2,46
DOR Q1 BC PD	5,66	Péssimo	2,81
DOR Q2 BC PD	6,46	Péssimo	4,13
DOR Q3 BC PD	8,75	Péssimo	4,20
DOR Q4 BC PD	8,06	Péssimo	4,72
DOR Q5 BC PD	6,23	Péssimo	3,52
DOR Q6 BC PD	7,91	Péssimo	3,84
DUQ Q1 CB PS	3,96	Regular	1,68
DUQ Q2 CB PS	5,76	Péssimo	2,14
DUQ Q3 CB PS	5,90	Péssimo	3,63
DUQ Q4 CB PS	5,10	Mau	2,76
DUQ Q5 CB PS	3,64	Regular	2,09
DUQ Q6 CB PS	3,45	Regular	2,50
DUQ Q7 CB PS	3,96	Regular	1,77
DUQ Q8 CB PS	4,70	Mau	2,57
DUQ Q9 CB PS	4,24	Mau	2,91
DUQ Q10 CB PS	6,44	Péssimo	3,26
DUQ Q1 CB PS	2,53	Bom	1,08
DUQ Q2 CB PS	7,50	Péssimo	4,69
DUQ Q3 CB PS	8,52	Péssimo	3,43
DUQ Q4 CB PS	7,74	Péssimo	3,88
DUQ Q5 CB PS	7,02	Péssimo	4,13
DUQ Q6 CB PS	5,47	Mau	2,88
DUQ Q7 CB PS	6,79	Péssimo	3,82
DUQ Q8 CB PS	7,22	Péssimo	3,87
DUQ Q1 BC PS	2,56	Bom	1,13
DUQ Q2 BC PS	7,90	Péssimo	4,74
DUQ Q3 BC PS	9,01	Péssimo	3,53
DUQ Q4 BC PS	9,90	Péssimo	5,36
DUQ Q5 BC PS	9,13	Péssimo	5,37

Tabela 25 – Resultados do levantamento de irregularidade do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)
DUQ Q6 BC PS	8,35	Péssimo	3,59
DUQ Q7 BC PS	12,05	Péssimo	7,58
DUQ Q8 BC PS	7,42	Péssimo	4,39
EUC Q1 BC PS	4,98	Mau	1,78
EUC Q2 BC PS	5,84	Péssimo	4,16
EUC Q3 BC PS	7,32	Péssimo	3,33
EUC Q4 BC PS	5,71	Péssimo	5,43
EUC Q5 BC PS	6,44	Péssimo	3,43
EUC Q6 BC PS	6,87	Péssimo	3,31
EUC Q7 BC PS	11,51	Péssimo	4,09
EUC Q8 BC PS	4,80	Mau	3,20
EUC Q9 BC PS	7,09	Péssimo	5,31
EUC Q10 BC PS	8,68	Péssimo	5,01
EUC Q11 BC PS	5,95	Péssimo	3,28
EUC Q12 BC PS	5,85	Péssimo	3,51
EUC Q13 BC PS	6,83	Péssimo	5,45
EUC Q14 BC PS	6,82	Péssimo	3,27
EUC Q1 CB PS	4,28	Mau	1,64
EUC Q2 CB PS	4,20	Mau	2,00
EUC Q3 CB PS	5,31	Mau	3,30
EUC Q4 CB PS	3,55	Regular	3,65
EUC Q5 CB PS	6,23	Péssimo	2,54
EUC Q6 CB PS	6,24	Péssimo	2,65
EUC Q7 CB PS	5,50	Péssimo	2,33
EUC Q8 CB PS	4,75	Mau	3,04
EUC Q9 CB PS	6,35	Péssimo	3,83
EUC Q10 CB PS	4,70	Mau	3,08
EUC Q11 CB PS	5,53	Péssimo	3,19
EUC Q12 CB PS	5,12	Mau	3,34
EUC Q13 CB PS	6,80	Péssimo	2,45
EUC Q14 CB PS	5,94	Péssimo	3,14
HEL Q1 BC PD	3,56	Regular	1,47
HEL Q2 BC PD	5,13	Mau	1,68
HEL Q3 BC PD	2,20	Bom	1,48
HEL Q4 BC PD	2,34	Bom	1,66
HEL Q5 BC PD	2,61	Bom	1,67
HEL Q6 BC PD	3,19	Regular	2,19
HEL Q7 BC PD	2,70	Bom	3,13
HEL Q8 BC PD	2,63	Bom	2,07
HEL Q9 BC PD	2,28	Bom	2,11
HEL Q10 BC PD	2,38	Bom	2,44
HEL Q11 BC PD	3,51	Regular	1,22
HEL Q12 BC PD	3,16	Regular	1,61
HEL Q1 CB PD	3,75	Regular	5,25
HEL Q2 CB PD	3,77	Regular	3,33
HEL Q3 CB PD	4,13	Mau	3,73
HEL Q4 CB PD	3,54	Regular	2,22
HEL Q5 CB PD	4,03	Mau	2,92
HEL Q6 CB PD	4,29	Mau	2,94

Tabela 25 – Resultados do levantamento de irregularidade do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)
HEL Q7 CB PD	4,39	Mau	4,13
HEL Q8 CB PD	3,01	Regular	6,50
HEL Q9 CB PD	2,20	Bom	2,31
HEL Q10 CB PD	3,14	Regular	3,63
HEL Q11 CB PD	2,69	Bom	4,42
HEL Q12 CB PD	4,24	Mau	2,64
JOA Q1 BC PD	3,01	Regular	1,80
JOA Q2 BC PD	3,69	Regular	3,28
JOA Q3 BC PD	5,04	Mau	2,53
JOA Q4 BC PD	4,22	Mau	4,87
JOA Q5 BC PD	5,38	Mau	5,49
JOA Q6 BC PD	5,15	Mau	6,30
JOA Q7 BC PD	7,05	Péssimo	6,97
JOA Q8 BC PD	2,98	Bom	1,69
JOA Q1 CB PD	7,56	Péssimo	3,58
JOA Q2 CB PD	5,20	Mau	5,19
JOA Q3 CB PD	5,86	Péssimo	5,44
JOA Q4 CB PD	6,09	Péssimo	4,34
JOA Q5 CB PD	4,86	Mau	4,99
JOA Q6 CB PD	4,34	Mau	3,23
JOA Q7 CB PD	2,50	Bom	3,58
JOA Q8 CB PD	3,58	Regular	3,88
LIB Q1 BC PS	2,42	Bom	1,06
LIB Q2 BC PS	2,39	Bom	1,38
LIB Q1 CB PS	4,27	Mau	1,95
LIB Q2 CB PS	4,42	Mau	1,43
LIB Q1 BC PD	2,28	Bom	1,07
LIB Q2 BC PD	2,42	Bom	0,59
LIB Q3 BC PD	4,95	Mau	1,68
LIB Q4 BC PD	2,38	Bom	1,10
LIB Q5 BC PD	1,88	Bom	1,15
LIB Q6 BC PD	3,74	Regular	2,41
LIB Q7 BC PD	2,50	Bom	0,77
LIB Q1 CB PD	2,53	Bom	1,24
LIB Q2 CB PD	4,33	Mau	1,17
LIB Q3 CB PD	2,41	Bom	1,01
LIB Q4 CB PD	2,62	Bom	1,06
LIB Q5 CB PD	3,44	Regular	1,39
LIB Q6 CB PD	2,69	Bom	1,16
LIB Q7 CB PD	3,45	Regular	4,38
MED Q1 CB PD	2,28	Bom	1,80
MED Q2 CB PD	2,77	Bom	2,29
MED Q3 CB PD	2,60	Bom	2,22
MED Q4 CB PD	2,41	Bom	2,01
MED Q5 CB PD	3,70	Regular	1,25
MED Q6 CB PD	3,24	Regular	1,60
MED Q7 CB PD	2,17	Bom	0,93
MED Q8 CB PD	2,75	Bom	2,32
MED Q9 CB PD	5,91	Péssimo	3,58

Tabela 25 – Resultados do levantamento de irregularidade do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)
MED Q10 CB PD	3,39	Regular	1,33
MED Q11 CB PD	6,31	Péssimo	3,45
MED Q12 CB PD	5,40	Mau	4,32
MED Q13 CB PD	3,90	Regular	7,14
MED Q14 CB PD	6,77	Péssimo	5,98
MED Q15 CB PD	4,46	Mau	5,49
MED Q16 CB PD	7,28	Péssimo	7,37
MED Q17 CB PD	5,24	Mau	4,66
MED Q1 BC PD	9,27	Péssimo	3,95
MED Q2 BC PD	6,98	Péssimo	3,65
MED Q3 BC PD	5,83	Péssimo	4,33
MED Q4 BC PD	2,89	Bom	2,03
MED Q5 BC PD	4,43	Mau	2,17
MED Q6 BC PD	3,65	Regular	1,73
MED Q7 BC PD	3,73	Regular	1,97
MED Q8 BC PD	3,33	Regular	1,52
MED Q9 BC PD	3,23	Regular	2,18
MED Q10 BC PD	3,69	Regular	2,51
MED Q11 BC PD	6,19	Péssimo	3,65
MED Q12 BC PD	4,60	Mau	3,69
MED Q13 BC PD	4,43	Mau	3,66
PRE Q1 CB PD	5,08	Mau	4,29
PRE Q2 CB PD	4,02	Mau	2,10
PRE Q3 CB PD	3,55	Regular	1,68
PRE Q4 CB PD	4,59	Mau	8,36
PRE Q5 CB PD	4,85	Mau	4,83
PRE Q6 CB PD	7,21	Péssimo	5,21
PRE Q7 CB PD	9,00	Péssimo	6,63
PRE Q8 CB PD	7,13	Péssimo	4,38
PRE Q9 CB PD	6,97	Péssimo	6,08
PRE Q10 CB PD	7,04	Péssimo	4,51
PRE Q11 CB PD	10,55	Péssimo	5,62
PRE Q12 CB PD	6,85	Péssimo	4,78
PRE Q1 BC PD	5,31	Mau	4,23
PRE Q2 BC PD	5,97	Péssimo	2,86
PRE Q3 BC PD	4,04	Mau	3,40
PRE Q4 BC PD	7,44	Péssimo	9,16
PRE Q5 BC PD	8,84	Péssimo	6,00
PRE Q6 BC PD	4,65	Mau	3,90
PRE Q7 BC PD	4,19	Mau	3,99
PRE Q8 BC PD	5,19	Mau	3,90
PRE Q9 BC PD	5,99	Péssimo	3,84
PRE Q10 BC PD	3,01	Regular	3,00
PRE Q11 BC PD	4,14	Mau	3,15
PRE Q12 BC PD	5,08	Mau	2,54
PRE Q13 BC PD	5,23	Mau	3,89
PRE Q14 BC PD	6,68	Péssimo	4,84
WAL Q1 CB PD	8,48	Péssimo	4,19
WAL Q2 CB PD	8,23	Péssimo	5,13

Tabela 25 – Resultados do levantamento de irregularidade do pavimento (fim)

Código do Subtrecho	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)
WAL Q3 CB PD	8,21	Péssimo	4,56
WAL Q4 CB PD	6,86	Péssimo	4,05
WAL Q5 CB PD	6,47	Péssimo	3,24
WAL Q6 CB PD	6,98	Péssimo	3,74
WAL Q7 CB PD	4,20	Mau	1,17
WAL Q8 CB PD	3,93	Regular	2,69
WAL Q1 BC PD	8,89	Péssimo	6,54
WAL Q2 BC PD	8,97	Péssimo	4,80
WAL Q3 BC PD	9,86	Péssimo	5,39
WAL Q4 BC PD	9,63	Péssimo	3,68
WAL Q5 BC PD	7,00	Péssimo	3,24
WAL Q6 BC PD	5,92	Péssimo	2,41
WAL Q7 BC PD	6,01	Péssimo	3,50
WAL Q8 BC PD	6,55	Péssimo	5,83

Fonte: Autor.

4.1.3 Levantamento de parâmetros estruturais do pavimento

Os resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento, utilizando a viga Benkelman, podem ser visualizados na Tabela 26.

Cabe lembrar que as leituras de D_0 (deflexão máxima ou deflexão medida a 0 centímetros do ponto de aplicação da carga) e D_{25} (deflexão medida a 25 centímetros do ponto de aplicação da carga), com a viga Benkelman, foram feitas por quadra (ou no mínimo a cada 100 metros) nos 206 subtrechos. Após calcular D_0 e D_{25} , foi feita a correção desses valores, em função da superfície do revestimento asfáltico no momento do ensaio (T). Como não foi realizada prospecção dos pavimentos, para que se conseguisse corrigir as deflexões em função da temperatura do revestimento asfáltico, foi adotado, para todos os subtrechos, uma espessura de revestimento asfáltico (h_{ca}) igual a 6 cm.

Os valores de D_0 corrigida (deflexão máxima corrigida) dos 206 subtrechos variaram de 27,42 (subtrecho EUC Q6 BC CB PS) a 102,91 (subtrecho ANG Q1 CB PD) centésimos de milímetro (10^{-2} mm), sendo: 3 subtrechos (ou aproximadamente 1 %) com valores menores que 30×10^{-2} mm, 2 subtrechos (ou aproximadamente 1 %) com valores entre 30 e 40×10^{-2} mm, 32 subtrechos (ou aproximadamente 16 %) com valores entre 40 e 50×10^{-2} mm, 31 subtrechos (ou aproximadamente 15 %) com valores entre 50 e 60×10^{-2} mm, 41 subtrechos (ou aproximadamente 20 %) com

valores entre 60 e 70 x 10⁻² mm, 36 subtrechos (ou aproximadamente 17 %) com valores entre 70 e 80 x 10⁻² mm, 30 subtrechos (ou aproximadamente 15 %) com valores entre 80 e 90 x 10⁻² mm, 27 subtrechos (ou aproximadamente 13 %) com valores entre 90 e 100 x 10⁻² mm e 4 subtrechos (ou aproximadamente 2 %) com valores maiores que 100 x 10⁻² mm.

Os valores de D_{25} corrigida dos 206 subtrechos variaram de 11,39 (subtrecho LIB Q4 BC PD) a 87,04 (subtrecho LIB Q3 CB PD) centésimos de milímetro.

Conforme Bernucci et al. (2010), a ordem de grandeza das deflexões dos pavimentos asfálticos varia muito com as características da estrutura, o tipo de revestimento, o nível de trincamento, as condições climáticas, entre outros fatores. O mesmo autor revela ainda que, como valor típico, pode-se indicar de 30 a 50 centésimos de milímetro (10⁻² mm) para um pavimento com revestimento de concreto asfáltico e base granular em boa condição estrutural, e da ordem de 80 x 10⁻² mm para um pavimento com revestimento de tratamento superficial.

Nesta pesquisa, apenas 17 % dos valores de D_0 corrigida corresponderam ao intervalo típico (de 30 a 50 x 10⁻² mm), para concreto asfáltico, mencionado por Bernucci et al. (2010).

Os valores de RC (raio de curvatura) dos 206 subtrechos variaram de 54,13 (subtrecho ANG Q4 CB PD) a 785,94 (subtrecho PRE Q9 BC PD) metros, sendo: 48 subtrechos (ou aproximadamente 23 %) com valores menores que 100 metros e 158 (ou aproximadamente 77 %) com valores maiores que 100 metros.

Segundo a norma DNER-PRO 011/79 (procedimento B), valores de RC menores que 100 metros podem indicar a existência de algum problema estrutural no pavimento.

Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (início)

Código do Subtrecho	T_{ar} (°C)	U_{ar} (%)	h_{rev} (cm)	T (°C)	D₀ medida (10⁻² mm)	D₂₅ medida (10⁻² mm)	D₀ corrigida (10⁻² mm)	D₂₅ corrigida (10⁻² mm)	RC (m)
ANG Q1 BC PD	22,40	58,00	6,00	11,00	60,00	32,00	65,50	34,93	102,23
ANG Q2 BC PD	20,70	62,00	6,00	11,00	80,00	38,00	87,34	41,48	68,15
ANG Q3 BC PD	20,10	63,00	6,00	17,00	78,00	46,00	81,93	48,32	92,97
ANG Q4 BC PD	23,00	57,00	6,00	26,00	82,00	44,00	81,51	43,74	82,73
ANG Q1 CB PD	25,10	54,00	6,00	30,00	106,00	64,00	102,91	62,14	76,64
ANG Q2 CB PD	24,10	53,00	6,00	22,00	98,00	60,00	99,80	61,10	80,76
ANG Q3 CB PD	23,40	54,50	6,00	20,00	80,00	52,00	82,47	53,61	108,26
ANG Q4 CB PD	23,80	55,00	6,00	20,00	90,00	34,00	92,78	35,05	54,13
ANG Q5 CB PD	24,75	53,50	6,00	20,00	72,00	44,00	74,23	45,36	108,26
BOR Q1 CB PD	15,10	73,00	6,00	12,50	88,00	54,00	95,14	58,38	85,02
BOR Q2 CB PD	15,10	73,00	6,00	10,00	62,00	42,00	68,13	46,15	142,19
BOR Q3 CB PD	18,45	63,00	6,00	13,00	57,00	42,00	61,42	45,26	193,33
BOR Q4 CB PD	19,20	62,00	6,00	12,00	73,00	59,00	79,18	63,99	205,80
BOR Q5 CB PD	16,60	71,00	6,00	11,50	63,00	49,00	68,55	53,32	205,13
BOR Q6 CB PD	16,60	71,00	6,00	13,00	42,00	26,00	45,26	28,02	181,25
BOR Q7 CB PD	16,60	71,00	6,00	14,00	82,00	56,00	87,79	59,96	112,26
BOR Q1 BC PD	22,50	53,00	6,00	18,50	64,00	40,00	66,60	41,62	125,13
BOR Q2 BC PD	22,50	52,00	6,00	21,50	72,00	46,00	73,54	46,99	117,67
BOR Q3 BC PD	23,90	51,00	6,00	22,50	58,00	34,00	58,88	34,52	128,26
BOR Q4 BC PD	21,80	53,00	6,00	15,00	52,00	46,00	55,32	48,94	489,58
BOR Q5 BC PD	21,60	54,00	6,00	18,50	56,00	42,00	58,27	43,70	214,51
BOR Q6 BC PD	21,40	56,00	6,00	22,00	60,00	38,00	61,10	38,70	139,49
BOR Q7 BC PD	22,10	54,00	6,00	20,50	72,00	46,00	74,00	47,28	116,95
BOR Q8 BC PD	22,90	52,00	6,00	19,00	86,00	54,00	89,21	56,02	94,14
BOR Q9 BC PD	22,90	53,00	6,00	19,00	76,00	48,00	78,84	49,79	107,59
BOR Q10 BC PD	23,40	53,00	6,00	16,00	54,00	24,00	57,08	25,37	98,54
BOR Q1 CB BC PS	22,30	63,00	6,00	18,00	86,00	48,00	89,77	50,10	78,78
BOR Q2 CB BC PS	21,50	61,00	6,00	14,00	42,00	36,00	44,97	38,54	486,46
BOR Q3 CB BC PS	21,40	59,00	6,00	13,50	82,00	64,00	88,08	68,74	161,63
BOR Q4 CB BC PS	19,50	67,00	6,00	17,00	86,00	72,00	90,34	75,63	212,50

Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	T_{ar} (°C)	U_{ar} (%)	h_{rev} (cm)	T (°C)	D₀ medida (10⁻² mm)	D₂₅ medida (10⁻² mm)	D₀ corrigida (10⁻² mm)	D₂₅ corrigida (10⁻² mm)	RC (m)
BOR Q5 CB BC PS	17,00	61,00	6,00	13,00	42,00	36,00	45,26	38,79	483,33
BOR Q6 CB BC PS	16,90	65,00	6,00	15,00	60,00	42,00	63,83	44,68	163,19
BOR Q7 CB BC PS	16,90	68,00	6,00	15,00	68,00	52,00	72,34	55,32	183,59
DOR Q1 CB PD	23,40	29,00	6,00	22,00	62,00	46,00	63,14	46,84	191,80
DOR Q2 CB PD	21,60	30,00	6,00	24,30	56,00	40,00	56,24	40,17	194,49
DOR Q3 CB PD	21,10	31,00	6,00	27,00	96,00	64,00	94,86	63,24	98,83
DOR Q4 CB PD	21,30	32,00	6,00	26,00	100,00	86,00	99,40	85,49	224,55
DOR Q5 CB PD	19,70	33,00	6,00	23,00	40,00	28,00	40,49	28,34	257,29
DOR Q6 CB PD	19,20	34,00	6,00	29,70	60,00	50,00	58,35	48,63	321,31
DOR Q7 CB PD	20,50	34,00	6,00	34,50	32,00	24,00	30,27	22,71	412,89
DOR Q1 BC PD	19,50	36,00	6,00	23,70	82,00	67,00	82,64	67,53	206,71
DOR Q2 BC PD	18,70	40,00	6,00	21,70	62,67	48,00	63,93	48,97	208,85
DOR Q3 BC PD	19,00	39,00	6,00	18,50	78,67	52,67	81,86	54,80	115,50
DOR Q4 BC PD	18,20	41,00	6,00	17,00	46,00	40,00	48,32	42,02	495,83
DOR Q5 BC PD	28,30	35,00	6,00	33,00	77,33	48,67	73,79	46,44	114,24
DOR Q6 BC PD	28,50	32,00	6,00	26,00	81,00	53,00	80,52	52,68	112,28
DUQ Q1 CB PS	12,10	55,00	6,00	9,00	46,00	30,00	50,88	33,19	176,56
DUQ Q2 CB PS	11,40	59,00	6,00	7,00	48,00	30,00	53,81	33,63	154,86
DUQ Q3 CB PS	11,00	60,00	6,00	6,00	40,00	32,00	45,15	36,12	346,09
DUQ Q4 CB PS	11,20	59,50	6,00	6,50	44,00	31,00	49,49	34,87	213,70
DUQ Q5 CB PS	10,65	64,00	6,00	7,75	60,00	44,00	66,93	49,08	175,10
DUQ Q6 CB PS	13,95	57,00	6,00	14,75	63,00	41,00	67,13	43,69	133,31
DUQ Q7 CB PS	14,60	57,00	6,00	11,50	44,00	23,00	47,88	25,03	136,76
DUQ Q8 CB PS	15,20	56,50	6,00	11,75	51,00	29,00	55,40	31,50	130,75
DUQ Q9 CB PS	17,60	49,00	6,00	16,00	86,00	56,00	90,91	59,20	98,54
DUQ Q10 CB PS	12,40	61,00	6,00	8,00	84,00	44,00	93,54	49,00	70,16
DUQ Q1 CB BC PS	16,10	52,00	6,00	18,50	80,00	36,00	83,25	37,46	68,25
DUQ Q2 CB BC PS	14,10	54,00	6,00	4,50	70,00	32,00	79,82	36,49	72,12
DUQ Q3 CB BC PS	14,80	53,00	6,00	18,50	82,00	40,00	85,33	41,62	71,50
DUQ Q4 CB BC PS	14,80	56,00	6,00	5,00	52,00	32,00	59,09	36,36	137,50

Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	T_{ar} (°C)	U_{ar} (%)	h_{rev} (cm)	T (°C)	D₀ medida (10⁻² mm)	D₂₅ medida (10⁻² mm)	D₀ corrigida (10⁻² mm)	D₂₅ corrigida (10⁻² mm)	RC (m)
DUQ Q5 CB BC PS	16,60	51,00	6,00	10,00	58,00	40,00	63,74	43,96	157,99
DUQ Q6 CB BC PS	14,90	54,50	6,00	8,50	64,00	37,00	71,03	41,07	104,28
DUQ Q7 CB BC PS	15,20	54,50	6,00	9,00	61,00	37,00	67,48	40,93	117,71
DUQ Q8 CB BC PS	15,10	54,00	6,00	11,00	76,00	50,00	82,97	54,59	110,10
EUC Q1 BC CB PS	27,60	44,00	6,00	26,00	70,00	44,00	69,58	43,74	120,91
EUC Q2 BC CB PS	26,80	54,00	6,00	24,00	72,00	44,00	72,43	44,27	110,94
EUC Q3 BC CB PS	27,30	51,00	6,00	29,80	52,00	32,00	50,54	31,10	160,75
EUC Q4 BC CB PS	27,90	48,00	6,00	35,50	30,00	18,00	28,22	16,93	276,82
EUC Q5 BC CB PS	27,30	51,00	6,00	32,00	30,00	18,00	28,79	17,27	271,35
EUC Q6 BC CB PS	26,70	55,00	6,00	28,50	28,00	20,00	27,42	19,59	398,83
EUC Q7 BC CB PS	28,20	46,00	6,00	29,00	102,00	72,00	99,61	70,31	106,67
EUC Q8 BC CB PS	27,60	50,00	6,00	27,00	86,00	64,00	84,98	63,24	143,75
EUC Q9 BC CB PS	27,10	54,00	6,00	25,00	68,00	56,00	68,00	56,00	260,42
EUC Q10 BC CB PS	27,30	51,00	6,00	25,00	54,00	32,00	54,00	32,00	142,05
EUC Q11 BC CB PS	26,80	55,00	6,00	34,00	102,00	74,00	96,77	70,21	117,63
EUC Q12 BC CB PS	26,70	54,00	6,00	31,00	74,00	40,00	71,43	38,61	95,22
EUC Q13 BC CB PS	26,50	54,00	6,00	30,00	88,00	52,00	85,44	50,49	89,41
EUC Q14 BC CB PS	26,30	55,00	6,00	29,00	104,00	66,00	101,56	64,45	84,21
HEL Q1 BC PD	24,80	56,00	6,00	23,00	48,00	40,00	48,58	40,49	385,94
HEL Q2 BC PD	25,60	54,00	6,00	27,00	50,00	42,00	49,41	41,50	395,31
HEL Q3 BC PD	25,90	53,00	6,00	25,50	54,00	32,00	53,84	31,90	142,47
HEL Q4 BC PD	26,60	48,00	6,00	24,00	60,00	30,00	60,36	30,18	103,54
HEL Q5 BC PD	27,90	44,00	6,00	24,00	66,00	38,00	66,40	38,23	110,94
HEL Q6 BC PD	28,20	45,00	6,00	26,00	62,00	44,00	61,63	43,74	174,65
HEL Q7 BC PD	28,30	46,00	6,00	25,00	62,00	30,00	62,00	30,00	97,66
HEL Q8 BC PD	28,60	45,00	6,00	26,00	50,00	26,00	49,70	25,84	130,99
HEL Q9 BC PD	28,90	45,00	6,00	30,00	56,00	28,00	54,37	27,18	114,96
HEL Q10 BC PD	29,20	44,00	6,00	26,50	54,00	22,00	53,52	21,80	98,54
HEL Q11 BC PD	29,30	43,00	6,00	26,00	48,00	30,00	47,71	29,82	174,65
HEL Q12 BC PD	29,40	43,00	6,00	26,00	50,00	24,00	49,70	23,86	120,91

Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	T_{ar} (°C)	U_{ar} (%)	h_{rev} (cm)	T (°C)	D₀ medida (10⁻² mm)	D₂₅ medida (10⁻² mm)	D₀ corrigida (10⁻² mm)	D₂₅ corrigida (10⁻² mm)	RC (m)
HEL Q1 CB PD	29,50	43,00	6,00	26,00	62,00	34,00	61,63	33,80	112,28
HEL Q2 CB PD	29,80	42,00	6,00	23,00	50,00	22,00	50,61	22,27	110,27
HEL Q3 CB PD	30,50	42,00	6,00	26,50	60,00	22,00	59,46	21,80	82,98
HEL Q4 CB PD	30,40	41,00	6,00	25,00	68,00	30,00	68,00	30,00	82,24
HEL Q5 CB PD	30,40	44,00	6,00	27,50	76,00	34,00	74,88	33,50	75,52
HEL Q6 CB PD	30,00	42,00	6,00	29,00	66,00	44,00	64,45	42,97	145,45
HEL Q7 CB PD	29,70	42,00	6,00	30,00	60,00	38,00	58,25	36,89	146,31
HEL Q8 CB PD	29,60	42,00	6,00	28,00	62,00	30,00	60,90	29,47	99,41
HEL Q9 CB PD	29,70	42,00	6,00	27,80	66,00	40,00	64,91	39,34	122,21
HEL Q10 CB PD	29,80	42,00	6,00	27,50	66,00	48,00	65,02	47,29	176,22
HEL Q11 CB PD	29,90	43,00	6,00	29,00	58,00	36,00	56,64	35,16	145,45
HEL Q12 CB PD	29,40	43,00	6,00	26,00	58,00	36,00	57,65	35,79	142,90
JOA Q1 BC PD	27,90	55,00	6,00	35,30	44,00	28,00	41,44	26,37	207,38
JOA Q2 BC PD	31,70	48,00	6,00	36,00	72,00	46,00	67,54	43,15	128,13
JOA Q3 BC PD	33,10	44,00	6,00	35,80	80,00	28,00	75,13	26,30	63,99
JOA Q4 BC PD	32,90	42,00	6,00	45,30	54,00	26,00	48,14	23,18	125,20
JOA Q5 BC PD	33,30	42,00	6,00	46,00	70,00	42,00	62,17	37,30	125,67
JOA Q6 BC PD	32,00	43,00	6,00	39,00	48,00	32,00	44,28	29,52	211,72
JOA Q7 BC PD	31,90	45,00	6,00	34,00	78,00	28,00	74,00	26,57	65,88
JOA Q8 BC PD	32,60	43,00	6,00	38,30	66,00	32,00	61,12	29,64	99,25
JOA Q1 CB PD	32,00	42,00	6,00	35,50	64,00	22,00	60,21	20,70	79,09
JOA Q2 CB PD	31,30	44,00	6,00	33,00	84,00	36,00	80,15	34,35	68,23
JOA Q3 CB PD	30,30	45,00	6,00	33,00	78,00	44,00	74,43	41,98	96,32
JOA Q4 CB PD	30,30	43,00	6,00	35,00	88,00	64,00	83,02	60,38	138,02
JOA Q5 CB PD	29,50	45,00	6,00	34,50	72,00	38,00	68,12	35,95	97,15
JOA Q6 CB PD	28,80	47,00	6,00	32,50	78,00	40,00	74,64	38,28	85,94
JOA Q7 CB PD	28,10	48,00	6,00	35,00	58,00	26,00	54,72	24,53	103,52
JOA Q8 CB PD	27,90	49,00	6,00	26,00	62,00	16,00	61,63	15,90	68,34
LIB Q1 BC CB PS	28,50	48,00	6,00	34,50	68,00	48,00	64,33	45,41	165,16
LIB Q2 BC CB PS	28,20	45,00	6,00	31,00	76,00	44,00	73,36	42,47	101,17

Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	T_{ar} (°C)	U_{ar} (%)	h_{rev} (cm)	T (°C)	D₀ medida (10⁻² mm)	D₂₅ medida (10⁻² mm)	D₀ corrigida (10⁻² mm)	D₂₅ corrigida (10⁻² mm)	RC (m)
LIB Q1 BC PD	29,00	43,00	6,00	33,20	60,00	36,00	57,19	34,31	136,61
LIB Q2 BC PD	28,50	41,00	6,00	36,00	46,00	28,00	43,15	26,27	185,07
LIB Q3 BC PD	28,50	42,00	6,00	38,00	56,00	30,00	51,95	27,83	129,57
LIB Q4 BC PD	28,60	43,00	6,00	34,00	44,00	12,00	41,75	11,39	102,93
LIB Q5 BC PD	28,40	43,00	6,00	34,00	46,00	30,00	43,64	28,46	205,86
LIB Q6 BC PD	28,20	43,00	6,00	29,00	44,00	26,00	42,97	25,39	177,78
LIB Q7 BC PD	27,30	42,00	6,00	21,50	52,00	42,00	53,12	42,90	305,94
LIB Q1 CB PD	27,50	45,00	6,00	24,00	86,00	56,00	86,52	56,34	103,54
LIB Q2 CB PD	28,00	45,00	6,00	27,00	78,00	64,00	77,08	63,24	225,89
LIB Q3 CB PD	28,70	44,00	6,00	34,50	106,00	92,00	100,28	87,04	235,94
LIB Q4 CB PD	28,60	44,00	6,00	30,00	102,00	70,00	99,03	67,96	100,59
LIB Q5 CB PD	29,40	43,00	6,00	34,00	84,00	52,00	79,70	49,34	102,93
LIB Q6 CB PD	29,30	42,00	6,00	37,00	76,00	64,00	70,90	59,70	279,17
LIB Q7 CB PD	29,10	43,00	6,00	36,50	84,00	60,00	78,58	56,13	139,19
MED Q1 CB PD	20,70	41,00	6,00	15,00	70,00	58,00	74,47	61,70	244,79
MED Q2 CB PD	19,10	40,00	6,00	21,00	90,00	66,00	92,21	67,62	127,08
MED Q3 CB PD	20,20	41,00	6,00	17,00	92,00	70,00	96,64	73,53	135,23
MED Q4 CB PD	21,30	37,00	6,00	26,00	62,00	44,00	61,63	43,74	174,65
MED Q5 CB PD	20,90	34,00	6,00	21,00	74,00	50,00	75,82	51,23	127,08
MED Q6 CB PD	21,70	33,00	6,00	23,00	78,00	66,00	78,95	66,80	257,29
MED Q7 CB PD	23,00	32,00	6,00	21,70	88,00	74,00	89,78	75,49	218,79
MED Q8 CB PD	23,10	30,00	6,00	22,00	96,00	74,00	97,76	75,36	139,49
MED Q9 CB PD	22,50	32,00	6,00	26,50	58,00	28,00	57,48	27,75	105,10
MED Q10 CB PD	21,80	31,00	6,00	27,00	60,00	36,00	59,29	35,57	131,77
MED Q11 CB PD	21,90	32,00	6,00	25,00	98,00	60,00	98,00	60,00	82,24
MED Q12 CB PD	22,20	31,00	6,00	23,00	94,00	54,00	95,14	54,66	77,19
MED Q13 CB PD	22,00	31,00	6,00	22,00	96,00	50,00	97,76	50,92	66,71
MED Q14 CB PD	23,20	30,00	6,00	22,20	94,00	60,00	95,61	61,03	90,37
MED Q15 CB PD	23,60	30,00	6,00	26,00	96,00	66,00	95,43	65,61	104,79
MED Q16 CB PD	22,80	30,00	6,00	28,00	72,00	56,00	70,73	55,01	198,83

Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (continua)

Código do Subtrecho	T_{ar} (°C)	U_{ar} (%)	h_{rev} (cm)	T (°C)	D₀ medida (10⁻² mm)	D₂₅ medida (10⁻² mm)	D₀ corrigida (10⁻² mm)	D₂₅ corrigida (10⁻² mm)	RC (m)
MED Q17 CB PD	22,50	30,00	6,00	26,00	100,00	52,00	99,40	51,69	65,49
MED Q1 BC PD	27,30	35,00	6,00	21,00	40,00	32,00	40,98	32,79	381,25
MED Q2 BC PD	25,70	35,00	6,00	38,00	52,00	30,00	48,24	27,83	153,13
MED Q3 BC PD	26,90	34,00	6,00	27,00	54,00	36,00	53,36	35,57	175,69
MED Q4 BC PD	27,30	33,00	6,00	23,00	68,00	46,00	68,83	46,56	140,34
MED Q5 BC PD	26,50	35,00	6,00	22,50	50,00	34,00	50,76	34,52	192,38
MED Q6 BC PD	28,60	32,00	6,00	33,70	66,00	34,00	62,73	32,31	102,75
MED Q7 BC PD	29,70	29,00	6,00	22,00	40,00	28,00	40,73	28,51	255,73
MED Q8 BC PD	27,00	36,00	6,00	20,00	42,00	26,00	43,30	26,80	189,45
MED Q9 BC PD	26,70	34,00	6,00	30,20	56,00	36,00	54,31	34,91	161,13
MED Q10 BC PD	28,10	32,00	6,00	29,80	70,00	40,00	68,04	38,88	107,17
MED Q11 BC PD	28,70	33,00	6,00	28,50	50,00	32,00	48,97	31,34	177,26
MED Q12 BC PD	28,20	32,00	6,00	29,00	48,00	22,00	46,88	21,48	123,08
MED Q13 BC PD	28,90	33,00	6,00	28,80	54,00	18,00	52,80	17,60	88,78
PRE Q1 CB PD	27,20	39,00	6,00	24,50	46,00	14,00	46,14	14,04	97,36
PRE Q2 CB PD	25,10	37,00	6,00	23,00	34,00	18,00	34,41	18,22	192,97
PRE Q3 CB PD	24,60	37,00	6,00	22,50	58,00	14,00	58,88	14,21	69,96
PRE Q4 CB PD	22,40	47,00	6,00	24,00	66,00	42,00	66,40	42,25	129,43
PRE Q5 CB PD	20,60	57,00	6,00	17,00	40,00	30,00	42,02	31,51	297,50
PRE Q6 CB PD	21,00	57,00	6,00	17,50	66,00	36,00	69,11	37,70	99,48
PRE Q7 CB PD	21,30	57,00	6,00	17,50	46,00	30,00	48,17	31,41	186,52
PRE Q8 CB PD	21,30	57,00	6,00	19,00	76,00	56,00	78,84	58,09	150,63
PRE Q9 CB PD	22,00	55,00	6,00	20,00	84,00	52,00	86,60	53,61	94,73
PRE Q10 CB PD	22,40	56,00	6,00	20,40	76,00	50,00	78,16	51,42	116,88
PRE Q11 CB PD	23,50	52,00	6,00	21,00	72,00	28,00	73,77	28,69	69,32
PRE Q12 CB PD	23,80	52,00	6,00	20,30	48,00	26,00	49,39	26,75	138,04
PRE Q1 BC PD	24,20	51,00	6,00	22,50	94,00	60,00	95,43	60,91	90,53
PRE Q2 BC PD	24,90	51,00	6,00	26,00	90,00	68,00	89,46	67,59	142,90
PRE Q3 BC PD	25,70	49,00	6,00	23,00	80,00	62,00	80,97	62,75	171,53
PRE Q4 BC PD	23,00	55,00	6,00	23,00	86,00	50,00	87,04	50,61	85,76

Tabela 26 – Resultados do levantamento de parâmetros estruturais do pavimento (fim)

Código do Subtrecho	T_{ar} (°C)	U_{ar} (%)	h_{rev} (cm)	T (°C)	D₀ medida (10⁻² mm)	D₂₅ medida (10⁻² mm)	D₀ corrigida (10⁻² mm)	D₂₅ corrigida (10⁻² mm)	RC (m)
PRE Q5 BC PD	24,20	53,00	6,00	25,00	98,00	62,00	98,00	62,00	86,81
PRE Q6 BC PD	26,00	50,00	6,00	24,00	72,00	66,00	72,43	66,40	517,71
PRE Q7 BC PD	26,30	49,00	6,00	27,00	96,00	84,00	94,86	83,00	263,54
PRE Q8 BC PD	27,10	47,00	6,00	26,80	92,00	66,00	91,02	65,29	121,49
PRE Q9 BC PD	28,10	44,00	6,00	26,00	76,00	72,00	75,55	71,57	785,94
PRE Q10 BC PD	27,50	45,00	6,00	25,50	86,00	60,00	85,74	59,82	120,55
PRE Q11 BC PD	28,10	45,00	6,00	25,00	76,00	64,00	76,00	64,00	260,42
PRE Q12 BC PD	28,40	43,00	6,00	29,00	104,00	86,00	101,56	83,98	177,78
PRE Q13 BC PD	29,00	43,00	6,00	26,50	86,00	66,00	85,23	65,41	157,66
PRE Q14 BC PD	27,50	44,00	6,00	25,00	62,00	48,00	62,00	48,00	223,21
WAL Q1 CB PD	14,60	68,00	6,00	11,30	64,00	46,00	69,73	50,12	159,34
WAL Q2 CB PD	14,10	70,00	6,00	10,00	72,00	44,00	79,12	48,35	101,56
WAL Q3 CB PD	13,90	72,00	6,00	12,00	76,00	48,00	82,43	52,06	102,90
WAL Q4 CB PD	13,80	72,00	6,00	11,00	76,00	54,00	82,97	58,95	130,11
WAL Q5 CB PD	14,90	73,00	6,00	12,00	44,00	32,00	47,72	34,71	240,10
WAL Q6 CB PD	14,50	73,00	6,00	13,50	70,00	42,00	75,19	45,11	103,91
WAL Q7 CB PD	14,50	73,00	6,00	14,00	66,00	38,00	70,66	40,69	104,24
WAL Q8 CB PD	14,50	73,00	6,00	14,00	68,00	44,00	72,81	47,11	121,61
WAL Q1 BC PD	14,90	73,00	6,00	14,00	86,00	58,00	92,08	62,10	104,24
WAL Q2 BC PD	14,90	73,00	6,00	14,00	90,00	66,00	96,36	70,66	121,61
WAL Q3 BC PD	15,30	72,00	6,00	14,00	74,00	46,00	79,23	49,25	104,24
WAL Q4 BC PD	16,20	70,00	6,00	15,50	44,00	36,00	46,66	38,18	368,36
WAL Q5 BC PD	16,80	68,00	6,00	16,50	80,00	56,00	84,30	59,01	123,57
WAL Q6 BC PD	17,30	67,00	6,00	16,00	88,00	60,00	93,02	63,42	105,58
WAL Q7 BC PD	17,70	67,00	6,00	18,00	64,00	44,00	66,81	45,93	149,69
WAL Q8 BC PD	19,20	63,00	6,00	17,30	80,00	62,00	83,88	65,00	165,59

Fonte: Autor.

4.2 BANCO DE DADOS ESTRUTURADO

A partir dos resultados dos levantamentos de campo (dados brutos/coletados), criou-se o banco de dados estruturado.

O banco de dados em questão foi organizado em três grandes grupos: código do subtrecho, tráfego e pavimento. O grupo pavimento foi dividido em duas categorias: condição da superfície do pavimento e condição da estrutura do pavimento.

Nesse banco de dados, os dados brutos/coletados foram transformados em informações de engenharia. Em outras palavras, foi feita uma filtragem dos dados brutos/coletados, em função dos critérios específicos de cada levantamento.

No caso do tráfego, a filtragem dos dados brutos/coletados foi necessária apenas nas pistas simples, com dois sentidos de circulação. Para esta configuração de pista, os valores adotados de N_{USACE} foram sempre os maiores na comparação entre os sentidos bairro-centro e centro bairro.

No caso do IRI e do ATR, a filtragem dos dados brutos/coletados também foi necessária apenas nas pistas simples, com dois sentidos de circulação. Para esta configuração de pista, as leituras de IRI e ATR foram feitas nas duas faixas de rolamento, ou seja, tanto no sentido centro-bairro quanto no sentido bairro-centro. Neste caso, o valor adotado foi o maior valor medido na comparação entre as duas faixas.

Na Tabela 27, pode ser visualizado o banco de dados estruturado com os valores adotados.

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (início)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO									
						Condição da superfície do pavimento							Condição da estrutura do pavimento		
	N _{USACE}	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D _o corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	14025	517	170	0,94	1,5	53,93	5	D	Ruim	8,75	Péssimo	3,87	65,50	102,23
ANG Q2 BC PD						1,5	70,50	8	E	Péssimo	4,15	Mau	2,65	87,34	68,15
ANG Q3 BC PD						1,5	68,13	8	E	Péssimo	5,57	Péssimo	2,91	81,93	92,97
ANG Q4 BC PD						1,5	60,97	8	E	Péssimo	4,12	Mau	3,52	81,51	82,73
ANG Q1 CB PD	5,86E+06	14481	568	199	0,89	1,5	107,13	10	E	Péssimo	5,33	Mau	2,52	102,91	76,64
ANG Q2 CB PD						1,5	115,83	10	E	Péssimo	5,77	Péssimo	2,93	99,80	80,76
ANG Q3 CB PD						1,5	62,83	8	E	Péssimo	3,99	Regular	2,45	82,47	108,26
ANG Q4 CB PD						1,5	29,72	3	C	Regular	4,09	Mau	2,29	92,78	54,13
ANG Q5 CB PD						1,5	70,41	8	E	Péssimo	2,99	Bom	2,00	74,23	108,26
BOR Q1 CB PD	1,96E+06	15219	215	91	0,91	1,5	68,32	8	E	Péssimo	5,66	Péssimo	2,99	95,14	85,02
BOR Q2 CB PD						1,5	91,32	10	E	Péssimo	3,30	Regular	2,61	68,13	142,19
BOR Q3 CB PD						1,5	95,97	10	E	Péssimo	9,07	Péssimo	5,24	61,42	193,33
BOR Q4 CB PD						1,5	32,98	3	C	Regular	12,09	Péssimo	6,77	79,18	205,80
BOR Q5 CB PD						1,5	36,72	3	C	Regular	2,90	Bom	2,16	68,55	205,13
BOR Q6 CB PD						1,5	18,30	1	B	Bom	5,44	Mau	3,85	45,26	181,25
BOR Q7 CB PD						1,5	31,86	3	C	Regular	8,76	Péssimo	4,34	87,79	112,26
BOR Q1 BC PD	1,37E+06	9889	183	85	0,83	1,5	23,41	3	C	Regular	5,39	Mau	1,62	66,60	125,13
BOR Q2 BC PD						1,5	59,62	5	D	Ruim	10,03	Péssimo	3,94	73,54	117,67
BOR Q3 BC PD						1,5	93,85	10	E	Péssimo	7,13	Péssimo	3,15	58,88	128,26
BOR Q4 BC PD						1,5	38,32	3	C	Regular	6,98	Péssimo	3,56	55,32	489,58
BOR Q5 BC PD						1,5	116,72	10	E	Péssimo	7,50	Péssimo	3,99	58,27	214,51
BOR Q6 BC PD						1,5	35,67	3	C	Regular	6,88	Péssimo	3,61	61,10	139,49

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO										
						Condição da superfície do pavimento							Condição da estrutura do pavimento			
	NUSACE	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)	
BOR Q7 BC PD	1,37E+06	9889	183	85	0,83	1,5	66,49	8	E	Péssimo	3,40	Regular	1,96	74,00	116,95	
BOR Q8 BC PD						1,5	15,50	1	B	Bom	4,39	Mau	2,34	89,21	94,14	
BOR Q9 BC PD						1,5	24,05	3	C	Regular	5,20	Mau	2,66	78,84	107,59	
BOR Q10 BC PD						1,5	13,53	1	B	Bom	4,33	Mau	3,66	57,08	98,54	
BOR Q1 CB BC PS	1,45E+06	8063	355	267	0,89	1,5	26,91	3	C	Regular	7,83	Péssimo	4,52	89,77	78,78	
BOR Q2 CB BC PS						1,5	30,77	3	C	Regular	8,16	Péssimo	4,73	44,97	486,46	
BOR Q3 CB BC PS						1,5	81,45	8	E	Péssimo	9,61	Péssimo	7,86	88,08	161,63	
BOR Q4 CB BC PS						1,5	102,83	10	E	Péssimo	7,50	Péssimo	6,03	90,34	212,50	
BOR Q5 CB BC PS						1,5	81,52	8	E	Péssimo	7,86	Péssimo	3,95	45,26	483,33	
BOR Q6 CB BC PS						1,5	53,54	5	D	Ruim	8,04	Péssimo	2,78	63,83	163,19	
BOR Q7 CB BC PS						1,5	42,69	5	D	Ruim	8,28	Péssimo	5,20	72,34	183,59	
DOR Q1 CB PD	1,82E+06	13706	557	423	0,96	1,5	98,65	10	E	Péssimo	6,30	Péssimo	3,28	63,14	191,80	
DOR Q2 CB PD						1,5	27,00	3	C	Regular	5,32	Mau	2,17	56,24	194,49	
DOR Q3 CB PD						1,5	36,36	3	C	Regular	4,59	Mau	2,49	94,86	98,83	
DOR Q4 CB PD						1,5	27,54	3	C	Regular	6,61	Péssimo	2,89	99,40	224,55	
DOR Q5 CB PD						1,5	41,96	5	D	Ruim	6,33	Péssimo	3,71	40,49	257,29	
DOR Q6 CB PD						2,5	35,55	3	C	Regular	4,48	Mau	4,09	58,35	321,31	
DOR Q7 CB PD						3,0	9,00	1	B	Bom	3,89	Regular	2,46	30,27	412,89	
DOR Q1 BC PD	2,07E+06	15767	627	455	0,93	2,0	38,10	3	C	Regular	5,66	Péssimo	2,81	82,64	206,71	
DOR Q2 BC PD						2,5	17,51	1	B	Bom	6,46	Péssimo	4,13	63,93	208,85	
DOR Q3 BC PD						1,5	93,86	10	E	Péssimo	8,75	Péssimo	4,20	81,86	115,50	
DOR Q4 BC PD						1,5	52,66	5	D	Ruim	8,06	Péssimo	4,72	48,32	495,83	

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO									
						Condição da superfície do pavimento							Condição da estrutura do pavimento		
	N _{USACE}	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)
DOR Q5 BC PD	2,07E+06	15767	627	455	0,93	1,5	37,91	3	C	Regular	6,23	Péssimo	3,52	73,79	114,24
DOR Q6 BC PD						1,5	66,09	8	E	Péssimo	7,91	Péssimo	3,84	80,52	112,28
DUQ Q1 CB PS	1,53E+06	12092	130	28	0,85	1,5	56,19	5	D	Ruim	3,96	Regular	1,68	50,88	176,56
DUQ Q2 CB PS						1,5	16,79	1	B	Bom	5,76	Péssimo	2,14	53,81	154,86
DUQ Q3 CB PS						1,5	64,78	8	E	Péssimo	5,90	Péssimo	3,63	45,15	346,09
DUQ Q4 CB PS						1,5	29,66	3	C	Regular	5,10	Mau	2,76	49,49	213,70
DUQ Q5 CB PS						1,5	56,38	5	D	Ruim	3,64	Regular	2,09	66,93	175,10
DUQ Q6 CB PS						1,5	31,32	3	C	Regular	3,45	Regular	2,50	67,13	133,31
DUQ Q7 CB PS						1,5	71,83	8	E	Péssimo	3,96	Regular	1,77	47,88	136,76
DUQ Q8 CB PS						1,5	51,95	5	D	Ruim	4,70	Mau	2,57	55,40	130,75
DUQ Q9 CB PS						1,5	32,50	3	C	Regular	4,24	Mau	2,91	90,91	98,54
DUQ Q10 CB PS						1,5	55,49	5	D	Ruim	6,44	Péssimo	3,26	93,54	70,16
DUQ Q1 CB BC PS	2,12E+06	9856	182	67	0,91	1,5	51,32	5	D	Ruim	2,56	Bom	1,13	83,25	68,25
DUQ Q2 CB BC PS						1,5	119,88	10	E	Péssimo	7,90	Péssimo	4,74	79,82	72,12
DUQ Q3 CB BC PS						1,5	61,86	8	E	Péssimo	9,01	Péssimo	3,53	85,33	71,50
DUQ Q4 CB BC PS						1,5	64,50	8	E	Péssimo	9,90	Péssimo	5,36	59,09	137,50
DUQ Q5 CB BC PS						1,5	86,07	8	E	Péssimo	9,13	Péssimo	5,37	63,74	157,99
DUQ Q6 CB BC PS						1,5	69,20	8	E	Péssimo	8,35	Péssimo	3,59	71,03	104,28
DUQ Q7 CB BC PS						1,5	85,13	8	E	Péssimo	12,05	Péssimo	7,58	67,48	117,71
DUQ Q8 CB BC PS						2,0	41,29	5	D	Ruim	7,42	Péssimo	4,39	82,97	110,10
EUC Q1 BC CB PS	3,57E+06	12302	366	196	0,85	1,5	75,46	8	E	Péssimo	4,98	Mau	1,78	69,58	120,91
EUC Q2 BC CB PS						1,5	110,69	10	E	Péssimo	5,84	Péssimo	4,16	72,43	110,94

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO														
						Condição da superfície do pavimento							Condição da estrutura do pavimento							
	NUSACE	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)					
EUC Q3 BC CB PS	3,57E+06	12302	366	196	0,85	1,5	105,77	10	E	Péssimo	7,32	Péssimo	3,33	50,54	160,75					
EUC Q4 BC CB PS						1,5	129,41	10	E	Péssimo	5,71	Péssimo	5,43	28,22	276,82					
EUC Q5 BC CB PS						1,5	68,57	8	E	Péssimo	6,44	Péssimo	3,43	28,79	271,35					
EUC Q6 BC CB PS						1,5	92,11	10	E	Péssimo	6,87	Péssimo	3,31	27,42	398,83					
EUC Q7 BC CB PS						1,5	57,90	5	D	Ruim	11,51	Péssimo	4,09	99,61	106,67					
EUC Q8 BC CB PS						1,5	84,93	8	E	Péssimo	4,80	Mau	3,20	84,98	143,75					
EUC Q9 BC CB PS						1,5	13,00	1	B	Bom	7,09	Péssimo	5,31	68,00	260,42					
EUC Q10 BC CB PS						1,5	52,33	5	D	Ruim	8,68	Péssimo	5,01	54,00	142,05					
EUC Q11 BC CB PS						1,5	68,22	8	E	Péssimo	5,95	Péssimo	3,28	96,77	117,63					
EUC Q12 BC CB PS						1,5	49,32	5	D	Ruim	5,85	Péssimo	3,51	71,43	95,22					
EUC Q13 BC CB PS						1,5	50,03	5	D	Ruim	6,83	Péssimo	5,45	85,44	89,41					
EUC Q14 BC CB PS						1,5	11,70	1	B	Bom	6,82	Péssimo	3,27	101,56	84,21					
HEL Q1 BC PD						7,73E+06	15429	673	187	0,82	3,5	3,00	1	B	Bom	3,56	Regular	1,47	48,58	385,94
HEL Q2 BC PD											3,0	11,99	1	B	Bom	5,13	Mau	1,68	49,41	395,31
HEL Q3 BC PD	3,0	19,33	1	B	Bom						2,20	Bom	1,48	53,84	142,47					
HEL Q4 BC PD	3,5	3,00	1	B	Bom						2,34	Bom	1,66	60,36	103,54					
HEL Q5 BC PD	3,5	3,00	1	B	Bom						2,61	Bom	1,67	66,40	110,94					
HEL Q6 BC PD	3,5	3,00	1	B	Bom						3,19	Regular	2,19	61,63	174,65					
HEL Q7 BC PD	3,0	6,80	1	B	Bom						2,70	Bom	3,13	62,00	97,66					
HEL Q8 BC PD	3,0	16,11	1	B	Bom						2,63	Bom	2,07	49,70	130,99					
HEL Q9 BC PD	3,0	13,26	1	B	Bom						2,28	Bom	2,11	54,37	114,96					
HEL Q10 BC PD	3,0	18,17	1	B	Bom						2,38	Bom	2,44	53,52	98,54					

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO										
						Condição da superfície do pavimento								Condição da estrutura do pavimento		
	NUSACE	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)	
HEL Q11 BC PD	7,73E+06	15429	673	187	0,82	3,0	26,20	3	C	Regular	3,51	Regular	1,22	47,71	174,65	
HEL Q12 BC PD						3,0	54,66	4	C	Regular	3,16	Regular	1,61	49,70	120,91	
HEL Q1 CB PD	9,07E+06	16841	704	204	0,89	3,5	3,00	1	B	Bom	3,75	Regular	5,25	61,63	112,28	
HEL Q2 CB PD						3,0	34,37	3	C	Regular	3,77	Regular	3,33	50,61	110,27	
HEL Q3 CB PD						3,0	37,03	3	C	Regular	4,13	Mau	3,73	59,46	82,98	
HEL Q4 CB PD						3,0	53,17	4	C	Regular	3,54	Regular	2,22	68,00	82,24	
HEL Q5 CB PD						3,0	35,72	3	C	Regular	4,03	Mau	2,92	74,88	75,52	
HEL Q6 CB PD						3,0	16,38	1	B	Bom	4,29	Mau	2,94	64,45	145,45	
HEL Q7 CB PD						3,5	3,00	1	B	Bom	4,39	Mau	4,13	58,25	146,31	
HEL Q8 CB PD						3,5	3,00	1	B	Bom	3,01	Regular	6,50	60,90	99,41	
HEL Q9 CB PD						3,5	3,00	1	B	Bom	2,20	Bom	2,31	64,91	122,21	
HEL Q10 CB PD						3,0	13,26	1	B	Bom	3,14	Regular	3,63	65,02	176,22	
HEL Q11 CB PD						3,5	3,00	1	B	Bom	2,69	Bom	4,42	56,64	145,45	
HEL Q12 CB PD						3,0	11,16	1	B	Bom	4,24	Mau	2,64	57,65	142,90	
JOA Q1 BC PD	2,99E+06	5988	479	296	0,91	4,5	0,00	0	A	Ótimo	3,01	Regular	1,80	41,44	207,38	
JOA Q2 BC PD						4,5	0,00	0	A	Ótimo	3,69	Regular	3,28	67,54	128,13	
JOA Q3 BC PD						3,0	3,00	1	B	Bom	5,04	Mau	2,53	75,13	63,99	
JOA Q4 BC PD						1,5	55,59	5	D	Ruim	4,22	Mau	4,87	48,14	125,20	
JOA Q5 BC PD						1,5	48,02	5	D	Ruim	5,38	Mau	5,49	62,17	125,67	
JOA Q6 BC PD						1,5	70,34	8	E	Péssimo	5,15	Mau	6,30	44,28	211,72	
JOA Q7 BC PD						1,5	54,50	5	D	Ruim	7,05	Péssimo	6,97	74,00	65,88	
JOA Q8 BC PD						1,5	38,50	3	C	Regular	2,98	Bom	1,69	61,12	99,25	

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO									
						Condição da superfície do pavimento							Condição da estrutura do pavimento		
	N _{USACE}	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)
JOA Q1 CB PD	6,96E+06	12538	680	341	0,95	1,5	22,01	3	C	Regular	7,56	Péssimo	3,58	60,21	79,09
JOA Q2 CB PD						1,5	89,78	8	E	Péssimo	5,20	Mau	5,19	80,15	68,23
JOA Q3 CB PD						1,5	57,19	5	D	Ruim	5,86	Péssimo	5,44	74,43	96,32
JOA Q4 CB PD						1,5	68,50	8	E	Péssimo	6,09	Péssimo	4,34	83,02	138,02
JOA Q5 CB PD						1,5	44,67	5	D	Ruim	4,86	Mau	4,99	68,12	97,15
JOA Q6 CB PD						1,5	6,21	1	B	Bom	4,34	Mau	3,23	74,64	85,94
JOA Q7 CB PD						3,5	3,00	1	B	Bom	2,50	Bom	3,58	54,72	103,52
JOA Q8 CB PD						3,5	3,00	1	B	Bom	3,58	Regular	3,88	61,63	68,34
LIB Q1 BC CB PS	7,25E+06	9267	337	71	0,89	4,0	3,00	0	A	Ótimo	4,27	Mau	1,95	64,33	165,16
LIB Q2 BC CB PS						3,0	0,00	1	B	Bom	4,42	Mau	1,43	73,36	101,17
LIB Q1 BC PD	3,94E+06	7067	272	34	0,90	4,0	3,00	0	A	Ótimo	2,28	Bom	1,07	57,19	136,61
LIB Q2 BC PD						4,5	0,00	0	A	Ótimo	2,42	Bom	0,59	43,15	185,07
LIB Q3 BC PD						3,5	3,00	1	B	Bom	4,95	Mau	1,68	51,95	129,57
LIB Q4 BC PD						3,5	3,00	1	B	Bom	2,38	Bom	1,10	41,75	102,93
LIB Q5 BC PD						3,0	15,31	1	B	Bom	1,88	Bom	1,15	43,64	205,86
LIB Q6 BC PD						3,5	3,00	1	B	Bom	3,74	Regular	2,41	42,97	177,78
LIB Q7 BC PD						4,0	0,00	0	A	Ótimo	2,50	Bom	0,77	53,12	305,94
LIB Q1 CB PD	4,38E+06	10702	357	65	0,85	4,0	3,00	0	A	Ótimo	2,53	Bom	1,24	86,52	103,54
LIB Q2 CB PD						4,0	3,00	0	A	Ótimo	4,33	Mau	1,17	77,08	225,89
LIB Q3 CB PD						4,0	0,00	0	A	Ótimo	2,41	Bom	1,01	100,28	235,94
LIB Q4 CB PD						4,5	0,00	0	A	Ótimo	2,62	Bom	1,06	99,03	100,59
LIB Q5 CB PD						4,5	0,00	0	A	Ótimo	3,44	Regular	1,39	79,70	102,93

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO										
						Condição da superfície do pavimento								Condição da estrutura do pavimento		
	N _{USACE}	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)	
LIB Q6 CB PD	4,38E+06	10702	357	65	0,85	3,0	17,70	1	B	Bom	2,69	Bom	1,16	70,90	279,17	
LIB Q7 CB PD						3,0	11,68	1	B	Bom	3,45	Regular	4,38	78,58	139,19	
MED Q1 CB PD	2,93E+06	17821	216	65	0,83	3,0	3,00	1	B	Bom	2,28	Bom	1,80	74,47	244,79	
MED Q2 CB PD						2,5	13,26	1	B	Bom	2,77	Bom	2,29	92,21	127,08	
MED Q3 CB PD						3,0	24,69	3	C	Regular	2,60	Bom	2,22	96,64	135,23	
MED Q4 CB PD						3,0	17,72	1	B	Bom	2,41	Bom	2,01	61,63	174,65	
MED Q5 CB PD						3,0	3,00	1	B	Bom	3,70	Regular	1,25	75,82	127,08	
MED Q6 CB PD						3,0	13,50	1	B	Bom	3,24	Regular	1,60	78,95	257,29	
MED Q7 CB PD						3,0	14,74	1	B	Bom	2,17	Bom	0,93	89,78	218,79	
MED Q8 CB PD						2,5	88,71	8	E	Péssimo	2,75	Bom	2,32	97,76	139,49	
MED Q9 CB PD						3,0	80,72	7	D	Ruim	5,91	Péssimo	3,58	57,48	105,10	
MED Q10 CB PD						3,0	13,81	1	B	Bom	3,39	Regular	1,33	59,29	131,77	
MED Q11 CB PD						3,0	41,12	4	C	Regular	6,31	Péssimo	3,45	98,00	82,24	
MED Q12 CB PD						3,0	34,74	3	C	Regular	5,40	Mau	4,32	95,14	77,19	
MED Q13 CB PD						3,0	36,34	3	C	Regular	3,90	Regular	7,14	97,76	66,71	
MED Q14 CB PD						3,0	32,35	3	C	Regular	6,77	Péssimo	5,98	95,61	90,37	
MED Q15 CB PD						3,0	20,59	3	C	Regular	4,46	Mau	5,49	95,43	104,79	
MED Q16 CB PD						3,0	30,33	3	C	Regular	7,28	Péssimo	7,37	70,73	198,83	
MED Q17 CB PD						2,5	41,93	5	D	Ruim	5,24	Mau	4,66	99,40	65,49	
MED Q1 BC PD	2,06E+06	15601	190	28	0,89	3,0	38,24	3	C	Regular	9,27	Péssimo	3,95	40,98	381,25	
MED Q2 BC PD						3,0	19,50	1	B	Bom	6,98	Péssimo	3,65	48,24	153,13	
MED Q3 BC PD						3,0	18,99	1	B	Bom	5,83	Péssimo	4,33	53,36	175,69	

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO														
						Condição da superfície do pavimento								Condição da estrutura do pavimento						
	NUSACE	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)					
MED Q4 BC PD	2,06E+06	15601	190	28	0,89	3,0	7,14	1	B	Bom	2,89	Bom	2,03	68,83	140,34					
MED Q5 BC PD						3,0	3,00	1	B	Bom	4,43	Mau	2,17	50,76	192,38					
MED Q6 BC PD						2,5	20,06	3	C	Regular	3,65	Regular	1,73	62,73	102,75					
MED Q7 BC PD						2,5	8,83	1	B	Bom	3,73	Regular	1,97	40,73	255,73					
MED Q8 BC PD						3,0	3,00	1	B	Bom	3,33	Regular	1,52	43,30	189,45					
MED Q9 BC PD						2,5	14,19	1	B	Bom	3,23	Regular	2,18	54,31	161,13					
MED Q10 BC PD						3,0	23,13	3	C	Regular	3,69	Regular	2,51	68,04	107,17					
MED Q11 BC PD						3,0	31,62	3	C	Regular	6,19	Péssimo	3,65	48,97	177,26					
MED Q12 BC PD						3,0	31,26	3	C	Regular	4,60	Mau	3,69	46,88	123,08					
MED Q13 BC PD						3,0	30,56	3	C	Regular	4,43	Mau	3,66	52,80	88,78					
PRE Q1 CB PD						1,24E+06	12855	693	580	0,92	1,5	63,50	8	E	Péssimo	5,08	Mau	4,29	46,14	97,36
PRE Q2 CB PD											1,5	23,32	3	C	Regular	4,02	Mau	2,10	34,41	192,97
PRE Q3 CB PD											1,5	17,62	1	B	Bom	3,55	Regular	1,68	58,88	69,96
PRE Q4 CB PD	1,5	49,31	5	D	Ruim						4,59	Mau	8,36	66,40	129,43					
PRE Q5 CB PD	1,5	38,19	3	C	Regular						4,85	Mau	4,83	42,02	297,50					
PRE Q6 CB PD	1,5	97,32	10	E	Péssimo						7,21	Péssimo	5,21	69,11	99,48					
PRE Q7 CB PD	1,5	73,79	8	E	Péssimo						9,00	Péssimo	6,63	48,17	186,52					
PRE Q8 CB PD	1,5	120,69	10	E	Péssimo						7,13	Péssimo	4,38	78,84	150,63					
PRE Q9 CB PD	1,5	121,83	10	E	Péssimo						6,97	Péssimo	6,08	86,60	94,73					
PRE Q10 CB PD	1,5	108,12	10	E	Péssimo						7,04	Péssimo	4,51	78,16	116,88					
PRE Q11 CB PD	1,5	116,51	10	E	Péssimo						10,55	Péssimo	5,62	73,77	69,32					
PRE Q12 CB PD	1,5	95,64	10	E	Péssimo						6,85	Péssimo	4,78	49,39	138,04					

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO									
						Condição da superfície do pavimento								Condição da estrutura do pavimento	
	NUSACE	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)
PRE Q1 BC PD	1,81E+06	13181	718	585	0,89	1,5	109,93	10	E	Péssimo	5,31	Mau	4,23	95,43	90,53
PRE Q2 BC PD						1,5	89,64	8	E	Péssimo	5,97	Péssimo	2,86	89,46	142,90
PRE Q3 BC PD						1,5	37,15	3	C	Regular	4,04	Mau	3,40	80,97	171,53
PRE Q4 BC PD						1,5	72,69	8	E	Péssimo	7,44	Péssimo	9,16	87,04	85,76
PRE Q5 BC PD						1,5	73,28	8	E	Péssimo	8,84	Péssimo	6,00	98,00	86,81
PRE Q6 BC PD						1,5	38,76	3	C	Regular	4,65	Mau	3,90	72,43	517,71
PRE Q7 BC PD						1,5	64,78	8	E	Péssimo	4,19	Mau	3,99	94,86	263,54
PRE Q8 BC PD						1,5	49,80	5	D	Ruim	5,19	Mau	3,90	91,02	121,49
PRE Q9 BC PD						1,5	38,78	3	C	Regular	5,99	Péssimo	3,84	75,55	785,94
PRE Q10 BC PD						1,5	47,47	5	D	Ruim	3,01	Regular	3,00	85,74	120,55
PRE Q11 BC PD						1,5	23,82	3	C	Regular	4,14	Mau	3,15	76,00	260,42
PRE Q12 BC PD						1,5	33,62	3	C	Regular	5,08	Mau	2,54	101,56	177,78
PRE Q13 BC PD						1,5	39,63	3	C	Regular	5,23	Mau	3,89	85,23	157,66
PRE Q14 BC PD						1,5	70,78	8	E	Péssimo	6,68	Péssimo	4,84	62,00	223,21
WAL Q1 CB PD	3,13E+06	14113	685	444	0,94	1,5	154,00	10	E	Péssimo	8,48	Péssimo	4,19	69,73	159,34
WAL Q2 CB PD						1,5	115,83	10	E	Péssimo	8,23	Péssimo	5,13	79,12	101,56
WAL Q3 CB PD						1,5	128,15	10	E	Péssimo	8,21	Péssimo	4,56	82,43	102,90
WAL Q4 CB PD						1,5	85,83	8	E	Péssimo	6,86	Péssimo	4,05	82,97	130,11
WAL Q5 CB PD						1,5	103,54	10	E	Péssimo	6,47	Péssimo	3,24	47,72	240,10
WAL Q6 CB PD						1,5	76,60	8	E	Péssimo	6,98	Péssimo	3,74	75,19	103,91
WAL Q7 CB PD						2,0	41,41	5	D	Ruim	4,20	Mau	1,17	70,66	104,24
WAL Q8 CB PD						1,5	176,94	10	E	Péssimo	3,93	Regular	2,69	72,81	121,61

Tabela 27 – Banco de dados estruturado com os valores adotados (fim)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO					PAVIMENTO										
						Condição da superfície do pavimento								Condição da estrutura do pavimento		
	NUSACE	VDM*	V _{oc}	V _{tc}	FHP	ICPF	IGGE	IES Valor	IES Código	IES Conceito	IRI (m/km)	IRI Conceito	ATR (mm)	D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	RC (m)	
WAL Q1 BC PD	3,28E+06	14471	697	451	0,85	1,5	145,00	10	E	Péssimo	8,89	Péssimo	6,54	92,08	104,24	
WAL Q2 BC PD						1,5	189,66	10	E	Péssimo	8,97	Péssimo	4,80	96,36	121,61	
WAL Q3 BC PD						1,5	97,11	10	E	Péssimo	9,86	Péssimo	5,39	79,23	104,24	
WAL Q4 BC PD						1,5	103,54	10	E	Péssimo	9,63	Péssimo	3,68	46,66	368,36	
WAL Q5 BC PD						2,0	56,28	5	D	Ruim	7,00	Péssimo	3,24	84,30	123,57	
WAL Q6 BC PD						2,0	107,47	10	E	Péssimo	5,92	Péssimo	2,41	93,02	105,58	
WAL Q7 BC PD						1,5	96,14	10	E	Péssimo	6,01	Péssimo	3,50	66,81	149,69	
WAL Q8 BC PD						1,5	136,85	10	E	Péssimo	6,55	Péssimo	5,83	83,88	165,59	

*VDM unidirecional.

Fonte: Autor.

4.3 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO

A etapa de diagnóstico do tráfego e da situação dos pavimentos da área de estudo foi elaborada a partir da análise do banco de dados estruturado, mostrado anteriormente na Tabela 27.

De maneira a facilitar a elaboração do diagnóstico do tráfego (e, posteriormente, garantir a unicidade/uniformidade das soluções de manutenção), dividiu-se a área de estudo em 23 trechos, com mesma característica de tráfego. A Tabela 28 mostra os resultados do tráfego para esses 23 trechos.

O menor N_{USACE} foi registrado na Av. Presidente Vargas, sentido centro bairro (trecho PRE CB PD, $N_{USACE} = 1,24E+06$ repetições de um eixo padrão de 8,2 t) e o maior, na Av. Hélio Basso, sentido centro-bairro (trecho HEL CB PD, $N_{USACE} = 9,07E+06$ repetições de um eixo padrão de 8,2 t).

O menor VDM unidirecional foi registrado na Av. João Luiz Pozzobon, sentido bairro-centro (trecho JOA BC PD, VDM unidirecional = 5988 veículos) e o maior, na Av. Nossa Senhora Medianeira, sentido centro-bairro (trecho MED CB PD, VDM unidirecional = 17821 veículos).

O menor V_{oc} (parâmetro meramente quantitativo, que não leva em consideração o tipo/classe do veículo) foi registrado na Rua Duque de Caxias, sentido centro-bairro, pista simples com um sentido de circulação (trecho DUQ CB PS, $V_{oc} = 130$ veículos) e o maior, na Av. Presidente Vargas, sentido bairro-centro (PRE BC PD, $V_{oc} = 718$ veículos).

O menor V_{tc} foi registrado na Rua Duque de Caxias, sentido centro-bairro, pista simples com um sentido de circulação (trecho DUQ CB PS) e na Av. Nossa Senhora Medianeira, sentido bairro-centro (trecho MED BC PD), ambas com $V_{tc} = 28$ veículos. Já o maior V_{tc} foi registrado na Av. Presidente Vargas, sentido bairro-centro (trecho PRE BC PD, $V_{tc} = 585$ veículos).

O menor FHP foi registrado na Av. Hélio Basso, sentido bairro-centro (trecho HEL BC PD; FHP = 0,82) e o maior, na Av. Nossa Senhora das Dores, sentido centro-bairro (trecho DOR CB PD; FHP = 0,96).

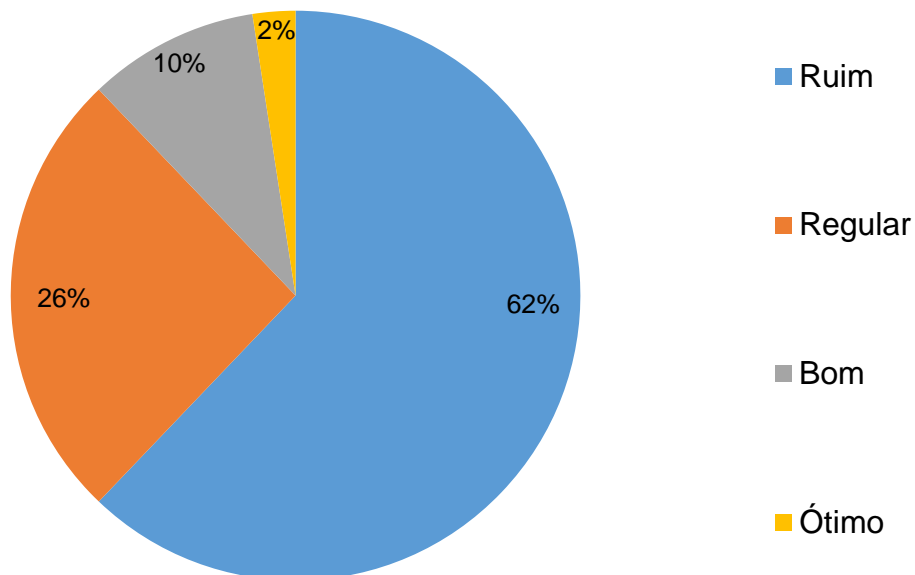
Tabela 28 – Resultados do tráfego para os 23 trechos

TRECHO	NUSACE	VDM unidirecional	V _{oc}	V _{tc}	FHP
ANG BC PD	4,13E+06	14025	517	170	0,94
ANG CB PD	5,86E+06	14481	568	199	0,89
BOR CB PD	1,96E+06	15219	215	91	0,91
BOR BC PD	1,37E+06	9889	183	85	0,83
BOR CB BC PS	1,45E+06	8063	355	267	0,89
DOR CB PD	1,82E+06	13706	557	423	0,96
DOR BC PD	2,07E+06	15767	627	455	0,93
DUQ CB PS	1,53E+06	12092	130	28	0,85
DUQ CB BC PS	2,12E+06	9856	182	67	0,91
EUC BC CB PS	3,57E+06	12302	366	196	0,85
HEL BC PD	7,73E+06	15429	673	187	0,82
HEL CB PD	9,07E+06	16841	704	204	0,89
JOA BC PD	2,99E+06	5988	479	296	0,91
JOA CB PD	6,96E+06	12538	680	341	0,95
LIB BC CB PS	7,25E+06	9267	337	71	0,89
LIB BC PD	3,94E+06	7067	272	34	0,9
LIB CB PD	4,38E+06	10702	357	65	0,85
MED CB PD	2,93E+06	17821	216	65	0,83
MED BC PD	2,06E+06	15601	190	28	0,89
PRE CB PD	1,24E+06	12855	693	580	0,92
PRE BC PD	1,81E+06	13181	718	585	0,89
WAL CB PD	3,13E+06	14113	685	444	0,94
WAL BC PD	3,28E+06	14471	697	451	0,85

Fonte: Autor.

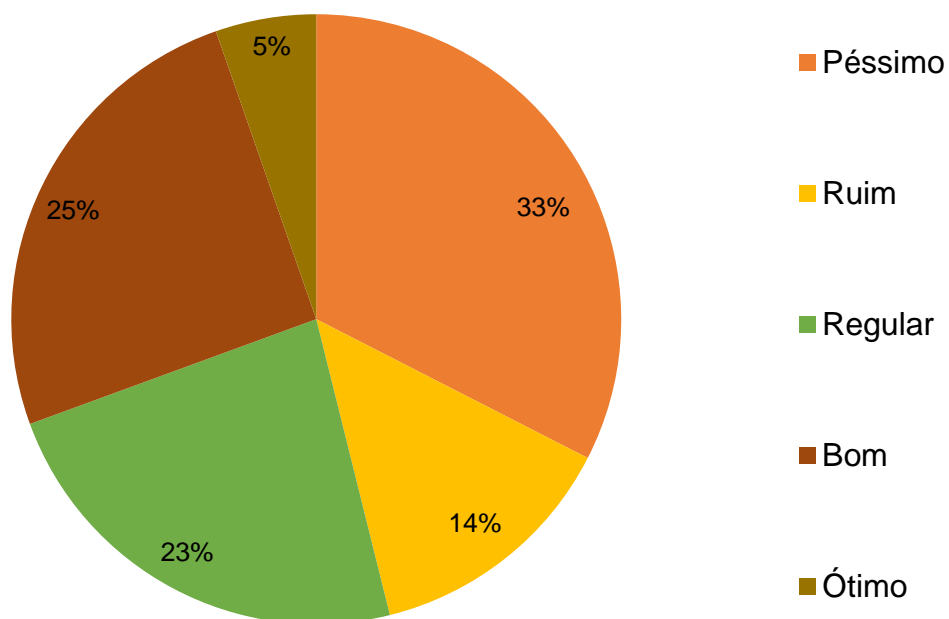
O diagnóstico da condição da superfície dos pavimentos da área de estudo (considerando os 206 subtrechos da Tabela 27), em função dos conceitos de ICPF, IES e IRI e ATR, pode ser visto, graficamente, nas Figuras 22, 23 e 24. Na Figura 22, nenhum subtrecho apresentou conceito péssimo.

Figura 22 – Diagnóstico da condição da superfície dos pavimentos da área de estudo em função dos conceitos de ICPF (206 subtrechos)



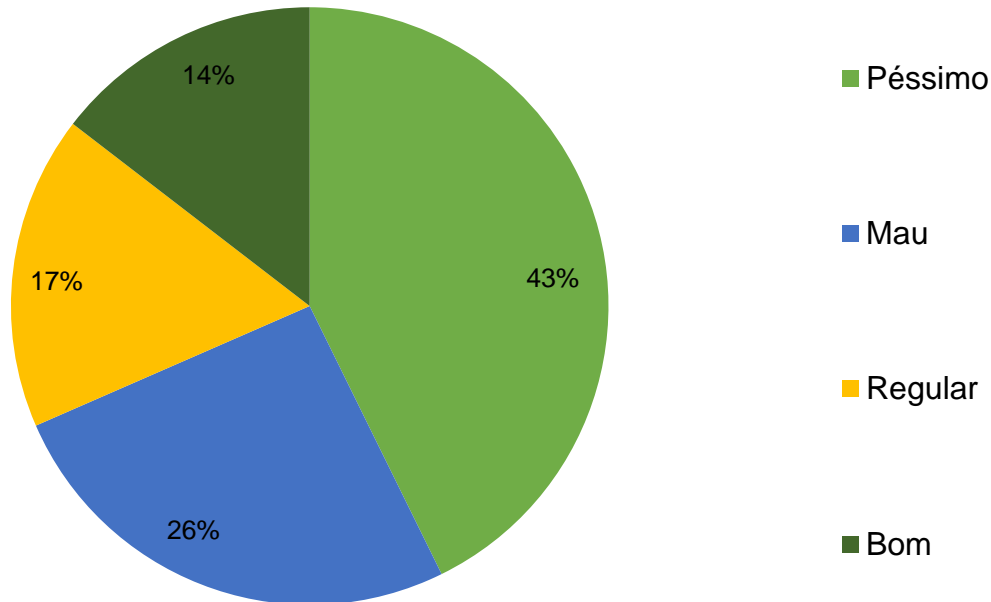
Fonte: Autor.

Figura 23 – Diagnóstico da condição da superfície dos pavimentos da área de estudo em função dos conceitos de IES (206 subtrechos)



Fonte: Autor.

Figura 24 – Diagnóstico da condição da superfície dos pavimentos da área de estudo em função dos conceitos de IRI (206 subtrechos)



Fonte: Autor.

O ATR em 100 % dos pavimentos da área de estudo ficou abaixo de 10 mm, ou seja, abaixo do limite estipulado pelo DNIT, em seus Contratos de Restauração e Manutenção (CREMA) 2ª Etapa.

O que ocorreu nos pavimentos da área de estudo, contudo, não foi ATR, mas sim afundamentos localizados, principalmente nas áreas de frenagem/aceleração, em frente às paradas de ônibus. A Figura 25 ilustra um exemplo de afundamento desse tipo, que ocorreu em frente a uma parada de ônibus na Av. Nossa Senhora das Dores, sentido centro-bairro.

Figura 25 – Exemplo de afundamento localizado



Fonte: Autor.

A Figura 26, por meio de um breve registro fotográfico, dá uma visão geral do atual estado da superfície dos pavimentos da área de estudo, evidenciando os tipos de defeitos (norma DNIT 005/2003-TER) encontrados nesses pavimentos, durante a execução do LVC.

Figura 26 – Visão geral do atual estado da superfície dos pavimentos da área de estudo (início)

Av. Ângelo Bolson:



Figura 26 – Visão geral do atual estado da superfície dos pavimentos da área de estudo (continua)

Av. Borges de Medeiros:



Av. Nossa Senhora das Dores:



Rua Duque de Caxias:



Figura 26 – Visão geral do atual estado da superfície dos pavimentos da área de estudo (continua)

Rua Euclides da Cunha:



Av. Hélivio Basso:



Av. João Luiz Pozzobon:



Figura 26 – Visão geral do atual estado da superfície dos pavimentos da área de estudo (continua)

Av. Liberdade:



Av. Nossa Senhora Medianeira:



Av. Presidente Vargas:



Figura 26 – Visão geral do atual estado da superfície dos pavimentos da área de estudo (fim)

Av. Governador Walter Jobim:



Fonte: Autor.

Analisando a Figura 26, percebe-se que, na maioria das vias estudadas, o nível de deterioração/degradação da superfície dos pavimentos é alto, uma vez que podem ser vistas painelas de tamanho considerável, trincas isoladas (tanto transversais, quanto longitudinais), trincas couro de jacaré, deformações (afundamentos localizados e ondulações), desgastes, escorregamentos e exsudações.

Esses defeitos têm gerado transtornos à trafegabilidade dos veículos nas vias estudadas, deixando o tráfego mais lento e aumentando significativamente a insegurança do usuário, assim como o custo operacional dos veículos. Além disso, eles provocam um aumento na irregularidade superficial do pavimento, gerando desconforto ao rolamento. De acordo com Oliveira e Albuquerque (2017), o conforto ao rolamento está diretamente ligado ao perfil longitudinal da superfície do pavimento, pois os defeitos contidos neste irão transmitir desconforto ao usuário em forma de vibrações no veículo.

A Tabela 29 apresenta a média, o desvio padrão (DP) e o coeficiente de variação (CV) de alguns parâmetros (ICPF, IGGE, IRI e ATR) da condição da superfície do pavimento para os 23 trechos. Em todos esses parâmetros, a maioria dos CV foram altos. Um dos motivos para isso é que, em pavimentos urbanos, as intervenções, na maioria das vezes, não são controladas, uma vez que são feitos inúmeros serviços na via, tais como tapa-buracos/remendos, reparos em redes de água/esgoto, ligação de ramais, entre outros. Além disso, nesse tipo de pavimento,

existe muita heterogeneidade de quadra para quadra e as intervenções, por parte das concessionárias de água/esgoto, não são, de certa forma, feitas em trechos/subtrechos grandes.

Tabela 29 – Média, DP e CV de alguns parâmetros da condição da superfície do pavimento para os 23 trechos

TRECHO	ICPF			IGGE			IRI (m/km)			ATR (mm)		
	Valor médio	DP	CV (%)	Valor médio	DP	CV (%)	Valor médio (m/km)	DP (m/km)	CV (%)	Valor médio (mm)	DP (mm)	CV (%)
ANG BC PD	1,5	0,00	0,00	63,38	7,49	11,82	5,65	2,18	38,52	3,24	0,56	17,23
ANG CB PD	1,5	0,00	0,00	77,18	34,98	45,33	4,43	1,12	25,19	2,44	0,34	14,07
BOR CB PD	1,5	0,00	0,00	53,64	31,26	58,28	6,75	3,36	49,73	3,99	1,62	40,46
BOR BC PD	1,5	0,00	0,00	48,72	34,91	71,65	6,12	1,96	31,99	3,05	0,85	27,93
BOR CB BC PS	1,5	0,00	0,00	59,96	29,01	48,38	8,18	0,68	8,31	5,01	1,61	32,19
DOR CB PD	1,9	0,63	33,75	39,44	28,17	71,42	5,36	1,07	20,05	3,01	0,71	23,61
DOR BC PD	1,8	0,42	23,90	51,02	26,56	52,05	7,18	1,23	17,08	3,87	0,66	16,99
DUQ CB PS	1,5	0,00	0,00	46,69	17,86	38,25	4,71	1,04	22,07	2,53	0,63	24,92
DUQ CB BC PS	1,6	0,18	11,31	72,41	24,49	33,83	8,29	2,72	32,76	4,46	1,86	41,67
EUC BC CB PS	1,5	0,00	0,00	69,25	34,12	49,28	6,76	1,69	25,02	3,90	1,07	27,44
HEL BC PD	3,2	0,25	7,77	14,88	14,72	98,95	2,97	0,83	27,83	1,89	0,52	27,73
HEL CB PD	3,2	0,26	8,02	18,01	17,52	97,31	3,60	0,70	19,42	3,67	1,26	34,43
JOA BC PD	2,4	1,37	56,38	33,74	28,53	84,54	4,57	1,37	30,08	4,12	2,06	50,13
JOA CB PD	2,0	0,93	46,29	36,80	33,23	90,31	5,00	1,57	31,38	4,28	0,84	19,56
LIB BC CB PS	3,5	0,71	20,20	1,50	2,12	141,42	4,34	0,10	2,35	1,69	0,37	22,16
LIB BC PD	3,7	0,49	13,14	3,90	5,22	133,93	2,88	1,08	37,48	1,25	0,61	49,07
LIB CB PD	3,9	0,63	16,25	5,05	6,94	137,28	3,07	0,70	22,83	1,63	1,22	74,75
MED CB PD	2,9	0,20	6,75	30,03	23,88	79,53	4,15	1,69	40,67	3,39	2,09	61,52
MED BC PD	2,9	0,22	7,60	19,19	11,59	60,36	4,79	1,83	38,13	2,85	0,98	34,40
PRE CB PD	1,5	0,00	0,00	77,15	38,24	49,56	6,40	2,07	32,38	4,87	1,81	37,13
PRE BC PD	1,5	0,00	0,00	56,44	24,46	43,33	5,41	1,51	27,91	4,19	1,67	39,95
WAL CB PD	1,6	0,18	11,31	110,29	43,47	39,41	6,67	1,77	26,48	3,59	1,24	34,37
WAL BC PD	1,6	0,23	14,24	116,51	40,08	34,40	7,85	1,65	21,03	4,42	1,43	32,41

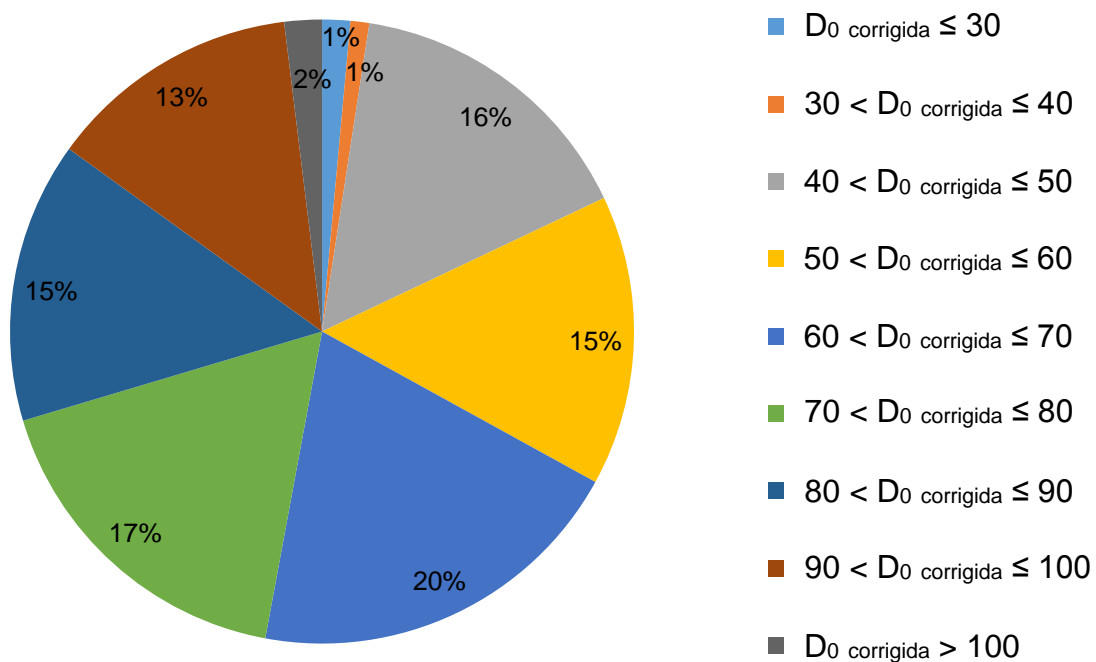
Fonte: Autor.

A melhor condição da superfície do pavimento foi registrada na Av. Liberdade, bairro-centro, pista dupla (trecho LIB BC PD). Nesse trecho foi encontrado: ICPF médio = 3,7, IGGE médio = 3,90, IRI médio = 2,88 m/km e ATR = 1,25 mm.

A pior condição da superfície do pavimento foi registrada na Av. Governador Walter Jobim, sentido bairro-centro (trecho WAL BC PD). Nesse trecho foi encontrado: ICPF médio = 1,6, IGGE médio = 116,51, IRI médio = 7,85 m/km e ATR = 4,42 mm.

O diagnóstico da condição da estrutura do pavimento da área de estudo (considerando os 206 subtrechos da Tabela 27), em função da D_0 corrigida, pode ser visto, graficamente, na Figura 27.

Figura 27 – Diagnóstico da condição da estrutura dos pavimentos da área de estudo em função da D_0 corrigida, 10^{-2} mm (206 subtrechos)



Fonte: Autor.

O RC em 77 % dos pavimentos da área de estudo foi maior que 100 metros.

A Tabela 30 apresenta os valores de D_0 corrigida média (deflexão máxima corrigida média) e RC médio (raio de curvatura médio) para os 23 trechos.

Tabela 30 – Valores de D_0 corrigida média e RC médio para os 23 trechos.

TRECHO	D_0 corrigida média (10^{-2} mm)	RC médio (m)
ANG BC PD	79,07	86,52
ANG CB PD	90,44	85,61
BOR CB PD	72,21	160,71
BOR BC PD	67,28	163,19
BOR CB BC PS	70,65	252,78
DOR CB PD	63,25	243,02
DOR BC PD	71,84	208,90
DUQ CB PS	62,11	163,58
DUQ CB BC PS	74,09	104,93
EUC BC CB PS	67,06	169,93
HEL BC PD	54,77	170,88
HEL CB PD	61,87	120,10
JOA BC PD	59,23	128,40
JOA CB PD	69,61	92,08
LIB BC CB PS	68,85	133,16
LIB BC PD	47,68	177,68
LIB CB PD	84,58	169,61
MED CB PD	84,48	138,05
MED BC PD	52,30	172,93
PRE CB PD	60,99	136,90
PRE BC PD	85,38	228,99
WAL CB PD	72,58	132,97
WAL BC PD	80,29	155,36

Fonte: Autor.

A melhor condição da estrutura do pavimento foi registrada na Av. Liberdade, sentido bairro-centro, pista dupla (trecho LIB BC PD). Nesse trecho foi encontrado: D_0 corrigida média = $47,68 \times 10^{-2}$ mm e RC médio = 177,68 m.

A pior condição da estrutura do pavimento foi registrada na Av. Ângelo Bolson, sentido centro-bairro (ANG CB PD). Nesse trecho foi encontrado: D_0 corrigida média = $90,44 \times 10^{-2}$ mm e RC médio = 85,61 m. O trecho citado merece atenção, por parte dos gestores da malha viária de Santa Maria-RS, pois nele pode haver algum problema estrutural no pavimento, sendo necessário um estudo deflectométrico mais aprofundado (leituras de 20 em 20 metros com alternância de faixa de rolamento e determinação das bacias de deflexão) para comprovar tal suspeita.

Nesta pesquisa, a Av. Liberdade, sentido bairro-centro, pista dupla (trecho LIB BC PD) apresentou não apenas a melhor condição da superfície, como também a melhor condição da estrutura do pavimento.

É importante ressaltar que o trecho em questão, juntamente com os outros dois trechos estudados da Av. Liberdade (LIB BC CB PS e LIB CB PD), foi asfaltado entre os anos de 2012 e 2013, com recursos financiados pelo Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD).

Segundo Rocha Filho (1996) e Ahmed (2010), durante as determinações das deflexões, as leituras são altas se o pavimento exibe defeitos de trincamento por fadiga ou deformação permanente.

Durante a realização do LVC, pôde-se observar que, dentre todos os trechos avaliados nesta pesquisa, o trecho LIB BC PD foi o que apresentou o menor grau de trincamento por fadiga, com baixa frequência de trincas isoladas e interligadas. Esse fato, por sua vez, pode ter contribuído para a obtenção de baixas deflexões máximas.

4.4 CATÁLOGO DE SOLUÇÕES PROPOSTO

O catálogo de soluções proposto nesta pesquisa foi elaborado com base no catálogo de soluções técnicas do DNIT para rodovias com revestimento em concreto asfáltico, mostrado na Figura 20 (vide Materiais e Métodos).

Convém lembrar que o catálogo da Figura 20 tem sido empregado nos Contratos de Restauração e Manutenção (CREMA) do DNIT, mais especificamente no programa CREMA 2ª etapa, e nele, as soluções de reforço, para rodovias com revestimento em concreto asfáltico, são calculadas conforme a norma DNER-PRO 011/79 (procedimento B), considerando-se um período de projeto (vida útil) de 10 anos.

O catálogo proposto, além de apresentar soluções técnicas menos complexas (em termos executivos) que o catálogo do DNIT, é adequado à realidade orçamentária da Prefeitura Municipal de Santa Maria (PMSM).

No caso específico desta pesquisa, o catálogo proposto está sendo empregado em nível de gerência (gerência em rede). Em nível de projeto, esse catálogo até pode ser utilizado, porém é necessário dispor de um banco de dados com maior densidade de informações da condição da estrutura do pavimento (leituras de 20 em 20 metros com alternância de faixa de rolamento e determinação das bacias de deflexão) e da

condição da superfície do pavimento (obtenção do IGG – Índice de Gravidade Global – e não apenas do IGGE, como ocorreu nesta pesquisa).

A correspondência entre o catálogo de soluções técnicas do DNIT (Figura 21) e o catálogo de soluções técnicas proposto pode ser vista na Tabela 31.

Tabela 31 – Correspondência entre o catálogo de soluções técnicas do DNIT e o catálogo de soluções técnicas proposto (início)

Condições	Catálogo de soluções técnicas do DNIT		Catálogo de soluções técnicas proposto
$N < 1,43E+07$ $IRI \leq 3$ $IGGE \leq 20$ $D_p < D_{adm}$	LG	Lama asfáltica grossa	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $IRI \leq 3$ $IGGE > 20$ $D_p < D_{adm}$	F5 (5%) + LG	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Lama asfáltica grossa	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $IRI \leq 3$ $IGGE \leq 20$ $D_p > D_{adm}$	Hx	Camada de CA com espessura X	Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $IRI \leq 3$ $IGGE > 20$ $D_p > D_{adm}$	F5 (5%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Camada de CA com espessura X	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $3 < IRI \leq 4$ $IGGE \leq 60$ $D_p \leq D_{adm}$	F5 (10%) + Micro (1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $3 < IRI \leq 4$ $IGGE > 60$ $D_p \leq D_{adm}$	F5 (20%) + Micro (1,5)	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm)	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 20 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $3 < IRI \leq 4$ $IGGE \leq 60$ $D_p > D_{adm}$	F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Camada de CA com espessura X	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $3 < IRI \leq 4$ $IGGE > 60$ $D_p > D_{adm}$	F5 (20%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Camada de CA com espessura X	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 20 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área

Tabela 31 – Correspondência entre o catálogo de soluções técnicas do DNIT e o catálogo de soluções técnicas proposto (fim)

Condições	Catálogo de soluções técnicas do DNIT		Catálogo de soluções técnicas proposto
$N < 1,43E+07$ $4 < IRI \leq 5,5$ $IGGE \leq 100$ $D_p \leq D_{adm}$	F5 (20%) + REP + Micro (1,5)	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Reperfilagem com massa fina de CA na espessura de 2 cm + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $4 < IRI \leq 5,5$ $IGGE > 100$ $D_p \leq D_{adm}$	F5 (30%) + REP + Micro (1,5)	Fresagem de 5 cm em 30 % da área + Reperfilagem com massa fina de CA na espessura de 2 cm + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm)	Fresagem de 5 cm em 30 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 30 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $4 < IRI \leq 5,5$ $IGGE \leq 100$ $D_p > D_{adm}$	F5 (20%) + REP + Hx	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Reperfilagem com massa fina de CA na espessura de 2 cm + Camada de CA com espessura X	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $4 < IRI \leq 5,5$ $IGGE > 100$ $D_p > D_{adm}$	F5 (30%) + REP + Hx	Fresagem de 5 cm em 30 % da área + Reperfilagem com massa fina de CA na espessura de 2 cm + camada de CA com espessura X	Fresagem de 5 cm em 30 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 30 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $IRI > 5,5$ $IGGE \leq 150$ $D_p \leq D_{adm}$	FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + reperfilagem com massa fina de CA na espessura de 2 cm + camada de CA com espessura 4 cm	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $IRI > 5,5$ $IGGE > 150$ $D_p \leq D_{adm}$	FR5 (100%) + REP + TSDpol + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Reperfilagem com massa fina de CA na espessura de 2 cm + Tratamento superficial duplo com polímero + Camada de CA com espessura 4 cm	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $IRI > 5,5$ $IGGE < 150$ $D_p > D_{adm}$	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Reperfilagem com massa fina de CA na espessura de 2 cm + Tratamento superficial duplo com polímero + Camada de CA com espessura X	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de CA com espessura de X cm em 100 % da área
$N < 1,43E+07$ $IRI > 5,5$ $IGGE > 150$ $D_p > D_{adm}$	REC 5 ou REC 7	Reconstrução através de reciclagem de base + Revestimento com espessura 5 ou 7 cm	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Remendos profundos de 50 cm em 20% da área + Camada de reforço de CA com espessura de X cm em 100 % da área

Fonte: Autor.

4.5 SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO E ORÇAMENTO

De modo a garantir a unicidade/uniformidade das soluções de manutenção, efetuou-se o cálculo estatístico das deflexões características, conforme as recomendações da norma DNER-PRO 011/79 (procedimento B), nos 23 trechos com mesma característica de tráfego, o que acabou resultando em 23 segmentos homogêneos.

Os resultados da análise estatística das deflexões características nesses 23 segmentos homogêneos é mostrado na Tabela 32, onde n é o número de indivíduos componentes da amostra, z é um número estimado em função de Z (obtido da Tabela I da norma DNER-PRO 011/79 – procedimento B), D é a média aritmética da amostra (é a mesma D_0 corrigida média da Tabela 30, vide Diagnóstico da Área de Estudo), σ é o desvio padrão da amostra, $D + z.\sigma$ é o limite superior de aceitação, $D - z.\sigma$ é o limite inferior de aceitação, CV é o coeficiente de variação (razão entre o desvio padrão da amostra e a média aritmética da amostra) e D_c é a deflexão característica.

Já a deflexão característica (D_c), a deflexão de projeto (D_p), a deflexão admissível (D_{adm}) e a espessura de reforço de concreto asfáltico (h_{ca}) calculada e a ser adotada nos 23 segmentos homogêneos podem ser visualizadas na Tabela 33. Vale ressaltar que, como foi adotado $F_s = 1$, a deflexão de projeto (D_p) ficou igual a deflexão característica (D_c), ou seja, $D_c = D_p$.

Ao analisar a Tabela 33, percebe-se que somente os trechos HEL BC PD, LIB BC PD e MED BC PD não necessitam reforço de concreto asfáltico (reforço de CA), enquanto os demais necessitam.

Tabela 32 – Resultados da análise estatística das deflexões características nos 23 segmentos homogêneos

Segmento homogêneo	Trecho	Nº de subtrechos	n	z	D (10 ⁻² mm)	σ (10 ⁻² mm)	D + z. σ (10 ⁻² mm)	D - z. σ (10 ⁻² mm)	CV (%)	D _c (10 ⁻² mm)
1	ANG BC PD	4	4	1,5	79,07	9,43	93,21	64,93	11,92	88,50
2	ANG CB PD	5	5	2	90,44	11,99	114,42	66,46	13,26	102,43
3	BOR CB PD	7	7	2,5	72,21	16,78	114,16	30,26	23,24	88,99
4	BOR BC PD	10	10	2,5	67,28	11,24	95,38	39,19	16,70	78,52
5	BOR CB BC PS	7	7	2,5	70,65	20,04	120,76	20,55	28,37	90,70
6	DOR CB PD	7	5	2	74,40	20,96	116,33	32,47	28,18	95,36
7	DOR BC PD	6	6	2	71,84	13,51	98,85	44,83	18,80	85,35
8	DUQ CB PS	10	10	2,5	62,11	17,50	105,85	18,37	28,17	79,61
9	DUQ CB BC PS	8	8	2,5	74,09	10,05	99,21	48,96	13,57	84,14
10	EUC BC CB PS	14	11	2,5	70,93	21,23	124,00	17,86	29,93	92,16
11	HEL BC PD	12	12	2,5	54,77	6,30	70,52	39,02	11,50	61,07
12	HEL CB PD	12	12	2,5	61,87	6,21	77,40	46,34	10,04	68,08
13	JOA BC PD	8	8	2,5	59,23	13,18	92,17	26,28	22,25	72,41
14	JOA CB PD	8	8	2,5	69,61	10,11	94,89	44,34	14,52	79,72
15	LIB BC CB PS	2	2	1	68,85	6,38	75,23	62,46	9,27	75,23
16	LIB BC PD	7	7	2,5	47,68	6,22	63,24	32,12	13,05	53,90
17	LIB CB PD	7	7	2,5	84,58	11,27	112,77	56,40	13,33	95,86
18	MED CB PD	17	17	2,5	84,48	15,07	122,14	46,81	17,83	99,54
19	MED BC PD	13	13	2,5	52,30	9,30	75,54	29,06	17,78	61,60
20	PRE CB PD	12	12	2,5	60,99	16,84	103,08	18,90	27,60	77,83
21	PRE BC PD	14	14	2,5	85,38	11,03	112,96	57,80	12,92	96,41
22	WAL CB PD	8	8	2,5	72,58	11,24	100,68	44,48	15,49	83,82
23	WAL BC PD	8	8	2,5	80,29	16,48	121,50	39,08	20,53	96,78

Fonte: Autor.

Tabela 33 – Deflexões e espessuras de reforço nos 23 segmentos homogêneos

Segmento homogêneo	Trecho	D _c (10 ⁻² mm)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Necessidade de reforço (PRO 011/79)	h _{ca} calculada conforme a PRO 011/79 (cm)	h _{ca} adotada (cm)
1	ANG BC PD	88,50	88,50	70,07	Sim	4	4
2	ANG CB PD	102,43	102,43	65,89	Sim	8	8
3	BOR CB PD	88,99	88,99	79,90	Sim	2	3
4	BOR BC PD	78,52	78,52	85,06	Não	-	-
5	BOR CB BC PS	90,70	90,70	84,25	Sim	1	3
6	DOR CB PD	95,36	95,36	80,94	Sim	3	3
7	DOR BC PD	85,35	85,35	79,12	Sim	1	3
8	DUQ CB PS	79,61	79,61	83,44	Não	-	-
9	DUQ CB BC PS	84,14	84,14	78,83	Sim	1	3
10	EUC BC CB PS	92,16	92,16	71,91	Sim	4	4
11	HEL BC PD	61,07	61,07	62,76	Não	-	-
12	HEL CB PD	68,08	68,08	61,02	Sim	2	3
13	JOA BC PD	72,41	72,41	74,17	Não	-	-
14	JOA CB PD	79,72	79,72	63,92	Sim	4	4
15	LIB BC CB PS	75,23	75,23	63,46	Sim	3	3
16	LIB BC PD	53,90	53,90	70,65	Não	-	-
17	LIB CB PD	95,86	95,86	69,35	Sim	6	6
18	MED CB PD	99,54	99,54	74,45	Sim	5	5
19	MED BC PD	61,60	61,60	79,19	Não	-	-
20	PRE CB PD	77,83	77,83	86,66	Não	-	-
21	PRE BC PD	96,41	96,41	81,02	Sim	3	3
22	WAL CB PD	83,82	83,82	73,58	Sim	2	3
23	WAL BC PD	96,78	96,78	72,96	Sim	5	5

Fonte: Autor.

Para determinar as soluções de manutenção e o seu orçamento em cada subtrecho, foram utilizados os seguintes dados de entrada no catálogo de soluções técnicas do DNIT (Figura 20 – vide Materiais e Métodos): N_{USACE} , IRI, IGGE, D_p (adotando $F_s = 1$, logo $D_c = D_p$) e a D_{adm} .

Como os valores de VMD unidirecional obtidos foram altos, entre 5988 (trecho JOA BC PD) e 17821 (trecho MED CB PD) veículos, não foi possível utilizar essa variável como dado de entrada no catálogo em questão.

Além disso, convém lembrar que, como esta pesquisa envolve gerência de pavimentos em nível de rede, e não em nível de projeto, foi necessário trocar o IGG (Índice de Gravidade Global) pelo IGGE (Índice de Gravidade Global Expedido), parâmetro obtido no LVC (Levantamento Visual Contínuo), pois o IGG é um parâmetro de projeto, sendo necessário um levantamento mais detalhado para sua obtenção.

A Tabela 34 apresenta as soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (início)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
1	ANG BC PD	ANG Q1 BC PD	4,13E+06	53,93	8,75	88,50	70,07	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	115.046,88
		ANG Q2 BC PD		70,50	4,15			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	85.971,97
		ANG Q3 BC PD		68,13	5,57			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	220.539,51
		ANG Q4 BC PD		60,97	4,12			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	102.020,08
2	ANG CB PD	ANG Q1 CB PD	5,86E+06	107,13	5,33	102,43	65,89	F5 (30%) + REP + Hx	Fresagem de 5 cm em 30 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 30 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 8 cm em 100 % da área	100.925,90
		ANG Q2 CB PD		115,83	5,77			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 8 cm em 100 % da área	101.754,49
		ANG Q3 CB PD		62,83	3,99			F5 (20%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 20 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 8 cm em 100 % da área	197.184,67
		ANG Q4 CB PD		29,72	4,09			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 8 cm em 100 % da área	142.816,65
		ANG Q5 CB PD		70,41	2,99			F5 (5%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 8 cm em 100 % da área	101.846,36

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
3	BOR CB PD	BOR Q1 CB PD	1,96E+06	68,32	5,66	88,99	79,90	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	130.945,01
		BOR Q2 CB PD		91,32	3,30			F5 (20%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 20 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	63.856,38
		BOR Q3 CB PD		95,97	9,07			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	163.192,67
		BOR Q4 CB PD		32,98	12,09			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	155.947,89
		BOR Q5 CB PD		36,72	2,90			F5 (5%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	67.795,02
		BOR Q6 CB PD		18,30	5,44			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	40.630,99
		BOR Q7 CB PD		31,86	8,76			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	147.422,65

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
4	BOR BC PD	BOR Q1 BC PD	1,37E+06	23,41	5,39	78,52	85,06	F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	45.435,75
		BOR Q2 BC PD		59,62	10,03			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	109.599,49
		BOR Q3 BC PD		93,85	7,13			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	100.930,60
		BOR Q4 BC PD		38,32	6,98			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	54.979,20
		BOR Q5 BC PD		116,72	7,50			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	47.138,55
		BOR Q6 BC PD		35,67	6,88			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	39.755,40
		BOR Q7 BC PD		66,49	3,40			F5 (20%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 20 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	11.841,86
		BOR Q8 BC PD		15,50	4,39			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	13.829,23
		BOR Q9 BC PD		24,05	5,20			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	16.620,07
		BOR Q10 BC PD		13,53	4,33			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	16.620,07

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
5	BOR CB BC PS	BOR Q1 CB BC PS	1,45E+06	26,91	7,83	90,70	84,25	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	194.159,85
		BOR Q2 CB BC PS		30,77	8,16			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	200.966,56
		BOR Q3 CB BC PS		81,45	9,61			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	149.770,18
		BOR Q4 CB BC PS		102,83	7,50			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	230.484,79
		BOR Q5 CB BC PS		81,52	7,86			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	179.670,31
		BOR Q6 CB BC PS		53,54	8,04			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	205.094,40
		BOR Q7 CB BC PS		42,69	8,28			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	193.755,49

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
6	DOR CB PD	DOR Q1 CB PD	1,82E+06	98,65	6,30	95,36	80,94	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	121.004,51
		DOR Q2 CB PD		27,00	5,32			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	114.702,47
		DOR Q3 CB PD		36,36	4,59			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	49.002,64
		DOR Q4 CB PD		27,54	6,61			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	103.718,15
		DOR Q5 CB PD		41,96	6,33			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	267.124,23
		DOR Q6 CB PD		35,55	4,48			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	131.788,57
		DOR Q7 CB PD		9,00	3,89			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	78.577,56
7	DOR BC PD	DOR Q1 BC PD	2,07E+06	38,10	5,66	85,35	79,12	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	158.418,98
		DOR Q2 BC PD		17,51	6,46			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	242.312,30
		DOR Q3 BC PD		93,86	8,75			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	259.688,51
		DOR Q4 BC PD		52,66	8,06			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	128.496,39
		DOR Q5 BC PD		37,91	6,23			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	281.647,47
		DOR Q6 BC PD		66,09	7,91			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	136.808,22

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
8	DUQ CB PS	DUQ Q1 CB PS	1,53E+06	56,19	3,96	79,61	83,44	F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	13.446,63
		DUQ Q2 CB PS		16,79	5,76			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	42.547,74
		DUQ Q3 CB PS		64,78	5,90			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	28.302,06
		DUQ Q4 CB PS		29,66	5,10			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	23.840,59
		DUQ Q5 CB PS		56,38	3,64			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	17.510,78
		DUQ Q6 CB PS		31,32	3,45			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	29.195,97
		DUQ Q7 CB PS		71,83	3,96			F5 (20%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 20 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	10.048,86
		DUQ Q8 CB PS		51,95	4,70			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	28.501,97
		DUQ Q9 CB PS		32,50	4,24			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	28.632,14
		DUQ Q10 CB PS		55,49	6,44			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	126.956,98

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
9	DUQ CB BC PS	DUQ Q1 CB BC PS	2,12E+06	51,32	2,56	84,14	78,83	F5 (5%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	34.013,69
		DUQ Q2 CB BC PS		119,88	7,90			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	107.593,26
		DUQ Q3 CB BC PS		61,86	9,01			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	113.860,83
		DUQ Q4 CB BC PS		64,50	9,90			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	105.582,70
		DUQ Q5 CB BC PS		86,07	9,13			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	116.994,62
		DUQ Q6 CB BC PS		69,20	8,35			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	118.145,92
		DUQ Q7 CB BC PS		85,13	12,05			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	142.665,82
		DUQ Q8 CB BC PS		41,29	7,42			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	95.058,13

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
10	EUC BC CB PS	EUC Q1 BC CB PS	3,57E+06	75,46	4,98	92,16	71,91	F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	70.517,73
		EUC Q2 BC CB PS		110,69	5,84			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	146.407,55
		EUC Q3 BC CB PS		105,77	7,32			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	62.535,70
		EUC Q4 BC CB PS		129,41	5,71			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	39.479,30
		EUC Q5 BC CB PS		68,57	6,44			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	99.273,72
		EUC Q6 BC CB PS		92,11	6,87			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	146.871,64
		EUC Q7 BC CB PS		57,90	11,51			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	185.639,32
		EUC Q8 BC CB PS		84,93	4,80			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	23.202,07
		EUC Q9 BC CB PS		13,00	7,09			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	118.809,17
		EUC Q10 BC CB PS		52,33	8,68			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	154.241,52
		EUC Q11 BC CB PS		68,22	5,95			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	67.745,98
		EUC Q12 BC CB PS		49,32	5,85			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	100.331,87
		EUC Q13 BC CB PS		50,03	6,83			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	193.739,38
		EUC Q14 BC CB PS		11,70	6,82			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	134.353,37

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
11	HEL BC PD	HEL Q1 BC PD	7,73E+06	3,00	3,56	61,07	62,76	F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	9.108,76
		HEL Q2 BC PD		11,99	5,13			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	20.042,24
		HEL Q3 BC PD		19,33	2,20			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	3.692,01
		HEL Q4 BC PD		3,00	2,34			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	8.038,16
		HEL Q5 BC PD		3,00	2,61			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	9.682,32
		HEL Q6 BC PD		3,00	3,19			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	36.827,85
		HEL Q7 BC PD		6,80	2,70			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	16.419,79
		HEL Q8 BC PD		16,11	2,63			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	9.551,83
		HEL Q9 BC PD		13,26	2,28			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	11.754,16
		HEL Q10 BC PD		18,17	2,38			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	12.754,30
		HEL Q11 BC PD		26,20	3,51			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	7.014,83
		HEL Q12 BC PD		54,66	3,16			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	10.132,53

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
12	HEL CB PD	HEL Q1 CB PD	9,07E+06	3,00	3,75	68,08	61,02	F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	66.663,74
		HEL Q2 CB PD		34,37	3,77			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	38.647,00
		HEL Q3 CB PD		37,03	4,13			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	69.346,94
		HEL Q4 CB PD		53,17	3,54			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	52.523,51
		HEL Q5 CB PD		35,72	4,03			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	114.598,76
		HEL Q6 CB PD		16,38	4,29			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	131.607,08
		HEL Q7 CB PD		3,00	4,39			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	39.202,11
		HEL Q8 CB PD		3,00	3,01			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	19.967,61
		HEL Q9 CB PD		3,00	2,20			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	26.956,31
		HEL Q10 CB PD		13,26	3,14			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	33.494,06
		HEL Q11 CB PD		3,00	2,69			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	17.201,63
		HEL Q12 CB PD		11,16	4,24			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	53.923,06

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
13	JOA BC PD	JOA Q1 BC PD	2,99E+06	0,00	3,01	72,41	74,17	F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	9.428,88
		JOA Q2 BC PD		0,00	3,69			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	7.655,07
		JOA Q3 BC PD		3,00	5,04			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	29.795,86
		JOA Q4 BC PD		55,59	4,22			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	40.816,03
		JOA Q5 BC PD		48,02	5,38			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	14.870,59
		JOA Q6 BC PD		70,34	5,15			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	35.583,20
		JOA Q7 BC PD		54,50	7,05			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	53.638,24
		JOA Q8 BC PD		38,50	2,98			F5 (5%) + LG	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	15.326,62

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
14	JOA CB PD	JOA Q1 CB PD	6,96E+06	22,01	7,56	79,72	63,92	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	182.644,34
		JOA Q2 CB PD		89,78	5,20			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	37.164,75
		JOA Q3 CB PD		57,19	5,86			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	177.446,44
		JOA Q4 CB PD		68,50	6,09			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	65.345,04
		JOA Q5 CB PD		44,67	4,86			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	102.672,63
		JOA Q6 CB PD		6,21	4,34			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	94.838,48
		JOA Q7 CB PD		3,00	2,50			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	36.751,97
		JOA Q8 CB PD		3,00	3,58			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 4 cm em 100 % da área	44.723,49

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
15	LIB BC CB PS	LIB Q1 BC CB PS	7,25E+06	3,00	4,27	75,23	63,46	F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	77.505,40
		LIB Q2 BC CB PS		0,00	4,42			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	82.944,38
16	LIB BC PD	LIB Q1 BC PD	3,94E+06	3,00	2,28	53,90	70,65	LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	14.483,50
		LIB Q2 BC PD		0,00	2,42			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	4.637,01
		LIB Q3 BC PD		3,00	4,95			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	31.475,05
		LIB Q4 BC PD		3,00	2,38			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	4.727,93
		LIB Q5 BC PD		15,31	1,88			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	4.268,27
		LIB Q6 BC PD		3,00	3,74			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	24.004,44
		LIB Q7 BC PD		0,00	2,50			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	7.646,27

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
17	LIB CB PD	LIB Q1 CB PD	4,38E+06	3,00	2,53	95,86	69,35	Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm em 100 % da área	50.381,10
		LIB Q2 CB PD		3,00	4,33			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm em 100 % da área	152.226,39
		LIB Q3 CB PD		0,00	2,41			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm em 100 % da área	39.497,25
		LIB Q4 CB PD		0,00	2,62			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm em 100 % da área	42.444,80
		LIB Q5 CB PD		0,00	3,44			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm em 100 % da área	91.591,77
		LIB Q6 CB PD		17,70	2,69			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm em 100 % da área	46.099,77
		LIB Q7 CB PD		11,68	3,45			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 6 cm em 100 % da área	145.842,28

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
18	MED CB PD	MED Q1 CB PD	2,93E+06	3,00	2,28	99,54	74,45	Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	66.543,44
		MED Q2 CB PD		13,26	2,77			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	46.100,12
		MED Q3 CB PD		24,69	2,60			F5 (5%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	83.576,90
		MED Q4 CB PD		17,72	2,41			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	96.045,03
		MED Q5 CB PD		3,00	3,70			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	93.584,88
		MED Q6 CB PD		13,50	3,24			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	81.671,30
		MED Q7 CB PD		14,74	2,17			Hx	Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	140.415,62
		MED Q8 CB PD		88,71	2,75			F5 (5%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 5 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 5 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	33.654,68
		MED Q9 CB PD		80,72	5,91			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	133.775,82
		MED Q10 CB PD		13,81	3,39			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	146.591,29
		MED Q11 CB PD		41,12	6,31			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	70.009,98
		MED Q12 CB PD		34,74	5,40			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	60.819,17
		MED Q13 CB PD		36,34	3,90			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	46.222,48
		MED Q14 CB PD		32,35	6,77			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	235.574,11
		MED Q15 CB PD		20,59	4,46			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	38.856,69
		MED Q16 CB PD		30,33	7,28			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	65.887,77
		MED Q17 CB PD		41,93	5,24			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	70.585,64

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
19	MED BC PD	MED Q1 BC PD	2,06E+06	38,24	9,27	61,60	79,19	FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	65.036,37
		MED Q2 BC PD		19,50	6,98			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	80.078,74
		MED Q3 BC PD		18,99	5,83			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	160.914,72
		MED Q4 BC PD		7,14	2,89			LG	Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	9.959,30
		MED Q5 BC PD		3,00	4,43			F5 (20%) + REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	17.436,24
		MED Q6 BC PD		20,06	3,65			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	31.712,87
		MED Q7 BC PD		8,83	3,73			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	19.300,06
		MED Q8 BC PD		3,00	3,33			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	9.093,30
		MED Q9 BC PD		14,19	3,23			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	40.293,50
		MED Q10 BC PD		23,13	3,69			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	28.354,69
		MED Q11 BC PD		31,62	6,19			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	149.153,74
		MED Q12 BC PD		31,26	4,60			F5 (20%) + REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	33.281,80
		MED Q13 BC PD		30,56	4,43			F5 (20%) + REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	62.990,44

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
20	PRE CB PD	PRE Q1 CB PD	1,24E+06	63,50	5,08	77,83	86,66	F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	30.980,40
		PRE Q2 CB PD		23,32	4,02			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	36.706,57
		PRE Q3 CB PD		17,62	3,55			F5 (10%) + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	22.346,62
		PRE Q4 CB PD		49,31	4,59			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	35.837,03
		PRE Q5 CB PD		38,19	4,85			F5 (20%) +REP + Micro(1,5)	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	47.355,76
		PRE Q6 CB PD		97,32	7,21			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	104.393,42
		PRE Q7 CB PD		73,79	9,00			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	136.777,51
		PRE Q8 CB PD		120,69	7,13			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	97.889,79
		PRE Q9 CB PD		121,83	6,97			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	80.457,36
		PRE Q10 CB PD		108,12	7,04			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	106.558,67
		PRE Q11 CB PD		116,51	10,55			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	92.312,99
		PRE Q12 CB PD		95,64	6,85			FR5 (100%) + REP + H4	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Microrrevestimento asfáltico a frio em duas camadas (1,5 cm) em 100 % da área	84.480,23

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
21	PRE BC PD	PRE Q1 BC PD	1,81E+06	109,93	5,31	96,41	81,02	F5 (30%) + REP + Hx	Fresagem de 5 cm em 30 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 30 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	73.718,15
		PRE Q2 BC PD		89,64	5,97			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	168.033,74
		PRE Q3 BC PD		37,15	4,04			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	66.604,41
		PRE Q4 BC PD		72,69	7,44			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	111.704,25
		PRE Q5 BC PD		73,28	8,84			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	131.753,73
		PRE Q6 BC PD		38,76	4,65			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	47.072,49
		PRE Q7 BC PD		64,78	4,19			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	57.973,49
		PRE Q8 BC PD		49,80	5,19			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	65.025,72
		PRE Q9 BC PD		38,78	5,99			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	79.243,19
		PRE Q10 BC PD		47,47	3,01			F5 (10%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 10 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 10 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	56.733,60
		PRE Q11 BC PD		23,82	4,14			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	83.537,83
		PRE Q12 BC PD		33,62	5,08			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	83.255,51
		PRE Q13 BC PD		39,63	5,23			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	77.868,39
		PRE Q14 BC PD		70,78	6,68			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	150.691,22

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (continua)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
22	WAL CB PD	WAL Q1 CB PD	3,13E+06	154,00	8,48	83,82	73,58	REC5	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Remendos profundos de 50 cm em 20% da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	149.456,18
		WAL Q2 CB PD		115,83	8,23			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	121.307,78
		WAL Q3 CB PD		128,15	8,21			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	116.253,29
		WAL Q4 CB PD		85,83	6,86			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	227.452,09
		WAL Q5 CB PD		103,54	6,47			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	189.105,36
		WAL Q6 CB PD		76,60	6,98			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	275.975,21
		WAL Q7 CB PD		41,41	4,20			F5(20%) + REP +Hx	Fresagem de 5 cm em 25 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 25 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	45.090,49
		WAL Q8 CB PD		176,94	3,93			F5 (20%) + Hx	Fresagem de 5 cm em 20 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 20 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 3 cm em 100 % da área	44.200,79

Fonte: Autor.

Tabela 34 – Soluções finais adotadas para cada subtrecho juntamente com o seu orçamento (fim)

Segmento homogêneo	Trecho	Código do Subtrecho	N _{USACE}	IGGE	IRI (m/km)	D _p (10 ⁻² mm)	D _{adm} (10 ⁻² mm)	Solução fornecida pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT	Solução final adotada conforme o catálogo proposto	Valor (R\$)
23	WAL BC PD	WAL Q1 BC PD	3,28E+06	145,00	8,89	96,78	72,96	FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	118.935,87
		WAL Q2 BC PD		189,66	8,97			REC5	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Remendos profundos de 50 cm em 20% da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	127.856,06
		WAL Q3 BC PD		97,11	9,86			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	407.713,50
		WAL Q4 BC PD		103,54	9,63			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	253.515,85
		WAL Q5 BC PD		56,28	7,00			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	328.425,18
		WAL Q6 BC PD		107,47	5,92			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	172.457,01
		WAL Q7 BC PD		96,14	6,01			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	179.890,50
		WAL Q8 BC PD		136,85	6,55			FR5 (100%) + REP + TSDpol + Hx	Fresagem de 5 cm em 100 % da área + Recomposição de 5 cm de CA em 100 % da área + Camada de reforço de CA com espessura de 5 cm em 100 % da área	123.564,90

Fonte: Autor.

A Tabela 35 mostra o resumo do resultados do orçamento por via.

Tabela 35 – Resumo dos resultados do orçamento por via

Nome da via	Valor das soluções (R\$)	Valor por km.faixa (R\$)*	Valor por m ² (R\$)
Av. Ângelo Bolson	1.168.106,50	222.581,27	107,32
Av. Borges de Medeiros	2.580.442,41	322.770,48	87,82
Av. Nossa Senhora das Dores	2.073.290,00	195.445,89	94,50
Rua Duque de Caxias	1.182.898,69	260.888,40	66,21
Rua Euclides da Cunha	1.543.148,32	755.704,37	118,08
Av. Hélivio Basso	819.150,58	72.516,87	31,35
Av. João Luiz Pozzobon	948.701,64	93.671,17	59,12
Av. Liberdade	819.775,61	117.334,30	48,79
Av. Nossa Senhora Medianeira	2.217.520,68	127.855,21	58,07
Av. Presidente Vargas	2.129.312,06	139.352,88	65,25
Av. Governador Walter Jobim	2.881.200,06	300.375,32	122,58
Valor total das soluções (R\$)	18.363.546,54		
Valor médio por km.faixa (R\$)	237.136,01		
Valor médio por m² (R\$)	78,10		

*Não está sendo considerado a faixa de rolamento destinado ao estacionamento de veículos.

Fonte: Autor.

O valor total das soluções foi de R\$ 18.363.546,54. A via mais onerosa foi a Av. Governador Walter Jobim (R\$ 2.881.200,06) e a menos onerosa, a Av. Hélivio Basso (R\$ 819.150,58). As soluções poderiam ser menos onerosas, caso fossem empregados materiais alternativos, provenientes da reciclagem dos pavimentos como, por exemplo o fresado.

O valor médio por km.faixa foi de R\$ 237.136,01 variando de R\$ 72.516,87 (Av. Hélivio Basso) a R\$ 755.704,37 (Rua Euclides da Cunha). O valor médio por km.faixa é bastante influenciado pela geometria da via. Segundo a Tabela de Custos Médios Gerenciais do DNIT, mês base julho de 2017 (SICRO), publicada em janeiro de 2018, o valor médio por km.faixa (faixa com largura de 3,6 m) para programas CREMA 2ª Etapa foi de R\$ 625.000,00, variando de R\$ 356.029,71 a R\$ 894.800,39. O valor médio por km.faixa obtido nesta pesquisa (R\$ 237.136,01) foi mais baixo que o valor apresentado na Tabela de Custos Gerenciais do DNIT.

O valor médio por m² foi de R\$ 78,10 variando de R\$ 31,35 (Av. Hélivio Basso) a R\$ 122,58 (Av. Governador Walter Jobim).

Os materiais asfálticos representaram 40 % do valor total das soluções, ou seja, R\$ 7.345.418,62.

4.6 NORMALIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS ESTRUTURADO E CÁLCULO DO IP EM CADA CENÁRIO

A Tabela 36 mostra a sistemática de cálculo empregada no processo de normalização do banco de dados estruturado, bem como o método de cálculo do Índice de Prioridade (IP), utilizando como exemplo o subtrecho ANG Q1 BC PD (primeiro da lista de 206 subtrechos), referente ao cenário 1 (priorização igual para tráfego, superfície do pavimento e estrutura do pavimento). Para os 205 subtrechos remanescentes, a sistemática de cálculo empregada foi a mesma.

Convém lembrar que o IP dos 206 subtrechos, em cada cenário, foi calculado conforme o modelo matemático, mostrado na Equação 22.

$$IP = (IT \times F_T) + (IS \times F_S) + (IE \times F_E) \quad (22)$$

Onde:

IP = Índice de Prioridade;

IT = índice de tráfego;

F_T = fator de multiplicação correspondente ao tráfego;

IS = índice da superfície do pavimento;

F_S = fator de multiplicação correspondente à superfície do pavimento;

IE = índice da estrutura do pavimento;

F_E = fator de multiplicação correspondente à estrutura do pavimento.

Esse modelo, de maneira geral, considera três visões distintas de priorização: uma que prioriza o tráfego; outra que prioriza a condição da superfície do pavimento (foco no conforto ao rolamento e na segurança do usuário, bem como no custo operacional dos veículos); e ainda outra que prioriza a estrutura do pavimento (foco na preservação da estrutura do pavimento, enquanto patrimônio público de alto custo).

Por ser um modelo simplificado e de fácil compreensão, o modelo matemático proposto nesta pesquisa, se for efetivamente colocado em prática, pode auxiliar na gerência, em nível de rede, dos pavimentos de Santa Maria-RS, permitindo não

apenas a tomada de decisões mais racionais, por parte dos gestores, como também a otimização dos recursos públicos.

A Tabela 37 mostra a sistemática de cálculo para normalização do banco de dados estruturado, bem como o método de cálculo do IP, utilizando como exemplo o subtrecho ANG Q1 BC PD (primeiro da lista de 206 subtrechos), referente ao cenário 2 (priorização do tráfego). Para os 205 subtrechos remanescentes, a sistemática de cálculo empregada foi a mesma.

A Tabela 38 mostra a sistemática de cálculo para normalização do banco de dados estruturado, bem como o método de cálculo e ranqueamento do IP, utilizando como exemplo o subtrecho ANG Q1 BC PD (primeiro da lista de 206 subtrechos), referente ao cenário 3 (priorização da superfície do pavimento). Para os 205 subtrechos remanescentes, a sistemática de cálculo empregada foi a mesma.

A Tabela 39 mostra a sistemática de cálculo para normalização do banco de dados estruturado, bem como o método de cálculo do IP, utilizando como exemplo o subtrecho ANG Q1 BC PD (primeiro da lista de 206 subtrechos), referente ao cenário 4 (priorização da estrutura do pavimento). Para os 205 subtrechos remanescentes, a sistemática de cálculo empregada foi a mesma.

A Tabela 40 mostra a sistemática de cálculo para normalização do banco de dados estruturado, bem como o método de cálculo do IP, utilizando como exemplo o subtrecho ANG Q1 BC PD (primeiro da lista de 206 subtrechos), referente ao cenário 5 (tráfego desconsiderado). Para os 205 subtrechos remanescentes, a sistemática de cálculo empregada foi a mesma.

A Tabela 41 mostra a sistemática de cálculo para normalização do banco de dados estruturado, bem como o método de cálculo do IP, utilizando como exemplo o subtrecho ANG Q1 BC PD (primeiro da lista de 206 subtrechos), referente ao cenário 6 (superfície do pavimento desconsiderada). Para os 205 subtrechos remanescentes, a sistemática de cálculo empregada foi a mesma.

A Tabela 42 mostra a sistemática de cálculo para normalização do banco de dados estruturado, bem como o método de cálculo do IP, utilizando como exemplo o subtrecho ANG Q1 BC PD (primeiro da lista de 206 subtrechos), referente ao cenário 7 (estrutura do pavimento desconsiderada). Para os 205 subtrechos remanescentes, a sistemática de cálculo empregada foi a mesma.

Tabela 36 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 1 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO																					
	N _{USACE}	Indicador N _{USACE}	Peso N _{USACE}	Índice N _{USACE}	VDM	Indicador VDM	Peso VDM	Índice VDM	V _{oc}	Indicador V _{oc}	Peso V _{oc}	Índice V _{oc}	V _{tc}	Indicador V _{tc}	Peso V _{tc}	Índice V _{tc}	FHP	Indicador FHP	Peso FHP	Índice FHP	Índice de Tráfego (IT)	
				0,20				0,20				0,20				0,20					0,20	1,00
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	0,46	45,56	4,15	14025	0,79	78,70	12,39	517	0,72	71,92	10,35	170	0,29	29,13	1,70	0,94	0,98	98,01	19,21	47,79	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO																				
	Condição da superfície do pavimento																				
ICPF	Indicador ICPF	Peso ICPF	Índice ICPF	IGGE	Indicador IGGE	Peso IGGE	Índice IGGE	IES	Indicador IES	Peso IES	Índice IES	IRI (m/km)	Indicador IRI	Peso IRI	Índice IRI	ATR (mm)	Indicador ATR	Peso ATR	Índice ATR	Índice da Superfície (IS)	
			0,20				0,20				0,20				0,20				0,20	1,00	
ANG Q1 BC PD	1,5	0,67	66,67	8,89	53,93	0,28	28,43	1,62	5	0,50	50,00	5,00	8,75	0,72	72,35	10,47	3,87	0,42	42,23	3,57	29,54

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO									
	Condição da estrutura do pavimento									
D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	Indicador D ₀ corrigida	Peso D ₀ corrigida	Índice D ₀ corrigida	RC (m)	Indicador RC	Peso RC	Índice RC	Índice da Estrutura (IE)		
			0,50				0,50	1,00		
ANG Q1 BC PD	65,50	0,64	63,65	20,26	102,23	0,87	86,99	37,84	58,09	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 1
	Índice de Prioridade (IP)
	$IP = (IT \times 0,33) + (IS \times 0,33) + (IE \times 0,33)$
ANG Q1 BC PD	45,14

Fonte: Autor.

Tabela 37 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 2 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO																					
	N _{USACE}	Indicador N _{USACE}	Peso N _{USACE}	Índice N _{USACE}	VDM	Indicador VDM	Peso VDM	Índice VDM	V _{oc}	Indicador V _{oc}	Peso V _{oc}	Índice V _{oc}	V _{tc}	Indicador V _{tc}	Peso V _{tc}	Índice V _{tc}	FHP	Indicador FHP	Peso FHP	Índice FHP	Índice de Tráfego (IT)	
				0,20				0,20				0,20				0,20					0,20	1,00
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	0,46	45,56	4,15	14025	0,79	78,70	12,39	517	0,72	71,92	10,35	170	0,29	29,13	1,70	0,94	0,98	98,01	19,21	47,79	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO																				
	Condição da superfície do pavimento																				
ICPF	Indicador ICPF	Peso ICPF	Índice ICPF	IGGE	Indicador IGGE	Peso IGGE	Índice IGGE	IES	Indicador IES	Peso IES	Índice IES	IRI (m/km)	Indicador IRI	Peso IRI	Índice IRI	ATR (mm)	Indicador ATR	Peso ATR	Índice ATR	Índice da Superfície (IS)	
			0,20				0,20				0,20				0,20				0,20	1,00	
ANG Q1 BC PD	1,5	0,67	66,67	8,89	53,93	0,28	28,43	1,62	5	0,50	50,00	5,00	8,75	0,72	72,35	10,47	3,87	0,42	42,23	3,57	29,54

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO									
	Condição da estrutura do pavimento									
D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	Indicador D ₀ corrigida	Peso D ₀ corrigida	Índice D ₀ corrigida	RC (m)	Indicador RC	Peso RC	Índice RC	Índice da Estrutura (IE)		
			0,50				0,50	1,00		
ANG Q1 BC PD	65,50	0,64	63,65	20,26	102,23	0,87	86,99	37,84	58,09	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 2 Índice de Prioridade (IP) IP = (IT x 0,50) + (IS x 0,25) + (IE x 0,25)
ANG Q1 BC PD	45,80

Fonte: Autor.

Tabela 38 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 3 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO																					
	N _{USACE}	Indicador N _{USACE}	Peso N _{USACE}	Índice N _{USACE}	VDM	Indicador VDM	Peso VDM	Índice VDM	V _{oc}	Indicador V _{oc}	Peso V _{oc}	Índice V _{oc}	V _{tc}	Indicador V _{tc}	Peso V _{tc}	Índice V _{tc}	FHP	Indicador FHP	Peso FHP	Índice FHP	Índice de Tráfego (IT)	
				0,20				0,20				0,20				0,20					0,20	1,00
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	0,46	45,56	4,15	14025	0,79	78,70	12,39	517	0,72	71,92	10,35	170	0,29	29,13	1,70	0,94	0,98	98,01	19,21	47,79	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO																				
	Condição da superfície do pavimento																				
ICPF	Indicador ICPF	Peso ICPF	Índice ICPF	IGGE	Indicador IGGE	Peso IGGE	Índice IGGE	IES	Indicador IES	Peso IES	Índice IES	IRI (m/km)	Indicador IRI	Peso IRI	Índice IRI	ATR (mm)	Indicador ATR	Peso ATR	Índice ATR	Índice da Superfície (IS)	
			0,20				0,20				0,20				0,20				0,20	1,00	
ANG Q1 BC PD	1,5	0,67	66,67	8,89	53,93	0,28	28,43	1,62	5	0,50	50,00	5,00	8,75	0,72	72,35	10,47	3,87	0,42	42,23	3,57	29,54

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO									
	Condição da estrutura do pavimento									
D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	Indicador D ₀ corrigida	Peso D ₀ corrigida	Índice D ₀ corrigida	RC (m)	Indicador RC	Peso RC	Índice RC	Índice da Estrutura (IE)		
			0,50				0,50	1,00		
ANG Q1 BC PD	65,50	0,64	63,65	20,26	102,23	0,87	86,99	37,84	58,09	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 3
	Índice de Prioridade (IP)
	$IP = (IT \times 0,25) + (IS \times 0,50) + (IE \times 0,25)$
ANG Q1 BC PD	41,24

Fonte: Autor.

Tabela 39 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 4 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO																					
	N _{USACE}	Indicador N _{USACE}	Peso N _{USACE}	Índice N _{USACE}	VDM	Indicador VDM	Peso VDM	Índice VDM	V _{oc}	Indicador V _{oc}	Peso V _{oc}	Índice V _{oc}	V _{tc}	Indicador V _{tc}	Peso V _{tc}	Índice V _{tc}	FHP	Indicador FHP	Peso FHP	Índice FHP	Índice de Tráfego (IT)	
				0,20				0,20				0,20				0,20					0,20	1,00
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	0,46	45,56	4,15	14025	0,79	78,70	12,39	517	0,72	71,92	10,35	170	0,29	29,13	1,70	0,94	0,98	98,01	19,21	47,79	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO																				
	Condição da superfície do pavimento																				
ICPF	Indicador ICPF	Peso ICPF	Índice ICPF	IGGE	Indicador IGGE	Peso IGGE	Índice IGGE	IES	Indicador IES	Peso IES	Índice IES	IRI (m/km)	Indicador IRI	Peso IRI	Índice IRI	ATR (mm)	Indicador ATR	Peso ATR	Índice ATR	Índice da Superfície (IS)	
			0,20				0,20				0,20				0,20				0,20	1,00	
ANG Q1 BC PD	1,5	0,67	66,67	8,89	53,93	0,28	28,43	1,62	5	0,50	50,00	5,00	8,75	0,72	72,35	10,47	3,87	0,42	42,23	3,57	29,54

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO									
	Condição da estrutura do pavimento									
D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	Indicador D ₀ corrigida	Peso D ₀ corrigida	Índice D ₀ corrigida	RC (m)	Indicador RC	Peso RC	Índice RC	Índice da Estrutura (IE)		
			0,50				0,50	1,00		
ANG Q1 BC PD	65,50	0,64	63,65	20,26	102,23	0,87	86,99	37,84	58,09	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 4
	Índice de Prioridade (IP)
	$IP = (IT \times 0,25) + (IS \times 0,25) + (IE \times 0,50)$
ANG Q1 BC PD	48,38

Fonte: Autor

Tabela 40 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 5 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO																					
	N _{USACE}	Indicador N _{USACE}	Peso N _{USACE}	Índice N _{USACE}	VDM	Indicador VDM	Peso VDM	Índice VDM	V _{oc}	Indicador V _{oc}	Peso V _{oc}	Índice V _{oc}	V _{tc}	Indicador V _{tc}	Peso V _{tc}	Índice V _{tc}	FHP	Indicador FHP	Peso FHP	Índice FHP	Índice de Tráfego (IT)	
				0,20				0,20				0,20				0,20					0,20	1,00
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	0,46	45,56	4,15	14025	0,79	78,70	12,39	517	0,72	71,92	10,35	170	0,29	29,13	1,70	0,94	0,98	98,01	19,21	47,79	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO																				
	Condição da superfície do pavimento																				
ICPF	Indicador ICPF	Peso ICPF	Índice ICPF	IGGE	Indicador IGGE	Peso IGGE	Índice IGGE	IES	Indicador IES	Peso IES	Índice IES	IRI (m/km)	Indicador IRI	Peso IRI	Índice IRI	ATR (mm)	Indicador ATR	Peso ATR	Índice ATR	Índice da Superfície (IS)	
			0,20				0,20				0,20				0,20				0,20	1,00	
ANG Q1 BC PD	1,5	0,67	66,67	8,89	53,93	0,28	28,43	1,62	5	0,50	50,00	5,00	8,75	0,72	72,35	10,47	3,87	0,42	42,23	3,57	29,54

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO									
	Condição da estrutura do pavimento									
D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	Indicador D ₀ corrigida	Peso D ₀ corrigida	Índice D ₀ corrigida	RC (m)	Indicador RC	Peso RC	Índice RC	Índice da Estrutura (IE)		
			0,50				0,50	1,00		
ANG Q1 BC PD	65,50	0,64	63,65	20,26	102,23	0,87	86,99	37,84	58,09	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 5
	Índice de Prioridade (IP)
	$IP = (IT \times 0,00) + (IS \times 0,50) + (IE \times 0,50)$
ANG Q1 BC PD	43,82

Fonte: Autor.

Tabela 41 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 6 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO																					
	N _{USACE}	Indicador N _{USACE}	Peso N _{USACE}	Índice N _{USACE}	VDM	Indicador VDM	Peso VDM	Índice VDM	V _{oc}	Indicador V _{oc}	Peso V _{oc}	Índice V _{oc}	V _{tc}	Indicador V _{tc}	Peso V _{tc}	Índice V _{tc}	FHP	Indicador FHP	Peso FHP	Índice FHP	Índice de Tráfego (IT)	
				0,20				0,20				0,20				0,20					0,20	1,00
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	0,46	45,56	4,15	14025	0,79	78,70	12,39	517	0,72	71,92	10,35	170	0,29	29,13	1,70	0,94	0,98	98,01	19,21	47,79	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO																				
	Condição da superfície do pavimento																				
ICPF	Indicador ICPF	Peso ICPF	Índice ICPF	IGGE	Indicador IGGE	Peso IGGE	Índice IGGE	IES	Indicador IES	Peso IES	Índice IES	IRI (m/km)	Indicador IRI	Peso IRI	Índice IRI	ATR (mm)	Indicador ATR	Peso ATR	Índice ATR	Índice da Superfície (IS)	
			0,20				0,20				0,20				0,20				0,20	1,00	
ANG Q1 BC PD	1,5	0,67	66,67	8,89	53,93	0,28	28,43	1,62	5	0,50	50,00	5,00	8,75	0,72	72,35	10,47	3,87	0,42	42,23	3,57	29,54

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO									
	Condição da estrutura do pavimento									
D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	Indicador D ₀ corrigida	Peso D ₀ corrigida	Índice D ₀ corrigida	RC (m)	Indicador RC	Peso RC	Índice RC	Índice da Estrutura (IE)		
			0,50				0,50	1,00		
ANG Q1 BC PD	65,50	0,64	63,65	20,26	102,23	0,87	86,99	37,84	58,09	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 6
	Índice de Prioridade (IP)
	$IP = (IT \times 0,50) + (IS \times 0,00) + (IE \times 0,50)$
ANG Q1 BC PD	52,94

Fonte: Autor

Tabela 42 – Sistemática de cálculo empregada no cenário 7 (subtrecho ANG Q1 BC PD tomado como exemplo)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	TRÁFEGO																					
	N _{USACE}	Indicador N _{USACE}	Peso N _{USACE}	Índice N _{USACE}	VDM	Indicador VDM	Peso VDM	Índice VDM	V _{oc}	Indicador V _{oc}	Peso V _{oc}	Índice V _{oc}	V _{tc}	Indicador V _{tc}	Peso V _{tc}	Índice V _{tc}	FHP	Indicador FHP	Peso FHP	Índice FHP	Índice de Tráfego (IT)	
				0,20				0,20				0,20				0,20					0,20	1,00
ANG Q1 BC PD	4,13E+06	0,46	45,56	4,15	14025	0,79	78,70	12,39	517	0,72	71,92	10,35	170	0,29	29,13	1,70	0,94	0,98	98,01	19,21	47,79	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO																				
	Condição da superfície do pavimento																				
ICPF	Indicador ICPF	Peso ICPF	Índice ICPF	IGGE	Indicador IGGE	Peso IGGE	Índice IGGE	IES	Indicador IES	Peso IES	Índice IES	IRI (m/km)	Indicador IRI	Peso IRI	Índice IRI	ATR (mm)	Indicador ATR	Peso ATR	Índice ATR	Índice da Superfície (IS)	
			0,20				0,20				0,20				0,20				0,20	1,00	
ANG Q1 BC PD	1,5	0,67	66,67	8,89	53,93	0,28	28,43	1,62	5	0,50	50,00	5,00	8,75	0,72	72,35	10,47	3,87	0,42	42,23	3,57	29,54

CÓDIGO DO SUBTRECHO	PAVIMENTO									
	Condição da estrutura do pavimento									
D ₀ corrigida (10 ⁻² mm)	Indicador D ₀ corrigida	Peso D ₀ corrigida	Índice D ₀ corrigida	RC (m)	Indicador RC	Peso RC	Índice RC	Índice da Estrutura (IE)		
			0,50				0,50	1,00		
ANG Q1 BC PD	65,50	0,64	63,65	20,26	102,23	0,87	86,99	37,84	58,09	

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 7
	Índice de Prioridade (IP)
	$IP = (IT \times 0,50) + (IS \times 0,50) + (IE \times 0,00)$
ANG Q1 BC PD	38,67

Fonte: Autor.

4.7 RANQUEAMENTO DO IP E DOS SUBTRECHOS EM CADA CENÁRIO

Na Tabela 43 podem ser visualizados todos os resultados de Índice de Prioridade (IP) e posição no *ranking* de IP para os 206 subtrechos, em cada um dos sete cenários de priorização.

Convém lembrar que o IP é um índice que varia de 0 a 100, sendo que valores próximos a 0 indicam menor prioridade de manutenção e valores próximos a 100, maior prioridade de manutenção.

Além disso, é importante lembrar também a descrição dos cenários: cenário 1 (priorização igual para tráfego, superfície do pavimento e estrutura do pavimento); cenário 2 (priorização do tráfego); cenário 3 (priorização da superfície do pavimento); cenário 4 (priorização da estrutura do pavimento); cenário 5 (tráfego desconsiderado); cenário 6 (superfície do pavimento desconsiderada); e cenário 7 (estrutura do pavimento desconsiderada).

Na Tabela 43, o menor valor de IP foi registrado no cenário 5 (IP = 10,79) e o maior, no cenário 6 (IP = 76,94)

No cenário 1, o IP variou de 20,27 a 69,02. Neste cenário, o subtrecho que apresentou a menor prioridade de manutenção (IP = 20,27) foi o subtrecho LIB Q7 BC PD e o maior (IP = 69,02), o subtrecho WAL Q2 BC PD.

No cenário 2, o IP variou de 22,10 a 67,29. Neste cenário, o subtrecho que apresentou a menor prioridade de manutenção (IP = 22,10) foi o subtrecho LIB Q7 BC PD e o maior (IP = 67,29), o subtrecho WAL Q2 BC PD.

No cenário 3, o IP variou de 15,51 a 68,11. Neste cenário, o subtrecho que apresentou a menor prioridade de manutenção (IP = 15,51) foi o subtrecho LIB Q7 BC PD e o maior (IP = 68,11), o subtrecho WAL Q2 BC PD.

No cenário 4, o IP variou de 21,93 a 71,65. Neste cenário, o subtrecho que apresentou a menor prioridade de manutenção (IP = 21,93) foi o subtrecho BOR Q4 BC PD e o maior (IP = 71,65), o subtrecho WAL Q2 BC PD.

No cenário 5, o IP variou de 10,79 a 72,47. Neste cenário, o subtrecho que apresentou a menor prioridade de manutenção (IP = 10,79) foi o subtrecho DOR Q7 CB PD e o maior (IP = 72,47), o subtrecho WAL Q2 BC PD.

No cenário 6, o IP variou de 22,48 a 76,94. Neste cenário, o subtrecho que apresentou a menor prioridade de manutenção (IP = 22,48) foi o subtrecho BOR Q4 BC PD e o maior (IP = 76,94), o subtrecho PRE Q5 BC PD.

No cenário 7, o IP variou de 14,24 a 63,75. Neste cenário, o subtrecho que apresentou a menor prioridade de manutenção (IP = 14,24) foi o subtrecho LIB Q2 BC PD e o maior (IP = 63,75), o subtrecho WAL Q2 BC PD.

Tabela 43 – Resultados de IP e posição no ranking de IP para os 206 subtrechos, em cada um dos sete cenários (início)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3		CENÁRIO 4		CENÁRIO 5		CENÁRIO 6		CENÁRIO 7	
	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP
ANG Q1 BC PD	45,14	84	45,80	88	41,24	72	48,38	87	43,82	84	52,94	99	38,67	83
ANG Q2 BC PD	51,33	37	50,44	64	45,62	45	57,92	32	53,10	33	62,75	52	38,14	86
ANG Q3 BC PD	49,63	48	49,17	71	44,86	50	54,86	51	50,55	44	59,18	74	39,16	79
ANG Q4 BC PD	49,41	51	49,00	72	44,31	53	54,90	49	50,21	45	59,59	70	38,41	84
ANG Q1 CB PD	61,63	9	59,60	19	56,39	17	68,90	5	65,70	3	72,11	5	47,08	36
ANG Q2 CB PD	61,24	10	59,30	22	56,67	14	67,75	7	65,11	4	70,38	10	48,22	35
ANG Q3 CB PD	50,09	45	50,94	61	44,44	52	54,89	50	48,39	56	61,39	62	40,49	69
ANG Q4 CB PD	50,73	41	51,42	58	41,73	65	59,05	24	49,35	52	68,74	17	34,10	108
ANG Q5 CB PD	47,77	66	49,20	70	42,48	60	51,62	68	44,90	77	58,34	80	40,06	73
BOR Q1 CB PD	49,64	46	46,14	82	44,93	47	57,86	33	56,64	22	59,07	76	33,22	118
BOR Q2 CB PD	42,58	99	40,85	118	41,10	74	45,80	102	46,05	69	45,55	137	36,14	92
BOR Q3 CB PD	44,56	93	42,33	113	46,36	42	44,98	112	49,01	54	40,94	161	43,71	47
BOR Q4 CB PD	44,90	87	42,58	110	44,23	54	47,88	92	49,53	50	46,24	131	38,93	80
BOR Q5 CB PD	32,95	159	33,62	161	28,14	160	37,08	155	31,60	139	42,57	154	24,68	153
BOR Q6 CB PD	30,59	179	31,85	173	27,15	168	32,76	180	28,06	164	37,46	181	26,25	147
BOR Q7 CB PD	45,01	86	42,66	108	40,32	80	52,04	66	49,69	48	54,38	97	30,95	128
BOR Q1 BC PD	31,76	169	29,68	185	27,72	162	37,89	152	35,94	117	39,85	167	19,50	190
BOR Q2 BC PD	39,47	118	35,46	147	37,93	95	45,02	111	47,50	62	42,55	155	28,37	139
BOR Q3 BC PD	39,30	120	35,33	148	40,25	81	42,32	128	47,24	66	37,40	183	33,25	117
BOR Q4 BC PD	22,05	205	22,39	205	21,83	194	21,93	206	21,37	195	22,48	206	22,29	165
BOR Q5 BC PD	37,94	135	34,31	154	40,44	79	39,07	146	45,20	76	32,94	193	35,68	93
BOR Q6 BC PD	31,95	167	29,81	184	29,20	153	36,82	159	36,21	115	37,43	182	22,19	166
BOR Q7 BC PD	37,38	138	33,88	157	34,69	116	43,55	117	44,36	82	42,74	152	25,02	151
BOR Q8 BC PD	37,63	136	34,07	156	31,51	139	47,30	96	44,74	79	49,86	115	18,29	194
BOR Q9 BC PD	35,46	149	32,45	172	30,70	145	43,25	119	41,49	92	45,00	142	19,90	188
BOR Q10 BC PD	30,66	176	28,85	188	26,73	171	36,41	163	34,29	128	38,52	176	19,18	192
BOR Q1 CB BC PS	44,54	94	41,10	115	39,50	87	53,04	59	51,44	39	54,64	94	27,55	142
BOR Q2 CB BC PS	24,41	200	26,00	200	24,72	184	22,51	205	21,23	196	23,78	205	28,21	140
BOR Q3 CB BC PS	50,56	42	45,61	90	51,11	24	54,96	48	60,46	14	49,47	117	41,75	64
BOR Q4 CB BC PS	49,01	54	44,45	100	49,53	32	53,04	58	58,13	20	47,95	125	40,94	67
BOR Q5 CB BC PS	28,46	188	29,04	187	30,73	143	25,62	201	27,31	171	23,92	204	34,15	106
BOR Q6 CB BC PS	35,85	145	34,58	152	33,43	126	39,54	143	38,40	103	40,69	162	28,46	138
BOR Q7 CB BC PS	38,52	128	36,58	139	36,57	103	42,41	126	42,39	90	42,42	156	30,74	129
DOR Q1 CB PD	48,25	62	49,96	66	46,76	39	48,04	89	44,84	78	51,24	109	48,69	34
DOR Q2 CB PD	38,14	134	42,37	112	32,62	130	39,41	144	29,66	149	49,16	120	35,58	94
DOR Q3 CB PD	50,52	43	51,66	57	41,84	62	58,07	31	48,24	58	67,89	18	35,43	97
DOR Q4 CB PD	48,78	57	50,35	65	41,35	70	54,62	53	45,62	72	63,62	43	37,09	87
DOR Q5 CB PD	36,36	143	41,04	116	33,18	127	34,86	172	27,00	175	42,72	153	39,36	76

Tabela 43 – Resultados de IP e posição no ranking de IP para os 206 subtrechos, em cada um dos sete cenários (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3		CENÁRIO 4		CENÁRIO 5		CENÁRIO 6		CENÁRIO 7	
	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP
DOR Q6 CB PD	33,94	157	39,22	125	28,75	156	33,84	174	23,37	193	44,32	144	34,13	107
DOR Q7 CB PD	25,55	197	32,93	167	20,66	197	23,06	204	10,79	206	35,34	190	30,53	130
DOR Q1 BC PD	45,70	79	49,94	67	38,03	94	49,13	81	37,22	111	61,04	64	38,85	81
DOR Q2 BC PD	41,01	106	46,42	79	34,28	119	42,32	127	30,18	147	54,46	96	38,39	85
DOR Q3 BC PD	59,72	16	60,46	16	56,91	13	61,80	14	58,25	19	65,34	33	55,57	20
DOR Q4 BC PD	36,71	141	43,20	107	34,95	112	31,99	184	23,74	189	40,25	165	46,15	38
DOR Q5 BC PD	48,22	63	51,83	56	41,10	73	51,72	67	40,99	93	62,45	55	41,21	66
DOR Q6 BC PD	55,40	26	57,22	29	50,60	27	58,38	28	51,76	37	65,01	36	49,43	32
DUQ Q1 CB PS	29,00	187	28,32	191	26,37	172	32,32	182	30,37	144	34,27	191	22,36	164
DUQ Q2 CB PS	29,02	186	28,33	190	25,49	178	33,24	179	30,40	143	36,09	187	20,58	184
DUQ Q3 CB PS	27,82	189	27,44	195	28,85	155	27,19	197	28,60	155	25,77	203	29,10	136
DUQ Q4 CB PS	26,96	192	26,79	198	24,36	186	29,74	190	27,31	172	32,17	196	21,41	177
DUQ Q5 CB PS	32,04	164	30,60	181	28,66	157	36,87	158	34,93	122	38,81	172	22,39	163
DUQ Q6 CB PS	32,12	163	30,66	180	27,68	163	38,03	150	35,05	120	41,01	160	20,31	186
DUQ Q7 CB PS	32,88	160	31,23	177	31,52	138	35,89	166	36,19	116	35,60	189	26,85	145
DUQ Q8 CB PS	31,83	168	30,44	183	28,87	154	36,18	165	34,61	125	37,75	179	23,12	157
DUQ Q9 CB PS	39,76	116	36,39	142	33,76	124	49,14	80	46,51	68	51,77	105	21,01	181
DUQ Q10 CB PS	44,28	95	39,78	122	39,16	89	53,90	55	53,28	32	54,52	95	25,03	150
DUQ Q1 CB BC PS	39,23	121	36,10	144	33,56	125	48,02	90	45,48	74	50,57	113	21,64	174
DUQ Q2 CB BC PS	49,60	49	43,88	101	49,89	31	55,03	47	61,04	10	49,02	121	38,74	82
DUQ Q3 CB BC PS	46,76	73	41,75	114	44,54	51	53,99	54	56,78	21	51,21	110	32,30	122
DUQ Q4 CB BC PS	40,49	109	37,05	136	41,43	68	43,00	122	47,38	64	38,62	174	35,48	96
DUQ Q5 CB BC PS	40,64	108	37,16	135	41,50	66	43,25	118	47,59	60	38,91	171	35,41	98
DUQ Q6 CB BC PS	41,71	101	37,96	130	40,52	78	46,64	97	49,20	53	44,08	145	31,84	124
DUQ Q7 CB BC PS	47,87	65	42,58	111	50,71	26	50,31	76	58,44	18	42,18	157	42,98	53
DUQ Q8 CB BC PS	40,15	113	36,79	137	36,17	104	47,48	94	46,86	67	48,10	123	25,49	149
EUC Q1 BC CB PS	41,18	105	39,86	121	38,14	93	45,55	105	43,83	83	47,27	128	32,45	120
EUC Q2 BC CB PS	47,34	68	44,48	99	46,63	40	50,92	71	53,07	34	48,77	122	40,19	71
EUC Q3 BC CB PS	41,55	102	40,14	119	42,43	61	42,09	132	44,38	81	39,79	168	40,48	70
EUC Q4 BC CB PS	36,77	140	36,55	140	40,00	85	33,77	175	37,22	112	30,32	199	42,79	55
EUC Q5 BC CB PS	31,34	174	32,48	171	31,70	137	29,84	189	29,07	153	30,62	198	34,34	103
EUC Q6 BC CB PS	31,41	173	32,53	170	34,23	120	27,48	194	29,18	151	25,79	202	39,28	77
EUC Q7 BC CB PS	52,64	34	48,45	73	48,94	34	60,53	20	61,02	12	60,04	68	36,87	89
EUC Q8 BC CB PS	44,89	88	42,64	109	41,49	67	50,53	75	49,38	51	51,68	107	33,59	115
EUC Q9 BC CB PS	34,29	154	34,69	150	31,41	140	36,76	160	33,48	132	40,04	166	29,34	134
EUC Q10 BC CB PS	38,30	131	37,70	132	36,65	102	40,56	137	39,51	100	41,61	158	33,79	111
EUC Q11 BC CB PS	49,31	52	45,96	86	44,90	49	57,08	38	56,02	24	58,13	81	33,78	112
EUC Q12 BC CB PS	40,48	110	39,33	124	36,07	106	46,04	99	42,78	86	49,30	118	29,37	132

Tabela 43 – Resultados de IP e posição no *ranking* de IP para os 206 subtrecos, em cada um dos sete cenários (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3		CENÁRIO 4		CENÁRIO 5		CENÁRIO 6		CENÁRIO 7	
	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP
EUC Q13 BC CB PS	46,12	76	43,56	105	41,78	64	53,02	61	51,24	40	54,81	93	32,32	121
EUC Q14 BC CB PS	47,51	67	44,60	98	40,15	82	57,77	34	53,31	31	62,22	58	26,98	143
HEL Q1 BC PD	30,45	180	38,80	126	23,70	190	28,86	192	13,77	205	43,96	146	33,63	114
HEL Q2 BC PD	31,49	171	39,58	123	25,31	180	29,59	191	15,33	204	43,85	148	35,30	99
HEL Q3 BC PD	38,28	132	44,67	95	29,66	151	40,51	138	25,50	181	55,51	91	33,82	110
HEL Q4 BC PD	40,44	111	46,29	80	30,98	142	44,05	115	28,74	154	59,36	71	33,21	119
HEL Q5 BC PD	41,44	103	47,03	76	31,77	136	45,50	106	30,24	146	60,76	66	33,31	116
HEL Q6 BC PD	38,58	127	44,89	94	29,86	148	40,98	136	25,95	180	56,00	89	33,78	113
HEL Q7 BC PD	42,03	100	47,48	74	32,97	128	45,65	104	31,14	141	60,16	67	34,80	102
HEL Q8 BC PD	38,25	133	44,64	97	29,82	149	40,28	142	25,46	182	55,11	92	34,18	105
HEL Q9 BC PD	39,51	117	45,59	91	30,70	144	42,23	130	27,34	170	57,11	86	34,06	109
HEL Q10 BC PD	40,13	114	46,06	84	31,30	141	43,04	121	28,28	162	57,80	84	34,31	104
HEL Q11 BC PD	37,09	139	43,77	103	29,43	152	38,06	149	23,72	190	52,41	102	35,13	101
HEL Q12 BC PD	40,12	115	46,05	85	32,36	133	41,95	133	28,27	163	55,64	90	36,45	90
HEL Q1 CB PD	47,08	71	54,52	41	37,73	96	48,97	84	32,18	138	65,77	29	43,28	51
HEL Q2 CB PD	45,06	85	53,01	50	36,11	105	46,05	98	29,15	152	62,95	50	43,06	52
HEL Q3 CB PD	47,99	64	55,21	39	38,60	91	50,17	79	33,56	131	66,78	21	43,64	48
HEL Q4 CB PD	49,55	50	56,38	34	39,64	86	52,64	64	35,90	118	69,39	15	43,37	50
HEL Q5 CB PD	51,06	40	57,51	28	40,54	77	55,12	45	38,15	105	72,09	6	42,92	54
HEL Q6 CB PD	45,61	81	53,42	47	35,99	107	47,41	95	29,98	148	64,84	37	42,00	61
HEL Q7 CB PD	44,63	92	52,69	53	35,45	109	45,76	103	28,52	157	63,00	49	42,38	58
HEL Q8 CB PD	48,35	61	55,48	37	39,39	88	50,18	78	34,09	129	66,26	26	44,69	41
HEL Q9 CB PD	45,18	83	53,10	48	34,67	118	47,77	93	29,34	150	66,21	27	40,00	74
HEL Q10 CB PD	44,64	91	52,70	52	35,24	110	46,00	100	28,53	156	63,46	44	41,94	62
HEL Q11 CB PD	44,02	98	52,23	55	34,73	115	45,10	109	27,60	169	62,61	54	41,85	63
HEL Q12 CB PD	44,21	96	52,38	54	34,81	114	45,45	107	27,89	166	63,01	48	41,74	65
JOA Q1 BC PD	24,58	199	27,56	194	18,94	202	27,23	196	18,61	202	35,86	188	19,26	191
JOA Q2 BC PD	32,50	162	33,50	164	25,48	179	38,52	147	30,49	142	46,54	130	20,47	185
JOA Q3 BC PD	37,59	137	37,32	133	30,05	146	45,41	108	38,13	106	52,68	101	21,97	168
JOA Q4 BC PD	35,50	148	35,75	145	32,54	131	38,19	148	34,99	121	41,40	159	30,10	131
JOA Q5 BC PD	38,79	123	38,22	129	35,67	108	42,48	125	39,93	98	45,02	141	31,42	125
JOA Q6 BC PD	36,67	142	36,63	138	36,89	101	36,49	162	36,75	113	36,23	186	37,03	88
JOA Q7 BC PD	46,08	77	43,69	104	43,04	59	51,52	69	50,86	42	52,17	104	35,21	100
JOA Q8 BC PD	35,24	152	35,56	146	29,79	150	40,39	140	34,61	126	46,16	133	24,96	152
JOA Q1 CB PD	48,47	59	52,86	51	41,81	63	50,74	72	39,69	99	61,79	60	43,93	44
JOA Q2 CB PD	58,11	21	60,09	18	52,65	21	61,59	15	54,15	29	69,02	16	51,15	25
JOA Q3 CB PD	52,71	31	56,04	35	46,39	41	55,69	42	46,05	70	65,34	34	46,74	37
JOA Q4 CB PD	55,46	24	58,10	26	50,06	28	58,23	29	50,18	46	66,27	25	49,94	28

Tabela 43 – Resultados de IP e posição no ranking de IP para os 206 subtrechos, em cada um dos sete cenários (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3		CENÁRIO 4		CENÁRIO 5		CENÁRIO 6		CENÁRIO 7	
	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP
JOA Q5 CB PD	50,16	44	54,13	43	43,66	57	52,70	63	42,23	91	63,17	46	45,09	40
JOA Q6 CB PD	48,72	58	53,05	49	40,08	84	53,03	60	40,07	96	65,99	28	40,10	72
JOA Q7 CB PD	40,99	107	47,25	75	32,02	134	43,70	116	28,47	158	58,93	77	35,57	95
JOA Q8 CB PD	44,05	97	49,55	69	34,67	117	47,94	91	33,07	135	62,82	51	36,27	91
LIB Q1 BC CB PS	31,46	172	33,59	162	24,51	185	36,28	164	27,20	173	45,36	139	21,82	173
LIB Q2 BC CB PS	36,31	144	37,22	134	28,62	158	43,07	120	34,47	127	51,67	108	22,78	162
LIB Q1 BC PD	26,14	194	26,50	199	19,91	200	31,99	185	25,40	183	38,58	175	14,42	205
LIB Q2 BC PD	22,17	204	23,53	204	16,85	205	26,13	198	19,45	200	32,81	195	14,24	206
LIB Q3 BC PD	26,81	193	27,01	197	21,41	195	32,01	183	26,41	177	37,61	180	16,40	200
LIB Q4 BC PD	25,28	198	25,86	201	19,53	201	30,46	188	24,12	187	36,79	184	14,93	203
LIB Q5 BC PD	22,39	203	23,70	203	17,63	204	25,85	200	19,79	199	31,92	197	15,48	202
LIB Q6 BC PD	23,58	202	24,59	202	18,81	203	27,35	195	21,57	194	33,13	192	16,04	201
LIB Q7 BC PD	20,27	206	22,10	206	15,51	206	23,20	203	16,61	203	29,78	200	14,42	204
LIB Q1 CB PD	35,75	146	35,00	149	27,19	166	45,07	110	37,26	110	52,88	100	17,11	197
LIB Q2 CB PD	29,77	184	30,51	182	23,11	192	35,68	170	28,29	161	43,08	151	17,94	195
LIB Q3 CB PD	35,33	151	34,68	151	26,81	170	44,49	113	36,62	114	52,35	103	17,01	198
LIB Q4 CB PD	39,42	119	37,75	131	29,87	147	50,64	73	42,76	87	58,53	79	16,97	199
LIB Q5 CB PD	34,18	155	33,82	159	26,16	173	42,58	124	34,91	123	50,24	114	17,40	196
LIB Q6 CB PD	27,05	191	28,47	189	21,26	196	31,42	186	24,21	185	38,62	173	18,32	193
LIB Q7 CB PD	34,81	153	34,29	155	28,28	159	41,86	134	35,85	119	47,87	126	20,71	183
MED Q1 CB PD	31,03	175	33,09	166	24,25	188	35,74	168	26,90	176	44,59	143	21,60	175
MED Q2 CB PD	40,37	112	40,10	120	31,92	135	49,10	82	40,92	94	57,29	85	22,92	159
MED Q3 CB PD	41,37	104	40,85	117	32,64	129	50,62	74	42,41	89	58,83	78	22,87	160
MED Q4 CB PD	30,61	178	32,78	169	24,04	189	35,00	171	26,26	178	43,74	149	21,82	172
MED Q5 CB PD	35,41	150	36,38	143	27,73	161	42,13	131	33,48	133	50,78	112	21,98	167
MED Q6 CB PD	31,97	166	33,80	160	25,12	182	36,99	157	28,31	160	45,67	136	21,93	169
MED Q7 CB PD	35,59	147	36,52	141	27,54	164	42,71	123	33,74	130	51,69	106	21,34	178
MED Q8 CB PD	47,23	69	45,24	92	41,28	71	55,16	44	51,20	41	59,12	75	31,37	127
MED Q9 CB PD	38,63	124	38,79	127	34,84	113	42,25	129	38,30	104	46,21	132	31,38	126
MED Q10 CB PD	31,68	170	33,58	163	24,89	183	36,57	161	27,88	167	45,26	140	21,90	170
MED Q11 CB PD	46,45	75	44,66	96	38,50	92	56,20	40	50,03	47	62,36	57	26,97	144
MED Q12 CB PD	45,27	82	43,77	102	37,23	98	54,80	52	48,25	57	61,34	63	26,20	148
MED Q13 CB PD	48,43	60	46,14	83	41,07	75	58,07	30	52,99	35	63,14	47	29,14	135
MED Q14 CB PD	47,00	72	45,07	93	40,09	83	55,83	41	50,85	43	60,80	65	29,34	133
MED Q15 CB PD	44,66	90	43,32	106	37,04	100	53,63	56	47,35	65	59,92	69	26,72	146
MED Q16 CB PD	38,51	129	38,70	128	35,06	111	41,76	135	38,12	107	45,40	138	32,01	123
MED Q17 CB PD	48,94	56	46,53	78	41,42	69	58,87	25	53,76	30	63,98	42	29,07	137
MED Q1 BC PD	25,58	196	28,00	193	24,26	187	24,48	202	20,75	198	28,22	201	27,78	141

Tabela 43 – Resultados de IP e posição no ranking de IP para os 206 subtrechos, em cada um dos sete cenários (continua)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3		CENÁRIO 4		CENÁRIO 5		CENÁRIO 6		CENÁRIO 7	
	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP
MED Q2 BC PD	30,38	181	31,59	175	25,90	174	33,63	176	27,94	165	39,32	170	23,86	155
MED Q3 BC PD	30,19	182	31,45	176	25,57	177	33,54	177	27,66	168	39,42	169	23,49	156
MED Q4 BC PD	31,97	165	32,79	168	25,12	181	38,01	151	30,34	145	45,67	135	19,91	187
MED Q5 BC PD	27,39	190	29,35	186	22,10	193	30,71	187	23,46	191	37,97	178	20,74	182
MED Q6 BC PD	33,37	158	33,84	158	27,16	167	39,12	145	32,43	137	45,80	134	21,88	171
MED Q7 BC PD	24,28	201	27,03	196	19,97	199	25,86	199	18,80	201	32,92	194	21,13	179
MED Q8 BC PD	25,80	195	28,16	192	20,47	198	28,76	193	21,07	197	36,45	185	19,87	189
MED Q9 BC PD	29,20	185	30,71	179	23,60	191	33,28	178	26,17	179	40,39	164	21,04	180
MED Q10 BC PD	34,03	156	34,33	153	27,45	165	40,31	141	33,42	134	47,20	129	21,47	176
MED Q11 BC PD	29,85	183	31,20	178	25,64	176	32,72	181	27,15	174	38,28	177	24,12	154
MED Q12 BC PD	30,63	177	31,79	174	25,65	175	34,46	173	28,33	159	40,59	163	22,98	158
MED Q13 BC PD	32,72	161	33,35	165	27,14	169	37,67	153	31,46	140	43,87	147	22,83	161
PRE Q1 CB PD	49,27	53	53,84	46	44,91	48	49,06	83	40,13	95	57,99	82	49,69	30
PRE Q2 CB PD	38,62	125	45,85	87	32,53	132	37,48	154	24,15	186	50,80	111	40,90	68
PRE Q3 CB PD	45,69	80	51,16	60	37,18	99	48,73	85	34,76	124	62,71	53	39,60	75
PRE Q4 CB PD	52,67	33	56,39	33	48,20	36	53,43	57	45,24	75	61,63	61	51,16	24
PRE Q5 CB PD	38,49	130	45,75	89	33,94	123	35,78	167	23,96	188	47,60	127	43,91	45
PRE Q6 CB PD	58,66	18	60,88	13	55,93	19	59,17	23	54,22	28	64,12	40	57,64	12
PRE Q7 CB PD	51,28	38	55,35	38	50,03	29	48,47	86	43,15	85	53,79	98	56,90	14
PRE Q8 CB PD	59,36	17	61,40	12	56,64	16	60,02	22	55,26	27	64,78	38	58,03	8
PRE Q9 CB PD	64,74	6	65,44	6	61,70	5	67,07	8	63,33	7	70,81	9	60,07	5
PRE Q10 CB PD	59,88	14	61,80	9	56,66	15	61,18	16	56,04	23	66,31	24	57,28	13
PRE Q11 CB PD	64,66	7	65,39	7	63,29	3	65,31	9	63,22	8	67,41	20	63,36	2
PRE Q12 CB PD	52,96	30	56,61	32	51,19	23	51,10	70	45,67	71	56,52	87	56,70	16
PRE Q1 BC PD	64,94	5	65,95	4	59,64	7	69,24	4	62,93	9	75,55	2	56,34	19
PRE Q2 BC PD	57,73	22	60,54	14	51,54	22	61,11	17	52,11	36	70,11	12	50,97	26
PRE Q3 BC PD	48,97	55	53,97	44	40,84	76	52,11	65	38,97	101	65,24	35	42,70	56
PRE Q4 BC PD	65,54	4	66,39	3	62,20	4	68,02	6	63,82	6	72,21	4	60,58	4
PRE Q5 BC PD	65,93	3	66,69	2	60,43	6	70,68	2	64,42	5	76,94	1	56,45	17
PRE Q6 BC PD	39,22	122	46,66	77	33,94	122	37,06	156	24,35	184	49,78	116	43,53	49
PRE Q7 BC PD	54,58	28	58,18	25	48,49	35	57,08	37	47,39	63	66,77	22	49,59	31
PRE Q8 BC PD	55,46	25	58,84	23	47,24	37	60,31	21	48,71	55	71,91	7	45,77	39
PRE Q9 BC PD	38,62	126	46,20	81	33,95	121	35,70	169	23,44	192	47,96	124	44,45	42
PRE Q10 BC PD	52,68	32	56,75	30	44,15	55	57,15	36	44,54	80	69,76	14	43,75	46
PRE Q11 BC PD	44,77	89	50,82	63	37,50	97	45,98	101	32,67	136	59,29	72	42,34	59
PRE Q12 BC PD	54,66	27	58,24	24	45,09	46	60,66	19	47,51	61	73,80	3	42,68	57
PRE Q13 BC PD	51,37	36	55,77	36	43,25	58	55,09	46	42,58	88	67,61	19	43,93	43
PRE Q14 BC PD	49,64	47	54,47	42	46,27	43	48,17	88	39,97	97	56,37	88	52,57	22

Tabela 43 – Resultados de IP e posição no *ranking* de IP para os 206 subtrechos, em cada um dos sete cenários (fim)

CÓDIGO DO SUBTRECHO	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3		CENÁRIO 4		CENÁRIO 5		CENÁRIO 6		CENÁRIO 7	
	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP	Índice de Prioridade (IP)	Posição no ranking de IP
WAL Q1 CB PD	58,15	20	59,53	21	57,63	12	57,30	35	55,41	26	59,19	73	59,86	6
WAL Q2 CB PD	60,99	12	61,66	10	58,71	10	62,61	13	59,67	15	65,56	31	57,76	10
WAL Q3 CB PD	61,90	8	62,34	8	59,47	9	63,88	11	61,02	11	66,75	23	57,92	9
WAL Q4 CB PD	55,70	23	57,69	27	50,81	25	58,61	27	51,73	38	65,48	32	49,90	29
WAL Q5 CB PD	47,20	70	51,31	59	46,17	44	44,12	114	38,97	102	49,26	119	53,36	21
WAL Q6 CB PD	54,31	29	56,65	31	49,47	33	56,82	39	49,64	49	64,00	41	49,30	33
WAL Q7 CB PD	46,57	74	50,84	62	38,64	90	50,22	77	38,03	108	62,42	56	39,26	78
WAL Q8 CB PD	58,18	19	59,54	20	56,16	18	58,82	26	55,44	25	62,20	59	56,89	15
WAL Q1 BC PD	67,11	2	65,86	5	65,73	2	69,74	3	69,61	2	69,88	13	61,85	3
WAL Q2 BC PD	69,02	1	67,29	1	68,11	1	71,65	1	72,47	1	70,83	8	63,75	1
WAL Q3 BC PD	61,23	11	61,45	11	59,51	8	62,74	12	60,79	13	64,68	39	58,22	7
WAL Q4 BC PD	45,75	78	49,84	68	47,00	38	40,41	139	37,57	109	43,25	150	56,43	18
WAL Q5 BC PD	51,11	39	53,86	45	43,86	56	55,59	43	45,60	73	65,59	30	42,13	60
WAL Q6 BC PD	59,73	15	60,33	17	54,49	20	64,38	10	58,54	17	70,22	11	50,44	27
WAL Q7 BC PD	52,61	35	54,99	40	49,93	30	52,92	62	47,86	59	57,97	83	52,00	23
WAL Q8 BC PD	59,91	13	60,46	15	58,25	11	61,03	18	58,81	16	63,24	45	57,69	11

CENÁRIO 1: Priorização igual para tráfego, superfície do pavimento e estrutura do pavimento; CENÁRIO 2: Priorização do tráfego; CENÁRIO 3: Priorização da superfície do pavimento; CENÁRIO 4: Priorização da estrutura do pavimento; CENÁRIO 5: Tráfego desconsiderado; CENÁRIO 6: Superfície do pavimento desconsiderada; CENÁRIO 7: Estrutura do pavimento desconsiderada.

Fonte: Autor.

A Tabela 44 mostra a comparação, em termos de *ranking*, entre os sete cenários de priorização.

Para uma melhor visualização das diferenças e movimentações de *ranking*, entre os cenários, foi atribuída uma cor diferente para cada via da área de estudo e, ao lado do nome de cada subtrecho, foi disposto o valor de sua respectiva solução de manutenção. Um aspecto importante a ser ressaltado é que o valor da solução em cada subtrecho não variou de um cenário para o outro, pois o orçamento não levou em consideração os cenários e sim o tipo de solução adotada em cada subtrecho.

Em quase todos os cenários, o subtrecho WAL Q2 BC PD foi o que apresentou a maior prioridade de manutenção, ou seja, ocupou a primeira colocação no *ranking* de IP. Apenas no cenário 6, aquele em que a superfície do pavimento foi desconsiderada, isso não ocorreu.

Em todos os cenários, independente do critério de priorização, o subtrecho com maior prioridade de manutenção não foi o mais oneroso.

Em se tratando de gerência em nível de rede, o cenário 1 aparenta ser o mais adequado, visto que dá a mesma importância/peso para tráfego, condição da superfície do pavimento e condição da estrutura do pavimento. No cenário em questão, cada parâmetro do tráfego (grupo composto por cinco parâmetros) representa 6,67 % do valor do IP, em cada subtrecho. Cada parâmetro da condição da superfície do pavimento (categoria composta por 5 parâmetros, pertencentes ao grupo pavimento) representa 6,67 % do valor do IP, em cada subtrecho. Por fim, cada parâmetro da condição da estrutura do pavimento (categoria composta por 2 parâmetros, pertencentes ao grupo pavimento) também representa 16,67 % do valor do IP, em cada subtrecho.

Muitos autores, como Danieleski (2004), Matos (2004), Zanchetta (2005), Lima (2007), Scaranto (2007), Hansen (2008), Trombetta (2010), Fernandes (2011), Oliveira (2013), Páez (2015) e Zanchetta (2017), em seus trabalhos sobre SGPU/gerência de pavimentos urbanos em nível de rede, realizaram apenas contagens de tráfego e levantamento de superfície do pavimento (irregularidade e defeitos), não realizando levantamento de parâmetros estruturais do pavimento.

Oliveira (2013) afirma que o levantamento de parâmetros estruturais do pavimento eleva significativamente os investimentos iniciais em implementação de SGPUs, trazendo poucas respostas, em comparação com as respostas oriundas do LVC, por exemplo. Por ser uma alternativa onerosa, o autor ressalta que esse tipo de

levantamento só deve ser realizado quando se trata de gerência de pavimentos em nível de projeto.

Entretanto, no caso específico desta pesquisa, o levantamento de parâmetros estruturais (principalmente deflexão – deflexão máxima corrigida ou D_0 corrigida) foi fundamental para a definição das soluções e para o orçamento dessas.

Em termos práticos, o levantamento menos trabalhoso e de maior rapidez de execução, realizado neste trabalho, foi o levantamento de irregularidade (IRI e ATR) do pavimento com perfilômetro inercial laser.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se que, no momento da execução do levantamento de irregularidade (IRI e ATR) com o perfilômetro inercial laser, seja realizado o vídeo registro, para obtenção do IGGE em escritório.

As Figuras 28, 29, 30 e 31 mostram a relação de IP do cenário 1 com IGGE, D_0 corrigida, ATR e IRI, respectivamente. O IGGE foi o parâmetro que apresentou a maior relação com o IP do cenário 1, seguido por D_0 corrigida, ATR e IRI (conforme valores de R^2). Em outras palavras, o IGGE foi o parâmetro, ligado ao pavimento, que mais se aproximou do IP, no cenário 1. Apesar do R^2 baixo, em caso de restrição orçamentária para realização de levantamentos, o IGGE é o parâmetro menos oneroso de ser obtido. A deflexão máxima corrigida (D_0 corrigida) também se mostrou importante, reforçando a tese da importância deste indicador. Em virtude do exposto, conclui-se que o melhor preditor de IP foi o IGGE, seguido por D_0 corrigida, ATR e IRI.

Tabela 44 – Comparação, em termos de *ranking*, entre os sete cenários de priorização (início)

Cenário 1	Preço (R\$)	Cenário 2	Preço (R\$)	Cenário 3	Preço (R\$)	Cenário 4	Preço (R\$)	Cenário 5	Preço (R\$)	Cenário 6	Preço (R\$)	Cenário 7	Preço (R\$)
WAL Q2 BC PD	127.856,06	WAL Q2 BC PD	127.856,06	WAL Q2 BC PD	127.856,06	WAL Q2 BC PD	127.856,06	WAL Q2 BC PD	127.856,06	PRE Q5 BC PD	131.753,73	WAL Q2 BC PD	127.856,06
WAL Q1 BC PD	118.935,87	PRE Q5 BC PD	131.753,73	WAL Q1 BC PD	118.935,87	PRE Q5 BC PD	131.753,73	WAL Q1 BC PD	118.935,87	PRE Q1 BC PD	73.718,15	PRE Q11 CB PD	92.312,99
PRE Q5 BC PD	131.753,73	PRE Q4 BC PD	111.704,25	PRE Q11 CB PD	92.312,99	WAL Q1 BC PD	118.935,87	ANG Q1 CB PD	100.925,90	PRE Q12 BC PD	83.255,51	WAL Q1 BC PD	118.935,87
PRE Q4 BC PD	111.704,25	PRE Q1 BC PD	73.718,15	PRE Q4 BC PD	111.704,25	PRE Q1 BC PD	73.718,15	ANG Q2 CB PD	101.754,49	PRE Q4 BC PD	111.704,25	PRE Q4 BC PD	111.704,25
PRE Q1 BC PD	73.718,15	WAL Q1 BC PD	118.935,87	PRE Q9 CB PD	80.457,36	ANG Q1 CB PD	100.925,90	PRE Q5 BC PD	131.753,73	PRE Q5 BC PD	131.753,73	ANG Q1 CB PD	100.925,90
PRE Q9 CB PD	80.457,36	PRE Q9 CB PD	80.457,36	PRE Q5 BC PD	131.753,73	PRE Q4 BC PD	111.704,25	PRE Q4 BC PD	111.704,25	PRE Q4 BC PD	111.704,25	HEL Q5 CB PD	114.598,76
PRE Q11 CB PD	92.312,99	PRE Q11 CB PD	92.312,99	PRE Q1 BC PD	73.718,15	ANG Q2 CB PD	101.754,49	PRE Q9 CB PD	80.457,36	PRE Q9 CB PD	80.457,36	PRE Q8 BC PD	65.025,72
WAL Q3 CB PD	116.253,29	WAL Q3 CB PD	116.253,29	WAL Q3 BC PD	407.713,50	PRE Q9 CB PD	80.457,36	PRE Q11 CB PD	92.312,99	PRE Q11 CB PD	92.312,99	WAL Q2 BC PD	127.856,06
ANG Q1 CB PD	100.925,90	PRE Q10 CB PD	106.558,67	WAL Q3 CB PD	116.253,29	PRE Q11 CB PD	92.312,99	PRE Q1 BC PD	73.718,15	PRE Q9 CB PD	80.457,36	PRE Q9 CB PD	80.457,36
ANG Q2 CB PD	101.754,49	WAL Q2 CB PD	121.307,78	WAL Q2 CB PD	121.307,78	WAL Q6 BC PD	172.457,01	DUQ Q2 CB BC PS	107.593,26	ANG Q2 CB PD	101.754,49	WAL Q2 CB PD	121.307,78
WAL Q3 BC PD	407.713,50	WAL Q3 BC PD	407.713,50	WAL Q8 BC PD	123.564,90	WAL Q3 CB PD	116.253,29	WAL Q3 CB PD	116.253,29	WAL Q6 BC PD	172.457,01	WAL Q8 BC PD	123.564,90
WAL Q2 CB PD	121.307,78	PRE Q8 BC PD	97.889,79	WAL Q1 CB PD	149.456,18	WAL Q3 BC PD	407.713,50	EUC Q7 BC CB PS	185.639,32	PRE Q2 BC PD	168.033,74	PRE Q6 BC PD	104.393,42
WAL Q8 BC PD	123.564,90	PRE Q6 CB PD	104.393,42	DOR Q3 BC PD	259.688,51	WAL Q2 CB PD	121.307,78	WAL Q2 CB PD	121.307,78	WAL Q1 BC PD	142.816,65	WAL Q10 CB PD	106.558,67
PRE Q10 CB PD	106.558,67	PRE Q2 BC PD	168.033,74	ANG Q2 CB PD	101.754,49	DOR Q3 BC PD	259.688,51	DOR Q3 BC PD	259.688,51	PRE Q10 BC PD	56.733,60	PRE Q7 CB PD	136.777,51
WAL Q6 BC PD	172.457,01	WAL Q8 BC PD	123.564,90	PRE Q10 CB PD	106.558,67	JOA Q2 CB PD	37.164,75	WAL Q2 CB PD	121.307,78	HEL Q4 CB PD	52.523,51	WAL Q8 BC PD	44.200,79
DOR Q3 BC PD	259.688,51	DOR Q3 BC PD	259.688,51	PRE Q8 CB PD	97.889,79	PRE Q10 CB PD	106.558,67	WAL Q8 BC PD	123.564,90	JOA Q2 CB PD	37.164,75	PRE Q12 CB PD	84.480,23
PRE Q8 BC PD	97.889,79	WAL Q6 BC PD	172.457,01	ANG Q1 CB PD	100.925,90	PRE Q10 CB PD	106.558,67	WAL Q6 BC PD	172.457,01	ANG Q4 CB PD	172.457,01	WAL Q3 CB PD	116.253,29
PRE Q6 BC PD	104.393,42	JOA Q2 CB PD	37.164,75	WAL Q8 BC PD	44.200,79	WAL Q8 BC PD	123.564,90	WAL Q6 BC PD	172.457,01	DOR Q3 CB PD	49.002,64	WAL Q4 BC PD	253.515,85
WAL Q8 BC PD	44.200,79	ANG Q1 CB PD	100.925,90	PRE Q6 CB PD	104.393,42	PRE Q12 BC PD	83.255,51	DOR Q3 BC PD	259.688,51	PRE Q13 BC PD	77.868,39	PRE Q1 BC PD	73.718,15
WAL Q1 CB PD	149.456,18	WAL Q8 BC PD	44.200,79	WAL Q6 BC PD	172.457,01	EUC Q7 BC CB PS	185.639,32	BOR Q4 CB BC PS	230.484,79	PRE Q11 CB PD	92.312,99	DOR Q3 BC PD	259.688,51
JOA Q2 CB PD	37.164,75	WAL Q1 CB PD	149.456,18	JOA Q2 CB PD	37.164,75	PRE Q8 BC PD	65.025,72	DUQ Q3 CB BC PS	113.860,83	HEL Q3 CB PD	69.346,94	WAL Q10 CB PD	189.105,36
PRE Q2 BC PD	168.033,74	ANG Q2 CB PD	101.754,49	PRE Q2 BC PD	168.033,74	PRE Q8 BC PD	97.889,79	BOR Q1 CB PD	130.945,01	PRE Q7 BC PD	57.973,49	PRE Q14 BC PD	150.691,22
WAL Q4 CB PD	227.452,09	PRE Q8 BC PD	65.025,72	PRE Q12 CB PD	84.480,23	PRE Q6 CB PD	104.393,42	PRE Q10 CB PD	106.558,67	WAL Q3 CB PD	116.253,29	WAL Q7 BC PD	179.890,50
JOA Q4 CB PD	65.345,04	PRE Q12 BC PD	83.255,51	BOR Q3 CB BC PS	149.770,18	ANG Q4 CB PD	142.816,65	EUC Q11 BC CB PS	67.745,98	PRE Q10 CB PD	106.558,67	PRE Q4 CB PD	35.837,03
PRE Q8 BC PD	65.025,72	PRE Q7 BC PD	57.973,49	WAL Q4 CB PD	227.452,09	MED Q17 CB PD	70.585,64	WAL Q8 BC PD	44.200,79	JOA Q4 CB PD	65.345,04	JOA Q4 CB PD	65.345,04
DOR Q6 BC PD	136.808,22	JOA Q4 CB PD	65.345,04	DUQ Q7 CB BC PS	142.665,82	WAL Q8 BC PD	44.200,79	WAL Q1 CB PD	149.456,18	HEL Q8 BC PD	19.967,61	PRE Q2 BC PD	168.033,74
PRE Q12 BC PD	83.255,51	WAL Q4 CB PD	227.452,09	DOR Q6 BC PD	136.808,22	WAL Q4 CB PD	227.452,09	PRE Q8 BC PD	97.889,79	HEL Q9 CB PD	26.956,31	WAL Q6 BC PD	172.457,01
PRE Q7 BC PD	57.973,49	HEL Q5 CB PD	114.598,76	JOA Q4 CB PD	65.345,04	DOR Q6 BC PD	136.808,22	PRE Q6 CB PD	104.393,42	JOA Q6 CB PD	94.838,48	JOA Q4 CB PD	65.345,04
WAL Q6 BC PD	275.975,21	DOR Q6 BC PD	136.808,22	PRE Q7 BC PD	136.777,51	JOA Q4 CB PD	65.345,04	JOA Q2 CB PD	37.164,75	HEL Q1 CB PD	66.663,74	WAL Q4 CB PD	227.452,09
PRE Q12 CB PD	84.480,23	PRE Q10 BC PD	56.733,60	WAL Q7 BC PD	179.890,50	MED Q13 CB PD	46.222,48	MED Q17 CB PD	70.585,64	WAL Q5 BC PD	328.425,18	PRE Q1 CB PD	30.980,40
JOA Q3 CB PD	177.446,44	WAL Q6 BC PD	275.975,21	DUQ Q2 CB BC PS	107.593,26	DOR Q3 CB PD	49.002,64	EUC Q14 BC CB PS	134.353,37	WAL Q2 CB PD	121.307,78	PRE Q7 BC PD	57.973,49
PRE Q10 BC PD	56.733,60	PRE Q12 CB PD	84.480,23	BOR Q4 CB BC PS	230.484,79	ANG Q2 BC PD	85.971,97	DUQ Q10 CB PS	126.956,98	WAL Q4 CB PD	227.452,09	DOR Q6 BC PD	136.808,22
PRE Q4 CB PD	35.837,03	PRE Q4 CB PD	35.837,03	WAL Q6 CB PD	275.975,21	BOR Q1 CB PD	130.945,01	ANG Q2 BC PD	85.971,97	DOR Q3 BC PD	259.688,51	WAL Q6 BC PD	275.975,21
EUC Q7 BC CB PS	185.639,32	HEL Q4 CB PD	52.523,51	EUC Q7 BC CB PS	185.639,32	EUC Q14 BC CB PS	134.353,37	EUC Q2 BC CB PS	146.407,55	JOA Q3 CB PD	177.446,44	WAL Q1 CB PD	149.456,18
WAL Q7 BC PD	179.890,50	JOA Q3 CB PD	177.446,44	PRE Q7 BC PD	57.973,49	WAL Q1 CB PD	149.456,18	MED Q13 CB PD	46.222,48	PRE Q3 BC PD	66.604,41	ANG Q2 CB PD	101.754,49
PRE Q13 BC PD	77.868,39	PRE Q13 BC PD	77.868,39	PRE Q4 CB PD	35.837,03	PRE Q10 BC PD	56.733,60	PRE Q2 BC PD	168.033,74	DOR Q6 BC PD	136.808,22	ANG Q1 CB PD	100.925,90
ANG Q2 BC PD	85.971,97	HEL Q8 BC PD	19.967,61	PRE Q8 BC PD	65.025,72	PRE Q7 BC PD	57.973,49	DOR Q6 BC PD	136.808,22	HEL Q6 BC PD	131.607,08	JOA Q3 CB PD	177.446,44
PRE Q7 CB PD	136.777,51	PRE Q7 CB PD	136.777,51	WAL Q4 CB PD	253.515,85	EUC Q11 BC CB PS	67.745,98	WAL Q4 CB PD	227.452,09	PRE Q8 BC PD	97.889,79	DOR Q4 CB PD	128.496,39
WAL Q5 BC PD	328.425,18	HEL Q3 CB PD	69.346,94	DOR Q1 CB PD	121.004,51	WAL Q6 BC PD	275.975,21	BOR Q1 CB BC PS	194.159,85	WAL Q3 BC PD	407.713,50	PRE Q8 BC PD	65.025,72
HEL Q5 CB PD	114.598,76	WAL Q7 BC PD	179.890,50	EUC Q2 BC CB PS	146.407,55	MED Q11 CB PD	70.009,98	EUC Q13 BC CB PS	193.739,38	PRE Q6 CB PD	104.393,42	JOA Q5 CB PD	102.672,63
ANG Q4 CB PD	142.816,65	HEL Q1 CB PD	66.663,74	JOA Q3 CB PD	177.446,44	MED Q14 CB PD	235.574,11	MED Q8 CB PD	33.654,68	WAL Q6 CB PD	275.975,21	HEL Q8 BC PD	19.967,61
BOR Q3 CB BC PS	149.770,18	PRE Q14 BC PD	150.691,22	BOR Q3 CB PD	163.192,67	JOA Q3 CB PD	177.446,44	JOA Q7 BC PD	53.638,24	MED Q17 CB PD	70.585,64	PRE Q9 BC PD	79.243,19
DOR Q3 CB PD	49.002,64	JOA Q5 CB PD	102.672,63	PRE Q14 BC PD	150.691,22	WAL Q5 BC PD	328.425,18	MED Q14 CB PD	235.574,11	DOR Q4 CB PD	103.718,15	PRE Q13 BC PD	77.868,39
JOA Q5 CB PD	102.672,63	PRE Q3 BC PD	66.604,41	WAL Q5 CB PD	189.105,36	MED Q8 CB PD	33.654,68	ANG Q3 BC PD	220.539,51	HEL Q10 CB PD	33.494,06	JOA Q1 CB PD	182.644,34

Tabela 44 – Comparação, em termos de *ranking*, entre os sete cenários de priorização (continua)

Cenário 1	Preço (R\$)	Cenário 2	Preço (R\$)	Cenário 3	Preço (R\$)	Cenário 4	Preço (R\$)	Cenário 5	Preço (R\$)	Cenário 6	Preço (R\$)	Cenário 7	Preço (R\$)
ANG Q3 CB PD	197.184,67	WAL Q5 BC PD	328.425,18	ANG Q2 BC PD	85.971,97	HEL Q5 CB PD	114.598,76	ANG Q4 BC PD	102.020,08	WAL Q8 BC PD	123.564,90	PRE Q5 CB PD	47.355,76
BOR Q1 CB PD	130.945,01	PRE Q1 CB PD	30.980,40	PRE Q12 BC PD	83.255,51	PRE Q13 BC PD	77.868,39	JOA Q4 CB PD	65.345,04	JOA Q5 CB PD	102.672,63	PRE Q10 BC PD	56.733,60
PRE Q14 BC PD	150.691,22	HEL Q6 CB PD	131.607,08	BOR Q1 CB PD	130.945,01	DUQ Q2 CB BC PS	107.593,26	MED Q11 CB PD	70.009,98	MED Q13 CB PD	46.222,48	BOR Q3 CB PD	163.192,67
ANG Q3 BC PD	220.539,51	HEL Q9 CB PD	26.956,31	PRE Q1 CB PD	30.980,40	BOR Q3 CB BC PS	149.770,18	BOR Q7 CB PD	147.422,65	HEL Q12 CB PD	53.923,06	HEL Q3 CB PD	69.346,94
DUQ Q2 CB BC PS	107.593,26	JOA Q6 CB PD	94.838,48	EUC Q11 BC CB PS	67.745,98	ANG Q4 BC PD	102.020,08	WAL Q6 CB PD	275.975,21	HEL Q7 CB PD	39.202,11	PRE Q6 BC PD	47.072,49
HEL Q4 CB PD	52.523,51	HEL Q2 CB PD	38.647,00	ANG Q3 BC PD	220.539,51	ANG Q3 CB PD	197.184,67	BOR Q4 CB PD	155.947,89	HEL Q2 CB PD	38.647,00	HEL Q4 CB PD	52.523,51
ANG Q4 BC PD	102.020,08	JOA Q1 CB PD	182.644,34	DUQ Q3 CB BC PS	113.860,83	ANG Q3 BC PD	220.539,51	EUC Q8 BC CB PS	23.202,07	JOA Q8 CB PD	44.723,49	HEL Q1 CB PD	66.663,74
EUC Q11 BC CB PS	67.745,98	HEL Q10 CB PD	33.494,06	ANG Q3 CB PD	197.184,67	MED Q12 CB PD	60.819,17	ANG Q4 CB PD	142.816,65	ANG Q2 BC PD	85.971,97	HEL Q2 CB PD	38.647,00
PRE Q1 CB PD	30.980,40	HEL Q7 CB PD	39.202,11	ANG Q4 BC PD	102.020,08	DOR Q4 CB PD	103.718,15	DUQ Q6 CB BC PS	118.145,92	PRE Q3 CB PD	22.346,62	DUQ Q7 CB BC PS	142.665,82
BOR Q4 CB BC PS	230.484,79	HEL Q12 CB PD	53.923,06	BOR Q4 CB PD	155.947,89	DUQ Q3 CB BC PS	113.860,83	BOR Q3 CB PD	163.192,67	HEL Q11 CB PD	17.201,63	HEL Q5 CB PD	114.598,76
PRE Q3 BC PD	66.604,41	HEL Q11 CB PD	17.201,63	PRE Q10 BC PD	56.733,60	DUQ Q10 CB PS	126.956,98	PRE Q8 BC PD	65.025,72	DOR Q5 BC PD	281.647,47	EUC Q4 BC CB PS	39.479,30
MED Q17 CB PD	70.585,64	DOR Q5 BC PD	281.647,47	WAL Q5 BC PD	328.425,18	MED Q15 CB PD	38.856,69	ANG Q3 CB PD	197.184,67	WAL Q7 CB PD	45.090,49	PRE Q3 BC PD	66.604,41
DOR Q4 CB PD	103.718,15	JOA Q3 CB PD	49.002,64	JOA Q5 CB PD	102.672,63	PRE Q4 CB PD	35.837,03	MED Q11 CB PD	60.819,17	MED Q10 CB PD	70.009,98	PRE Q12 BC PD	83.255,51
JOA Q6 CB PD	94.838,48	ANG Q4 CB PD	142.816,65	PRE Q13 BC PD	77.868,39	BOR Q4 CB BC PS	230.484,79	DOR Q3 CB PD	49.002,64	EUC Q14 BC CB PS	134.353,37	HEL Q7 CB PD	39.202,11
JOA Q1 CB PD	182.644,34	WAL Q5 CB PD	189.105,36	JOA Q7 BC PD	53.638,24	BOR Q1 CB BC PS	194.159,85	WAL Q7 BC PD	179.890,50	WAL Q8 CB PD	44.200,79	PRE Q11 BC PD	83.537,83
MED Q13 CB PD	46.222,48	PRE Q3 CB PD	22.346,62	ANG Q5 CB PD	101.846,36	JOA Q6 CB PD	94.838,48	DUQ Q5 CB BC PS	116.994,62	JOA Q1 CB PD	182.644,34	WAL Q5 BC PD	328.425,18
HEL Q8 CB PD	19.967,61	ANG Q3 CB PD	197.184,67	EUC Q3 BC CB PS	62.535,70	EUC Q13 BC CB PS	193.739,38	PRE Q12 BC PD	83.255,51	PRE Q4 CB PD	35.837,03	PRE Q10 BC PD	131.607,08
DOR Q1 CB PD	121.004,51	WAL Q7 CB PD	45.090,49	DOR Q3 CB PD	49.002,64	WAL Q7 BC PD	179.890,50	BOR Q2 BC PD	109.599,49	ANG Q3 CB PD	197.184,67	HEL Q10 CB PD	33.494,06
DOR Q5 BC PD	281.647,47	PRE Q11 BC PD	83.537,83	JOA Q1 CB PD	182.644,34	JOA Q5 CB PD	102.672,63	PRE Q7 BC PD	57.973,49	MED Q12 CB PD	60.819,17	HEL Q11 CB PD	17.201,63
HEL Q3 CB PD	69.346,94	ANG Q2 BC PD	85.971,97	EUC Q13 BC CB PS	193.739,38	HEL Q4 CB PD	52.523,51	DUQ Q4 CB BC PS	105.582,70	DOR Q1 BC PD	158.418,98	BOR Q3 CB BC PS	149.770,18
DUQ Q7 CB BC PS	142.665,82	DOR Q4 CB PD	103.718,15	ANG Q4 CB PD	142.816,65	PRE Q3 BC PD	66.604,41	MED Q15 CB PD	38.856,69	MED Q14 CB PD	235.574,11	HEL Q12 CB PD	53.923,06
ANG Q5 CB PD	101.846,36	DOR Q1 CB PD	121.004,51	DUQ Q5 CB BC PS	116.994,62	BOR Q7 CB PD	147.422,65	BOR Q3 BC PD	100.930,60	HEL Q5 BC PD	9.682,32	DOR Q5 BC PD	281.647,47
EUC Q14 BC CB PS	134.353,37	DOR Q1 BC PD	158.418,98	EUC Q8 BC CB PS	23.202,07	DOR Q5 BC PD	281.647,47	DUQ Q8 CB BC PS	95.058,13	HEL Q7 BC PD	16.419,79	BOR Q4 CB BC PS	230.484,79
EUC Q2 BC CB PS	146.407,55	WAL Q4 BC PD	253.515,85	DUQ Q4 CB BC PS	105.582,70	ANG Q5 CB PD	101.846,36	DUQ Q9 CB PS	28.632,14	EUC Q7 BC CB PS	185.639,32	PRE Q2 CB PD	36.706,57
MED Q8 CB PD	33.654,68	JOA Q8 CB PD	44.723,49	MED Q17 CB PD	70.585,64	JOA Q7 BC PD	53.638,24	BOR Q2 CB PD	63.856,38	MED Q15 CB PD	38.856,69	ANG Q2 CB PD	197.184,67
WAL Q5 CB PD	189.105,36	ANG Q5 CB PD	101.846,36	DOR Q4 CB PD	103.718,15	PRE Q12 BC PD	84.480,23	JOA Q3 CB PD	177.446,44	ANG Q4 BC PD	102.020,08	EUC Q3 BC CB PS	62.535,70
HEL Q1 CB PD	66.663,74	ANG Q3 BC PD	220.539,51	MED Q8 CB PD	33.654,68	EUC Q2 BC CB PS	146.407,55	PRE Q12 CB PD	84.480,23	HEL Q4 BC PD	8.038,16	EUC Q2 BC CB PS	146.407,55
MED Q14 CB PD	235.574,11	ANG Q4 BC PD	102.020,08	ANG Q1 BC PD	115.046,88	JOA Q1 CB PD	182.644,34	DOR Q4 CB PD	103.718,15	PRE Q11 BC PD	83.537,83	JOA Q6 CB PD	94.838,48
DUQ Q3 CB BC PS	113.860,83	EUC Q7 BC CB PS	185.639,32	DOR Q5 BC PD	281.647,47	LIB Q4 CB PD	42.444,80	WAL Q5 CB PD	328.425,18	WAL Q1 CB PD	149.456,18	ANG Q5 CB PD	101.846,36
WAL Q7 CB PD	45.090,49	HEL Q7 BC PD	16.419,79	BOR Q2 CB PD	63.856,38	MED Q3 CB PD	83.576,90	DUQ Q1 CB BC PS	34.013,69	ANG Q3 BC PD	220.539,51	HEL Q6 CB PD	26.956,31
MED Q11 CB PD	70.009,98	JOA Q7 CB PD	36.751,97	MED Q13 CB PD	46.222,48	EUC Q8 BC CB PS	23.202,07	PRE Q4 CB PD	35.837,03	MED Q8 CB PD	33.654,68	PRE Q3 CB PD	22.346,62
EUC Q13 BC CB PS	193.739,38	HEL Q5 BC PD	9.682,32	PRE Q3 CB PD	66.604,41	DUQ Q7 CB BC PS	142.665,82	BOR Q5 BC PD	47.138,55	BOR Q1 CB PD	130.945,01	DOR Q5 BC PD	267.124,23
JOA Q7 BC PD	53.638,24	PRE Q6 BC PD	47.072,49	HEL Q5 CB PD	114.598,76	WAL Q7 CB PD	45.090,49	ANG Q5 CB PD	101.846,36	JOA Q7 CB PD	36.751,97	EUC Q6 BC CB PS	146.871,64
WAL Q4 BC PD	253.515,85	MED Q17 CB PD	70.585,64	DUQ Q6 CB BC PS	118.145,92	HEL Q8 CB PD	19.967,61	DOR Q1 CB PD	121.004,51	MED Q3 CB PD	83.576,90	WAL Q7 CB PD	45.090,49
DOR Q1 BC PD	158.418,98	DOR Q2 BC PD	242.312,30	BOR Q5 BC PD	47.138,55	HEL Q3 CB PD	69.346,94	BOR Q8 BC PD	13.829,23	LIB Q4 CB PD	42.444,80	ANG Q3 BC PD	220.539,51
PRE Q3 CB PD	22.346,62	HEL Q4 BC PD	8.038,16	BOR Q7 CB PD	147.422,65	DUQ Q9 CB PS	28.632,14	PRE Q10 BC PD	56.733,60	ANG Q5 CB PD	101.846,36	BOR Q4 CB PD	155.947,89
HEL Q6 CB PD	131.607,08	PRE Q9 BC PD	79.243,19	BOR Q3 CB PD	100.930,60	DOR Q1 BC PD	158.418,98	EUC Q3 BC CB PS	62.535,70	EUC Q11 BC CB PS	67.745,98	DOR Q1 BC PD	158.418,98
MED Q12 BC PD	60.819,17	BOR Q1 CB PD	130.945,01	EUC Q14 BC CB PS	134.353,37	MED Q2 BC PD	46.100,12	BOR Q7 CB PD	11.841,86	PRE Q1 CB PD	30.980,40	DUQ Q2 CB BC PS	107.593,26
HEL Q9 CB PD	26.956,31	MED Q13 CB PD	46.222,48	MED Q14 CB PD	235.574,11	PRE Q1 CB PD	30.980,40	EUC Q1 BC CB PS	70.517,73	WAL Q7 BC PD	179.890,50	ANG Q1 BC PD	115.046,88
ANG Q1 BC PD	115.046,88	HEL Q10 BC PD	12.754,30	JOA Q6 CB PD	94.838,48	HEL Q1 CB PD	66.663,74	ANG Q1 BC PD	115.046,88	HEL Q10 BC PD	12.754,30	ANG Q4 BC PD	102.020,08
HEL Q2 CB PD	38.647,00	HEL Q12 BC PD	10.132,53	EUC Q4 BC CB PS	39.479,30	PRE Q3 CB PD	22.346,62	PRE Q7 CB PD	136.777,51	MED Q2 CB PD	46.100,12	DOR Q2 BC PD	242.312,30
BOR Q7 CB PD	147.422,65	EUC Q11 BC CB PS	67.745,98	HEL Q4 CB PD	52.523,51	PRE Q7 CB PD	136.777,51	EUC Q12 BC CB PS	100.331,87	HEL Q9 BC PD	11.754,16	ANG Q2 BC PD	85.971,97
BOR Q4 CB PD	155.947,89	PRE Q2 CB PD	36.706,57	BOR Q1 CB BC PS	194.159,85	ANG Q1 BC PD	115.046,88	LIB Q4 CB PD	42.444,80	PRE Q12 CB PD	84.480,23	DOR Q4 CB PD	103.718,15
EUC Q8 BC CB PS	23.202,07	ANG Q1 BC PD	115.046,88	HEL Q8 CB PD	19.967,61	PRE Q14 BC PD	150.691,22	PRE Q13 BC PD	77.868,39	PRE Q14 BC PD	150.691,22	JOA Q6 BC PD	35.583,20

Tabela 44 – Comparação, em termos de *ranking*, entre os sete cenários de priorização (continua)

Cenário 1	Preço (R\$)	Cenário 2	Preço (R\$)	Cenário 3	Preço (R\$)	Cenário 4	Preço (R\$)	Cenário 5	Preço (R\$)	Cenário 6	Preço (R\$)	Cenário 7	Preço (R\$)
PRE Q11 BC PD	83.537,83	PRE Q5 CB PD	47.355,76	DUQ Q10 CB PS	126.956,98	DOR Q1 CB PD	121.004,51	MED Q3 CB PD	83.576,90	HEL Q6 BC PD	36.827,85	EUC Q7 BC CB PS	185.639,32
MED Q15 CB PD	38.856,69	BOR Q3 CB BC PS	149.770,18	WAL Q7 CB PD	45.090,49	DUQ Q1 CB BC PS	34.013,69	BOR Q7 CB BC PS	193.755,49	HEL Q12 BC PD	10.132,53	HEL Q12 BC PD	10.132,53
HEL Q10 CB PD	33.494,06	HEL Q9 BC PD	11.754,16	HEL Q3 CB PD	69.346,94	JOA Q8 CB PD	44.723,49	JOA Q5 CB PD	102.672,63	HEL Q3 BC PD	3.692,01	JOA Q8 CB PD	44.723,49
HEL Q7 CB PD	39.202,11	MED Q8 CB PD	33.654,68	MED Q11 CB PD	70.009,98	BOR Q4 CB PD	155.947,89	BOR Q9 BC PD	16.620,07	HEL Q8 BC PD	9.551,83	BOR Q2 CB PD	63.856,38
BOR Q3 CB PD	163.192,67	MED Q14 CB PD	235.574,11	EUC Q1 BC CB PS	70.517,73	HEL Q9 CB PD	26.956,31	DOR Q5 BC PD	281.647,47	EUC Q13 BC CB PS	193.739,38	BOR Q5 BC PD	47.138,55
BOR Q1 CB BC PS	194.159,85	HEL Q6 BC PD	36.827,85	DOR Q1 BC PD	158.418,98	DUQ Q8 BC BC PS	95.058,13	MED Q2 CB PD	46.100,12	BOR Q1 CB BC PS	194.159,85	DOR Q2 CB PD	114.702,47
DUQ Q10 CB PS	126.956,98	HEL Q3 BC PD	3.692,01	BOR Q2 BC PD	109.599,49	HEL Q6 CB PD	131.607,08	PRE Q1 CB PD	30.980,40	DUQ Q10 CB PS	126.956,98	JOA Q7 CB PD	36.751,97
HEL Q12 CB PD	53.923,06	MED Q11 CB PD	70.009,98	HEL Q1 CB PD	66.663,74	BOR Q8 BC PD	13.829,23	JOA Q6 CB PD	94.838,48	DOR Q2 BC PD	242.312,30	DUQ Q4 BC BC PS	105.582,70
JOA Q8 CB PD	44.723,49	HEL Q8 BC PD	9.551,83	PRE Q11 BC PD	83.537,83	DUQ Q6 CB BC PS	118.145,92	PRE Q14 BC PD	150.691,22	BOR Q7 CB PD	147.422,65	DOR Q3 CB PD	49.002,64
HEL Q11 CB PD	17.201,63	EUC Q14 BC CB PS	134.353,37	MED Q12 CB PD	60.819,17	HEL Q2 CB PD	38.647,00	JOA Q5 BC PD	14.870,59	PRE Q7 CB PD	136.777,51	DUQ Q5 CB BC PS	116.994,62
BOR Q2 CB PD	63.856,38	EUC Q2 BC CB PS	146.407,55	PRE Q3 CB PD	22.346,62	EUC Q12 BC CB PS	100.331,87	JOA Q1 CB PD	182.644,34	ANG Q1 BC PD	115.046,88	HEL Q2 BC PD	20.042,24
HEL Q7 BC PD	16.419,79	BOR Q4 CB BC PS	230.484,79	MED Q15 CB PD	38.856,69	HEL Q10 CB PD	33.494,06	EUC Q10 BC CB PS	154.241,52	LIB Q1 CB PD	50.381,10	JOA Q7 BC PD	53.638,24
DUQ Q6 CB BC PS	118.145,92	DUQ Q2 CB BC PS	107.593,26	JOA Q6 BC PD	35.583,20	PRE Q11 BC PD	83.537,83	PRE Q14 BC PD	114.599,22	JOA Q3 BC PD	29.795,86	HEL Q11 BC PD	7.014,83
EUC Q3 BC CB PS	62.535,70	MED Q12 CB PD	60.819,17	EUC Q10 BC CB PS	154.241,52	BOR Q2 CB PD	63.856,38	WAL Q5 CB PD	189.105,36	HEL Q11 BC PD	7.014,83	HEL Q7 BC PD	16.419,79
HEL Q5 BC PD	9.682,32	HEL Q11 BC PD	7.014,83	BOR Q7 CB BC PS	193.755,49	HEL Q7 CB PD	39.202,11	BOR Q6 CB BC PS	205.094,40	LIB Q3 BC PD	39.497,25	EUC Q5 BC CB PS	99.273,72
MED Q3 CB PD	83.576,90	JOA Q7 BC PD	53.638,24	DUQ Q8 CB BC PS	95.058,13	HEL Q7 BC PD	16.419,79	MED Q9 CB PD	133.775,82	JOA Q7 BC PD	53.638,24	HEL Q10 BC PD	12.754,30
EUC Q1 CB BC PS	70.517,73	EUC Q13 BC CB PS	193.739,38	EUC Q13 BC CB PS	38.647,00	EUC Q1 BC CB PS	70.517,73	HEL Q5 BC PD	9.682,32	DUQ Q9 CB PS	28.632,14	HEL Q8 BC PD	9.551,83
DOR Q2 BC PD	242.312,30	MED Q15 CB PD	38.856,69	EUC Q12 BC CB PS	100.331,87	HEL Q5 BC PD	9.682,32	JOA Q3 BC PD	29.795,86	MED Q7 CB PD	140.415,62	BOR Q5 CB BC PS	179.670,31
JOA Q7 CB PD	36.751,97	DOR Q4 BC PD	128.496,39	HEL Q6 CB PD	131.607,08	HEL Q12 CB PD	53.923,06	MED Q16 CB PD	65.887,77	EUC Q8 BC CB PS	23.202,07	DOR Q6 BC PD	131.788,57
DUQ Q5 CB BC PS	116.994,62	BOR Q7 CB PD	147.422,65	JOA Q5 BC PD	14.870,59	JOA Q3 BC PD	29.795,86	WAL Q7 CB PD	45.090,49	LIB Q2 BC CB PS	82.944,38	ANG Q4 CB PD	142.816,65
DUQ Q4 CB BC PS	105.582,70	EUC Q8 BC CB PS	23.202,07	HEL Q7 CB PD	39.202,11	HEL Q1 CB PD	17.201,63	WAL Q4 BC PD	253.515,85	DOR Q1 CB PD	121.004,51	HEL Q9 BC PD	11.754,16
EUC Q12 BC CB PS	100.331,87	BOR Q4 CB PD	155.947,89	HEL Q10 CB PD	33.494,06	LIB Q1 CB PD	50.381,10	LIB Q1 CB PD	50.381,10	DUQ Q3 CB BC PS	113.860,83	HEL Q3 BC PD	3.692,01
HEL Q4 BC PD	8.038,16	DUQ Q7 CB BC PS	142.665,82	MED Q16 CB PD	65.887,77	BOR Q2 BC PD	109.599,49	DOR Q1 BC PD	158.418,98	PRE Q2 CB PD	36.706,57	EUC Q10 BC CB PS	154.241,52
MED Q2 CB PD	46.100,12	DOR Q2 CB PD	114.702,47	DOR Q4 BC PD	128.496,39	BOR Q3 CB PD	163.192,67	EUC Q4 BC CB PS	39.479,30	MED Q5 CB PD	93.584,88	EUC Q11 BC CB PS	67.745,98
DUQ Q8 CB BC PS	95.058,13	DOR Q2 CB PD	163.192,67	MED Q9 CB PD	133.775,82	LIB Q3 CB PD	39.497,25	JOA Q6 BC PD	35.583,20	DUQ Q1 CB BC PS	34.013,69	HEL Q6 BC PD	36.827,85
HEL Q10 BC PD	12.754,30	DUQ Q3 CB BC PS	113.860,83	HEL Q12 CB PD	53.923,06	WAL Q5 CB PD	189.105,36	LIB Q3 CB PD	39.497,25	LIB Q5 CB PD	91.591,77	HEL Q1 BC PD	9.108,76
HEL Q12 BC PD	10.132,53	BOR Q1 CB BC PS	194.159,85	HEL Q11 CB PD	17.201,63	HEL Q4 BC PD	8.038,16	BOR Q6 BC PD	39.755,40	BOR Q8 BC PD	13.829,23	EUC Q8 BC CB PS	23.202,07
DUQ Q9 CB PS	28.632,14	DOR Q5 CB PD	267.124,23	BOR Q7 BC PD	11.841,86	JOA Q7 CB PD	36.751,97	DUQ Q7 CB PS	10.048,86	PRE Q6 BC PD	47.072,49	HEL Q5 BC PD	9.682,32
HEL Q9 BC PD	11.754,16	MED Q3 CB PD	83.576,90	JOA Q8 CB PD	44.723,49	BOR Q7 BC PD	11.841,86	BOR Q1 CB PD	45.435,75	BOR Q3 CB BC PS	149.770,18	BOR Q3 BC PD	100.930,60
BOR Q2 BC PD	109.599,49	BOR Q2 CB PD	63.856,38	HEL Q9 CB PD	26.956,31	DUQ Q5 CB BC PS	116.994,62	HEL Q4 CB PD	52.523,51	EUC Q12 BC CB PS	100.331,87	BOR Q1 CB PD	130.945,01
LIB Q4 CB PD	42.444,80	EUC Q3 BC CB PS	62.535,70	DOR Q2 BC PD	242.312,30	BOR Q9 BC PD	16.620,07	LIB Q7 CB PD	145.842,28	WAL Q5 CB PD	189.105,36	HEL Q4 BC PD	8.038,16
BOR Q3 BC PD	100.930,60	MED Q2 CB PD	46.100,12	EUC Q6 BC CB PS	146.871,64	LIB Q2 BC CB PS	82.944,38	DUQ Q6 CB PS	29.195,97	DOR Q2 CB PD	114.702,47	EUC Q1 BC CB PS	70.517,73
DUQ Q1 CB BC PS	34.013,69	EUC Q1 BC CB PS	70.517,73	PRE Q9 BC PD	79.243,19	HEL Q10 BC PD	12.754,30	JOA Q4 BC PD	40.816,03	DUQ Q2 CB BC PS	107.593,26	EUC Q13 BC CB PS	193.739,38
PRE Q6 BC PD	47.072,49	DUQ Q10 CB PS	126.956,98	PRE Q6 BC PD	47.072,49	DUQ Q4 CB BC PS	105.582,70	HEL Q5 CB PS	17.510,78	EUC Q2 BC CB PS	146.407,55	DUQ Q3 CB BC PS	113.860,83
JOA Q5 BC PD	14.870,59	HEL Q2 BC PD	20.042,24	PRE Q5 CB PD	47.355,76	MED Q7 CB PD	140.415,62	LIB Q5 CB PD	91.591,77	DUQ Q8 CB BC PS	95.058,13	MED Q16 CB PD	65.887,77
MED Q9 CB PD	133.775,82	EUC Q12 BC CB PS	100.331,87	DUQ Q9 CB PS	28.632,14	LIB Q5 CB PD	91.591,77	PRE Q3 CB PD	22.346,62	PRE Q9 BC PD	79.243,19	DUQ Q6 CB BC PS	118.145,92
PRE Q2 CB PD	36.706,57	DOR Q6 BC PD	131.788,57	DUQ Q1 CB BC PS	34.013,69	JOA Q5 BC PD	14.870,59	DUQ Q8 CB PD	28.501,97	BOR Q4 CB BC PS	230.484,79	JOA Q5 BC PD	14.870,59
PRE Q9 BC PD	79.243,19	HEL Q1 BC PD	9.108,76	BOR Q6 CB BC PS	205.094,40	BOR Q6 CB BC PS	193.755,49	LIB Q8 BC PD	15.326,62	LIB Q7 CB PD	145.842,28	MED Q9 CB PD	133.775,82
HEL Q6 BC PD	36.827,85	MED Q9 CB PD	133.775,82	DOR Q5 CB PD	267.124,23	DOR Q2 BC PD	242.312,30	LIB Q2 BC CB PS	82.944,38	PRE Q5 CB PD	47.355,76	MED Q8 CB PD	33.654,68
BOR Q7 CB BC PS	193.755,49	MED Q16 CB PD	65.887,77	HEL Q7 BC PD	16.419,79	BOR Q3 BC PD	100.930,60	BOR Q10 BC PD	16.620,07	EUC Q1 BC CB PS	70.517,73	BOR Q7 CB PD	147.422,65
MED Q16 CB PD	65.887,77	JOA Q5 BC PD	14.870,59	MED Q3 CB PD	83.576,90	MED Q9 CB PD	133.775,82	HEL Q8 CB PD	19.967,61	MED Q10 BC PD	28.354,69	BOR Q7 CB BC PS	193.755,49
PRE Q5 CB PD	47.355,76	DUQ Q6 CB BC PS	118.145,92	DOR Q2 CB PD	114.702,47	HEL Q9 BC PD	11.754,16	MED Q7 CB PD	140.415,62	JOA Q2 BC PD	7.655,07	DOR Q7 CB PD	78.577,56
EUC Q10 BC CB PS	154.241,52	LIB Q4 CB PD	42.444,80	JOA Q4 BC PD	40.816,03	MED Q5 CB PD	93.584,88	HEL Q3 CB PD	69.346,94	BOR Q4 CB PD	155.947,89	JOA Q4 BC PD	40.816,03
HEL Q3 BC PD	3.692,01	EUC Q10 BC CB PS	154.241,52	PRE Q2 CB PD	36.706,57	EUC Q3 BC CB PS	62.535,70	EUC Q9 BC CB PS	118.809,17	MED Q9 CB PD	133.775,82	EUC Q12 BC CB PS	100.331,87

Tabela 44 – Comparação, em termos de *ranking*, entre os sete cenários de priorização (continua)

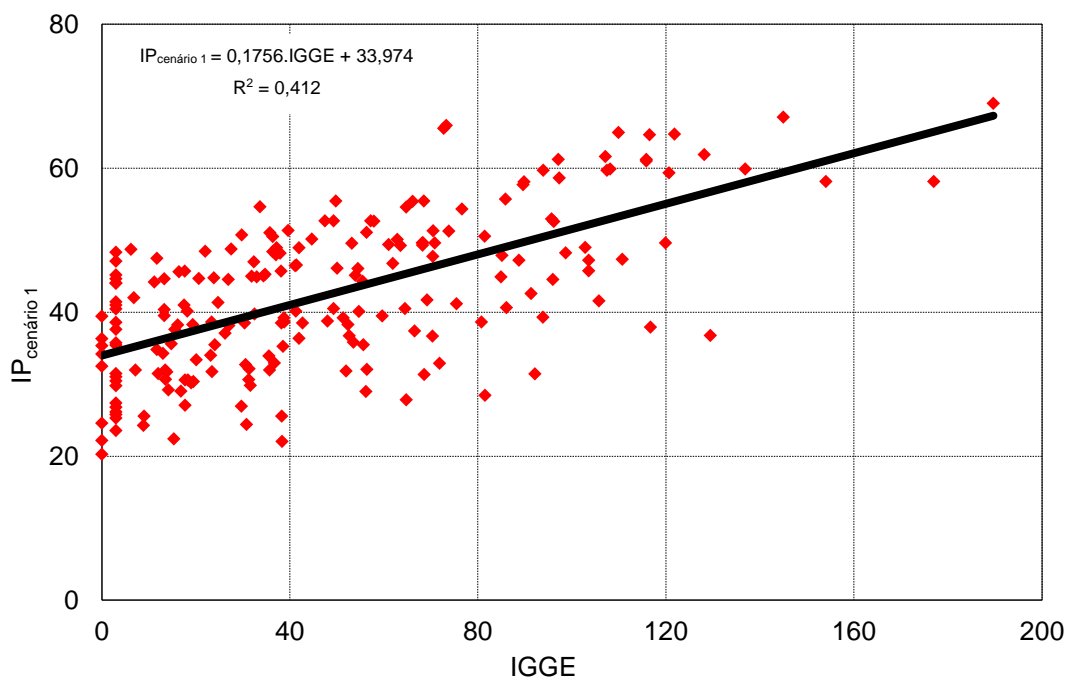
Cenário 1	Preço (R\$)	Cenário 2	Preço (R\$)	Cenário 3	Preço (R\$)	Cenário 4	Preço (R\$)	Cenário 5	Preço (R\$)	Cenário 6	Preço (R\$)	Cenário 7	Preço (R\$)
HEL Q8 BC PD	9.551,83	JOA Q3 BC PD	29.795,86	HEL Q12 BC PD	10.132,53	HEL Q12 BC PD	10.132,53	MED Q5 CB PD	93.584,88	JOA Q8 BC PD	15.326,62	MED Q14 CB PD	235.574,11
DOR Q2 CB PD	114.702,47	LIB Q2 BC CB PS	82.944,38	JOA Q7 CB PD	36.751,97	LIB Q7 CB PD	145.842,28	MED Q10 BC PD	28.354,69	MED Q6 BC PD	31.712,87	EUC Q9 BC CB PS	118.809,17
BOR Q5 BC PD	47.138,55	DUQ Q5 CB BC PS	116.994,62	MED Q2 CB PD	46.100,12	MED Q16 CB PD	65.887,77	JOA Q8 BC PD	44.723,49	MED Q4 BC PD	9.959,30	MED Q13 CB PD	46.222,48
BOR Q8 BC PD	13.829,23	DUQ Q4 CB BC PS	105.582,70	HEL Q5 BC PD	9.682,32	HEL Q6 BC PD	36.827,85	PRE Q11 BC PD	83.537,83	MED Q6 CB PD	81.671,30	DUQ Q3 CB PS	28.302,06
JOA Q3 BC PD	29.795,86	DUQ Q8 CB BC PS	95.058,13	EUC Q5 BC CB PS	99.273,72	EUC Q10 BC CB PS	154.241,52	MED Q6 BC PD	31.712,87	BOR Q2 CB PD	63.856,38	MED Q17 CB PD	70.585,64
BOR Q7 BC PD	11.841,86	JOA Q6 BC PD	35.583,20	DUQ Q7 CB PS	10.048,86	HEL Q3 BC PD	3.692,01	HEL Q1 CB PD	66.663,74	MED Q16 CB PD	65.887,77	BOR Q6 CB BC PS	205.094,40
HEL Q11 BC PD	7.014,83	BOR Q7 CB BC PS	193.755,49	BOR Q8 BC PD	13.829,23	WAL Q4 BC PD	253.515,85	BOR Q5 CB PD	67.795,02	LIB Q1 BC CB PS	77.505,40	BOR Q2 BC PD	109.599,49
EUC Q4 BC CB PS	39.479,30	EUC Q4 BC CB PS	39.479,30	EUC Q9 BC CB PS	118.809,17	JOA Q8 BC PD	15.326,62	MED Q13 BC PD	62.990,44	MED Q10 CB PD	146.591,29	BOR Q2 CB BC PS	200.966,56
DOR Q4 BC PD	128.496,39	MED Q7 CB PD	140.415,62	HEL Q10 BC PD	12.754,30	MED Q10 BC PD	28.354,69	HEL Q7 BC PD	16.419,79	JOA Q5 BC PD	14.870,59	MED Q1 BC PD	65.036,37
JOA Q6 BC PD	35.583,20	DUQ Q9 CB PS	28.632,14	HEL Q4 BC PD	8.038,16	HEL Q8 BC PD	9.551,83	JOA Q2 BC PD	7.655,07	BOR Q9 BC PD	16.620,07	BOR Q1 CB BC PS	194.159,85
DOR Q5 CB PD	267.124,23	MED Q5 CB PD	93.584,88	BOR Q5 CB BC PS	179.670,31	BOR Q6 CB BC PS	205.094,40	DUQ Q2 CB PS	42.547,74	MED Q1 CB PD	66.543,44	EUC Q14 BC CB PS	134.353,37
LIB Q2 BC CB PS	82.944,38	DUQ Q1 CB BC PS	34.013,69	HEL Q9 BC PD	11.754,16	DOR Q2 CB PD	114.702,47	DUQ Q1 CB PS	13.446,63	DOR Q6 CB PD	131.788,57	MED Q11 CB PD	70.009,98
BOR Q4 BC BC PS	205.094,40	JOA Q4 BC PD	40.816,03	BOR Q9 BC PD	16.620,07	MED Q6 BC PD	31.712,87	MED Q4 BC PD	9.959,30	DUQ Q6 CB BC PS	118.145,92	DUQ Q7 CB PS	10.048,86
LIB Q1 CB PD	50.381,10	JOA Q8 BC PD	15.326,62	JOA Q3 BC PD	29.795,86	BOR Q5 BC PD	47.138,55	HEL Q5 BC PD	9.682,32	HEL Q1 BC PD	9.108,76	MED Q15 CB PD	38.856,69
MED Q7 CB PD	140.415,62	BOR Q2 BC PD	109.599,49	LIB Q4 CB PD	42.444,80	JOA Q2 BC PD	7.655,07	DOR Q2 BC PD	242.312,30	MED Q13 BC PD	62.990,44	BOR Q6 CB PD	40.630,99
JOA Q4 BC PD	40.816,03	BOR Q3 BC PD	100.930,60	HEL Q6 BC PD	36.827,85	JOA Q4 BC PD	40.816,03	HEL Q6 CB PD	131.607,08	HEL Q2 BC PD	20.042,24	MED Q12 CB PD	60.819,17
BOR Q9 BC PD	16.620,07	LIB Q1 CB PD	50.381,10	HEL Q8 BC PD	9.551,83	HEL Q11 BC PD	7.014,83	DOR Q2 CB PD	114.702,47	MED Q4 CB PD	96.045,03	DUQ Q8 BC CB PS	95.058,13
MED Q5 CB PD	93.584,88	EUC Q9 BC CB PS	118.809,17	JOA Q8 BC PD	15.326,62	DUQ Q6 CB PS	29.195,97	HEL Q9 CB PD	26.956,31	WAL Q4 BC PD	253.515,85	DUQ Q10 CB PS	126.956,98
LIB Q3 CB PD	39.497,25	LIB Q3 CB PD	39.497,25	HEL Q3 BC PD	3.692,01	MED Q4 BC PD	9.959,30	EUC Q6 BC CB PS	146.871,64	LIB Q2 CB PD	152.226,39	BOR Q7 BC PD	11.841,86
JOA Q8 BC PD	15.326,62	BOR Q6 CB BC PS	205.094,40	HEL Q11 BC PD	7.014,83	BOR Q1 BC PD	45.435,75	HEL Q2 CB PD	38.647,00	BOR Q7 BC PD	11.841,86	JOA Q8 BC PD	15.326,62
LIB Q7 CB PD	145.842,28	MED Q10 BC PD	28.354,69	BOR Q9 BC PD	39.755,40	MED Q13 BC PD	62.990,44	EUC Q5 BC CB PS	99.273,72	DOR Q5 CB PD	267.124,23	BOR Q5 CB PD	67.795,02
EUC Q9 BC CB PS	118.809,17	BOR Q5 BC PD	47.138,55	DUQ Q8 CB PS	28.501,97	PRE Q2 CB PD	36.706,57	HEL Q4 BC PD	8.038,16	BOR Q5 CB PD	67.795,02	MED Q11 BC PD	149.153,74
LIB Q5 CB PD	91.591,77	LIB Q7 CB PD	145.842,28	DUQ Q3 CB PS	28.302,06	BOR Q5 CB PD	67.795,02	DUQ Q3 CB PS	28.302,06	BOR Q2 BC PD	109.599,49	MED Q2 BC PD	80.078,74
MED Q10 BC PD	28.354,69	BOR Q8 BC PD	13.829,23	DOR Q6 CB PD	131.788,57	PRE Q6 BC PD	47.072,49	HEL Q10 CB PD	33.494,06	BOR Q7 CB BC PS	193.755,49	MED Q3 BC PD	160.914,72
DOR Q6 CB PD	131.788,57	BOR Q7 BC PD	11.841,86	DUQ Q5 CB PS	17.510,78	MED Q6 CB PD	81.671,30	HEL Q7 CB PD	39.202,11	DUQ Q7 CB BC PS	142.665,82	DUQ Q8 CB PS	28.501,97
MED Q6 CB PD	31.712,87	MED Q6 BC PD	31.712,87	LIB Q2 BC CB PS	82.944,38	DUQ Q5 CB PS	17.510,78	JOA Q7 CB PD	36.751,97	EUC Q10 BC CB PS	154.241,52	MED Q12 BC PD	33.281,80
BOR Q5 CB PD	67.795,02	LIB Q5 CB PD	91.591,77	LIB Q7 CB PD	145.842,28	BOR Q6 BC PD	39.755,40	MED Q12 BC PD	33.281,80	JOA Q4 BC PD	40.816,03	MED Q2 CB PD	46.100,12
DUQ Q7 CB PS	10.048,86	MED Q6 CB PD	81.671,30	BOR Q5 CB PD	67.795,02	EUC Q9 BC CB PS	118.809,17	MED Q6 CB PD	81.671,30	DUQ Q6 CB PS	29.195,97	MED Q3 CB PD	83.576,90
MED Q13 BC PD	62.990,44	BOR Q5 CB PD	67.795,02	MED Q5 CB PD	93.584,88	MED Q10 CB PD	146.591,29	LIB Q2 CB PD	152.226,39	BOR Q3 CB PD	163.192,67	MED Q13 BC PD	62.990,44
JOA Q2 BC PD	7.655,07	LIB Q1 BC CB PS	77.505,40	BOR Q1 BC PD	45.435,75	JOA Q6 BC PD	35.583,20	HEL Q10 BC PD	12.754,30	BOR Q6 CB BC PS	205.094,40	LIB Q2 BC CB PS	82.944,38
DUQ Q6 CB PS	29.195,97	MED Q10 CB PD	146.591,29	DUQ Q6 CB PS	29.195,97	BOR Q10 BC PD	16.620,07	HEL Q12 BC PD	10.132,53	MED Q12 BC PD	33.281,80	DUQ Q5 CB PS	17.510,78
DUQ Q5 CB PS	17.510,78	JOA Q2 BC PD	7.655,07	MED Q7 CB PD	140.415,62	LIB Q1 BC CB PS	77.505,40	BOR Q6 BC PD	40.630,99	MED Q9 BC PD	40.293,50	DUQ Q1 CB PS	13.446,63
MED Q4 BC PD	9.959,30	MED Q13 BC PD	62.990,44	MED Q10 BC PD	28.354,69	DUQ Q8 CB PS	28.501,97	MED Q2 BC PD	80.078,74	DOR Q4 BC PD	128.496,39	BOR Q4 BC PD	54.979,20
MED Q6 CB PD	81.671,30	MED Q1 CB PD	66.543,44	LIB Q3 CB PD	50.381,10	DUQ Q7 CB PS	10.048,86	HEL Q2 CB PD	53.923,06	EUC Q9 BC CB PS	118.809,17	BOR Q6 BC PD	39.755,40
BOR Q6 BC PD	39.755,40	DOR Q7 CB PD	78.577,56	MED Q6 BC PD	31.712,87	PRE Q5 CB PD	47.355,76	MED Q10 CB PD	146.591,29	BOR Q1 BC PD	45.435,75	MED Q5 CB PD	93.584,88
DUQ Q8 CB PS	28.501,97	MED Q4 BC PD	9.959,30	BOR Q6 CB PD	40.630,99	MED Q1 CB PD	66.543,44	MED Q3 BC PD	160.914,72	EUC Q3 BC CB PS	62.535,70	JOA Q3 BC PD	29.795,86
BOR Q1 BC PD	45.435,75	MED Q4 BC PD	96.045,03	MED Q13 BC PD	62.990,44	PRE Q9 BC PD	79.243,19	HEL Q11 CB PD	17.201,63	MED Q3 BC PD	160.914,72	MED Q6 CB PD	81.671,30
MED Q10 BC PD	146.591,29	EUC Q6 BC CB PS	146.871,64	LIB Q3 CB PD	39.497,25	LIB Q2 CB PD	152.226,39	HEL Q9 BC PD	11.754,16	MED Q2 BC PD	80.078,74	MED Q10 CB PD	146.591,29
HEL Q2 BC PD	20.042,24	EUC Q5 BC CB PS	99.273,72	BOR Q10 BC PD	16.620,07	MED Q4 CB PD	96.045,03	BOR Q5 CB BC PS	179.670,31	DUQ Q5 CB BC PS	116.994,62	MED Q6 BC PD	31.712,87
LIB Q1 BC CB PS	77.505,40	BOR Q9 BC PD	16.620,07	DUQ Q1 CB PS	13.446,63	DOR Q5 CB PD	267.124,23	DUQ Q4 CB PS	23.840,59	DUQ Q5 CB PS	17.510,78	MED Q4 CB PD	96.045,03
EUC Q6 BC CB PS	146.871,64	BOR Q6 CB PD	40.630,99	LIB Q5 CB PD	91.591,77	MED Q12 BC PD	33.281,80	LIB Q1 BC CB PS	77.505,40	LIB Q6 CB PD	46.099,77	LIB Q1 BC CB PS	77.505,40
EUC Q5 BC CB PS	99.273,72	MED Q12 BC PD	33.281,80	MED Q2 BC PD	80.078,74	DOR Q6 CB PD	131.788,57	MED Q11 BC PD	149.153,74	DUQ Q4 CB BC PS	105.582,70	DUQ Q1 CB BC PS	34.013,69
MED Q1 CB PD	66.543,44	MED Q2 BC PD	80.078,74	MED Q12 BC PD	33.281,80	EUC Q4 BC CB PS	39.479,30	DOR Q5 CB PD	267.124,23	LIB Q1 BC PD	14.483,50	MED Q1 CB PD	66.543,44
BOR Q10 BC PD	16.620,07	MED Q3 BC PD	160.914,72	MED Q11 BC PD	149.153,74	MED Q2 BC PD	80.078,74	MED Q1 CB PD	66.543,44	BOR Q10 BC PD	16.620,07	MED Q10 BC PD	28.354,69

Tabela 44 – Comparação, em termos de *ranking*, entre os sete cenários de priorização (fim)

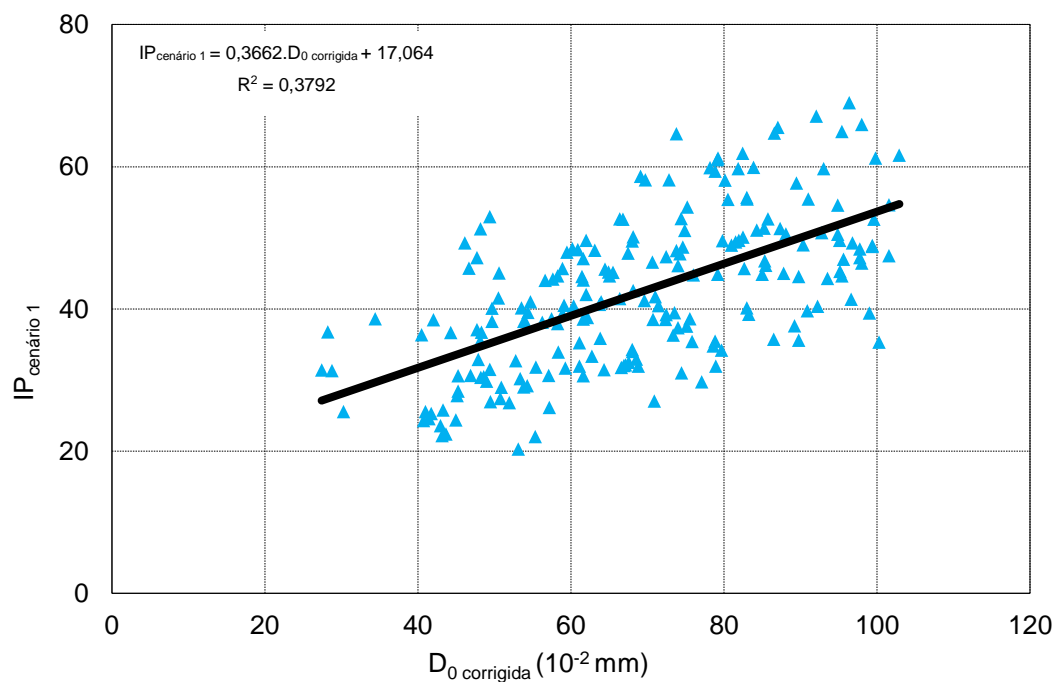
Cenário 1	Preço (R\$)	Cenário 2	Preço (R\$)	Cenário 3	Preço (R\$)	Cenário 4	Preço (R\$)	Cenário 5	Preço (R\$)	Cenário 6	Preço (R\$)	Cenário 7	Preço (R\$)
MED Q12 BC PD	33.281,80	DUQ Q7 CB PS	10.048,86	MED Q3 BC PD	160.914,72	MED Q3 BC PD	160.914,72	LIB Q3 BC PD	31.475,05	MED Q11 BC PD	149.153,74	DUQ Q4 CB PS	23.840,59
MED Q4 CB PD	96.045,03	MED Q11 BC PD	149.153,74	DUQ Q2 CB PS	42.547,74	MED Q9 BC PD	40.293,50	MED Q4 CB PD	96.045,03	MED Q5 BC PD	17.436,24	MED Q7 CB PD	140.415,62
BOR Q6 CB PD	40.630,99	MED Q9 BC PD	40.293,50	JOA Q2 BC PD	7.655,07	DUQ Q2 CB PS	42.547,74	MED Q9 BC PD	40.293,50	DUQ Q8 CB PS	28.501,97	MED Q7 BC PD	19.300,06
HEL Q1 BC PD	9.108,76	DUQ Q6 CB PS	29.195,97	HEL Q2 BC PD	20.042,24	BOR Q6 CB PD	40.630,99	HEL Q6 BC PD	36.827,85	LIB Q3 BC PD	31.475,05	MED Q9 BC PD	40.293,50
MED Q2 BC PD	80.078,74	DUQ Q5 CB PS	17.510,78	MED Q4 BC PD	9.959,30	MED Q11 BC PD	149.153,74	HEL Q3 BC PD	3.692,01	BOR Q6 CB PD	40.630,99	DUQ Q9 CB PS	28.632,14
MED Q3 BC PD	160.914,72	LIB Q2 CB PD	152.226,39	MED Q6 CB PD	81.671,30	DUQ Q1 CB PS	13.446,63	HEL Q8 BC PD	9.551,83	BOR Q6 BC PD	39.755,40	MED Q5 BC PD	17.436,24
MED Q11 BC PD	149.153,74	DUQ Q8 CB PS	28.501,97	MED Q10 CB PD	146.591,29	LIB Q3 BC PD	31.475,05	LIB Q1 BC PD	14.483,50	BOR Q3 BC PD	100.930,60	LIB Q7 BC PD	145.842,28
LIB Q2 CB PD	152.226,39	BOR Q6 BC PD	39.755,40	BOR Q2 CB BC PS	200.966,56	DOR Q4 BC PD	128.496,39	PRE Q6 BC PD	47.072,49	LIB Q4 BC PD	4.727,93	DUQ Q2 CB PS	42.547,74
MED Q9 BC PD	40.293,50	BOR Q1 BC PD	45.435,75	LIB Q1 BC CB PS	77.505,40	LIB Q1 BC PD	14.483,50	MED Q8 BC PD	9.093,30	MED Q8 BC PD	9.093,30	JOA Q2 BC PD	7.655,07
DUQ Q2 CB PS	42.547,74	MED Q5 BC PD	17.436,24	DUQ Q4 CB PS	23.840,59	LIB Q6 CB PD	46.099,77	PRE Q2 CB PD	36.706,57	JOA Q6 BC PD	35.583,20	DUQ Q6 CB PS	29.195,97
DUQ Q1 CB PS	13.446,63	BOR Q5 CB BC PS	179.670,31	MED Q1 BC PD	65.036,37	MED Q5 BC PD	17.436,24	LIB Q4 BC PD	4.727,93	DUQ Q2 CB PS	42.547,74	MED Q4 BC PD	9.959,30
BOR Q5 CB BC PS	179.670,31	BOR Q10 BC PD	16.620,07	MED Q1 CB PD	66.543,44	LIB Q4 BC PD	4.727,93	PRE Q5 CB PD	47.355,76	JOA Q1 BC PD	9.428,88	BOR Q9 BC PD	16.620,07
DUQ Q3 CB PS	28.302,06	LIB Q6 CB PD	46.099,77	MED Q4 CB PD	96.045,03	EUC Q5 BC CB PS	99.273,72	DOR Q4 BC PD	128.496,39	DUQ Q7 CB PS	10.048,86	MED Q8 BC PD	9.093,30
MED Q5 BC PD	17.436,24	DUQ Q2 CB PS	42.547,74	HEL Q1 BC PD	9.108,76	DUQ Q4 CB PS	23.840,59	HEL Q11 BC PD	7.014,83	DOR Q7 CB PD	78.577,56	BOR Q1 BC PD	45.435,75
LIB Q6 CB PD	46.099,77	DUQ Q1 CB PS	13.446,63	MED Q9 BC PD	40.293,50	HEL Q2 BC PD	20.042,24	MED Q5 BC PD	17.436,24	DUQ Q1 CB PS	13.446,63	JOA Q1 BC PD	9.428,88
DUQ Q4 CB PS	23.840,59	MED Q8 BC PD	9.093,30	LIB Q2 CB PD	152.226,39	HEL Q1 BC PD	9.108,76	PRE Q9 BC PD	79.243,19	LIB Q6 BC PD	24.004,44	BOR Q10 BC PD	16.620,07
LIB Q3 BC PD	31.475,05	MED Q1 BC PD	65.036,37	MED Q5 BC PD	17.436,24	MED Q8 BC PD	9.093,30	DOR Q6 BC PD	131.788,57	BOR Q5 BC PD	47.138,55	LIB Q6 BC PD	46.099,77
LIB Q1 BC PD	14.483,50	JOA Q1 BC PD	9.428,88	BOR Q4 BC PD	54.979,20	EUC Q6 BC CB PS	146.871,64	LIB Q6 BC PD	24.004,44	MED Q7 BC PD	19.300,06	BOR Q8 BC PD	13.829,23
MED Q8 BC PD	9.093,30	DUQ Q3 CB PS	28.302,06	LIB Q3 BC PD	31.475,05	LIB Q6 BC PD	24.004,44	BOR Q4 BC PD	54.979,20	LIB Q2 BC PD	4.637,01	LIB Q2 BC PD	152.226,39
MED Q1 BC PD	65.036,37	MED Q7 BC PD	19.300,06	LIB Q6 CB PD	46.099,77	JOA Q1 BC PD	9.428,88	BOR Q2 CB BC PS	200.966,56	DUQ Q4 CB PS	23.840,59	LIB Q5 CB PD	91.591,77
DOR Q7 CB PD	78.577,56	LIB Q3 BC PD	31.475,05	DOR Q7 CB PD	78.577,56	LIB Q3 BC PD	31.475,05	MED Q8 BC PD	9.093,30	LIB Q5 BC PD	4.268,27	LIB Q1 BC PD	50.381,10
LIB Q4 BC PD	4.727,93	DUQ Q4 CB PS	23.840,59	MED Q8 BC PD	9.093,30	LIB Q2 BC PD	4.637,01	MED Q1 BC PD	65.036,37	EUC Q5 BC CB PS	99.273,72	LIB Q3 CB PD	39.497,25
JOA Q1 BC PD	9.428,88	LIB Q1 BC PD	14.483,50	MED Q7 BC PD	19.300,06	MED Q7 BC PD	19.300,06	LIB Q5 BC PD	4.268,27	EUC Q4 BC CB PS	39.479,30	LIB Q4 CB PD	42.444,80
BOR Q2 CB BC PS	200.966,56	BOR Q2 CB BC PS	200.966,56	LIB Q1 BC PD	14.483,50	LIB Q5 BC PD	4.268,27	LIB Q2 BC PD	4.637,01	LIB Q7 BC PD	7.646,27	LIB Q3 BC PD	31.475,05
MED Q7 BC PD	19.300,06	LIB Q4 BC PD	4.727,93	LIB Q4 BC PD	4.727,93	BOR Q5 CB BC PS	179.670,31	MED Q7 BC PD	19.300,06	MED Q1 BC PD	65.036,37	LIB Q6 BC PD	24.004,44
LIB Q6 BC PD	24.004,44	LIB Q6 BC PD	24.004,44	JOA Q1 BC PD	9.428,88	MED Q1 BC PD	65.036,37	JOA Q1 BC PD	9.428,88	EUC Q6 BC CB PS	146.871,64	LIB Q5 BC PD	4.268,27
LIB Q5 BC PD	4.268,27	LIB Q5 BC PD	4.268,27	LIB Q6 BC PD	24.004,44	LIB Q7 BC PD	7.646,27	LIB Q7 BC PD	7.646,27	DUQ Q3 CB PS	28.302,06	LIB Q4 BC PD	4.727,93
LIB Q2 BC PD	4.637,01	LIB Q2 BC PD	4.637,01	LIB Q5 BC PD	4.268,27	DOR Q7 CB PD	78.577,56	HEL Q2 BC PD	20.042,24	BOR Q5 CB BC PS	179.670,31	LIB Q7 BC PD	7.646,27
BOR Q4 BC PD	54.979,20	BOR Q4 BC PD	54.979,20	LIB Q2 BC PD	4.637,01	BOR Q2 CB BC PS	200.966,56	HEL Q1 BC PD	9.108,76	BOR Q2 CB BC PS	200.966,56	LIB Q1 BC PD	14.483,50
LIB Q7 BC PD	7.646,27	LIB Q7 BC PD	7.646,27	LIB Q7 BC PD	7.646,27	BOR Q4 BC PD	54.979,20	DOR Q7 CB PD	78.577,56	BOR Q4 BC PD	54.979,20	LIB Q2 BC PD	4.637,01

Fonte: Autor.

Figura 28 – Relação de IP do cenário 1 com IGGE

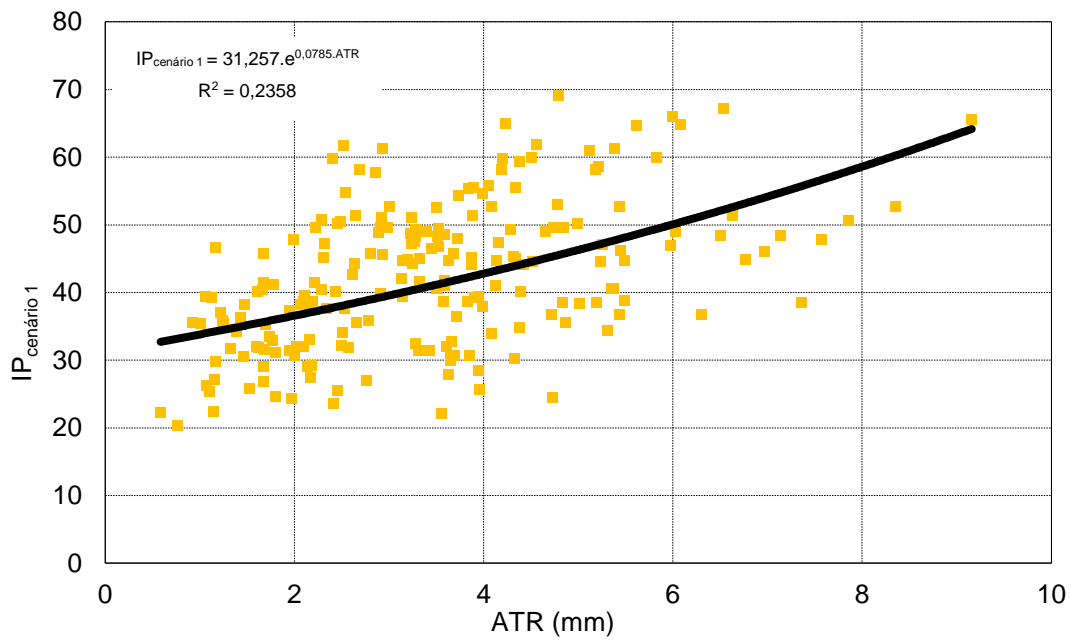


Fonte: Autor.

Figura 29 – Relação de IP do cenário 1 com D_0 corrigida

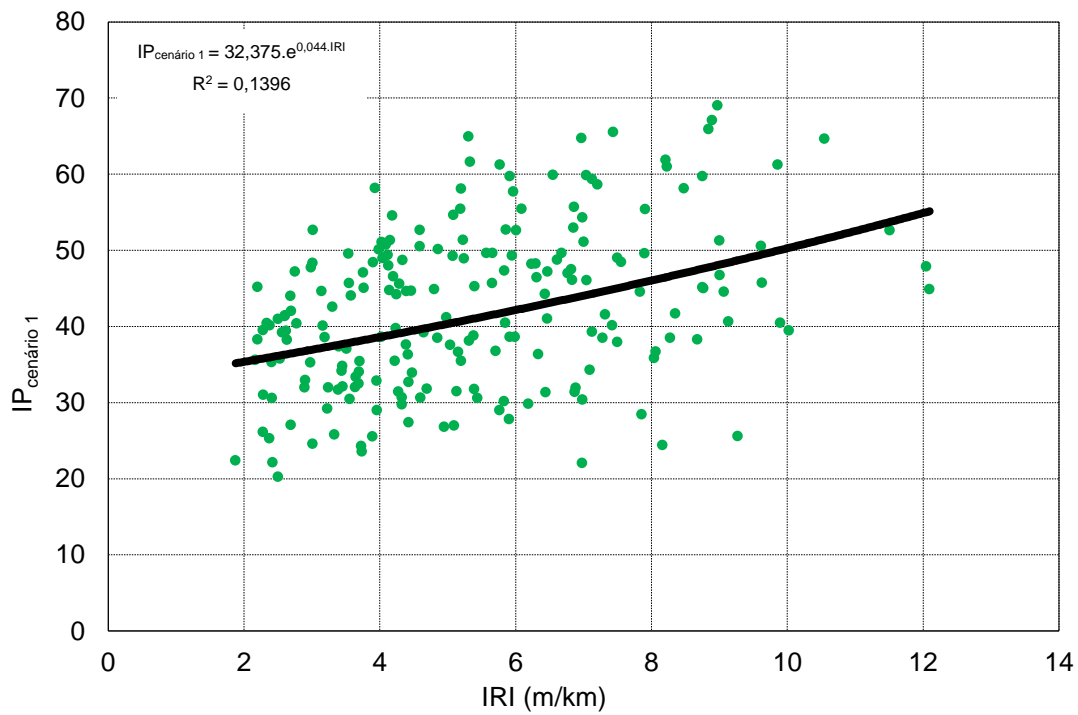
Fonte: Autor.

Figura 30 – Relação de IP do cenário 1 com ATR



Fonte: Autor.

Figura 31 – Relação de IP do cenário 1 com IRI



Fonte: Autor.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, em acordo com o delinear metodológico deste trabalho, foi possível concluir que:

a) Do ponto de vista do diagnóstico da área de estudo, o menor N_{USACE} foi registrado na Av. Presidente Vargas, sentido centro bairro (trecho PRE CB PD, $N_{USACE} = 1,24E+06$ repetições de um eixo padrão de 8,2 t) e o maior, na Av. Hélivio Basso, sentido centro-bairro (trecho HEL CB PD, $N_{USACE} = 9,07E+06$ repetições de um eixo padrão de 8,2 t). O menor VDM unidirecional foi registrado na Av. João Luiz Pozzobon, sentido bairro-centro (trecho JOA BC PD, VDM unidirecional = 5988 veículos) e o maior, na Av. Nossa Senhora Medianeira, sentido centro-bairro (trecho MED CB PD, VDM unidirecional = 17821 veículos). O menor V_{oc} foi registrado na Rua Duque de Caxias, sentido centro-bairro, pista simples com um sentido de circulação (trecho DUQ CB PS, $V_{oc} = 130$ veículos) e o maior, na Av. Presidente Vargas, sentido bairro-centro (PRE BC PD, $V_{oc} = 718$ veículos). O menor V_{tc} foi registrado na Rua Duque de Caxias, sentido centro-bairro, pista simples com um sentido de circulação (trecho DUQ CB PS) e na Av. Nossa Senhora Medianeira, sentido bairro-centro (trecho MED BC PD), ambas com $V_{tc} = 28$ veículos. Já o maior V_{tc} foi registrado na Av. Presidente Vargas, sentido bairro-centro (trecho PRE BC PD, $V_{tc} = 585$ veículos). O menor FHP foi registrado na Av. Hélivio Basso, sentido bairro-centro (trecho HEL BC PD; FHP = 0,82) e o maior, na Av. Nossa Senhora das Dores, sentido centro-bairro (trecho DOR CB PD; FHP = 0,96). O ATR em 100 % dos pavimentos da área de estudo ficou abaixo de 10 mm. O que ocorreu nos pavimentos da área de estudo, contudo, não foi ATR, mas sim afundamentos localizados, principalmente nas áreas de frenagem/aceleração, em frente às paradas de ônibus. A melhor condição da superfície do pavimento foi registrada na Av. Liberdade, bairro-centro, pista dupla (trecho LIB BC PD). A pior condição da superfície do pavimento foi registrada na Av. Governador Walter Jobim, sentido bairro-centro (trecho WAL BC PD). O RC em 77 % dos pavimentos da área de estudo foi maior que 100 metros. A melhor condição da estrutura do pavimento foi registrada na Av. Liberdade, sentido bairro-centro, pista dupla (trecho LIB BC PD). A pior condição da estrutura do pavimento foi registrada na Av. Ângelo Bolson, sentido centro-bairro (ANG CB PD).

b) O catálogo de soluções proposto, além de apresentar soluções técnicas menos complexas (em termos executivos) que o catálogo do DNIT, é adequado à

realidade orçamentária da Prefeitura Municipal de Santa Maria (PMSM). No caso específico desta pesquisa, o catálogo proposto está sendo empregado em nível de gerência (gerência em rede). Em nível de projeto, esse catálogo até pode ser utilizado, porém é necessário dispor de um banco de dados com maior densidade de informações da condição da estrutura do pavimento (leituras de 20 em 20 metros com alternância de faixa de rolamento e determinação das bacias de deflexão) e da condição da superfície do pavimento (obtenção do IGG – Índice de Gravidade Global – e não apenas do IGGE, como ocorreu nesta pesquisa). O valor total das soluções foi de R\$ 18.363.546,54. A via mais onerosa foi a Av. Governador Walter Jobim (R\$ 2.881.200,06) e a menos onerosa, a Av. Hélio Basso (R\$ 819.150,58). O valor médio por km.faixa foi de R\$ 237.136,01 variando de R\$ 72.516,87 (Av. Hélio Basso) a R\$ 755.704,37 (Rua Euclides da Cunha). O valor médio por km.faixa é bastante influenciado pela geometria da via. O valor médio por m² foi de R\$ 78,10 variando de R\$ 31,35 (Av. Hélio Basso) a R\$ 122,58 (Av. Governador Walter Jobim). Os materiais asfálticos representaram 40 % do valor total das soluções, ou seja, R\$ 7.345.418,62.

c) O modelo matemático para cálculo de IP proposto, considera três visões distintas de priorização: uma que prioriza o tráfego; outra que prioriza a condição da superfície do pavimento (foco no conforto ao rolamento e na segurança do usuário, bem como no custo operacional dos veículos); e ainda outra que prioriza a estrutura do pavimento (foco na preservação da estrutura do pavimento, enquanto patrimônio público de alto custo). Por ser um modelo simplificado e de fácil compreensão, esse modelo, se for efetivamente colocado em prática, pode auxiliar na gerência, em nível de rede, dos pavimentos de Santa Maria-RS, permitindo não apenas a tomada de decisões mais racionais, por parte dos gestores, como também a otimização dos recursos públicos. Em quase todos os cenários, o subtrecho WAL Q2 BC PD foi o que apresentou a maior prioridade de manutenção, ou seja, ocupou a primeira colocação no *ranking* de IP. Apenas no cenário 6, aquele em que a superfície do pavimento foi desconsiderada, isso não ocorreu. Em todos os cenários, independente do critério de priorização, o subtrecho com maior prioridade de manutenção não foi o mais oneroso. Em se tratando de gerência em nível de rede, o cenário 1 aparenta ser o mais adequado, visto que dá a mesma importância/peso para tráfego, condição da superfície do pavimento e condição da estrutura do pavimento. No cenário em questão, cada parâmetro do tráfego (grupo composto por cinco parâmetros) representa 6,67 % do valor do IP, em cada subtrecho. Cada parâmetro da condição

da superfície do pavimento (categoria composta por 5 parâmetros, pertencentes ao grupo pavimento) representa 6,67 % do valor do IP, em cada subtrecho. Por fim, cada parâmetro da condição da estrutura do pavimento (categoria composta por 2 parâmetros, pertencentes ao grupo pavimento) também representa 16,67 % do valor do IP, em cada subtrecho. No caso específico desta pesquisa, o levantamento de parâmetros estruturais (principalmente deflexão – deflexão máxima corrigida ou D_0 corrigida) foi fundamental para a definição das soluções e para o orçamento dessas. Em termos práticos, o levantamento menos trabalhoso e de maior rapidez de execução, realizado neste trabalho, foi o levantamento de irregularidade (IRI e ATR) do pavimento com perfilômetro inercial laser. Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se que, no momento da execução do levantamento de irregularidade (IRI e ATR) com o perfilômetro inercial laser, seja realizado o vídeo registro, para obtenção do IGGE em escritório. O IGGE foi o parâmetro que apresentou a maior relação com o IP do cenário 1, seguido por D_0 corrigida, ATR e IRI (conforme valores de R^2). Em outras palavras, o IGGE foi o parâmetro, ligado ao pavimento, que mais se aproxima do IP. Apesar do R^2 baixo, em caso de restrição orçamentária para realização de levantamentos, o IGGE é o parâmetro menos oneroso de ser obtido, ou seja. A deflexão máxima corrigida (D_0 corrigida) também se mostrou importante, reforçando a tese da importância deste indicador. Em virtude do exposto, concluiu-se que o melhor preditor de IP foi o IGGE, seguido por D_0 corrigida, ATR e IRI.

REFERÊNCIAS

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. **AASHTO guidelines for pavement management systems**. Washington, 1990.

_____. **AASHTO guide for design of pavement structures**. Washington, 1993.

_____. **Pavement management guide**. Washington, 2001.

_____. **Pavement management guide**. Washington, 2012.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6973: Sistema viário nacional da modalidade rodoviária**. Rio de Janeiro, 1983. 12 p.

AHMED, M. U. **Evaluation of FWD software and deflection basin for airport pavements**. 197 p. Master thesis. The University of New Mexico. Albuquerque (EUA), 2010.

ALBERNAZ, C. A. V. **Método simplificado de retroanálise de módulos de resiliência de pavimentos flexíveis a partir da bacia de deflexão**. 107 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

ALBUQUERQUE, F. S. **Sistema de gerência de pavimento para departamento de estradas do nordeste brasileiro**. 2007. 303 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

AMEKUDZI, A.; ATTOH-OKINE, N. Institutional issues in implementation of pavement management systems by local agencies. **Transportation Research Record**, n. 1524, Washington, 1997.

ASTM – AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. **ASTM D4695-96: standard guide for general pavement deflection measurements**. USA, 2000.

_____. **ASTM D4748-98: standard test method for determining the thickness of bound pavement layers using short-pulse radar**. USA, 2000.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 560 p.

BARELLA, R. M. **Contribuição para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos com perfilômetros inerciais**. 2008. 362 p. Tese (doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BECKER, V. E. G. **Aplicação do modelo de Tavakoli para gerência de manutenção de pavimentos em cidade de médio porte**. 2012. 155 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BENEVIDES, S. A. S. **Modelos de desempenho de pavimentos asfálticos para um sistema de gestão de rodovias estaduais do Ceará**. 2006. 357 p. Tese (Doutorado). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1ª Ed (3ª reimpressão). Rio de Janeiro: Petrobras, ABEDA, 2010. 504 p.

BODI, J.; BALBO, J. T. Modelos para priorização de serviços de manutenção de pavimentos urbanos. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 31, 1998, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo/SP, 1998.

BOURAHLI, A. **Caracterização das condições do pavimento das vias urbanas, para sistemas de gerência a nível de rede**. Dissertação (Mestrado). 1997. Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

BUENO, L. D. **Avaliação deflectométrica e de rigidez: estudo de caso em três trechos monitorados em Santa Maria/RS**. 2016. 471 p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

_____. **Contribuição para a previsão da irregularidade longitudinal em pavimentos asfálticos do sul e sudeste do Brasil**. 2018. Qualificação de doutorado. 2018. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2018.

CAFISO, S.; GRAZIANO, A.; KERALI, H.R, AND ODOKI, J.B. Multicriteria analysis method for pavement maintenance management. **Transportation Research Record**, n. 1816, Washington, 2002.

CARDOSO, A. P.; DUARTE, I. M.; CASAN, Y.; MILFORT, A. C. Route 2000-RS: o sistema de gerência da malha rodoviária do estado do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 33, 2000. Florianópolis/SC. **Anais...** Florianópolis/SC, 2000.

CARDOSO, S. H. Gerência de pavimentos em vias urbanas. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 28, 1994. Natal/RN. **Anais...** Natal/RN, 1994.

CAREY, W. N.; IRICK, P. E. **The pavement serviceability: performance concept**. Highway Research Board Bulletin, n. 250, 1960. 18 p.

CARNEIRO, F.B.L. Viga Benkelman, instrumento auxiliar do engenheiro de conservação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA RODOVIÁRIA, 1965, Rio de Janeiro. Public. 85-GTPC-65-03. **Anais...** Rio de Janeiro: IPR, 1965.

CAUSIM, P. B. **Estudo de um sistema de gerência de pavimentos para cidades de pequeno e médio porte**. 2001. 147 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

CERATTI, J. A. P.; BERNUCCI, L. B.; SOARES, J. B. **Utilização de ligantes asfálticos em serviços de pavimentação**. Guia Técnico. 1ª Ed. Rio de Janeiro: ABEDA, 2015. 166 p.

CERATTI, J. A. P.; REIS, R. M. M. **Manual de micro revestimento asfáltico a frio - MRAF**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 166 p.

CUNHA, C. R. **Determinação de modelo de deterioração dos pavimentos para a malha rodoviária estadual do Ceará**. 2008. 194 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre**. 2004. 187 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DER – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **IP-DE-P00/003: Avaliação funcional e estrutural de pavimento**. São Paulo, 2006. 29 p.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-PRO 011/79: Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis (procedimento B)**. Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 1979. 16 p.

_____. **DNER-ME 061/94: Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da viga Benkelman**. Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 8 p.

_____. **DNER-PRO 164/94: Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade de superfície de pavimento (sistemas integradores IPR/USP e maysmeter)**. Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 1994. 10 p.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 008/2003-PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003. 11 p.

_____. **DNIT 006/2003-TER: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003. 10 p.

_____. **DNIT 007/2003-TER: Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semirrígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003. 11 p.

_____. **DNIT 009/2003-TER: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

_____. **DNIT 005/2003-TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003. 12 p.

_____. **Manual de conservação rodoviária**. 2º Ed., IPR, 710, Rio de Janeiro, 2005, 564 p.

_____. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. 2º Ed., IPR, 720, Rio de Janeiro, 2006a, 310 p.

_____. **Manual de estudos de tráfego**. IPR, 723, Rio de Janeiro, 2006b, 384 p.

_____. **Catálogo de soluções técnicas (soluções de reforço calculadas pelo PRO 011/79, 10 anos, rodovias com revestimento em concreto asfáltico)**. CREMA 2ª etapa. Edital nº 181/2008-00. Processo nº 50600.000160/2008-23. p.127-130, 2008.

_____. **DNIT 133/2010-ME: Pavimentação asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da viga Benkelman – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2010. 8 p.

_____. **Manual de gerência de pavimentos**. Publicação IPR, 745, Rio de Janeiro, 2011. 189 p.

_____. **Relatório dos levantamentos funcionais das rodovias federais**. Rio de Janeiro, 2012. 39 p.

ECHEVERRIA, J. A. S. **Avaliação do efeito de restaurações com fresagem e recapeamento nas condições funcional e estrutural de pavimentos com volume de tráfego médio**. 2011. 157 p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FERNANDES JR., J. L. **Sistemas de gerência de pavimentos para cidades de médio porte**. Tese (Livre Docência). 2001. 109 p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001.

FERNANDES JR., J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. Apostila didática. Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos. 1999.

GAO, B. **A GIS-enabled multi-year pavement rehabilitation needs analysis system**. Thesis (Doctorate). 2004. 286 p. Georgia Institute of Technology, 2004.

GONÇALVES, F. J. P. **O diagnóstico e a manutenção dos pavimentos**. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 1999.

GONÇALVES, F. J. P.; CERATTI, J. A .P. Utilização do ground penetration radar na avaliação de pavimentos. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 31., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABPv, 1998. v. 1, p. 390-404.

GOOGLE MAPS. **Mapa do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 17/10/2018.

GRIVAS, D. A.; SCHULTZ, B. C. Condition-based treatment recommendation for project-level pavement management. **Transportation Research Record**, n. 1397, Washington, pg. 25-33. 1993.

HAAS, R. C. G.; HUDSON, W. R. **Pavement Management Systems**. New York: McGraw-Hill, 1978. 457 p.

HAAS, R. C. G.; ZANIEWSKI, J. P.; HUDSON, W. R. **Modern pavement management**. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida/USA, 1994. 581 p.

HANSEN, A. **Aplicação de SIG em sistema de gerência de pavimentos para a cidade de Maringá**. 2008. 127p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

HUDSON, S. W.; HUDSON, W. R.; CARMICHAEL, R. F. **Minimum requirements for standard pavement management systems**. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1992.

HUDSON, W. R.; FERNANDES JR., J. L. **Curso intensivo de gerência de pavimentos**. DNER-MG. Belo Horizonte, 1994.

HUDSON, W. R.; HAAS, R. C. G.; PERDIGO, R. D. **Pavement management system development**. National Cooperative Highway Program. Report 215. Transportation Research Board. 1979.

HUDSON, W. R.; HAAS, R. C. G.; UDDIN, W. **Infrastructure management: integrating design, construction, maintenance, rehabilitation and renovation**. Universidade de Michigan, McGraw-Hill, 1997. 393 p.

IBGE. **IBGE cidades: Santa Maria-RS**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/panorama>. Acesso em: 17/10/2018.

IPLAN. **Dados do sistema viário de Santa Maria-RS**. Disponível em: <http://iplan.santamaria.rs.gov.br>. Acesso em: 17/10/2018.

KERALI, H.G.D. MCMULLEN; ODOKI, J.B. **Applications Guide - Volume 2 of Highway Development and Management Series**. International Study of Highway Development and Management (ISOHDM), World Road Association PIARC, Paris, 2000.

LIMA, J. P. **Modelo de decisão para a priorização de vias candidatas às atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos**. 2007. 234 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

LOPES, S. B.; FERNANDES JR., J. L. Modelagem dinâmica de sistemas de gerência de pavimentos urbanos. **Revista Pavimentação**. Ano IV, Out/Nov/Dez, 2009.

MACÊDO, J. A. G. **Interpretação de ensaios deflectométricos para avaliação estrutural de pavimentos flexíveis**. 478 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

MACHADO, D. M. C. **Avaliação de normas de identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis**. 2013. 130 p. Dissertação (Mestrado em Infraestrutura de Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

MAPC. **Pavement management: a manual for communities**. U.S. Department of Transportation. Metropolitan Area Council. Boston, MA. 1986.

MARCON, A. F. **Contribuição ao desenvolvimento de um sistema de gerência de pavimentos para a malha rodoviária estadual de Santa Catarina**. 1996. Tese (Doutorado). Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1996.

MASCARÓ, J. L. **Desenho urbano e custos de urbanização**. Brasília, MHU/SAM, 1987.

MATOS, F. C. **Gerência da manutenção da superfície de rolamento de vias urbanas utilizando SIG**. Dissertação (Mestrado). 2004. 136 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MEDINA, J; MACÊDO, J. A. G; MOTTA, L. M. G. Utilização de ensaios deflectométricos e de laboratório para avaliação estrutural de pavimentos. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 28. 1994. Belo Horizonte/MG. **Anais...** Belo Horizonte/MG, 1994. p. 595-625.

NHI – National Highway Institute. **Pavement management systems**. Federal Highway Administration. National Highway. Institute Course NHI Course nº 131035. 1998. 422 p.

OCDE – ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES. **Systemes de Gestion des Chaussées**. Paris. 1987.

OLIVEIRA, J. J. **Experiência de Implantação de Sistema de Gerência de Pavimentos em Cidade de Médio Porte – Estudo de Caso: Anápolis-GO**. 2003. 167 p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

OLIVEIRA, R. F. S.; ALBUQUERQUE, F. S. Avaliação de perfil longitudinal de pavimento de concreto de cimento Portland com perfilômetro inercial a laser. **Transportes**. v. 25, n. 1, p. 82-92. 2017.

PÁEZ, E. M. A. **Índice de Condição do Pavimento (ICP) para aplicação em sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. 2015. 151p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

PAPAGIANNAKIS, A. T; MASAD, E. A. **Pavement design and materials**. John Wiley & Sons, New Jersey (EUA), 2008.

PEREIRA, J. M. B. **Um procedimento de retroanálise para pavimentos flexíveis baseados na teoria do ponto inerte e em modelagem matemática**. 2007. 938 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2007.

PINTO, P. R. R.; GONÇALVES, F. P.; RODRIGUES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Aplicação de um Sistema de Gerência da Manutenção de Pavimentos para Elaboração do Projeto Básico do Lote 01 do Programa CREMA/RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 9, 2004. Natal/RN. **Anais...** Natal/RN, 2004.

PINTO, P. R. R.; GONÇALVES, F. P.; TAFFE JR., E.; RODRIGUES, R. M. Utilização de um Sistema de Gerência da Manutenção para Análise de Viabilidade do II Programa CREMA/RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 10, 2005, Joinville/SC. **Anais...** Joinville/SC, 2005.

PREFEITURA DE MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **IP-02/2004: Classificação das vias**. 2004.

RAMOS, D.; SESTINI, V. M.; PRIETO, V.; ARAÚJO, M. R.; VALE, A. F.; SUZUKI, C. Y.; PEREIRA, A. C. O.; DALPINO, E. Considerações sobre o Levantamento Visual Contínuo para Implantação de SGP no DER-SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 10, 2005, Joinville/SC. **Anais...** Joinville/SC, 2005.

REDDY, B. B; VEERARAGAVAN A. Priority ranking model for managing flexible pavements at network level. In: ANNUAL SESSION OF INDIAN ROADS CONGRESS, 62, 2002, Kochi/India. 2002, **Anais...** Kochi/India. 2002.

REDE TEMÁTICA DE ASFALTO. **Manual de execução de trechos monitorados**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2013.

ROCHA FILHO, N. R. **Estudo de técnicas para a avaliação estrutural de pavimentos por meio de levantamentos deflectométricos**. 185 p. Dissertação de mestrado. Instituto tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1996.

RODRIGUES, R. M. **Engenharia de pavimentos: parte II**. Gerência de Pavimentos. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2007.

_____. **Gerência de pavimentos – parte II**. Apostila da Disciplina de Gerência de Pavimentos. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São Carlos, 2003.

SANTOS, M. S. **Desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho a partir da implantação de trechos monitorados na região de Santa Maria-RS**. 204 p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

SCARANTO, M. **Procedimentos aplicáveis na definição de medidas para a manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos**. Dissertação (Mestrado). 2007. 165 p. Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

SCARANTO, M.; GONÇALVES, F. J. P. Manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, nº 12, p. 69-80, 2008, ISSN 1677-3047. Editora Dunas. 2008.

SERAFINI, L. **Procedimentos aplicáveis na definição de medidas para a manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos**. Dissertação (Mestrado). 2007. 110 p. Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

SERAFINI, L.; GONÇALVES, F. J. P. Critérios para priorização de intervenções de manutenção em pavimentos rodoviários. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, n.7, p.73-85, 2005.

SHAHIN, M. Y. **Pavement management for airports**. Roads and Parking Lots. Editora Chapman & Hall, New York, NY. 1994.

TARGAS, D. N. Pavimentação urbana: a evolução das normas de pavimentação da Prefeitura do Município de São Paulo. **Revista Engenharia**. Engenho Editora Técnica, n. 531, p. 40-47, 1999.

TAVAKOLI, A.; LAPIN, M. S.; FIGUEROA, J. L. PMSC: Pavement management system for small communities. **Journal of Transportation Engineering**, Vol. 118, n. 2, p. 270-280. Cleveland, Ohio, 1992.

TRICHÊS, G.; FONTES, L.P.T.L.; DAL PAI, C.M. Procedimentos técnicos para o emprego do cone de penetração e investigação de pavimentos urbanos. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 35., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** v. 1. p. 1-13.

TRICHÊS, G.; CARDOSO, A.B. **Avaliação da capacidade de aterros e subleito de rodovias e utilizando o penetrômetro dinâmico de cone e a viga Benkelman**. In: **Transporte em transformação**. São Paulo: Makron Books, 2001. v. 1. p. 35-49.

TROMBETTA, J. **Subsídios para a tomada de decisão na gestão da infraestrutura viária urbana: aplicação nos pavimentos asfálticos no município de Pato Branco-PR**. 2010. 145 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010.

VISCONTI, T. S. **O sistema gerencial de pavimentos do DNER**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Divisão de Apoio Tecnológico. Brasil. 2000. 84 p.

ZANCHETTA, F. **Aquisição de dados sobre a condição dos pavimentos visando à implementação de sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. 2005. 121p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

_____. **Sistema de gerência de pavimentos urbanos: avaliação de campo, modelo de desempenho e análise econômica**. 2017. 242 p. Tese (Doutorado).

Escola de Engenharia de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

ZERBINI, L. F. **Desenvolvimento de modelos de desempenho para utilização em sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. Dissertação (Mestrado). 1999. 163 p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

APÊNDICE

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (início)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m ²)	Largura do canteiro central (m)
ANG Q1 BC PD	S29 42 10,7 W53 49 01,7	S29 42 06,6 W53 49 07,6	112,00	8,30	929,60	2,20
ANG Q2 BC PD	S29 42 06,6 W53 49 07,6	S29 42 04,5 W53 49 10,3	150,00	8,30	1245,00	1,80
ANG Q3 BC PD	S29 42 04,5 W53 49 10,3	S29 42 00,0 W53 49 15,9	216,00	8,25	1782,00	1,85
ANG Q4 BC PD	S29 42 00,0 W53 49 15,9	S29 41 57,7 W53 49 18,2	178,00	8,30	1477,40	1,90
ANG Q1 CB PD	S29 41 57,9 W53 49 18,7	S29 42 00,3 W53 49 16,4	102,00	8,30	846,60	1,90
ANG Q2 CB PD	S29 42 00,3 W53 49 16,4	S29 42 02,5 W53 49 13,7	72,00	8,30	597,60	1,90
ANG Q3 CB PD	S29 42 02,5 W53 49 13,7	S29 42 06,8 W53 49 07,9	211,00	8,35	1761,85	1,85
ANG Q4 CB PD	S29 42 06,8 W53 49 07,9	S29 42 08,9 W53 49 05,1	148,00	8,35	1235,80	1,80
ANG Q5 CB PD	S29 42 08,9 W53 49 05,1	S29 42 11,1 W53 49 02,2	123,00	8,20	1008,60	2,20
BOR Q1 CB PD	S29 41 50,2 W53 49 07,9	S29 41 43,8 W53 49 09,9	134,00	8,70	1165,80	7,00
BOR Q2 CB PD	S29 41 43,8 W53 49 09,9	S29 41 40,7 W53 49 10,7	136,00	8,70	1183,20	7,00
BOR Q3 CB PD	S29 41 40,7 W53 49 10,7	S29 41 34,4 W53 49 12,4	174,00	8,35	1452,90	6,75
BOR Q4 CB PD	S29 41 34,4 W53 49 12,4	S29 41 28,1 W53 49 14,3	178,00	7,80	1388,40	8,10
BOR Q5 CB PD	S29 41 28,1 W53 49 14,3	S29 41 21,7 W53 49 15,9	202,00	7,80	1575,60	8,10
BOR Q6 CB PD	S29 41 21,7 W53 49 15,9	S29 41 18,7 W53 49 17,5	86,00	8,20	705,20	9,30
BOR Q7 CB PD	S29 41 18,7 W53 49 17,5	S29 41 16,3 W53 49 15,1	105,00	12,50	1312,50	1,30
BOR Q1 BC PD	S29 41 21,8 W53 49 16,2	S29 41 28,3 W53 49 15,0	179,00	9,75	1745,25	5,30
BOR Q2 BC PD	S29 41 28,3 W53 49 15,0	S29 41 34,6 W53 49 13,2	177,00	7,85	1389,45	8,10
BOR Q3 BC PD	S29 41 34,6 W53 49 13,2	S29 41 37,8 W53 49 12,2	163,00	7,85	1279,55	8,10
BOR Q4 BC PD	S29 41 37,8 W53 49 12,2	S29 41 41,0 W53 49 11,4	85,00	8,20	697,00	6,80
BOR Q5 BC PD	S29 41 41,0 W53 49 11,4	S29 41 41,0 W53 49 11,4	72,00	8,30	597,60	6,75

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
BOR Q6 BC PD	S29 41 41,0 W53 49 11,4	S29 41 43,9 W53 49 10,2	60,00	8,40	504,00	6,70
BOR Q7 BC PD	S29 41 43,9 W53 49 10,2	S29 41 43,9 W53 49 10,2	63,00	8,35	526,05	6,85
BOR Q8 BC PD	S29 41 43,9 W53 49 10,2	S29 41 47,2 W53 49 09,6	64,00	8,30	531,20	7,00
BOR Q9 BC PD	S29 41 47,2 W53 49 09,6	S29 41 50,3 W53 49 08,6	76,00	8,40	638,40	7,00
BOR Q10 BC PD	S29 41 50,3 W53 49 08,6	S29 41 52,0 W53 49 06,7	76,00	8,40	638,40	7,00
BOR Q1 CB BC PS	S29 41 15,7 W53 49 18,3	S29 41 12,2 W53 49 19,6	134,00	12,90	1728,60	-
BOR Q2 CB BC PS	S29 41 12,2 W53 49 19,6	S29 41 09,6 W53 49 20,8	142,00	12,60	1789,20	-
BOR Q3 CB BC PS	S29 41 09,6 W53 49 20,8	S29 41 03,3 W53 49 23,2	113,00	11,80	1333,40	-
BOR Q4 CB BC PS	S29 41 03,3 W53 49 23,2	S29 41 00,2 W53 49 24,4	171,00	12,00	2052,00	-
BOR Q5 CB BC PS	S29 41 00,2 W53 49 24,4	S29 40 57,2 W53 49 25,6	129,00	12,40	1599,60	-
BOR Q6 CB BC PS	S29 40 57,2 W53 49 25,6	S29 40 51,4 W53 49 28,6	141,00	12,95	1825,95	-
BOR Q7 CB BC PS	S29 40 51,4 W53 49 28,6	S29 40 48,5 W53 49 30,9	138,00	12,50	1725,00	-
DOR Q1 CB PD	S29 41 24,8 W53 48 01,3	S29 41 21,7 W53 47 54,8	133,00	8,10	1077,30	0,45
DOR Q2 CB PD	S29 41 21,7 W53 47 54,8	S29 41 21,4 W53 47 47,5	237,00	8,40	1990,80	1,65
DOR Q3 CB PD	S29 41 21,4 W53 47 47,5	S29 41 22,0 W53 47 43,8	105,00	8,10	850,50	1,00
DOR Q4 CB PD	S29 41 22,0 W53 47 43,8	S29 41 22,1 W53 47 36,3	114,00	8,10	923,40	0,90
DOR Q5 CB PD	S29 41 22,1 W53 47 36,3	S29 41 27,3 W53 47 27,2	253,00	9,40	2378,20	6,55
DOR Q6 CB PD	S29 41 27,3 W53 47 27,2	S29 41 31,6 W53 47 21,8	299,00	7,65	2287,35	1,00
DOR Q7 CB PD	S29 41 31,6 W53 47 21,8	S29 41 32,8 W53 47 19,3	185,00	9,10	1683,50	6,75
DOR Q1 BC PD	S29 41 31,2 W53 47 21,4	S29 41 26,9 W53 47 26,7	172,00	8,20	1410,40	6,80
DOR Q2 BC PD	S29 41 26,9 W53 47 26,7	S29 41 21,8 W53 47 36,2	282,00	7,65	2157,30	1,00
DOR Q3 BC PD	S29 41 21,8 W53 47 36,2	S29 41 21,5 W53 47 43,8	289,00	8,00	2312,00	6,60
DOR Q4 BC PD	S29 41 21,5 W53 47 43,8	S29 41 21,1 W53 47 51,2	143,00	8,00	1144,00	0,90

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
DOR Q5 BC PD	S29 41 21,1 W53 47 51,2	S29 41 24,8 W53 48 01,3	295,00	8,50	2507,50	1,45
DOR Q6 BC PD	S29 41 24,8 W53 48 01,3	S29 41 22,6 W53 47 58,5	145,00	8,40	1218,00	0,70
DUQ Q1 CB PS	S29 41 37,0 W53 48 38,5	S29 41 40,1 W53 48 37,3	94,00	9,25	869,50	-
DUQ Q2 CB PS	S29 41 40,1 W53 48 37,3	S29 41 43,3 W53 48 35,9	58,00	9,30	539,40	-
DUQ Q3 CB PS	S29 41 43,3 W53 48 35,9	S29 41 40,1 W53 48 37,3	39,00	9,20	358,80	-
DUQ Q4 CB PS	S29 41 40,1 W53 48 37,3	S29 41 46,4 W53 48 35,1	99,00	9,25	915,75	-
DUQ Q5 CB PS	S29 41 46,4 W53 48 35,1	S29 41 52,1 W53 48 31,2	134,00	8,45	1132,30	-
DUQ Q6 CB PS	S29 41 52,1 W53 48 31,2	S29 41 55,3 W53 48 30,0	203,00	9,30	1887,90	-
DUQ Q7 CB PS	S29 41 55,3 W53 48 30,0	S29 41 58,4 W53 48 28,1	48,00	9,30	446,40	-
DUQ Q8 CB PS	S29 41 58,4 W53 48 28,1	S29 42 03,9 W53 48 25,0	119,00	9,20	1094,80	-
DUQ Q9 CB PS	S29 42 03,9 W53 48 25,0	S29 42 06,9 W53 48 23,6	117,00	9,40	1099,80	-
DUQ Q10 CB PS	S29 42 06,9 W53 48 23,6	S29 42 09,8 W53 48 21,7	174,00	9,25	1609,50	-
DUQ Q1 CB BC PS	S29 42 09,8 W53 48 21,7	S29 42 13,0 W53 48 20,2	85,00	9,30	790,50	-
DUQ Q2 CB BC PS	S29 42 13,0 W53 48 20,2	S29 42 15,4 W53 48 18,5	103,00	9,30	957,90	-
DUQ Q3 CB BC PS	S29 42 15,4 W53 48 18,5	S29 42 18,3 W53 48 17,0	109,00	9,30	1013,70	-
DUQ Q4 CB BC PS	S29 42 18,3 W53 48 17,0	S29 42 21,4 W53 48 14,9	100,00	9,40	940,00	-
DUQ Q5 CB BC PS	S29 42 21,4 W53 48 14,9	S29 42 24,3 W53 48 13,7	112,00	9,30	1041,60	-
DUQ Q6 CB BC PS	S29 42 24,3 W53 48 13,7	S29 42 27,3 W53 48 11,6	109,00	9,65	1051,85	-
DUQ Q7 CB BC PS	S29 42 27,3 W53 48 11,6	S29 42 31,5 W53 48 09,4	133,00	9,55	1270,15	-
DUQ Q8 CB BC PS	S29 42 31,5 W53 48 09,4	S29 42 33,3 W53 48 12,6	91,00	9,30	846,30	-
EUC Q1 BC CB PS	S29 40 50,0 W53 47 36,2	S29 40 53,1 W53 47 34,4	69,00	14,80	1021,20	-
EUC Q2 BC CB PS	S29 40 53,1 W53 47 34,4	S29 40 56,3 W53 47 34,1	65,00	18,20	1183,00	-
EUC Q3 BC CB PS	S29 40 56,3 W53 47 34,1	S29 40 59,3 W53 47 33,7	31,00	16,30	505,30	-

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
EUC Q4 BC CB PS	S29 40 59,3 W53 47 33,7	S29 41 02,6 W53 47 33,5	22,00	14,50	319,00	-
EUC Q5 BC CB PS	S29 41 02,6 W53 47 33,5	S29 41 05,8 W53 47 33,3	61,00	13,15	802,15	-
EUC Q6 BC CB PS	S29 41 05,8 W53 47 33,3	S29 41 08,6 W53 47 33,0	101,00	11,75	1186,75	-
EUC Q7 BC CB PS	S29 41 08,6 W53 47 33,0	S29 41 09,1 W53 47 32,8	125,00	12,00	1500,00	-
EUC Q8 BC CB PS	S29 41 09,1 W53 47 32,8	S29 41 11,5 W53 47 31,3	28,00	12,00	336,00	-
EUC Q9 BC CB PS	S29 41 11,5 W53 47 31,3	S29 41 11,5 W53 47 30,2	80,00	12,00	960,00	-
EUC Q10 BC CB PS	S29 41 11,5 W53 47 30,2	S29 41 12,1 W53 47 29,8	103,00	12,10	1246,30	-
EUC Q11 BC CB PS	S29 41 12,1 W53 47 29,8	S29 41 12,4 W53 47 29,4	46,00	11,90	547,40	-
EUC Q12 BC CB PS	S29 41 12,4 W53 47 29,4	S29 41 15,8 W53 47 29,1	67,00	12,10	810,70	-
EUC Q13 BC CB PS	S29 41 15,8 W53 47 29,1	S29 41 17,0 W53 47 28,7	131,00	11,95	1565,45	-
EUC Q14 BC CB PS	S29 41 19,0 W53 47 28,6	S29 41 21,2 W53 47 28,6	92,00	11,80	1085,60	-
HEL Q1 BC PD	S29 42 51,6 W53 48 36,5	S29 42 48,7 W53 48 38,5	62,00	9,50	589,00	13,60
HEL Q2 BC PD	S29 42 48,7 W53 48 38,5	S29 42 48,7 W53 48 38,5	89,00	8,65	769,85	0,90
HEL Q3 BC PD	S29 42 48,7 W53 48 38,5	S29 42 45,8 W53 48 39,9	49,00	8,95	438,55	2,90
HEL Q4 BC PD	S29 42 45,8 W53 48 39,9	S29 42 42,8 W53 48 41,1	88,00	10,85	954,80	4,90
HEL Q5 BC PD	S29 42 42,8 W53 48 41,1	S29 42 36,9 W53 48 44,0	106,00	10,85	1150,10	4,80
HEL Q6 BC PD	S29 42 36,9 W53 48 44,0	S29 42 30,9 W53 48 46,6	252,00	9,45	2381,40	11,90
HEL Q7 BC PD	S29 42 30,9 W53 48 46,6	S29 42 25,0 W53 48 49,7	184,00	10,60	1950,40	6,80
HEL Q8 BC PD	S29 42 25,0 W53 48 49,7	S29 42 22,0 W53 48 51,3	122,00	9,30	1134,60	4,50
HEL Q9 BC PD	S29 42 22,0 W53 48 51,3	S29 42 16,6 W53 48 55,4	156,00	8,95	1396,20	4,80
HEL Q10 BC PD	S29 42 16,6 W53 48 55,4	S29 42 14,2 W53 48 57,9	150,00	10,10	1515,00	3,90
HEL Q11 BC PD	S29 42 14,2 W53 48 57,9	S29 42 12,9 W53 48 59,1	63,00	7,20	453,60	3,90
HEL Q12 BC PD	S29 42 12,9 W53 48 59,1	S29 42 11,5 W53 48 62,7	91,00	7,20	655,20	3,90

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
HEL Q1 CB PD	S29 42 14,5 W53 48 58,0	S29 42 16,9 W53 48 55,8	197,00	7,25	1428,25	3,90
HEL Q2 CB PD	S29 42 16,9 W53 48 55,8	S29 42 22,1 W53 48 51,8	115,00	7,20	828,00	3,90
HEL Q3 CB PD	S29 42 22,1 W53 48 51,8	S29 42 25,1 W53 48 50,5	136,00	8,85	1203,60	4,80
HEL Q4 CB PD	S29 42 25,1 W53 48 50,5	S29 42 31,3 W53 48 47,8	121,00	9,30	1125,30	4,50
HEL Q5 CB PD	S29 42 31,3 W53 48 47,8	S29 42 37,1 W53 48 44,8	180,00	11,05	1989,00	6,80
HEL Q6 CB PD	S29 42 37,1 W53 48 44,8	S29 42 40,1 W53 48 43,3	243,00	9,40	2284,20	11,90
HEL Q7 CB PD	S29 42 40,1 W53 48 43,3	S29 42 43,0 W53 48 41,9	72,00	9,45	680,40	4,70
HEL Q8 CB PD	S29 42 43,0 W53 48 41,9	S29 42 43,0 W53 48 41,9	46,00	9,30	427,80	4,85
HEL Q9 CB PD	S29 42 43,0 W53 48 41,9	S29 42 46,1 W53 48 40,6	74,00	9,25	684,50	4,90
HEL Q10 CB PD	S29 42 46,1 W53 48 40,6	S29 42 48,9 W53 48 39,0	78,00	9,20	717,60	4,90
HEL Q11 CB PD	S29 42 48,9 W53 48 39,0	S29 42 52,5 W53 48 38,1	52,00	8,40	436,80	0,90
HEL Q12 CB PD	S29 42 52,5 W53 48 38,1	S29 42 54,3 W53 48 37,6	98,00	9,55	935,90	13,60
JOA Q1 BC PD	S29 41 42,2 W53 46 32,7	S29 41 43,5 W53 46 33,4	134,00	4,55	609,70	1,60
JOA Q2 BC PD	S29 41 43,5 W53 46 33,4	S29 41 42,0 W53 46 40,7	110,00	4,50	495,00	1,60
JOA Q3 BC PD	S29 41 42,0 W53 46 40,7	S29 41 38,3 W53 46 50,7	210,00	5,45	1144,50	1,60
JOA Q4 BC PD	S29 41 38,3 W53 46 50,7	S29 41 36,0 W53 46 57,7	234,00	6,70	1567,80	1,50
JOA Q5 BC PD	S29 41 36,0 W53 46 57,7	S29 41 35,0 W53 47 01,3	84,00	6,80	571,20	1,40
JOA Q6 BC PD	S29 41 35,0 W53 47 01,3	S29 41 32,9 W53 47 08,4	201,00	6,80	1366,80	1,55
JOA Q7 BC PD	S29 41 32,9 W53 47 08,4	S29 41 32,5 W53 47 12,0	100,00	6,80	680,00	1,40
JOA Q8 BC PD	S29 41 32,5 W53 47 12,0	S29 41 32,5 W53 47 16,1	193,00	6,65	1283,45	1,55
JOA Q1 CB PD	S29 41 32,9 W53 47 12,0	S29 41 33,2 W53 47 08,4	188,00	7,85	1475,80	1,55
JOA Q2 CB PD	S29 41 33,2 W53 47 08,4	S29 41 35,4 W53 47 01,4	78,00	6,90	538,20	1,40
JOA Q3 CB PD	S29 41 35,4 W53 47 01,4	S29 41 36,5 W53 46 57,9	214,00	6,70	1433,80	1,55

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
JOA Q4 CB PD	S29 41 36,5 W53 46 57,9	S29 41 38,8 W53 46 50,9	80,00	6,60	528,00	1,40
JOA Q5 CB PD	S29 41 38,8 W53 46 50,9	S29 41 41,2 W53 46 44,0	227,00	6,55	1486,85	1,50
JOA Q6 CB PD	S29 41 41,2 W53 46 44,0	S29 41 42,8 W53 46 37,1	218,00	6,30	1373,40	1,60
JOA Q7 CB PD	S29 41 42,8 W53 46 37,1	S29 41 41,9 W53 46 36,4	113,00	6,40	723,20	1,60
JOA Q8 CB PD	S29 41 41,9 W53 46 36,4	S29 41 40,3 W53 46 43,7	148,00	5,20	769,60	1,60
LIB Q1 BC CB PS	S29 41 19,8 W53 49 29,0	S29 41 26,2 W53 49 28,2	114,00	11,80	1345,20	-
LIB Q2 BC CB PS	S29 41 26,2 W53 49 28,2	S29 41 29,5 W53 49 26,9	122,00	11,80	1439,60	-
LIB Q1 BC PD	S29 41 29,5 W53 49 26,9	S29 41 35,7 W53 49 25,6	253,00	6,80	1720,40	1,80
LIB Q2 BC PD	S29 41 35,7 W53 49 25,6	S29 41 38,6 W53 49 24,6	81,00	6,80	550,80	1,80
LIB Q3 BC PD	S29 41 38,6 W53 49 24,6	S29 41 44,9 W53 49 22,9	155,00	7,80	1209,00	2,85
LIB Q4 BC PD	S29 41 44,9 W53 49 22,9	S29 41 48,1 W53 49 22,2	72,00	7,80	561,60	2,90
LIB Q5 BC PD	S29 41 48,1 W53 49 22,2	S29 41 51,4 W53 49 21,2	65,00	7,80	507,00	2,70
LIB Q6 BC PD	S29 41 51,4 W53 49 21,2	S29 41 54,5 W53 49 20,3	199,00	7,80	1552,20	3,00
LIB Q7 BC PD	S29 41 54,5 W53 49 20,3	S29 41 56,3 W53 49 19,9	105,00	8,65	908,25	2,25
LIB Q1 CB PD	S29 41 54,5 W53 49 19,7	S29 41 48,1 W53 49 21,5	86,00	7,95	683,70	2,25
LIB Q2 CB PD	S29 41 48,1 W53 49 21,5	S29 41 45,1 W53 49 22,3	207,00	8,00	1656,00	2,85
LIB Q3 CB PD	S29 41 45,1 W53 49 22,3	S29 41 41,8 W53 49 23,1	67,00	8,00	536,00	2,90
LIB Q4 CB PD	S29 41 41,8 W53 49 23,1	S29 41 38,6 W53 49 24,1	72,00	8,00	576,00	2,80
LIB Q5 CB PD	S29 41 38,6 W53 49 24,1	S29 41 35,6 W53 49 25,1	145,00	7,80	1131,00	2,90
LIB Q6 CB PD	S29 41 35,6 W53 49 25,1	S29 41 29,4 W53 49 26,7	92,00	6,80	625,60	1,80
LIB Q7 CB PD	S29 41 29,4 W53 49 26,7	S29 41 32,4 W53 49 25,8	261,00	6,90	1800,90	1,80
MED Q1 CB PD	S29 42 11,1 W53 48 59,7	S29 42 07,8 W53 48 53,3	112,00	9,55	1069,60	4,50
MED Q2 CB PD	S29 42 07,8 W53 48 53,3	S29 42 06,3 W53 48 49,9	78,00	9,50	741,00	4,90

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
MED Q3 CB PD	S29 42 06,3 W53 48 49,9	S29 42 04,5 W53 48 46,8	135,00	9,40	1269,00	4,70
MED Q4 CB PD	S29 42 04,5 W53 48 46,8	S29 42 03,0 W53 48 43,6	166,00	9,30	1543,80	4,90
MED Q5 CB PD	S29 42 03,0 W53 48 43,6	S29 41 57,5 W53 48 39,7	144,00	9,35	1346,40	4,90
MED Q6 CB PD	S29 41 57,5 W53 48 39,7	S29 41 52,1 W53 48 35,4	125,00	9,40	1175,00	4,90
MED Q7 CB PD	S29 41 52,1 W53 48 35,4	S29 41 49,9 W53 48 32,4	244,00	9,25	2257,00	2,40
MED Q8 CB PD	S29 41 49,9 W53 48 32,4	S29 41 48,7 W53 48 29,0	70,00	7,30	511,00	1,30
MED Q9 CB PD	S29 41 48,7 W53 48 29,0	S29 41 47,5 W53 48 25,6	98,00	10,10	989,80	1,10
MED Q10 CB PD	S29 41 47,5 W53 48 25,6	S29 41 42,9 W53 48 20,1	222,00	9,50	2109,00	4,80
MED Q11 CB PD	S29 41 42,9 W53 48 20,1	S29 41 40,3 W53 48 17,8	74,00	7,00	518,00	0,90
MED Q12 CB PD	S29 41 40,3 W53 48 17,8	S29 41 37,9 W53 48 15,5	105,00	7,20	756,00	0,90
MED Q13 CB PD	S29 41 37,9 W53 48 15,5	S29 41 33,1 W53 48 10,3	95,00	7,00	665,00	0,90
MED Q14 CB PD	S29 41 33,1 W53 48 10,3	S29 41 30,4 W53 48 07,4	249,00	7,00	1743,00	0,95
MED Q15 CB PD	S29 41 30,4 W53 48 07,4	S29 41 28,0 W53 48 04,8	69,00	7,00	483,00	0,90
MED Q16 CB PD	S29 41 28,0 W53 48 04,8	S29 41 25,8 W53 48 02,2	75,00	6,50	487,50	0,80
MED Q17 CB PD	S29 41 25,8 W53 48 02,2	S29 41 24,1 W53 48 01,7	107,00	8,20	877,40	0,90
MED Q1 BC PD	S29 41 25,6 W53 48 02,4	S29 41 27,7 W53 48 05,1	97,00	8,50	824,50	0,90
MED Q2 BC PD	S29 41 27,7 W53 48 05,1	S29 41 32,9 W53 48 10,5	141,00	7,20	1015,20	0,80
MED Q3 BC PD	S29 41 32,9 W53 48 10,5	S29 41 37,7 W53 48 15,5	255,00	8,00	2040,00	0,95
MED Q4 BC PD	S29 41 37,7 W53 48 15,5	S29 41 40,1 W53 48 18,1	169,00	7,00	1183,00	0,90
MED Q5 BC PD	S29 41 40,1 W53 48 18,1	S29 41 45,0 W53 48 23,2	95,00	7,05	669,75	0,90
MED Q6 BC PD	S29 41 45,0 W53 48 23,2	S29 41 48,3 W53 48 29,2	217,00	9,45	2050,65	3,50
MED Q7 BC PD	S29 41 48,3 W53 48 29,2	S29 41 49,8 W53 48 32,4	120,00	10,40	1248,00	1,10
MED Q8 BC PD	S29 41 49,8 W53 48 32,4	S29 41 51,8 W53 48 35,8	60,00	9,80	588,00	1,30

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
MED Q9 BC PD	S29 41 51,8 W53 48 35,8	S29 41 59,8 W53 48 42,2	270,00	9,65	2605,50	2,40
MED Q10 BC PD	S29 41 59,8 W53 48 42,2	S29 42 04,3 W53 48 46,9	193,00	9,50	1833,50	4,95
MED Q11 BC PD	S29 42 04,3 W53 48 46,9	S29 42 05,9 W53 48 50,2	198,00	9,55	1890,90	4,85
MED Q12 BC PD	S29 42 05,9 W53 48 50,2	S29 42 09,1 W53 48 56,7	136,00	9,40	1278,40	4,70
MED Q13 BC PD	S29 42 09,1 W53 48 56,7	S29 42 07,3 W53 48 53,6	217,00	11,15	2419,55	4,65
PRE Q1 CB PD	S29 41 37,2 W53 48 40,5	S29 41 40,4 W53 48 47,0	140,00	8,50	1190,00	1,90
PRE Q2 CB PD	S29 41 40,4 W53 48 47,0	S29 41 43,6 W53 48 53,1	163,00	8,65	1409,95	1,95
PRE Q3 CB PD	S29 41 43,6 W53 48 53,1	S29 41 45,3 W53 48 56,4	170,00	8,50	1445,00	1,90
PRE Q4 CB PD	S29 41 45,3 W53 48 56,4	S29 41 48,4 W53 49 02,8	161,00	8,55	1376,55	1,90
PRE Q5 CB PD	S29 41 48,4 W53 49 02,8	S29 41 51,4 W53 49 09,4	214,00	8,50	1819,00	1,95
PRE Q6 CB PD	S29 41 51,4 W53 49 09,4	S29 41 54,7 W53 49 15,8	153,00	8,65	1323,45	1,95
PRE Q7 CB PD	S29 41 54,7 W53 49 15,8	S29 41 57,9 W53 49 22,4	204,00	8,50	1734,00	1,95
PRE Q8 CB PD	S29 41 57,9 W53 49 22,4	S29 41 59,4 W53 49 25,7	146,00	8,50	1241,00	2,00
PRE Q9 CB PD	S29 41 59,4 W53 49 25,7	S29 42 01,1 W53 49 28,8	120,00	8,50	1020,00	2,00
PRE Q10 CB PD	S29 42 01,1 W53 49 28,8	S29 42 04,1 W53 49 35,3	158,00	8,55	1350,90	1,95
PRE Q11 CB PD	S29 42 04,1 W53 49 35,3	S29 42 05,8 W53 49 38,6	141,00	8,30	1170,30	2,10
PRE Q12 CB PD	S29 42 05,8 W53 49 38,6	S29 42 04,6 W53 49 42,2	140,00	7,65	1071,00	1,05
PRE Q1 BC PD	S29 42 06,1 W53 49 38,4	S29 42 04,4 W53 49 35,1	126,00	9,55	1203,30	1,05
PRE Q2 BC PD	S29 42 04,4 W53 49 35,1	S29 42 01,4 W53 49 28,6	176,00	8,50	1496,00	2,10
PRE Q3 BC PD	S29 42 01,4 W53 49 28,6	S29 41 59,8 W53 49 25,4	136,00	8,50	1156,00	1,95
PRE Q4 BC PD	S29 41 59,8 W53 49 25,4	S29 41 58,3 W53 49 22,2	117,00	8,50	994,50	2,00
PRE Q5 BC PD	S29 41 58,3 W53 49 22,2	S29 41 56,9 W53 49 18,9	138,00	8,50	1173,00	1,90
PRE Q6 BC PD	S29 41 56,9 W53 49 18,9	S29 41 55,0 W53 49 15,5	95,00	8,60	817,00	1,90

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (continua)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
PRE Q7 BC PD	S29 41 55,0 W53 49 15,5	S29 41 51,8 W53 49 09,0	117,00	8,60	1006,20	1,90
PRE Q8 BC PD	S29 41 51,8 W53 49 09,0	S29 41 50,3 W53 49 05,9	132,00	8,55	1128,60	1,95
PRE Q9 BC PD	S29 41 50,3 W53 49 05,9	S29 41 48,7 W53 49 02,7	83,00	8,50	705,50	1,90
PRE Q10 BC PD	S29 41 48,7 W53 49 02,7	S29 41 45,3 W53 48 56,5	143,00	8,50	1215,50	2,00
PRE Q11 BC PD	S29 41 45,3 W53 48 56,5	S29 41 43,8 W53 48 53,0	162,00	8,95	1449,90	1,90
PRE Q12 BC PD	S29 41 43,8 W53 48 53,0	S29 41 40,8 W53 48 46,7	170,00	8,50	1445,00	1,90
PRE Q13 BC PD	S29 41 40,8 W53 48 46,7	S29 41 37,5 W53 48 40,4	159,00	8,50	1351,50	1,90
PRE Q14 BC PD	S29 41 37,5 W53 48 40,4	S29 41 39,1 W53 48 43,4	156,00	8,60	1341,60	1,90
WAL Q1 CB PD	S29 42 03,3 W53 49 46,1	S29 42 02,1 W53 49 53,1	107,00	8,90	952,30	1,55
WAL Q2 CB PD	S29 42 02,1 W53 49 53,1	S29 42 01,7 W53 49 56,8	120,00	9,00	1080,00	1,50
WAL Q3 CB PD	S29 42 01,7 W53 49 56,8	S29 42 01,3 W53 50 00,5	115,00	9,00	1035,00	1,55
WAL Q4 CB PD	S29 42 01,3 W53 50 00,5	S29 42 00,8 W53 50 08,0	225,00	9,00	2025,00	1,45
WAL Q5 CB PD	S29 42 00,8 W53 50 08,0	S29 42 00,3 W53 50 19,1	183,00	9,20	1683,60	7,50
WAL Q6 CB PD	S29 42 00,3 W53 50 19,1	S29 42 00,3 W53 50 22,8	273,00	9,00	2457,00	1,50
WAL Q7 CB PD	S29 42 00,3 W53 50 22,8	S29 42 00,2 W53 50 24,7	86,00	9,10	782,60	1,50
WAL Q8 CB PD	S29 42 00,2 W53 50 24,7	S29 42 00,1 W53 50 25,9	90,00	9,10	819,00	1,50
WAL Q1 BC PD	S29 42 00,8 W53 50 24,6	S29 42 00,7 W53 50 22,7	80,00	11,00	880,00	1,50
WAL Q2 BC PD	S29 42 00,7 W53 50 22,7	S29 42 00,9 W53 50 19,2	86,00	11,00	946,00	1,50
WAL Q3 BC PD	S29 42 00,9 W53 50 19,2	S29 42 01,7 W53 50 08,0	273,00	11,05	3016,65	1,50
WAL Q4 BC PD	S29 42 01,7 W53 50 08,0	S29 42 01,9 W53 50 00,5	183,00	10,25	1875,75	7,50
WAL Q5 BC PD	S29 42 01,9 W53 50 00,5	S29 42 02,1 W53 49 56,9	225,00	10,80	2430,00	1,45
WAL Q6 BC PD	S29 42 02,1 W53 49 56,9	S29 42 02,4 W53 49 53,1	116,00	11,00	1276,00	1,55
WAL Q7 BC PD	S29 42 02,4 W53 49 53,1	S29 42 03,8 W53 49 46,3	121,00	11,00	1331,00	1,50

Apêndice A – Caracterização detalhada dos subtrechos (fim)

Código do subtrecho	Coordenada geográfica inicial do subtrecho	Coordenada geográfica final do subtrecho	Extensão do subtrecho (m)	Largura do subtrecho (m)	Área pavimentada do subtrecho (m²)	Largura do canteiro central (m)
WAL Q8 BC PD	S29 42 03,8 W53 49 46,3	S29 42 02,7 W53 49 49,6	115,00	7,95	914,25	1,55

Q = quadra; CB = sentido centro-bairro; BC = sentido bairro-centro; PD = pista dupla; PS = pista simples; CB BC = sentido centro-bairro bairro-centro (pista simples); BC CB = sentido bairro-centro centro-bairro (pista simples).

Fonte: Autor.