

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO SUPERFICIAL DE
PAVIMENTOS URBANOS: APLICAÇÃO À REDE VIÁRIA DE PORTO ALEGRE**

MARIA LUIZA DANIELESKI

Porto Alegre
2004

MARIA LUIZA DANIELESKI

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO SUPERFICIAL DE
PAVIMENTOS URBANOS: APLICAÇÃO À REDE VIÁRIA DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia como requisito
parcial à obtenção do título de Mestre em
Engenharia – modalidade Profissionalizante –
Ênfase Transportes.

Orientador: Prof. Dr. Washington Peres Núñez

Porto Alegre

2004

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Washington Peres Núñez, Dr.
Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.
Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Fortunato Marcon
ECV/UFSC

Prof^a. Dr^a. Helena Beatriz Bettella Cybis
EE/UFRGS

Prof. Dr. Jorge Augusto Ceratti
EE/UFRGS

AGRADECIMENTOS

Ao meu amor, Rogério, por tudo!

À minha família, em especial a minhas irmãs, pela nossa grande amizade, pelos exemplos e pelo apoio que sempre me deram.

Ao Eng. Flávio Dau, pelo apoio incondicional, amizade, incentivo, pelo exemplo humano e por todo o seu conhecimento que tem compartilhado comigo.

Ao amigo Elias Rubinstein, que ao longo do curso foi parceiro de bate-papo, de discussões “científicas” e grande incentivador.

Aos colegas da SMOV pela colaboração. Em especial, aos engenheiros, auxiliares técnicos e estagiários que participaram da pesquisa.

Aos colegas da Consultoria Etel-Strata pela extensa colaboração, troca de bibliografia e inúmeras discussões que muito contribuíram para a formação do meu conhecimento.

Aos colegas da Procempa pelo coleguismo e parceria na empreitada de desenvolver um Sistema de Gerência de Pavimentos para o Município.

A SMOV, pelo apoio financeiro e pela possibilidade de termos um setor como a Gerência de Pavimentos, voltado essencialmente a pesquisa e planejamento das atividades de manutenção e reabilitação e pavimentos.

Ao Prof. Washington, pela amizade, incentivo e orientação.

A todos aqueles que contribuíram ao longo deste percurso.

A Deus, pai de tudo e de todos.

RESUMO

Este trabalho apresenta 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 do sistema de gerência de pavimentos da cidade de Porto Alegre. Propõe-se o emprego de duas componentes: a avaliação objetiva e a avaliação subjetiva. A avaliação objetiva trata do levantamento quantitativo da degradação existente na superfície. Para tanto, são apresentadas as descrições e níveis de severidade dos tipos de defeitos e os procedimentos para o inventário. A avaliação subjetiva consiste na atribuição de notas pelos avaliadores à condição da superfície. Buscando a homogeneidade nas respostas, foram estabelecidos critérios para auxiliar na definição do estado dos pavimentos. É proposto o emprego de curvas de valores de dedução para determinar o Índice da Condição do Pavimento, de modo análogo ao método PCI elaborado pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. São apontados os procedimentos a serem empregados para a determinação das curvas de valores de dedução que representem as condições locais. Também foi realizada 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. Complementarmente, foi efetuada uma aplicação da metodologia proposta em trechos amostrais e apresentadas as análises sobre os resultados obtidos.

Palavras-chave: avaliação de pavimentos; pavimentos urbanos; gerência de pavimentos.

ABSTRACT

This research work presents a proposal of methodology for the surface condition evaluation of asphalt, stone and cobblestone pavements to be applied in the inventory of roads condition to be included in the urban pavements management system of Porto Alegre, Brasil. The use of two components is proposed: an objective evaluation and a subjective one. The objective evaluation deals with a quantitative survey of existing superficial degradation. With that purpose, the descriptions and severity levels of distress types and procedures for organizing the inventory are presented. The subjective evaluation consists of the attribution of the researchers' ratings for the surface condition of a certain evaluation section. In the search for homogenous responses, criteria were established to help to define the pavement condition. It is proposed the use of deduction value curves to calculate de Pavement Condition Index, similar to the PCI method developed by the Construction Engineering Research Laboratory of the U. S. Army. Procedures are appointed to determinate deduction value curves for the wearing courses types in study, which represent the local conditions. A research was also made to get to know the users' opinion about the superficial condition of some streets and about the distresses influence on ride quality, operation costs, as well as, safety. Complementary, an application of the proposal methodology was made on streets samples and analyses are presented on the obtained results.

Key word: pavements evaluation; urban pavements; pavements management.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Tipos de avaliações de pavimentos e suas interfaces.....	12
Figura 2.2 – Redução da Serventia com o Tempo e/ou Tráfego.....	14
Figura 2.3 – Planilha para avaliação do <i>AASHO Road Test</i>	15
Figura 2.4 – Curva de valores de dedução para o defeito trinca tipo couro de jacaré..	33
Figura 2.5 – Curva de correção para o valor de dedução total (VDT).....	33
Figura 2.6 – Etapas para determinação do PCI	34
Figura 3.1 – Representação dos elementos que constituem o arco viário.....	44
Figura 3.2 - Emprego da ferramenta SIG na visualização dos dados do cadastro viário.....	45
Figura 4.1 - Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Remendo de conservação padrão; (b) Remendo de conservação emergencial.....	56
Figura 4.2 - Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Remendo de intervenção em rede subterrânea; (b) Trinca isolada de retração ou reflexão.....	57
Figura 4.3 - Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Trincas de fadiga; (b) Trincas interligadas de retração ou reflexão.....	58
Figura 4.4 - Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Trincas parabólicas; (b) Trincas concêntricas a tampa de PV.....	59
Figura 4.5 – Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Panela; (b) Desgaste superficial.....	60
Figura 4.6 - Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Polimento de agregado; (b) Exsudação.....	61
Figura 4.7 – Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Afundamento sem sollevamento lateral; (b) Afundamento com sollevamento lateral.....	62
Figura 4.8 – Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral; (b) Afundamento nas trilhas de roda com sollevamento lateral	63
Figura 4.9 – Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Corrugação; (b) Elevação.....	64
Figura 4.10 – Defeitos do revestimento asfáltico: (a) Desnível em tampa de PV; (b) Imperfeição em suporte de tampa de PV; (c) Derrame de material.....	65
Figura 4.11 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Remendo de conservação padrão; (b) Remendo regular com mistura asfáltica.....	66

Figura 4.12 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Remendo de conservação emergencial; (b) Remendo de intervenção em rede subterrânea.....	67
Figura 4.13 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Juntas sem preenchimento; (b) Afundamento com solevamento lateral.....	68
Figura 4.14 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Afundamento sem solevamento lateral; (b) Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral.....	69
Figura 4.15 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral; (b) Ondulação.....	70
Figura 4.16 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Elevação; (b) Desnível de tampa de PV.....	71
Figura 4.17 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Imperfeição no suporte de concreto de tampa de PV; (b) Derrame de material.....	72
Figura 4.18 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Peças trincadas ou quebradas; (b) Peças com desgaste ou polidas.....	73
Figura 4.19 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: (a) Peças salientes; (b) Painela.....	74
Figura 4.20 - Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: deformação por aceleração, frenagem ou mudança de direção	75
Figura 4.21 – Defeitos em pavimentos com pedras irregulares: painela	75
Figura 4.22 – Distribuição de frequência dos conceitos obtidos para revestimento asfáltico.....	81
Figura 4.23 – Pavimentos com revestimento asfáltico em muito bom estado.....	86
Figura 4.24 – Pavimentos com revestimento asfáltico em bom estado.....	87
Figura 4.25 – Pavimentos com revestimento asfáltico em estado regular.....	88
Figura 4.26 – Pavimentos com revestimento asfáltico em estado ruim.....	89
Figura 4.27 – Pavimentos com revestimento asfáltico em péssimo estado.....	90
Figura 4.28 – Distribuição de frequência dos conceitos obtidos: (a) Paralelepípedos; (b) Pedras irregulares	92
Figura 4.29 – Pavimentos de paralelepípedos em muito bom estado.....	99
Figura 4.30 – Pavimentos de paralelepípedos em bom estado.....	100
Figura 4.31 – Pavimentos de paralelepípedos em estado regular.....	102
Figura 4.32 – Pavimentos de paralelepípedos em estado ruim.....	103
Figura 4.33 – Pavimentos de paralelepípedos em péssimo estado.....	103
Figura 4.34 – Pavimentos de pedras irregulares em muito bom estado.....	104

Figura 4.35 – Pavimentos de pedras irregulares em bom estado.....	105
Figura 4.36 – Pavimentos de pedras irregulares em estado regular.....	106
Figura 4.37 – Pavimentos de pedras irregulares em estado ruim.....	107
Figura 4.38 – Pavimentos de pedras irregulares em péssimo estado.....	107
Figura 5.1 – Apresentação do questionário da pesquisa de opinião.....	111
Figura 5.2 - Questionário de pesquisa do usuário: questão referente ao perfil do respondente.....	112
Figura 5.3 – Questionário de pesquisa de opinião: questão referente aos defeitos em pavimentos asfálticos.....	113
Figura 5.4 – Questionário de pesquisa de opinião: questão referente aos defeitos em pavimentos com paralelepípedos.....	114
Figura 5.5.a – Questionário de pesquisa de opinião: questão referente a condição dos trechos.....	115
Figura 5.5.b – Questionário de pesquisa de opinião: questão referente a condição dos trechos.....	116
Figura 5.5.c – Questionário de pesquisa de opinião: questão referente a condição dos trechos.....	117
Figura 5.6 – Distribuição percentual dos tipos de veículos dirigidos pelos respondentes.....	120
Figura 5.7 – Nota média e desvio padrão obtidos para os defeitos de pavimentos asfálticos.....	121
Figura 5.8 – Nota média e desvio padrão obtidos para os defeitos de pavimentos com paralelepípedos.....	121
Figura 5.9 – Nota média, desvio padrão e conceito obtido para a condição de tráfego.....	123
Figura 5.10 – Notas de trechos revestidos com asfalto.....	124
Figura 5.11 – Notas de trechos revestidos com paralelepípedos.....	124
Figura 5.12 – Notas de trechos revestidos com pedras irregulares.....	124
Figura 6.1 – Distribuição do número de observações e área dos defeitos em pavimentos asfálticos.....	126
Figura 6.2 – Distribuição de frequência dos conceitos obtidos para revestimento asfáltico.....	130
Figura 6.3 Dispersão dos valores de coeficientes de variação em pavimentos asfálticos.....	131
Figura 6.4 – Curvas de valores de dedução obtidas: a) Trinca de fadiga em nível de severidade avançado; b) Desgaste superficial em nível de severidade avançado....	132

Figura 6.5 – Distribuição percentual do número de observações e área dos defeitos em pavimentos com paralelepípedos.....	133
Figura 6.6 – Distribuição de frequência dos conceitos obtidos para pavimentos com paralelepípedos.....	136
Figura 6.7 – Dispersão dos valores de coeficientes de variação observados nos pavimentos com paralelepípedos.....	138
Figura 6.8 – Notas e conceitos dos trechos com paralelepípedos.....	141
Figura 6.9 – Notas e conceitos dos trechos com pedras irregulares.....	141
Figura 6.10 – Notas e conceitos dos trechos com revestimento asfáltico.....	141

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Condição do Pavimento em função do VSA.....	16
Quadro 2.2 - Defeitos apresentados no Procedimento DNIT-PRO 006/2003.....	20
Quadro 2.3 - Classificação dos defeitos e fatores de ponderação.....	21
Quadro 2.4 – Condição do pavimento em função do IGG.....	21
Quadro 2.5 – Defeitos apresentados no Procedimento DNIT-PRO 007/2003	22
Quadro 2.6 – Conceituação, descrição da condição e valores do ICPF.....	23
Quadro 2.7 – Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência	24
Quadro 2.8 – Defeitos e pesos de responsabilidade considerados no Método Paragon..	26
Quadro 2.9 – Deformações permanentes adotadas no Método Paragon	27
Quadro 2.10 – Defeitos do método Vizir	28
Quadro 2.11 – Notas para cada defeito em função da gravidade e da extensão	28
Quadro 2.12 – Condição do pavimento em função do Índice Global de Degradação.	29
Quadro 2.13 – Defeitos e forma de medir do método PCI.....	30
Quadro 2.14 – Condição do Pavimento em função do Índice de Condição do Pavimento (PCI)	30
Quadro 2.15 – Defeitos e fatores de ponderação para os revestimentos asfálticos empregados pela PMPA/SMOV	36
Quadro 2.16 - Defeitos e fatores de ponderação para os calçamentos empregados pela PMPA/SMOV	36
Quadro 2.17 - Condição do pavimento e intervenções indicadas a partir do Índice de Prioridade.....	37
Quadro 2.18 – Defeitos considerados no manual SHRP	38
Quadro 2.19 – Notas e descrição da condição de trafegabilidade.....	39
Quadro 2.20 – Intervalo de notas e descrição das condições	40
Quadro 4.1 - Quantidade, codificação e posição das superfícies de avaliação, caso existir somente um tipo de revestimento na pista.....	53
Quadro 4.2 – Quantidade de SA no caso de existir mais de um revestimento na pista	55
Quadro 4.3 – Posição das SA no caso de existir mais de um revestimento na pista	55
Quadro 4.4 – Níveis de severidade para o defeito Panela.....	60

Quadro 5.1 - Revestimento Asfáltico: defeitos selecionados para o questionário.....	109
Quadro 5.2 - Calçamentos: defeitos selecionados para o questionário.....	110
Quadro 5.3 - Critério adotado para atribuição do conceito a partir das notas obtidas.....	122

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Distribuição percentual dos tipos de revestimento na malha viária.....	46
Tabela 3.2 – Redução média na vida dos pavimentos devido à abertura de valas.....	51
Tabela 4.1 – Distribuição percentual dos arcos amostrais segundo as características do tráfego.....	79
Tabela 4.2 – Resumo dos totais de arcos e superfícies de avaliação vistoriados.....	80
Tabela 4.3 – Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva com o painel de engenheiros para revestimento asfáltico.....	82
Tabela 4.4 – Revestimento asfáltico: relacionamento da condição do pavimento e defeitos ocorridos.....	85
Tabela 4.5 - Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva para paralelepípedos ..	92
Tabela 4.6 - Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva para pedras irregulares ..	94
Tabela 4.7 – Pavimentos com Paralelepípedos: relacionamento da condição do pavimento e defeitos ocorridos.....	97
Tabela 4.8 – Pavimentos com Pedras Irregulares: relacionamento da condição do pavimento e defeitos ocorridos.....	98
Tabela 6.1 – Pavimentos com Revestimento asfáltico: VCP e conceitos da avaliação subjetiva.....	127
Tabela 6.2 – Pavimentos com revestimento asfáltico: amostras com conceito da equipe de avaliadores superior ao painel de engenheiros.....	129
Tabela 6.3 – Pavimentos com Paralelepípedos: VCP e conceitos da avaliação subjetiva.....	134
Tabela 6.4 – Pavimentos com paralelepípedos: amostras com conceito da equipe de avaliadores inferior ao painel de engenheiros.....	137
Tabela 6.5 – Pavimentos com paralelepípedos: amostras com conceito da equipe de avaliadores superior ao painel de engenheiros.....	137
Tabela 6.6 – Notas e conceitos obtidos na avaliação e na pesquisa de opinião do usuário.....	139

LISTA DE ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
CERL	<i>Construction Engineering Research Laboratory</i>
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
ES	Especificação
EUA	Estados Unidos da América
GERPAV	Sistema de Gerência de Pavimentos da Prefeitura Municipal de Porto Alegre
ICP	Índice da Condição do Pavimento
ICPF	Índice da Condição do Pavimento Flexível
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IGI	Índice de Gravidade Individual
LCPC	<i>Laboratoire Central de Ponts et Chaussées</i>
NBR	Norma Brasileira
PCI	<i>Pavement Condition Index</i>
PCR	<i>Pavement Condition Rating</i>
PMPA	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
PRO	Procedimento
PSR	<i>Present Serviceability Rating</i>
PV	Poço de Visita de Rede Subterrânea
SCVU	Supervisão de Conservação de Vias Urbanas
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SHRP	<i>Strategic Highway Research Program</i>
SIGPOA	Sistema de Informação Geográfica do Município de Porto Alegre
SMOV	Secretaria Municipal de Obras e Viação
VCP	Valor da Condição do Pavimento
VDT	Valor de Dedução Total
VSA	Valor de Serventia Atual
WSDOT	<i>Washington State Department of Transportation</i>

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE QUADROS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	4
1.3 A ESTRUTURA DO TRABALHO.....	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 PAVIMENTOS: TERMILOGIA E CLASSIFICAÇÃO.....	6
2.2 SISTEMAS VIÁRIOS E PAVIMENTOS URBANOS.....	7
2.3 SISTEMAS DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS.....	9
2.4 AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS.....	10
2.4.1 Avaliação Subjetiva da Superfície de Rolamento.....	13
2.4.2 Métodos para avaliação da Condição Superficial de Pavimentos.....	17
2.4.2.1 Procedimento DNIT-PRO 006/2003.....	19
2.4.2.2 Procedimento DNIT-PRO 007/2003.....	22
2.4.2.3 Procedimento DNIT-PRO 008/2003	23
2.4.2.4 Método PARAGON para Avaliação e Diagnóstico de Pavimentos Rodoviários (1994)	24
2.4.2.5 Método VIZIR (1991)	27
2.4.2.6 Método PCI (1979)	29
2.4.2.7 Metodologia Aplicada pela PMPA/SMOV na Avaliação de Pavimentos Financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento.....	35

2.4.2.8 Manual de Identificação de Defeitos SHRP (1993)	37
2.4.2.9 Metodologia Empregada em Dakota do Sul/EUA.....	38
2.5 ANÁLISE CRÍTICA DAS METODOLOGIAS ABORDADAS	40
3 CARACTERÍSTICAS DOS REVESTIMENTOS E DO UNIVERSO EM ESTUDO.....	43
3.1 O CADASTRO VIÁRIO DO MUNICÍPIO.....	43
3.2 CARACTERÍSTICAS DOS PAVIMENTOS EM ESTUDO.....	45
3.2.1 Revestimento Asfáltico	46
3.2.2 Revestimento de Paralelepípedos de Pedra	47
3.2.3 Revestimento de Pedras Irregulares	47
3.2.4 Remendos de Concreto Asfáltico nos Calçamentos	49
3.3 A INFLUÊNCIA DAS INTERVENÇÕES NAS REDES SUBTERRÂNEAS NA DEGRADAÇÃO DOS PAVIMENTOS	50
4 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA	52
4.1 AVALIAÇÃO OBJETIVA.....	53
4.1.1 Caracterização dos Defeitos do Revestimento Asfáltico	56
4.1.2 Caracterização dos Defeitos em Pavimentos com Paralelepípedos e Pedras Irregulares	66
4.1.2.1 Revestimento de Paralelepípedos.....	73
4.1.2.2 Revestimento de Pedras Irregulares.....	75
4.1.3 Modelo para Determinar o Índice da Condição do Pavimento (ICP).....	76
4.1.3.1 Determinação das Curvas de Valores de Dedução.....	76
4.2 AVALIAÇÃO SUBJETIVA	78
4.2.1 Avaliação Subjetiva pelo Painel de Engenheiros	78
4.2.1.1 Seleção dos Trechos Avaliados pelo Painel	79
4.2.1.2 Resultados Obtidos para Revestimento Asfáltico.....	80
4.2.1.3 Critérios para Avaliação Subjetiva de Revestimento Asfáltico.....	86
4.2.1.4 Resultados Obtidos para Pavimentos com Paralelepípedos e Pedras Irregulares.....	90
4.2.1.5 Critérios para Avaliação Subjetiva de Pavimentos com Paralelepípedos e Pedras Irregulares.....	99

5 A OPINIÃO DOS USUÁRIOS	108
5.1 O PLANEJAMENTO DA PESQUISA	108
5.1.1 O Público Alvo e a Amostragem	118
5.2 OS RESULTADOS OBTIDOS	119
5.2.1 Defeitos em Revestimento Asfáltico e de Paralelepípedos	120
5.2.2 A Condição Superficial dos Trechos	122
6 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTAS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	125
6.1 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA EM TRECHOS AMOSTRAIS	125
6.1.1 Pavimentos com Revestimento Asfáltico	126
6.1.2 Revestimento de Paralelepípedos de Pedra.....	133
6.2 AVALIAÇÃO DOS TRECHOS INCLUÍDOS NA PESQUISA DE OPINIÃO.....	138
6.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	142
7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	144
7.1.CONCLUSÕES DO TRABALHO.....	144
7.2.SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147
ANEXOS.....	152

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, no Brasil e no mundo, a gestão dos diversos setores da indústria, serviços e comércio tem-se voltado para o planejamento de ações em busca da excelência em qualidade, o melhor gerenciamento dos seus recursos e, conseqüentemente, a redução de custos ou otimização dos benefícios.

O setor de pavimentação está inserido neste contexto. Sendo tradicionalmente um setor gerenciado pela administração pública, seus gestores têm a responsabilidade de zelar por um patrimônio de valor inestimado, se considerado, além do valor financeiro dos pavimentos, a sua importância para a sociedade.

A manutenção da rede de infra-estrutura viária tem em si dois aspectos fundamentais. Através de obras e serviços de conservação, a vida útil dos pavimentos pode ser prolongada e evita-se que ocorra a ruína da estrutura, sendo preservado o seu valor patrimonial. Por outro lado, os pavimentos continuam a cumprir suas funções principais, que são proporcionar segurança, conforto e economia aos usuários.

A carência de recursos a serem investidos na atividade de manutenção e reabilitação de pavimentos reflete-se na situação dos pavimentos: estradas esburacadas, ruas deformadas, repletas de valetas com desníveis, pavimentos desgastados. Contribuem ainda para a degradação precoce dos pavimentos, os volumes de tráfego que extrapolam os índices de crescimentos previstos no momento do dimensionamento das estruturas e a debilidade do sistema regulamentar e fiscal que permite excesso de peso nos eixos dos veículos.

Para suprir a deficiência no planejamento das atividades de manutenção e reabilitação dos pavimentos, têm sido desenvolvidos e implantados sistemas de gerência de pavimentos em alguns órgãos rodoviários e prefeituras brasileiras.

O principal objetivo de um Sistema de Gerência de Pavimentos, segundo Fernandes Jr. (1996), é “a obtenção do melhor retorno possível para os recursos investidos, provendo pavimentos seguros, confortáveis e econômicos aos usuários.” Além disso deve possibilitar a melhoria da condição dos pavimentos e a redução dos custos de manutenção e reabilitação e dos custos de operação de veículos.

Um Sistema de Gerência de Pavimentos pressupõe a sistematização de informações sobre o inventário da rede viária, avaliação da condição dos pavimentos, tráfego, registros dos serviços executados, custos de serviços e desempenho dos pavimentos. Como produto deve orientar os investimentos, relacionando as obras e serviços prioritários para a manutenção da rede viária.

Neste contexto, o tema analisado neste trabalho é o estudo de metodologias existentes e a proposta e aplicação de uma nova metodologia para avaliação de pavimentos urbanos com revestimento asfáltico, paralelepípedos e pedras irregulares, a ser utilizada em sistema de gerência de pavimentos na cidade de Porto Alegre, RS.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em qualquer sistema de gerência ou planejamento é necessário dispor de dados a fim de conhecer o estado ou situação do objeto que se está gerindo.

A avaliação da condição dos pavimentos é a etapa onde estes dados são obtidos. A partir do conhecimento do estado da integridade dos pavimentos é possível prever o seu desempenho futuro, traçar diretrizes ou estratégias de conservação, elaborar programas de manutenção a nível de rede e estimar custos. A acurácia destes planos está vinculada à confiabilidade dos resultados obtidos na etapa de avaliação.

Atualmente, existem metodologias já consolidadas no meio técnico para realizar esta atividade. No entanto, no Brasil, estas metodologias estão voltadas exclusivamente para a aplicação em pavimentos rodoviários.

Ora, os pavimentos urbanos possuem características que os diferem dos rodoviários. Fernandes Jr. (1996) cita os seguintes aspectos:

- a) a existência de redes de infra-estrutura públicas construídas sob os pavimentos, cuja manutenção exige a abertura de valas e posterior reconstrução do pavimento;
- b) o tráfego circundante nos pavimentos urbanos é composto por automóveis de passeio, utilitários e ônibus urbanos, com pequena parcela de veículos pesados;
- c) a velocidade de operação é mais baixa e o fluxo é descontínuo.

Ainda podem ser citadas, a maior frequência de frenagens e aceleração nas interseções, o fluxo confinado nos corredores de ônibus e a diversidade de tipos de revestimentos e estruturas.

Salienta-se a utilização de revestimentos com pedras com formato paralelepípedos e poliédricos e os blocos de concreto, normalmente inexistentes em pavimentos rodoviários. Estes calçamentos possuem tipologias de defeitos e durabilidade distintos em relação aos revestimentos asfálticos ou placas de concreto. Embora os paralelepípedos e pedra irregulares apresentem pouco emprego em novas pavimentações, a proporção existente de pavimentos urbanos revestidos com calçamentos é expressiva e não existe, no Brasil, uma metodologia científica para a sua avaliação.

Referenciando os argumentos acima expostos, a Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA), através da sua Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV), está desenvolvendo um Sistema de Gerência de Pavimentos a ser implantado na totalidade da extensão da rede viária da cidade. Assim, faz-se necessária a definição de uma metodologia a ser aplicada na avaliação dos pavimentos cidade.

Este projeto é financiado com recursos provenientes do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que possibilitou a contratação de uma consultoria para apoio ao desenvolvimento e consolidação do cadastro viário, bem como a aquisição de equipamentos para controle tecnológico. A consultoria está sendo prestada pelo Consórcio Etel-Strata.

Porto Alegre tem 470 quilômetros quadrados de área territorial e 2580 quilômetros de extensão viária cadastrada, cujos revestimentos são assim constituídos e distribuídos:

- 42% com revestimento asfáltico;
- 32% com revestimentos de calçamentos;
- 22% com revestimento primário;
- 3% com pavimentos de concreto de cimento Portland.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral desta dissertação é propor uma metodologia para avaliação de pavimentos revestidos com material asfáltico, paralelepípedos e pedras irregulares a ser empregada no levantamento das condições da malha viária de Porto Alegre.

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar e classificar as principais tipologias de pavimentos existentes na malha viária de Porto Alegre;
- b) Pesquisar as metodologias usualmente utilizadas para a avaliação de pavimentos;
- c) Selecionar uma metodologia (ou mais) a fim de adaptá-la às características dos pavimentos e do universo em estudo, segundo critérios a serem estabelecidos;
- d) Estudar as características específicas dos pavimentos e do universo em estudo, segundo a metodologia selecionada;
- e) A partir da metodologia escolhida, especificar as adaptações necessárias a fim de adequá-la à utilização na malha viária em estudo;
- f) Aplicar a metodologia desenvolvida em trechos de ruas e avaliar os resultados obtidos.

1.3 A ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por sete capítulos.

O Capítulo 2 apresenta os principais tópicos da revisão bibliográfica, dando ênfase ao estudo das metodologias para avaliação de pavimentos mais empregados na atualidade.

No Capítulo 3 são expostas as características dos revestimentos e da malha viária em estudo que devem ser observadas na metodologia proposta.

No Capítulo 4 estão descritos os procedimentos propostos para a realização da avaliação objetiva e os defeitos e níveis de severidade para cada revestimento. Também apresenta a avaliação subjetiva realizada com um grupo de engenheiros que resultou na definição de critérios para atribuição de notas aos pavimentos.

O Capítulo 5 apresenta a pesquisa realizada com o intuito de conhecer a opinião dos usuários sobre a condição superficial de pavimentos e a ordem de importância dos defeitos.

No Capítulo 6 são descritas a aplicação da metodologia proposta e a análise dos resultados obtidos para cada tipo de revestimento.

No Capítulo 7, as principais conclusões do estudo e as sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PAVIMENTOS: TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO

A atual Norma Brasileira de Pavimentação, NBR 7207/1982, define o pavimento como “uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: a) resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego; b) melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; c) resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.”

Ainda de acordo com a NBR 7207/82, a estrutura de um pavimento é constituída pelo subleito, sub-base, base e revestimento, cujas definições são:

Subleito é o “terreno de fundação do pavimento ou do revestimento.”

Sub-base é a “camada corretiva do subleito, ou complementar à base, quando por qualquer circunstância não seja aconselhável construir o pavimento diretamente sobre o leito obtido pela terraplenagem.”

Base é uma “camada destinada a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos dos veículos sobre a qual se constrói um revestimento.”

Revestimento é a “camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a econômica e simultaneamente:

- a) melhorar as condições do rolamento quanto à comodidade e segurança;
- b) a resistir aos esforços que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.”

Nestas definições, segundo Medina (1997), estão distintas as funções estrutural e funcional, sendo que o revestimento tem a função de proporcionar tráfego seguro e cômodo. Porém, destaca que, ao se dimensionar o pavimento como um sistema de camadas e calcular as tensões e deformações, com as camadas superficiais dotadas de rigidez, perde o sentido a definição das camadas quanto às suas funções específicas e distintas umas das outras.

Os pavimentos são classificados nas seguintes tipologias:

- a) Pavimentos Flexíveis: de acordo com Medina (1997) “são constituídos por um revestimento betuminoso sobre uma base granular ou de solo estabilizado.” A NBR 7207/1982 inclui nesta classe os calçamentos com paralelepípedos de cimento, de pedra, de cerâmica, betuminosos, de borracha e blocos de concreto e alvenarias poliédricas (calçamentos com pedras irregulares).
- b) Pavimentos Rígidos: são constituídos por placas de cimento Portland assentes sobre o solo de fundação ou uma sub-base, onde as placas desempenham as funções de revestimento e base. A NBR 7207 também inclui nesta classe os pavimentos revestidos com calçamentos de paralelepípedos rejuntados com cimento;
- c) Pavimentos Semi-rígidos: são aqueles em que a camada de revestimento asfáltica está assentada sobre uma base cimentada, como solo-cimento, solo-cal e brita graduada tratada com cimento;
- d) Pavimentos Compostos: são constituídos por pavimento flexível e rígido, sendo que a camada inferior consiste de placa de cimento Portland e a camada superior de concreto asfáltico;
- e) Pavimentos Invertidos: são constituídos por uma sub-base cimentada, uma base granular e revestimento de concreto asfáltico.

2.2 SISTEMAS VIÁRIOS E PAVIMENTOS URBANOS

O sistema viário urbano, de acordo com Mascaró (1987), é constituído por duas partes, diferenciadas por suas funções: a via urbana convencional, destinado ao trânsito de veículos e ao escoamento das águas pluviais e os passeios adjacentes ao leito carroçável ou vias para pedestres, destinados ao trânsito de pessoas.

Esta dissertação aborda exclusivamente as vias destinadas ao trânsito de veículos.

Entre os sistemas de redes de infra-estrutura de uma cidade, o sistema viário, de acordo com Mascaró (1987), é o mais delicado, devido aos seguintes fatores:

“1) é o mais caro do conjunto de sistemas urbanos, já que normalmente abrange mais de 50% do custo total de urbanização; 2) ocupa uma parcela importante do solo urbano (entre 20 e 25%); 3) uma vez implantado, é o subsistema que mais dificuldade apresenta para aumentar sua capacidade pelo solo que ocupa, pelos custos que envolve e pelas dificuldades operativas que cria a sua alteração; 4) é o subsistema que está mais vinculado aos usuários (os outros sistemas conduzem fluídos; este, pessoas), pelo que os acertos e erros de projeto e execução são mais evidentes para quem dele faz uso.”

O sistema viário urbano se diferencia do sistema rodoviário nas seguintes características:

- a) grande percentual da área destinada a interseções, em consequência, as velocidades são menores e ocorrem, nestes locais, frenagens com maior frequência;
- b) é onde estão inseridas as redes subterrâneas de infra-estrutura: sanitária (água e esgoto), energética (energia elétrica e gás) e de comunicação (telefonia), 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;
- c) existência de segregação do tráfego, com faixas exclusivas para ônibus;
- d) 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;
- e) presença de vegetação junto às bordas do pavimento, cujas raízes podem interferir na estrutura do pavimento;
- f) 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;

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

2.3 SISTEMAS DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

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

Segundo Fernandes Jr. (2001), um Sistema de Gerência de Pavimentos “visa a obtenção do melhor retorno possível para os recursos investidos, provendo pavimentos seguros, confortáveis e econômicos aos usuários.” Deve ainda possibilitar “a melhoria das condições dos pavimentos e a redução dos custos de manutenção e reabilitação e dos custos de operação dos veículos.”

Os sistemas de gerência de pavimentos podem ser separados em dois níveis: de rede e de projeto. Em nível de rede são trabalhadas informações resumidas sobre a totalidade da malha viária, utilizadas para a tomada de decisões administrativas sobre as atividades de planejamento, programação e orçamento. O objetivo é identificar a programação que apresenta o menor custo total ou o maior benefício em um período de análise determinado, otimizando a utilização dos recursos disponíveis. As aplicações de um sistema de gerência implantado em nível de rede, citadas por Fernandes Jr. (2001) , são:

- “identificação de projetos candidatos para intervenções, considerando a taxa de deterioração, tipos de defeitos,etc.;
- priorização dos projetos candidatos, considerando as características de desempenho, tráfego, custo aos usuários e outros fatores locais;
- geração de necessidades de orçamento da agência a curto e longo prazo;
- avaliação da condição atual do sistema e previsão da condição futura, com base nos recursos aplicados.”

Em nível de projeto, continua Fernandes Jr. (2001), “são tomadas decisões técnicas de gerência para projetos específicos, isto é, há um detalhamento maior nas alternativas de atividades de projeto, construção, manutenção ou reabilitação para uma seção particular

dentro do programa total. Uma estratégia ótima é selecionada a partir da comparação de benefícios e custos associados às diversas estratégias alternativas.”

O Sistema de Gerência de Pavimentos em desenvolvimento e implantação em Porto Alegre (GERPAV/POA) caracteriza-se por ser em nível de rede e é destinado ao planejamento das atividades de conservação e manutenção dos pavimentos da malha viária da cidade. Os principais objetivos a serem atendidos por este SGP estão descritos no Termo de Referência do Edital da Concorrência Pública Internacional nº 60/00 e são citados a seguir:

- cadastrar e manter atualizadas as informações referentes às características das vias;
- dimensionar em nível financeiro, temporal e técnico as intervenções necessárias com o estabelecimento da hierarquia viária e prioridade das mesmas, assim como adequar as diversas ações de conservação aos recursos financeiros disponíveis;
- municiar a programação da atividade de conservação com as informações técnicas necessárias à tomada de decisão, de forma a garantir a manutenção do patrimônio público representado pelos pavimentos da cidade;
- fornecer relatórios sobre as atividades de manutenção, conservação e expansão da malha viária e seus pavimentos.

2.4 AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS

A avaliação de pavimentos, de acordo com Haas e Hudson (1978), é uma das principais etapas de um Sistema de Gerência de Pavimentos, pois é através dela que se pode verificar se o pavimento necessita manutenção, reconstrução, se foi bem construído e se está atendendo às especificações para as quais foi projetado.

A atividade de avaliação inclui o estabelecimento do controle ou avaliação das seções, a verificação periódica das atuais características quanto à capacidade estrutural, deterioração, irregularidade e resistência à derrapagem.

Com base em autores como Haas e Hudson (1978), Gordon et al.(1985), Barros (1991), e o Guia da AASHTO (1993), os dados obtidos podem ser usados para:

- a) verificar a adequação com que os pavimentos estão atendendo as suas funções;

- b) determinar a condição atual da rede viária;
- c) elaborar curvas de previsão de desempenho a partir do conhecimento de uma série histórica de dados;
- d) planejar e programar futuras reabilitações necessárias;
- e) estabelecer prioridades na programação de investimentos sob uma condição de restrição orçamentária;
- f) melhorar a tecnologia de projeto, construção e manutenção dos pavimentos através da determinação das causas da deterioração e do acompanhamento da vida útil do pavimento;
- g) atualizar programas de melhorias em níveis de rede.

A condição de um pavimento inclui quatro componentes principais: conforto de rodagem, capacidade de suportar as cargas a que estão sujeitas, segurança e conforto visual (estética). Em uma concepção geral, um bom pavimento, sob os pontos de vista do gerenciador da rede e do usuário, é aquele que tem boa superfície de rolamento, suporta cargas satisfatoriamente, garante uma interface segura entre pneu-pavimento, tanto no rolamento quanto na frenagem, e tem boa aparência.

A Figura 2.1 apresenta os tipos de avaliação e suas interfaces. O diagrama está dividido em duas partes. Na parte superior são mostrados os dados de inventário dos pavimentos e os modelos de previsão. Na inferior são mostrados exemplos de avaliações periódicas e medições de monitoramento necessárias.

O inventário refere-se diretamente aos dados dos pavimentos e inclui as características estruturais e de resistência dos materiais constituintes das camadas. Podem ser obtidos por amostragem e ensaios físicos que fornecem informações sobre as espessuras das camadas e as propriedades dos materiais.

A avaliação quanto às condições de segurança envolve a avaliação da resistência à derrapagem, mas podem incluir ainda a ocorrência de trilhas de rodas, que afetam a condição de dirigibilidade, potencial de aquaplanagem e nas regiões de baixas temperaturas, potencial de congelamento.

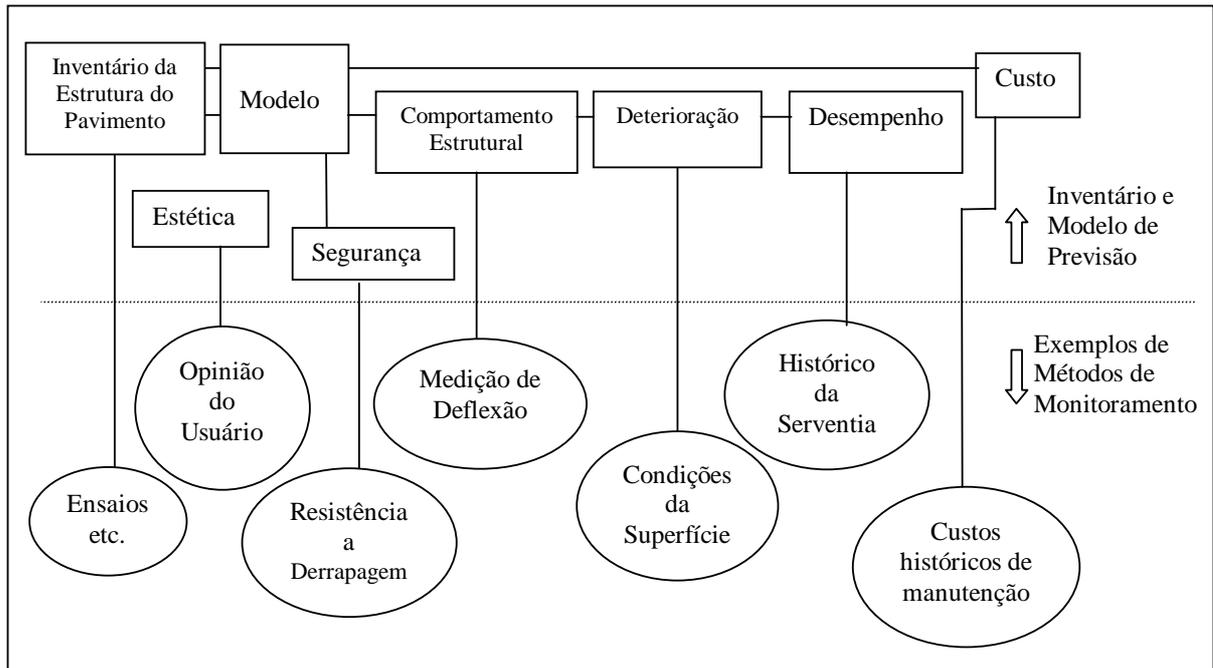


Figura 2.1 – Tipos de avaliações de pavimentos e suas interfaces (Haas e Hudson, 1978)

Custos podem ser monitorados através do acúmulo histórico de gastos iniciais e futuros de construção e manutenção.

O comportamento pode ser definido como a resposta imediata à aplicação de uma carga. Está diretamente relacionado às características estruturais dos materiais. Os ensaios com aplicação de cargas avaliam o comportamento do pavimento, podendo ou não indicar as propriedades físicas dos materiais.

A deterioração refere-se aos danos ou patologias apresentados pelo pavimento, podendo ser monitorada por inspeções periódicas da condição superficial. Também podem ser acompanhados os serviços de conservação realizados, pois o tipo de degradação condiciona o tipo de serviço a ser executado para a sua correção. Os dados históricos acumulados da condição do pavimento geram informações importantes para a avaliação do pavimento ao longo da sua vida.

O desempenho pode ser definido como o histórico da serventia do pavimento. Fernandes Jr. et al. (1999), define a serventia “como a habilidade de uma seção do pavimento de servir ao tráfego de automóveis e caminhões, à época da observação, com elevados volumes e altas velocidades”. Seu monitoramento é realizado através de levantamentos periódicos, a partir de uma avaliação subjetiva, utilizando uma escala de serventia, ou a

medição da irregularidade longitudinal e transversal que indique o nível de serviço em que se encontra determinado pavimento.

A avaliação quanto à estética do pavimento se refere a sua aparência. É de importância questionável em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, onde os órgãos gerenciadores das redes enfrentam restrições orçamentárias para avaliar a condição de segurança, deterioração, capacidade de suporte e serventia dos seus pavimentos.

As tipologias de avaliação de pavimentos interagem ou mesmo se sobrepõem. Porém, deve-se atentar para que não sejam substituídas entre si ou usadas de forma equivocada quanto às suas funções. Por exemplo, o fato de se avaliar o nível de serventia usando um modelo que considera, entre suas variáveis, os trincamentos e as panelas não significa que este modelo forneça uma avaliação adequada de degradação e desempenho, pois o modelo de serventia é uma ferramenta para avaliar apenas o desempenho.

As avaliações da condição de degradação e desempenho, normalmente, são classificadas como avaliação funcional. A avaliação funcional atenta para o conforto ou a qualidade do rolamento. Está relacionada à verificação de como o pavimento está desempenhando a função de superfície de rolamento para o tráfego de veículos e, assim, diretamente relacionada a ponto de vista do usuário.

Já a avaliação estrutural está voltada para a verificação da capacidade de carga do pavimento e avaliar a adequação estrutural dos pavimentos.

O entendimento da interrelação entre a avaliação funcional e a estrutural é vital para o entendimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos. Enquanto o nível de serventia indica a condição presente do pavimento, a avaliação estrutural pode ser usada para estimar a resposta futura do pavimento ao tráfego a que estará sujeito. A relação está no fato que uma baixa capacidade estrutural presente pode causar uma rápida redução no nível de serventia, mesmo que o nível atual seja elevado.

2.4.1 Avaliação Subjetiva da Superfície de Rolamento

Para a análise do desempenho dos pavimentos ou o seu comportamento funcional são necessárias informações da história da qualidade de rolamento do período em análise e o respectivo tráfego associado à seção em análise. Estas informações podem ser obtidas através de avaliações subjetivas periódicas.

O desempenho do pavimento pode ser definido através da Figura 2.2 e representa a história da redução da qualidade do rolamento.

A avaliação subjetiva da superfície é realizada utilizando o conceito de serventia, que foi inicialmente proposto para ser utilizado nas pesquisas do *AASHO Road Test*, estudo experimental de grande significado para a pavimentação, realizada nos EUA no final dos anos 1950s.

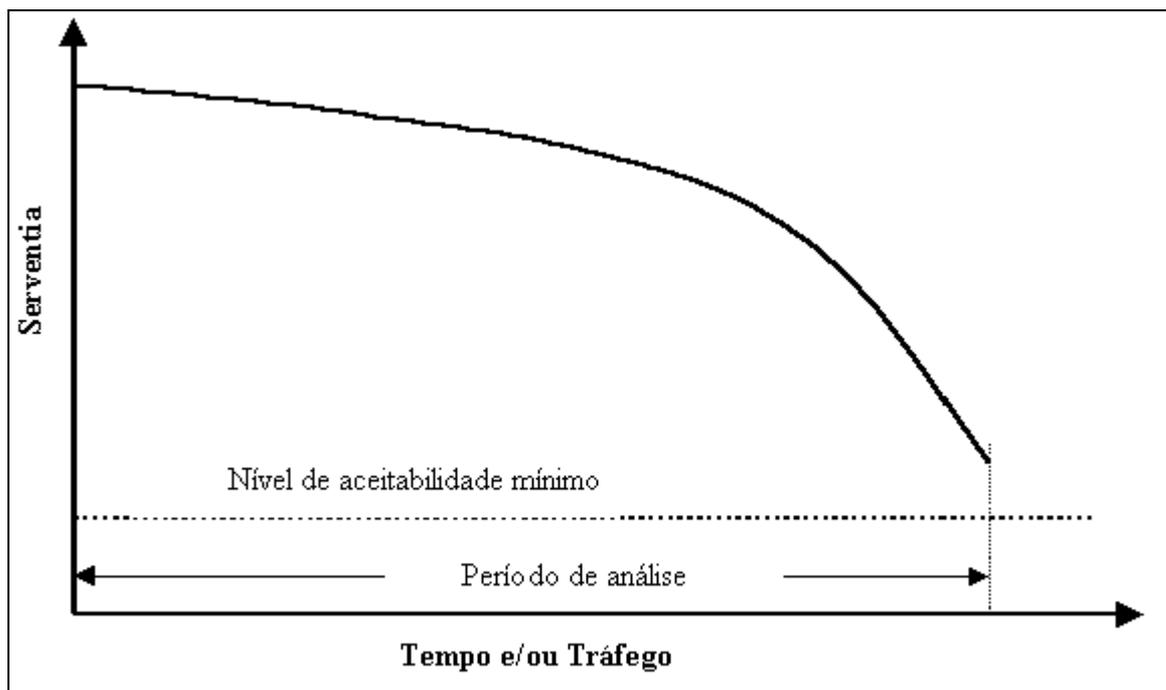


Figura 2.2 – Redução da serventia com o tempo e/ou tráfego

A serventia de um pavimento está relacionada ao propósito para o qual o pavimento foi construído, que é proporcionar um rolamento suave, confortável e seguro (Haas e Hudson, 1978).

A sua medição deve considerar, desde modo, a perspectiva do usuário, que é influenciada por diversos atributos do pavimento, incluindo:

- a) a resposta à “sensação” caracterizada por uma determinada interação pavimento-veículo-passageiro a uma determinada velocidade;
- b) a resposta a fatores relacionados à existência de trincamentos, panelas, cor, condição do acostamento, etc.

O Valor de Serventia Atual - *Present Serviceability Rating (PSR)* - foi a metodologia desenvolvida em 1960 para avaliar o desempenho dos pavimentos ensaiados no *AASHO Road Test* (Haas e Hudson, 1978). Consiste na avaliação, realizada por uma comissão julgadora, sobre a capacidade do pavimento em servir ao tráfego. A condição do pavimento é classificada em uma escala que varia de péssimo a ótimo, atribuída através de notas que variam de 0 a 5, respectivamente, conforme mostrado na Figura 2.3.

É aceitável?		5	—	Muito Bom
Sim	<input type="checkbox"/>	4	—	Bom
Não	<input type="checkbox"/>	3	—	Regular
Indeciso	<input type="checkbox"/>	2	—	Ruim
		1	—	Muito Ruim
		0	—	
Identificação da Seção: _____		Nota: _____		
Avaliador: _____		Data: _____	Horas: _____	Veículo: _____

Figura 2.3 - Planilha para avaliação subjetiva do *AASHO Road Test* (Haas e Hudson, 1978)

As principais hipóteses assumidas no desenvolvimento desta metodologia foram:

- rodovias são construídas tendo em vista o conforto e a conveniência para os usuários e uma boa rodovia é aquela que é confortável e segura;
- a opinião dos usuários quanto ao modo que estão sendo servidos pelas rodovias é geralmente subjetiva;
- a serventia de uma rodovia pode ser expressa pela avaliação dada pelos usuários;
- existem, entretanto, características de uma rodovia que podem ser medidas quantitativamente e que, quando adequadamente pesadas e combinadas, são de fato relacionáveis à avaliação subjetiva dos usuários quanto à capacidade da rodovia de servi-los;
- o desempenho é o histórico de serventia do pavimento; assim, o desempenho pode ser descrito se for possível observar a serventia desde sua construção até o momento considerado.

De acordo com o *Washington State Department of Transportation* (1998), em pesquisas realizadas por Carey e Irick nos estados de Illinois, Minnesota e Indiana (Estados Unidos), entre 1958 e 1960, utilizando a opinião dos julgadores, foi correlacionado o PSR com uma classificação de pavimento “aceitável” e “inaceitável”. O resultado obtido foi que pavimentos com o PSR maior que 3,0 são aceitáveis e aqueles com PSR menor que 2,5 são inaceitáveis. O estudo não aponta conclusões para os valores compreendidos entre 2,5 e 3,0, pois as análises foram feitas com valores de PSR entre 1,5 e 4,5, com incrementos de 0,5.

Estes valores usualmente são utilizados como parâmetro para projeto, de modo que o pavimento deve apresentar o PSR limite (2,5 ou 3, de acordo com o critério do projetista) no final do período de projeto ou após a passagem do número de eixos padrão para o qual foi projetado.

A avaliação dos pavimentos utilizando o PSR foi realizada no *AASHTO Road Test* por um grupo de avaliadores escolhidos para representar a opinião dos usuários. A aplicação desta técnica exige um intenso treinamento das equipes, a fim de que seja possível a reprodutibilidade das avaliações, tendo em vista o caráter subjetivo da metodologia.

No Brasil, o procedimento denominado “DNIT-PRO 009/2003 - Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos” utiliza o mesmo conceito desenvolvido nos estudos da AASHTO.

Consiste na avaliação por um grupo de cinco avaliadores que, percorrendo o trecho em análise em um veículo trafegando próximo à velocidade limite estabelecida para o trecho, atribuem notas subjetivas variáveis no intervalo de 0 a 5. A média dessas notas é denominada Valor de Serventia Atual (VSA), de acordo com os critérios apresentados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Condição do Pavimento em função do VSA

Valor de Serventia Atual (VSA)	Condição do Pavimento
0 - 1	Péssimo
1 - 2	Ruim
2 - 3	Regular
3 - 4	Bom
4 - 5	Ótimo

2.4.2 Métodos para Avaliação da Condição Superficial de Pavimentos

A avaliação superficial consiste em aferir as condições funcionais e estruturais dos pavimentos através da identificação das patologias ou defeitos presentes na superfície do pavimento. É realizada através de procedimentos padronizados de medidas e inspeções. Os defeitos considerados são aqueles provenientes do processo de deterioração causados por uma gama de fatores como tráfego, clima, processos construtivos e características físicas dos materiais. Estes fatores podem atuar separados ou concomitantemente.

Existem diversas metodologias desenvolvidas para a execução desta atividade, sendo utilizadas por órgãos rodoviários, urbanos e aeroportuários. A escolha de uma metodologia deve considerar as características e as peculiaridades dos pavimentos existentes na rede viária em estudo, bem como os objetivos a serem alcançados. De acordo com Marcon et al. (1995), a eficiência destas técnicas é variável e depende principalmente do grau de detalhamento e do número de variáveis a levantar que, conseqüentemente, elevam os custos da avaliação.

A grande maioria destas metodologias foram desenvolvidas por órgãos rodoviários, de modo que elas são aplicáveis a pavimentos revestidos com materiais betuminosos ou de placas de concreto. Os pavimentos constituídos por calçamentos, utilizados predominantemente em perímetros urbanos, raramente são abordados.

O objetivo principal da avaliação superficial é identificar os defeitos existentes. A caracterização dos defeitos é obtida através de três requisitos principais, sendo eles:

- a) tipo do defeito: identificação do defeito e classificação conforme a sua origem (causa);
- b) severidade: é o estágio atual da evolução do defeito, refletindo-se no estado de degradação da área do pavimento afetado pelo defeito;
- c) dimensão dos defeitos: anotação da extensão ou área do pavimento afetada por cada tipo de defeito; em algumas metodologias é anotada diretamente a densidade de defeitos, representado a estimativa do percentual da área afetada por defeitos .

As metodologias existentes diferem nos seguintes aspectos:

- a) forma de levantamento: manual, através do caminhamento do trecho ou percorrendo-o com veículo em baixa velocidade (de 10 a 30 km/h), ou com o uso de equipamentos;

- b) extensão do levantamento: a avaliação pode ser feita por amostragem ou na totalidade da malha viária em estudo;
- c) tipo de pavimento a que se aplica;
- d) tipo de defeitos considerados;
- e) modelo empregado para determinar a condição do pavimento.

Nos levantamentos manuais, as características dos defeitos são anotadas pelos avaliadores em planilhas e posteriormente processados, ou são diretamente registradas em planilhas eletrônicas instaladas em aparelhos tipo coletores de dados ou micro-computadores portáteis, tipo *palm top*.

Os equipamentos utilizados na atividade de avaliação superficial registram os defeitos através de filmes, que a seguir são analisados em escritório, com o auxílio de *softwares* especialmente desenvolvidos para este fim.

Quanto à extensão dos levantamentos, Marcon et al. (1995) expõem que a avaliação contínua, em geral, é empregada quando a inspeção é realizada com uso de equipamentos ou no caso de o avaliador se deslocar com um veículo, enquanto a avaliação por amostragem é utilizada preferencialmente em levantamentos a pé. No emprego de amostragem citam alguns tópicos a serem observados:

- a) a área da amostra deve ser suficiente para não implicar erro de interpretação e suas posições devem ter caráter aleatório; a quantidade de amostras deve ser definida em função da finalidade do estudo (maior quantidade para uso em projetos do que para uso em gerência de pavimentos) e dos custos inerentes, onde a maior amostragem implica aumento de gastos com pessoal e equipamentos;
- b) recomenda-se que a área das amostras corresponda a um mínimo de 10% da área total do pavimento quando o estudo for destinado a gerência de pavimentos a nível de rede e 25% quando for para nível de projeto;
- c) sugere-se a adoção da especificação DNER-ES 128/83, atual DNIT-PRO 007/2003, para determinar o tamanho e a localização das amostras para o emprego em estudos para

gerência de pavimentos a nível de rede, cujo espaçamento é de 100 metros e a área de cada amostra tem a largura da pista e um comprimento de 6 metros;

- d) a fim de garantir a confiabilidade nos dados, devem ser adotados programas de treinamentos para os avaliadores e procedimentos de verificação da qualidade dos dados levantados, como a repetição dos levantamentos em 2 a 3% da área por uma equipe bem treinada.

Algumas metodologias possuem modelos matemáticos para, a partir do levantamento de defeitos, determinar um índice que exprima numericamente a condição do pavimento. Os modelos diferem entre si, mas os parâmetros normalmente empregados são os tipos dos defeitos existentes no pavimento, os níveis de severidade, a dimensão, expressos pela densidade ou frequência de ocorrência, e os fatores de ponderação.

Os fatores de ponderação, também denominados pesos de responsabilidade, são obtidos experimentalmente, através de pesquisas onde são relacionadas a condição de trechos amostrais, obtida através da análise dos trechos por especialistas ou através de uma avaliação subjetiva, a densidade ou frequência dos defeitos existentes nos trechos e ainda a ponderação da gravidade de cada defeito e nível de severidade em relação aos demais.

2.4.2.1 Procedimento DNIT-PRO 006/2003

Este procedimento especifica as condições de avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, mediante a contagem e classificação de ocorrências aparentes, não sendo considerada a extensão dos defeitos, e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda. Os defeitos elencados por este método estão apresentados no Quadro 2.2.

Os defeitos estão agrupados em oito classes e a cada classe corresponde um fator de ponderação, conforme o Quadro 2.3. Também estão estabelecidos os fatores de ponderação para a média e variância das medidas das flechas nas trilhas de rodas internas e externas. Os fatores de ponderação a adotar para os afundamentos de trilhas de rodas são definidos pelos seguintes critérios:

- a) se a média for igual ou menor que 30 mm, então o fator de ponderação é igual a 4/3; quando maior que 30 mm o IGI é igual a 40;

- b) se a variância for igual ou menor que 50 mm, então o fator de ponderação é igual a 1; se maior que 50 mm, o IGI é igual a 50.

O levantamento é feito manualmente, por amostragem, através do caminhamento da seção. A medida da deformação permanente é realizada utilizando uma treliça de alumínio. As superfícies de avaliação tem 6 metros de comprimento e são localizadas, em rodovias de pista simples, a cada 20 metros alternados em relação ao eixo da pista (de 40 em 40 metros em cada faixa de tráfego). Em rodovias de pista dupla, a cada 20 metros na faixa de tráfego mais solicitada de cada pista. Desta forma, a amostragem atinge 15% da área total da rede viária em estudo.

Quadro 2.2 – Defeitos apresentados no Procedimento DNIT-PRO 006/2003

Defeitos	Notação
Fissuras	FI
Trincas isoladas transversais curtas	TTC
Trincas isoladas transversais longas	TTL
Trincas isoladas longitudinais curtas	TLC
Trincas isoladas longitudinais longas	TLL
Trincas interligadas tipo couro de jacaré sem erosão acentuada nos bordos	J
Trincas interligadas tipo couro de jacaré com erosão acentuadas nos bordos	JE
Trincas isoladas devido a retração térmica	TRR
Trincas em bloco sem erosão acentuada nos bordos	TB
Trincas em bloco com erosão acentuada nos bordos	TBE
Afundamentos plásticos locais	ALP
Afundamentos plásticos nas trilhas de roda	ATP
Afundamentos de consolidação locais	ALC
Afundamentos de consolidação nas trilhas de roda	ATC
Corrugação – ondulações transversais	O
Escorregamento do revestimento betuminoso	E
Exsudação	EX
Desgaste acentuado	D
Panelas	P
Remendos existentes (superfície e/ou profundos)	R

Quadro 2.3 – Classificação dos defeitos e fatores de ponderação

Tipo	Codificação dos Defeitos	Fator de Ponderação
1	FC-1 (FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE)	0,8
4	ALP e ATP	0,9
5	O e P	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Calcula-se o Índice de Gravidade Individual (IGI) multiplicando-se a frequência relativa pelo fator de ponderação respectivo, conforme as equações 2.1 e 2.2. O Índice de Gravidade Global (IGG), por sua vez, obtêm-se através do somatório dos IGI, de acordo com a equação 2.3.

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (2.1)$$

$$IGI = f_r \times f_p \quad (2.2)$$

$$IGG = \sum IGI \quad (2.3)$$

onde,

f_r = frequência relativa de cada tipo de defeito,

f_a = frequência absoluta de cada tipo de defeito,

n = número de estações inventariadas,

f_p = fator de ponderação.

O método classifica a condição do pavimento em função do Índice de Gravidade Global, conforme é apresentado no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 – Condição do pavimento em função do IGG

Intervalos do IGG	Condição do Pavimento
0 – 20	Bom
20 – 80	Regular
80 – 150	Mau
150 – 500	Péssimo

2.4.2.2 Procedimento DNIT-PRO 007/2003

Esta especificação foi desenvolvida para levantamentos com fins de gerência de pavimentos e com o objetivo básico de mensurar com maior precisão os defeitos ocorrentes em pavimentos flexíveis e semi-rígidos rodoviários.

São registrados detalhadamente os tipos, as severidades e as extensões dos defeitos. Os defeitos incluídos nesta especificação estão listados no Quadro 2.5. O levantamento é feito manualmente, por amostragem, através do caminhamento da seção. O levantamento é realizado em superfícies de seis metros de comprimento. Para cada segmento homogêneo, são definidos três segmentos testemunhas de 100 metros cada e em cada segmento testemunha duas superfícies de avaliação são inventariadas. A amostragem atinge entre 0,18% da extensão quando realizada em segmentos homogêneos de 20 km e 12% para segmentos homogêneos de 300 m.

Esta especificação não apresenta modelo para obtenção da condição do pavimento a partir do levantamento realizado.

Quadro 2.5 – Defeitos apresentados no Procedimento DNIT-PRO 007/2003

Defeito	Notação
Flecha na trilha de roda interna e externa	TRI/TRE
Trinca transversal	TR
Trinca longitudinal	TL
Trinca em bloco	TB
Trinca tipo couro de crocodilo	TCR
Trinca irregular	TI
Panelas ou buracos	P
Remendos (tipo tapa-buraco)	R
Remendo Profundo	RP
Remendo Superficiais	RS
Exsudação	EX
Desgaste	D
Afundamento	A
Ondulação ou Corrugação	ON

2.4.2.3 Procedimento DNIT-PRO 008/2003

Este procedimento estabelece as normas para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígido pelo processo de Levantamento Visual Contínuo (LVC). São determinados o Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES).

A avaliação é realizada na totalidade da extensão, utilizando um veículo trafegando a uma velocidade média aproximada de 40 km/h. Os defeitos são registrados manualmente. São identificados os tipos e extensões dos defeitos. O avaliador também estima, em função dos defeitos vistos, o Índice da Condição do Pavimento Flexível (ICPF), atribuindo uma nota de 0 a 5 em função da necessidade de manutenção, conforme o Quadro 2.6. O ICPF final resulta do cálculo da média dos valores atribuídos por dois ou mais avaliadores.

Quadro 2.6 – Conceituação, descrição da condição e valores do ICPF (DNIT-PRO 008/2003)

Conceito	Descrição	ICPF
Ótimo	Necessita apenas de conservação rotineira	5 – 4,0
Bom	Aplicação de lama asfáltica – desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 – 3,0
Regular	Correção de pontos localizados ou recapeamento – pavimento trincado, com painelas pouco frequentes e com irregularidade longitudinal e/ou transversal.	3,0 – 2,0
Ruim	Recapeamento com correções prévias – defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas; remendos localizados ou profundos	2,0 – 1,0
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 – 0,0

O Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) é determinado através da frequência dos defeitos e seus respectivos pesos, de acordo com a equação 2.4. Os defeitos são classificados em três conjuntos: trincas, deformações e painelas e remendos. Os pesos de cada grupo variam em função da frequência de ocorrência de defeitos, conforme apresentado no Quadro 2.7.

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr}) \quad (2.4)$$

onde:

F_t, P_t = Frequência e Peso do conjunto trincas (t)

F_{oap}, P_{oap} = Frequência e peso do conjunto de deformações (oap)

F_{pr}, P_{pr} = Frequência (quantidade por quilômetro) e peso do conjunto de painelas (p) e remendos (r)

O Índice do Estado da Superfície (IES) obtêm-se a partir da combinação do ICPF e do IGGE, constituindo-se uma síntese destes dois índices. O IES varia de 0 a 10 e está relacionado aos cinco níveis da condição do pavimento (ótimo, bom, regular, ruim e péssimo).

Quadro 2.7 – Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência (DNIT-PRO 008/2003)

Frequência	Gravidade	Painéis e Remendos		Trincas (t) e Deformações (oap)		
		Fator F_{pr} (quantidade/km)	Peso	Fator F_t e F_{oap}	Peso de trincas	Peso das deformações
A – Alta	3	≥ 5	1,00	≥ 50	0,65	1,00
M – Média	2	2 – 5	0,80	50 – 10	0,45	0,70
B - Baixa	1	≤ 2	0,70	≤ 10	0,30	0,60

2.4.2.4 Método PARAGON para Avaliação e Diagnóstico de Pavimentos Rodoviários (1994)

Destina-se à avaliação e ao diagnóstico de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, especificamente aqueles revestidos com concreto betuminoso usinado a quente e tratamento superficial duplo.

No desenvolvimento desta metodologia, buscou-se eliminar, segundo GONTIJO (1995), duas graves deficiências encontradas nas demais metodologias existentes: “a miscigenação – e o tratamento em conjunto – de uma considerável variedade de manifestações de ruína de gêneses completamente distintas e com processos de surgência e de propagação substancialmente diferentes, e a não consideração individualizada dos distintos tipos de revestimento asfáltico”. Também procura facilitar a identificação das técnicas de conservação, manutenção e reabilitação mais adequada a cada trecho avaliado.

Deste modo, a metodologia PARAGON trata em momentos diversos a avaliação da degradação superficial (fissuras, painéis, remendos, desgaste, migrações *per ascensum*, etc), a condição de deformação permanente (irregularidade longitudinal, flechas nas trilhas de roda, afundamentos locais e nas trilhas, escorregamento do revestimento betuminoso e as deformações permanentes causadas por consolidação diferencial e/ou ruptura de maciços terrosos) e a deformabilidade elástica.

Os defeitos são separados pelos dois tipos de revestimentos abrangidos pela metodologia, sendo identificados e agrupados segundo suas naturezas e gêneses. Nos Quadros 2.8 e 2.9 são apresentados as degradações superficiais e deformações permanentes, respectivamente, para os pavimentos revestidos com CBUQ.

Cada natureza de defeito considerado é ponderada por um peso de responsabilidade que exprime a sua gravidade individual e relativa, e concomitantemente, a importância de seus reflexos na definição da operação corretiva a ser realizada. Os pesos para cada natureza de defeito também são apresentados nos Quadros 2.8 e 2.9. Os pesos de responsabilidades a serem adotados para os defeitos de irregularidade longitudinal e transversal dependem dos valores obtidos no levantamento.

No levantamento das degradações superficiais, os trechos são divididos em intervalos de 20 em 20 metros e cada intervalo é subdividido em semi-intervalos de 1,0m. A inspeção deve ser realizada por um técnico qualificado e treinado que percorre o trecho de forma contínua, registrando todos os defeitos superficiais visualizados em cada semi-intervalo. É recomendada a utilização de equipamentos eletrônicos em auxílio ao levantamento. A partir dos dados obtidos é calculado o Índice da Condição de Degradação Superficial (ICDS).

No levantamento das deformações permanentes, a avaliação da irregularidade transversal é realizada em intervalos regulares (de estaca em estaca) ou de forma contínua, através do registro gráfico ou por meio de avaliações pontuais, traduzidas pelos valores individuais das flechas nas trilhas de roda. A irregularidade longitudinal é levantada continuamente, utilizando um medidor tipo-resposta, obtendo-se o quociente de irregularidade (QI). Com os valores obtidos é calculado o Índice da Condição de Deformações Permanentes (ICDP).

Através do levantamento de estaca em estaca (20 a 20 metros) da deflexão reversível máxima (D_{max}) e da deflexão reversível máxima característica (D_c), é calculado o Índice da Condição de Deformabilidade Elástica (ICDE).

Com o objetivo de definir o estado do pavimento para análise a nível de rede em sistemas de gerência, o método ainda determina o Índice de Serventia Paragon (ISP). Para tanto o método estabelece uma ponderação entre os índices ICDS, ICDP e ICDE, através do uso dos seus valores médios, obtidos com base em todas as medições realizadas em um determinado trecho.

Todos os índices assumem valores entre 0 e 5, escala semelhante a do Valor de Serventia Atual proposto pela AASHTO.

Quadro 2.8 – Defeitos e pesos de responsabilidade considerados no Método Paragon (Gontijo, 1995)

Defeito	Codificação		Peso de responsabilidade
Fissuras incipientes	FI	FC-1	0,4
Trincas isoladas longitudinais no bordo	TLB		
Trincas isoladas longitudinal no eixo	TLE		
Trincas isoladas longitudinais na trilha	TLT		
Trincas isoladas transversais no bordo	TTB		
Trincas isoladas transversais no eixo	TTE		
Trincas isoladas transversais na trilha	TTT		
Trincas interligadas tipo couro de jacaré sem erosão acentuada nos bordos	J	FC-1	0,4
Trincas interligadas tipo couro de jacaré com erosão acentuada nos bordos	JE	FC-3	0,8
Trincas isoladas atribuídas à retração térmica ou dissecação da camada de base ou revestimento	TR	FC-1	0,4
Trincas em bloco sem erosão nos bordos atribuídas à retração térmica ou dissecação da camada de base ou revestimento	TB	FC-2	0,6
Trincas em bloco com erosão nos bordos atribuídas à retração térmica ou dissecação da camada de base ou revestimento	TBE	FC-3	0,8
Trincas parabólicas de escorregamento de massa	TPE	FC-3	0,8
Trincas de ruptura por cisalhamento (abatimento de aterros)	TAA	FC-3	0,8
Panelas	P		1,0
Peladas	PEL		0,5
Remendos (superficiais ou profundos)	R		0,7
Desgaste acentuado na superfície do pavimento	D		0,4
Exsudação	EX		0,6
Bombeamento de água	BA		0,5
Bombeamento de água com finos	BAF		0,8
Desintegração	DSG		0,3
Espelhamento	ESP		*
Macro rugosidade (profundidade de textura deficiente)	TEX		*
Micro rugosidade (polimento das asperezas)	POL		*

(*) Defeitos superficiais sem influência no comportamento estrutural.

Quadro 2.9 – Deformações permanentes adotadas no Método Paragon (Gontijo, 1995)

Defeito	Codificação	Peso de responsabilidade
Irregularidade longitudinal	QI	0 – 1,0
Irregularidade transversal na trilha de roda externa	TRE	0 – 1,0
Irregularidade transversal na trilha de roda interna	TRI	
Afundamentos localizados nas trilhas de rodas sem solevamento lateral	ATC	0,5
Afundamentos localizados nas trilhas de rodas com solevamento lateral	ATP	0,8
Afundamentos localizados entre trilhas de rodas e bordos de pista sem solevamento lateral	ALC	0,5
Afundamentos localizados entre trilhas de rodas e bordos de pista com solevamento lateral	ALP	0,8
Refluimento lateral do revestimento	RL	0,8
Escorregamento longitudinal do revestimento	EL	0,6
Ondulação	O	0,5
Corrugação	C	0,5
Empolamento (calotas com trincas dentrícas)	EMP	0,2
Estufamento	EST	1,0
Consolidação diferencial	AC	
Ruptura por cisalhamento	AR	

2.4.2.5 Método VIZIR (1991)

Foi desenvolvido pelo *Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)* da França, a partir de 1972. É destinado à avaliação de pavimentos flexíveis com revestimento de concreto betuminoso.

Os defeitos são classificados tendo em vista a diferenciação do tipo de reparação que é demandada pela ocorrência do defeito. Assim, estão divididos em duas categorias: defeitos do tipo A e Defeitos do tipo B e cada defeito possui três níveis de gravidade.

A categoria dos defeitos do tipo A englobam as degradações que caracterizam o estado estrutural do pavimento e a do tipo B, aqueles que demandam restaurações que, geralmente, não estão associadas à capacidade estrutural do pavimento (Prestes, 2001). No Quadro 2.10 são apresentados os defeitos considerados em cada categoria definida pelo Vizir.

A avaliação é realizada através da inspeção visual dos pavimentos na totalidade da extensão, manualmente ou utilizando o aparelho DESY 2000, composto de um teclado e um computador através dos quais o avaliador registra os dados em uma planilha eletrônica. A vistoria pode ser realizada pelo caminhar do trecho ou em veículo trafegando a uma velocidade de 20 km/h.

Quadro 2.10 – Defeitos do método Vizir (Prestes, 2001)

Defeitos tipo A	Defeitos tipo B
Afundamento nas trilhas de roda	Fissura longitudinal em junta
Fissuras diversas	Panelas
Trincas tipo couro de jacaré	Desprendimentos: desgaste acentuado; desgaste superficial; descolamento e movimentação de materiais (ex.: exsudação)
Restaurações ou remendos	

A medição dos defeitos consiste em determinar a extensão do trecho que apresenta um determinado defeito, estimando a extensão do pavimento afetado em classes: menos de 10%, de 10 a 50% e mais de 50% da superfície.

É calculado o Índice de Fissuração (If) e o Índice de Deformação (Id) através de notas atribuídas pelo avaliadores, conforme Quadro 2.11. Após a soma destes dois valores é efetuado uma correção em função da extensão da superfície do pavimento afetada por restaurações (remendos), obtendo-se assim o Índice Global de Degradação (Is).

Quadro 2.11 – Notas para cada defeito em função da gravidade e da extensão (Prestes, 2001)

Índice	Extensão/ Gravidade	0 a 10%	10 a 50%	> 50 %
Índice de Fissuração (If)	1	1	2	3
	2	2	3	4
	3	3	4	5
Índice de Deformação (Id)	1	1	2	3
	2	2	3	4
	3	3	4	5
Correção por restaurações	1	0	0	0
	2	0	0	1
	3	0	1	1

No cálculo destes índices, o pavimento é seccionado em segmentos de 500 metros para nível de rede e de 200 metros para nível de projeto.

No Quadro 2.12 é apresentado a classificação da condição do pavimento em função do Índice Global de Degradação.

Quadro 2.12 – Condição do pavimento em função do Índice Global de Degradação (Prestes, 2001)

Is	Condição do Pavimento	Necessidade de Correções
1 – 2	Bom	Não
3 - 4	Médio	Sim, localizadas
5 - 7	Péssimo	Sim, grande extensão

2.4.2.6 Método PCI (1979)

Este método foi elaborado pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (CERL/U.S.Army). Inicialmente, foi desenvolvido para pavimentos de aeroportos e, posteriormente, ampliado para rodovias, ruas e estacionamentos. São abordados os pavimentos asfálticos e de concreto de cimento Portland (simples e armados). Neste trabalho são focalizados os pavimentos asfálticos.

A avaliação da superfície pode ser realizada de forma contínua ou por amostragem. Mesmo no levantamento contínuo, o trecho deve ser dividido em segmentos com aproximadamente 225 metros quadrados. Cada segmento é inventariado identificando e registrando, manualmente em uma planilha, os tipos, as quantidades e severidade de cada defeito encontrado. No Quadro 2.13 é apresentada a classificação dos defeitos dos revestimentos asfálticos apresentada pelo método, bem como a forma de medir cada tipo de patologia.

A amostragem é indicada para obter-se redução dos custos e tempo gasto nas pesquisas. O método especifica os procedimentos estatísticos para determinar o número e a seleção de amostras que devem ser inventariadas.

No desenvolvimento do procedimento para determinar o Índice de Condição do Pavimento – *Pavement Condition Index* (PCI) foi adotada uma escala a fim de comparar diversos tipos de pavimentos, conforme apresentado no Quadro 2.14.

Quadro 2.13 – Defeitos e forma de medir do método PCI (Shain e Khon, 1979-a)

Defeito	Forma de medir
Trinca tipo couro de jacaré	área
Exsudação	área
Trincas em blocos	área
Elevações e recalques	extensão
Corrugação	área
Afundamento localizado	área
Trincas de bordo	extensão
Trincas de reflexão em juntas	extensão
Trincas longitudinais e transversais	extensão
Remendos	área
Agregado polido	área
Panelas	unidade
Cruzamento ferroviário	área
Afundamento de trilha de rodas	área
Escorregamento de massa	área
Fissuras devido ao escorregamento de massa	área
Ondulação devido a expansão	área
Desgaste superficial	área

Quadro 2.14 – Condição do Pavimento em função do Índice de Condição do Pavimento (PCI)

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

O cálculo do PCI é realizado a partir da equação matemática apresentada na expressão 2.5.

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{m_i} a(T_i, S_j, D_{ij}) F(t, q), \quad (2.5)$$

onde:

PCI = *Pavement Condition Index*,

$a()$ = valor de dedução que depende do tipo de defeito T_i , do nível de severidade S_j e da densidade do defeito D_{ij} ,

T_i = tipos de defeitos

S_i = níveis de severidade

D_{ij} = densidades

i = contador dos tipos de defeito,

j = contador dos níveis de severidade,

p = número total de defeitos do pavimento em questão,

m_i = número do nível de severidade para o i -ésimo tipo de defeito,

$F(t, q)$ = é uma função de ajuste para defeitos múltiplos ocorrendo em uma mesma amostra, que varia em função da soma dos valores de dedução e do número de deduções.

Os valores de dedução são função do tipo, severidade e densidade do defeito e exprimem o efeito que dado defeito tem sobre a condição estrutural superficial do pavimento. Os valores de dedução variam de 0 a 100, onde o valor 0 indica que o defeito não tem nenhum impacto sobre a condição do pavimento e o valor 100 indica que o defeito é extremamente prejudicial à condição do pavimento. O método apresenta curvas de valores de dedução para cada defeito e nível de severidade.

As curvas de valores de dedução foram obtidas em pesquisas realizadas pelo CERL durante muitos anos e contou com a participação de engenheiros que atuavam em municípios, estados e no exército. Inicialmente, os valores de dedução foram obtidos em amostras hipotéticas de 225 m², com um único defeito em um dado nível de severidade e em um intervalo de densidade, que foi dividido em cinco níveis. Para cada amostra, os avaliadores

descreveram a condição do pavimento e atribuíram um valor numérico, denominado taxa de condição de pavimento (PCR – “pavement condition rating”), com o uso da mesma escala do PCI, apresentado no Quadro 2.13. O valor médio resultante foi deduzido do valor 100, a fim de obter o valor de dedução. Os valores de dedução obtidos foram correlacionados com densidades e então foram desenhadas as curvas de dedução.

As curvas resultantes foram testadas em pavimentos de cidades, estados e em instalações do exército. Seções de pavimentos com um tipo de defeito e um nível de severidade foram avaliadas por um painel de engenheiros, empregando o PCR. O PCR médio do grupo foi deduzido do valor 100, para obter-se o valor de dedução. Estes valores foram comparados com os valores das curvas e correções foram realizadas para ajustar aos resultados do campo. A Figura 2.4 apresenta a curva de valores de dedução para o defeito trinca tipo couro de crocodilo.

Também foi elaborada uma curva de correção para ajustar a soma dos valores individuais em pavimentos com mais de um tipo de defeito e severidade. A correção é função da soma dos valores de dedução e do número de defeitos e níveis de severidade ocorridos no pavimento. Para tanto, amostras hipotéticas com mais de um tipo de defeito e severidade foram avaliadas empregando o PCR. O valor médio obtido em cada amostra foi deduzido de 100, a fim de resultar o valor de dedução correto. Procedeu-se então à correlação entre os valores de dedução resultantes e a soma dos valores de dedução individuais da amostra, para amostras com a mesma quantidade de defeitos, possibilitando, assim, o desenho da curva de correção. A Figura 2.5 apresenta a curva de correção para os valores de dedução, em função da quantidade (q) de defeitos incidentes.

A Figura 2.6 apresenta as etapas do processo para obtenção do índice da condição do pavimento.

Em estudo realizado por Aps (2000), empregando os métodos IGG, VSA, o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE), Índice da Condição do Pavimento Flexível (ICPF) e o PCI, após análise e comparação dos resultados, foi recomendado a utilização deste último método, por ser mais completo e consistente na avaliação dos defeitos e na estimativa das condições de conforto de rolamento em pavimentos urbanos.

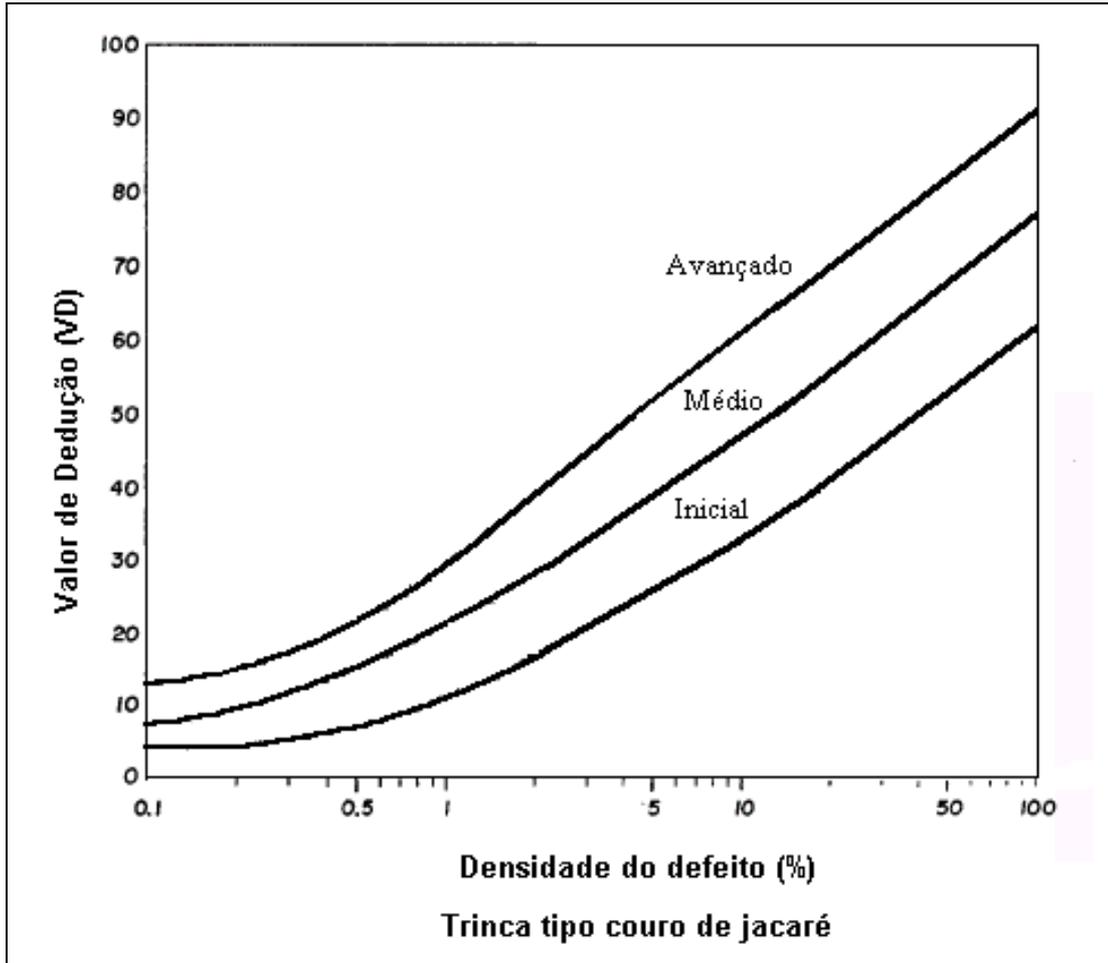


Figura 2.4 – Curva de valores de dedução para o defeito trinca tipo couro de jacaré (Shain e Khon, 1979-b)

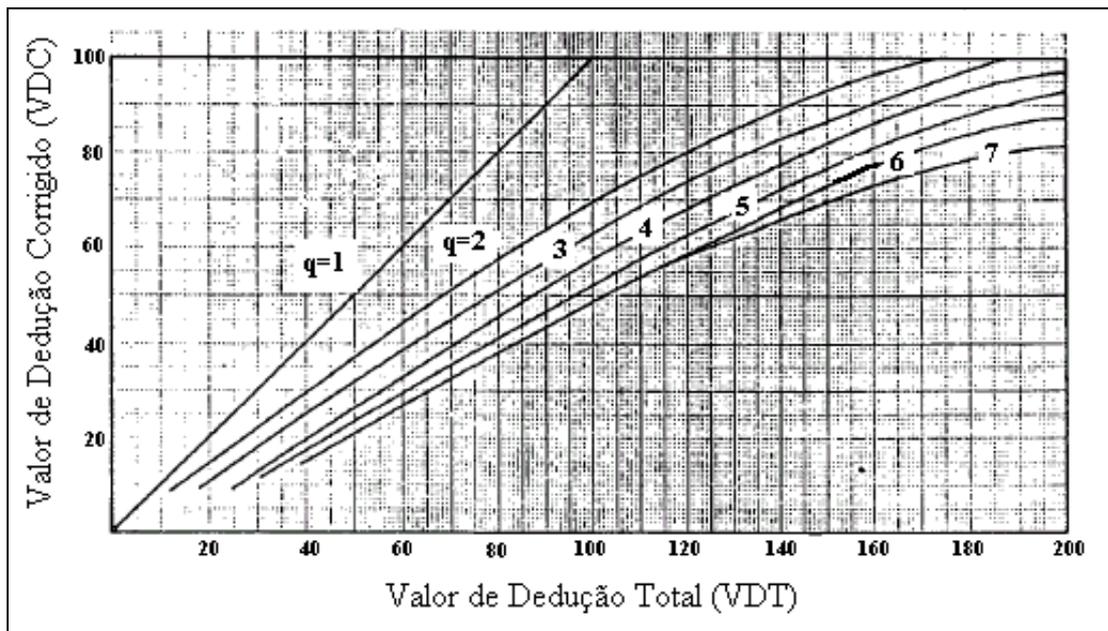


Figura 2.5 – Curva de correção para o valor de dedução total (VDT) (Shain e Khon, 1979-b)

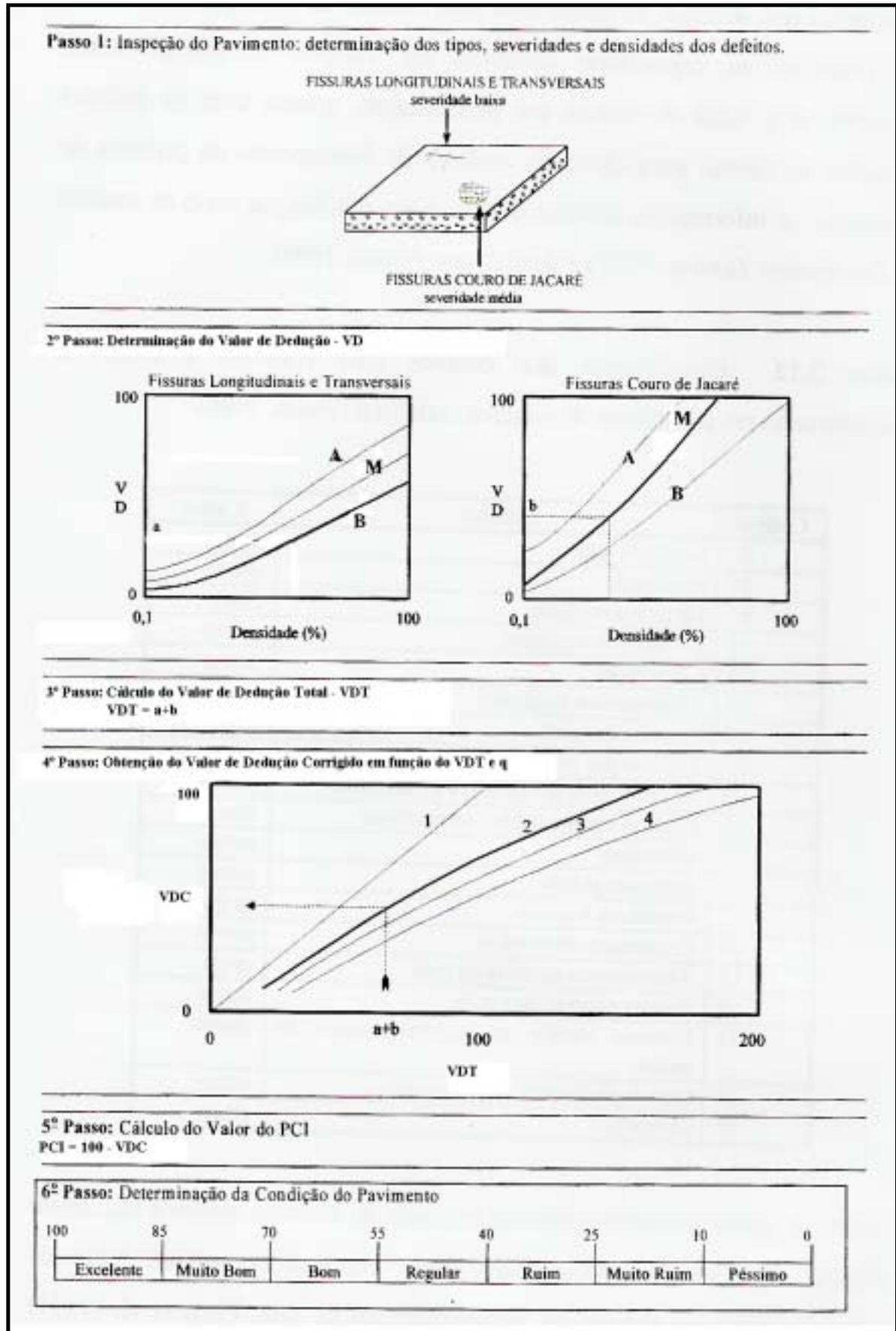


Figura 2.6 – Etapas para determinação do PCI (Shain e Khon, 1979-b, apud Aps, 2000)

2.4.2.7 Metodologia Aplicada pela PMPA/SMOV na Avaliação de Pavimentações Financiadas pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento

O desenvolvimento desta metodologia teve seu início em 1998, num projeto para o desenvolvimento e implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos pela Secretaria Municipal de Obras e Viação, que atualmente está se consolidando. Através da literatura existente e de levantamentos feitos em uma área piloto foram estabelecidos critérios de identificação e classificação dos defeitos. Adotou-se como base o Manual de Identificação de Defeitos do SHRP, mas foram incluídos outros tipos de defeitos e modificadas algumas caracterizações dos defeitos, tendo em vista as especificidades dos pavimentos urbanos.

Nesta metodologia também estão caracterizados os defeitos de pavimentos revestidos com calçamentos. Estes pavimentos referem-se a todos aqueles revestimentos compostos por peças isoladas de pequenas dimensões de materiais diversos, justapostos, cujos intervalos são preenchidos por material granular. A metodologia é aplicada pela PMPA/SMOV em calçamentos constituídos por paralelepípedos, blocos de concreto e pedras irregulares.

A caracterização dos defeitos inclui a descrição de cada nível de severidade. Para diferenciá-los, são empregados fatores como: dimensões do defeito (comprimento e largura), altura do desnível da superfície, aspectos referentes a textura da superfície e, no caso das trincas, o tamanho da abertura da trinca.

Também são apresentados os fatores de ponderação a ser assumidos pelos diversos defeitos em cada nível de severidade. Os fatores de ponderação foram obtidos experimentalmente, através da análise da condição dos trechos após sucessivas avaliações.

A metodologia se caracteriza por não ser permanente, isto é, ela vem sendo alterada pela equipe técnica da SMOV/GERPAV à medida que avaliações são feitas e constata-se que os resultados obtidos não representam a real condição dos pavimentos verificada nos trechos.

Os defeitos elencados para os revestimentos asfálticos e calçamentos, bem como os fatores de ponderação para cada nível de severidade, são apresentados nos Quadros 2.15 e 2.16, respectivamente.

Quadro 2.15 Defeitos e fatores de ponderação para os revestimentos asfálticos empregados pela PMPA/SMOV (Danieleski et al, 2002)

Variável i ↓	Variável j Tipo de Defeito	Fatores de Ponderação		
		Nível de Severidade		
		1	2	3
		Baixo	Médio	Alto
1	Remendos de Conservação	3,00	7,00	18,00
2	Remendos de Intervenções em Rede	2,00	5,00	7,00
3	Panelas	3,00	10,00	18,00
4	Trilho de rodas	3,00	7,00	12,00
5	Deformação por aceleração e frenagem	3,00	7,00	12,00
6	Exsudação	1,00	3,00	5,00
7	Trincas do tipo Couro de Crocodilo	6,00	15,00	25,00
8	Trincas Longitudinais	1,00	4,00	7,00
9	Trincas de Reflexão	1,00	4,00	7,00
10	Trincas em Bloco	2,00	5,00	7,00
11	Desagregação superficial	0,10	7,00	15,00
12	Depressão	2,00	5,00	7,00
13	Ondulação	2,00	5,00	7,00
14	Elevação	1,00	5,00	7,00

Quadro 2.16 - Defeitos e fatores de ponderação para os calçamentos empregados pela PMPA/SMOV (Danieleski et al, 2002)

Variável i	Variável j Tipo de Defeito	Fatores de Ponderação		
		Nível de Severidade		
		1	2	3
		Baixo	Médio	Avançado
1	Panela	3,00	6,00	9,00
2	Desnivelamento	2,00	4,00	9,00
3	Remendo de Conservação	1,00	2,00	8,00
4	Remendo de Intervenção de Redes	1,00	2,00	5,00
5	Afundamento nas trilhas de roda	2,00	4,00	9,00
6	Peças soltas	1,00	2,00	3,00

A avaliação é realizada através de inspeção visual contínua da pavimentação, percorrendo os trechos dos logradouros a pé. São anotados, manualmente numa planilha de campo, as áreas dos defeitos constatados e seus níveis de severidade.

O resultado da aplicação desta metodologia é o Índice Prioridade (IP), calculado a partir da equação 2.6 que indica o nível de necessidade de medidas corretivas relativamente a outros trechos.

$$IP = \frac{100}{\text{área}} \times \sum_{i=1}^{i=N} \sum_{j=1}^{j=3} (\text{extensão do defeito } i \text{ com severidade } j) \times (\text{fp da severidade } j) \quad (2.6)$$

onde:

área = área, em metros quadrados, do trecho sob análise

variável i = tipo de defeito

variável j = nível de severidade

fp = fator de ponderação

O Quadro 2.17 apresenta a classificação da condição do revestimento e as intervenções corretivas indicadas em função do Índice de Prioridade.

Quadro 2.17 – Condição do pavimento e intervenções indicadas a partir do Índice de Prioridade

Índice de Prioridade (IP)	Condição do Revestimento	Necessidade de correção
0 – 5	Muito Bom	Não
5 – 20	Bom	Sim, localizada
20 – 50	Regular	Sim, extensa
> 50	Ruim	Sim, reconstrução

2.4.2.8 Manual de Identificação de Defeitos SHRP (1993)

Este manual foi desenvolvido nos estudos sobre o Desempenho de Pavimentos a Longo Prazo (LTPP) do Programa Estratégico de Pesquisas Rodoviária (SHRP, 1993) do Conselho Nacional de Pesquisas. O Programa foi aprovado pelo Congresso dos Estados Unidos em 1987 e conta com a participação de mais de vinte países, entre eles, o Brasil, que desenvolverão pesquisas sobre pavimentação pelo período de 20 anos. O Brasil está avaliando os pavimentos de 40 trechos-testes com a tecnologia do programa SHRP/LTPP.

Foi desenvolvido com o objetivo de fornecer ao Programa uma base uniforme para coletar dados sobre os defeitos em pavimentos e padronizar a linguagem para descrever as diversas tipologias de defeitos entre todos os órgãos que participam do programa.

É constituído por um catálogo que apresenta tipologias de defeitos em pavimentos flexíveis, revestidos com concreto asfáltico, e pavimentos rígidos, constituídos por placas de concreto de cimento Portland com juntas ou contínuas. São descritos a caracterização de cada tipo de defeito, os níveis de severidade e a forma de quantificação da extensão, identificando-os através de fotos e figuras. O elenco de defeitos descrito no neste manual está apresentado no Quadro 2.18.

Quadro 2.18 Defeitos considerados no manual SHRP (SHRP, 1993)

Defeito	Forma de medir
Trincas por fadiga	área
Trincas em bloco	área
Trincas nos bordos	extensão
Trincas longitudinais	extensão; registrar a extensão com selante em boas condições
Trincas por reflexão	extensão, separando por tipo transversal e longitudinal; registrar a quantidade de trincas transversais; registrar a extensão de trincas longitudinais com selante em boas condições
Trincas transversais	quantidade e extensão
Remendos	quantidade e área
Panelas	quantidade e área
Deformação permanente	registrar a deformação máxima nas trilhas e rodas
Corrugação	quantidade e área
Exsudação	área
Agregados polidos	área
Desgaste	área
Desnível entre pista e acostamento	registrar o desnível (mm) ao longo de 15 m
Bombeamento	quantidade e extensão

2.4.2.9 Metodologia Empregada em Dakota do Sul/EUA

Esta metodologia é descrita por Zimmerman et al (1994) e destaca-se por apresentar a caracterização da condição do pavimento, através da atribuição de notas padronizadas. Foi desenvolvida em cooperação entre a liga de municípios da Dakota do Sul e o comitê da

associação americana de serviços públicos da Dakota do Sul. Compreende pavimentos asfálticos e de concreto.

A avaliação é realizada por uma equipe, com no mínimo dois membros, que atribui notas em uma escala de 0 a 100. A nota deve refletir a combinação dos defeitos visíveis na superfície, para os quais são identificados, subjetivamente, a extensão e a severidade, e a trafegabilidade do trecho em análise. Inicialmente a equipe percorre o trecho em um veículo e atribui uma nota à condição de trafegabilidade, de acordo com o Quadro 2.19.

Quadro 2.19 - Notas e descrição da condição de trafegabilidade (Zimmerman et al, 1994)

Nota	Descrição
0	Trafegabilidade desconhecida ou não determinada.
1	Os passageiros sentem muito desconforto. O pavimento está muito irregular; é necessário reduzir consideravelmente a velocidade.
2	Aproximadamente 70% da seção proporciona uma trafegabilidade irregular.
3	Aproximadamente 50% da seção é irregular.
4	Áreas isoladas apresentam irregularidade.
5	Não há áreas com irregularidade. Os passageiros sentem uma trafegabilidade suave.

É selecionado uma seção representativa do trecho, onde a equipe sai do veículo e avalia o pavimento, atribuindo individualmente uma nota ao pavimento, usando a descrição da condição superficial apresentada no Quadro 2.20. Os resultados individuais são comparados e caso ocorram diferenças entre avaliadores maiores que 10 pontos, o grupo deve discutir as razões da divergência e reavaliar a seção. O avaliador não deve considerar em sua avaliação a espessura do pavimento, o nível de tráfego do trecho e os defeitos construtivos. Os remendos emergenciais, executados com o objetivo apenas de cobrir os defeitos, mas não recuperar o pavimento, devem ser ignorados. Além disso, o avaliador deve considerar a frequência em que são realizados os remendos e o desempenho que apresentaram.

O método emprega o catálogo de defeitos do Manual de Identificação de Defeitos SHRP, para orientar os avaliadores quanto ao conhecimento e identificação dos tipos de defeitos.

Além das notas atribuídas, também é anotado o valor médio dos afundamentos das trilhas de rodas, obtidos através da medida em cinco seções representativas e a existência ou não do polimento de agregados.

Quadro 2.20 - Intervalo de notas e descrição das condições (Zimmerman et al, 1994)

Nota	Descrição da Condição Superficial
100 – 91	A superfície do pavimento está em excelente condição, muito suave e em geral não há defeitos. No limite inferior deste intervalo, trincas delgadas ou depressões são visíveis, mas não causam nenhum prejuízo a trafegabilidade. Nenhum outro defeito é notado.
90 – 81	A superfície do pavimento está entre excelente e muito boa condição; pode estar parcialmente oxidada ou desgastada. Podem existir trincamentos, em geral em nível de severidade baixo e médio. Podem ocorrer trincas de reflexão, desde que seladas.
80 – 71	A superfície do pavimento continua em boa condição, porém a deterioração é mais predominante. Trincas transversais e longitudinais são visíveis e as aberturas de trinca são em geral largas. Trincas em bloco pode ser notadas, mas as trincas não estão muito deterioradas. Pode ocorrer pequena erosão nos bordos das trincas. Também podem ocorrer poucos buracos e pequenos afundamentos em trilhas de rodas. A superfície está desgastada.
70 – 61	O pavimento em geral é classificado em boa condição. A superfície está notavelmente oxidada e há desgaste. As trincas longitudinais e transversais tem abertura de trinca entre 0,25 e 0,5 polegadas ou estão muito deterioradas. Ocorrem depressões em áreas trincadas ou em remendos de intervenção em redes subterrâneas. Trincas tipo couro de crocodilo estão surgindo nas trilhas de rodas. Os afundamentos de trilhas de rodas são mais pronunciados e trincas parabólicas ocorrem nas interseções. Ocorrem pequenos remendos em função da degradação superficial ou ocasionados por intervenção em redes subterrâneas.
60 – 51	A deterioração da superfície é muito mais avançada. Muitas trincas de reflexão ocorrem em pavimentos recapeados, podendo estar em nível de severidade médio a alto, com erosão de bordos. As trincas em blocos são comuns e o desgaste já apresenta efeito prejudicial ao pavimento. O afundamento das trilhas de rodas é mais notável, podendo ter profundidade de 0,5 polegada e ocorre em conjunto trincas tipo couro de crocodilo em nível de severidade médio a alto. As trincas em bloco progrediram para o nível de severidade médio e ocorrem em aproximadamente 100 pés lineares em uma seção de 1000 pés quadrados.
50 – 41	O pavimento apresenta sinais de danos devido a umidade e à carga de tráfego. A presença de trincas tipo couro de crocodilo é comum, bem com os remendos. Ocorre afundamento acentuado nas duas trilhas de rodas. A abertura das trincas é, em geral, maior que 0,5 polegadas e a degradação junto às trincas é predominante.
40 – 31	O pavimento está em condição ruim. O trincamento tipo couro de crocodilo é severo, ocorrendo falta de partes do material de revestimento e buracos. Afundamentos nas trilhas de rodas é comum e o pavimento é irregular. As bordas do pavimento está deteriorada e mais de 200 pés lineares em uma seção de 1000 pés quadrados apresenta trincamentos.
31 – 21	O pavimento se aproxima de uma condição em que é difícil a circulação de tráfego. A maior parte do pavimento apresenta trincas tipo couro de crocodilo e em muitas áreas ocorre desprendimento de partes do material de revestimento. Afundamentos nas trilhas de rodas tem profundidade maior que 0,75 polegadas. A trafegabilidade é muito irregular.
20 - 0	O pavimento está entre muito ruim e a condição de ruína. Toda a superfície está trincada e desintegrada. A condição de tráfego está severamente afetada.

2.5 ANÁLISE CRÍTICA DAS METODOLOGIAS ABORDADAS

As principais considerações estabelecidas a partir do estudo das metodologias existentes são descritas a seguir.

Não há abordagem da segmentação das vias em trechos localizados entre duas interseções. Os procedimentos existentes de amostragem para levantamento das condições dos

pavimentos foram estabelecidos considerando-se extensões de rodovias, normalmente, tratando-se de dezenas de quilômetros.

Em relação às tipologias de degradações do revestimento asfáltico, observou-se uma grande diversidade de defeitos adotados por cada método. Os métodos divergem na quantidade e nos tipos de defeitos, além das diferenças de nomenclatura para defeitos com mesma descrição de morfologia e gênese.

O Procedimento DNIT-PRO 006/2003, o Procedimento DNIT-PRO 007/003 e o Método Paragon não definem níveis de severidade para os defeitos, porém alguns tipos são diferenciados por características que denotam a severidade do defeito, como no caso das trincas tipo couro de jacaré, distintos pela presença ou não de erosão nos bordos.

Verificou-se que alguns defeitos considerados nos métodos não são significativos nos pavimentos urbano. No Método Paragon e no Manual de Defeitos SHRP, são registradas separadamente as trincas que ocorrem nas bordas do pavimento. No meio urbano, em geral, os pavimentos são dotados de contenção lateral, localizada entre a pista de rolamento e o passeio público, reduzindo significativamente a incidência deste tipo de defeito. Também podem ser citados o defeito desnível entre a pista e acostamento do Manual de defeitos SHRP e o defeito cruzamento ferroviário do Método PCI, como de pequena importância para os pavimentos urbanos.

Outra constatação refere-se à descrição ou agrupamentos de degradações que podem ser consideradas inadequadas. No Método PCI, as elevações e recalque são considerados um tipo único de defeito, porém estas degradações possuem morfologia e gênese distintas, além de necessitarem de tipos de serviços corretivos diferenciados. Estes defeitos, no meio urbano, ocorrem frequentemente nos remendos, sendo importante a identificação e registro de cada tipo separadamente.

Também verificou-se que as metodologias estudadas não abordam os defeitos específicos dos pavimentos urbanos. A exemplo, nota-se que neste meio, é importante o registro em separado dos tipos de remendos oriundos de operações “tapa-buracos”, de atividades de conservação e dos remendos causados por obras em redes subterrâneas. A diferença notável entre estes dois últimos tipos, é que, enquanto o remendo de conservação é executado com fins corretivos, isto é, para melhorar a condição do pavimento, o remendo gerado por intervenção em rede subterrâneas é uma ação degradante.

Em relação aos pavimentos com paralelepípedos e pedras irregulares, excetuando a metodologia aplicada pela PMPA/SMOV na avaliação de pavimentações executadas com recursos do BID, não foram encontrados em literatura outros estudos sobre as degradações destes tipos de pavimentos ou procedimentos para a avaliação das suas condições. O elenco de defeito proposto na metodologia da PMPA/SMOV é restrito e necessita complementações.

Entre os modelos empregados para a determinação do Índice da Condição do Pavimento, constatou-se que o Método PCI mostra-se mais completo e apropriado, pois no cálculo são considerados os tipos de defeitos, os níveis de severidade, a área afetada, além da quantidade de defeitos existentes na seção de avaliação.

Face às deficiências existentes nas metodologias para aplicação aos pavimentos urbanos, verifica-se a necessidade de elaborar os procedimentos de inventário e amostragem, considerando a obtenção da condição dos pavimentos para os arcos viários. Também é preciso definir a listagem de defeitos e níveis de severidade, além de determinar as curvas de valores de dedução a serem adotadas na nova metodologia.

3 CARACTERÍSTICAS DOS REVESTIMENTOS E DO UNIVERSO EM ESTUDO

3.1 O CADASTRO VIÁRIO DO MUNICÍPIO

O cadastro viário é o conjunto das informações básicas sobre a malha viária de Porto Alegre. A sua estruturação foi planejada durante o desenvolvimento do Sistema de Gerência de Pavimentos (GERPAV), sendo considerado o módulo básico do sistema, pois serve de pré-requisito para os módulos de dados de avaliação de pavimentos, de dados de tráfego e do histórico de obras e intervenções ocorridas.

O cadastro viário está vinculado ao Sistema de Informação Geográfica do Município (SIGPOA), onde estão armazenadas as informações sobre os logradouros. No SIGPOA, o elemento fundamental é o arco viário, que representa, genericamente, as quadras da cidade, e, mais especificamente, é o segmento de um logradouro localizado entre duas interseções, conforme apresentado na Figura 3.1. Para permitir a integração dos sistemas GERPAV e SIGPOA, o arco viário também foi adotado como elemento fundamental do Sistema de Gerência de Pavimentos, e a ele estão vinculadas as propriedades da rede.

No inventário da rede, o arco viário foi subdividido em elementos longitudinais, os trechos, e em dois elementos transversais, as pistas e as faixas. A subdivisão do arco em trechos indica a ocorrência de mudanças nas características geométricas e/ou de material de revestimento. Para cada trecho há o registro de seu comprimento. As faixas indicam a ocorrência de mudança de material de revestimento e/ou tipo de uso, estando registradas as larguras correspondentes. Os tipos de usos das faixas destinadas a rolamento de veículo estão separadas em veículos em geral, corredor exclusivo para ônibus e ciclovia. As pistas, por sua vez, agrupam as faixas por sentido de tráfego, quando entre elas existe um separador físico ou há mudança de tipo de uso das faixas.

Na concepção do GERPAV foi estabelecido que todas as ações de planejamento da manutenção e reabilitação dos pavimentos serão definidas para o elemento denominado seção de gerenciamento. A seção de gerenciamento é representada por cada pista de rolamento que

compõe o arco viário. Conseqüentemente, a condição do pavimento deverá ser determinada separadamente para cada pista de rolamento do arco.

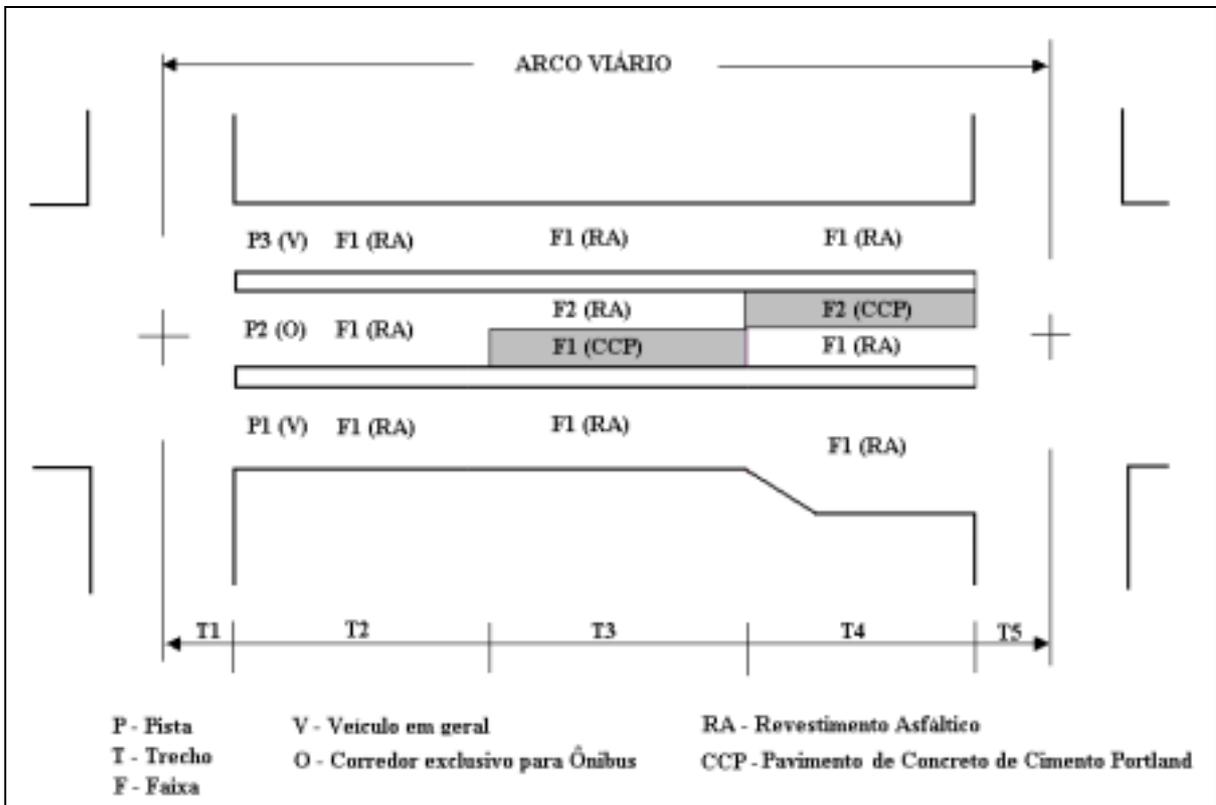


Figura 3.1 – Representação dos elementos que constituem o arco viário

Na Figura 3.2 é apresentado um exemplo da utilização do SIGPOA na visualização das informações constantes no Cadastro Viário. A figura apresenta os tipos de revestimento dos arcos viários de um bairro da cidade, sendo: BC – pavimentos com blocos de concreto (intertravados ou não); CCP – pavimentos com placas de concreto de cimento Portland; PI – pavimentos com pedras irregulares; PL – pavimentos com paralelepípedos; RA – revestimento asfáltico. Quando há mais de um tipo de revestimento no arco, mostra-se os tipos de materiais que o compõe.

Também consta no cadastro viário, o registro da classe funcional dos logradouros definidas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA) do Município. A classificação adota sete classes: vias de transição (V1), vias arteriais (V2), vias coletoras (V3), vias locais (V4), ciclovias (V5), vias secundárias (V6) e vias para pedestres (V7).

Atualmente, não há registro informatizado sobre a estrutura e idades dos pavimentos, o que poderá dificultar os estudos futuros sobre o comportamento e desempenho dos materiais.

O cadastro viário é uma ferramenta essencial para o planejamento das atividades de avaliações de pavimentos, pois possibilita o acesso a informações importantes sobre as características geométricas das vias, funcionais e de materiais de revestimento.

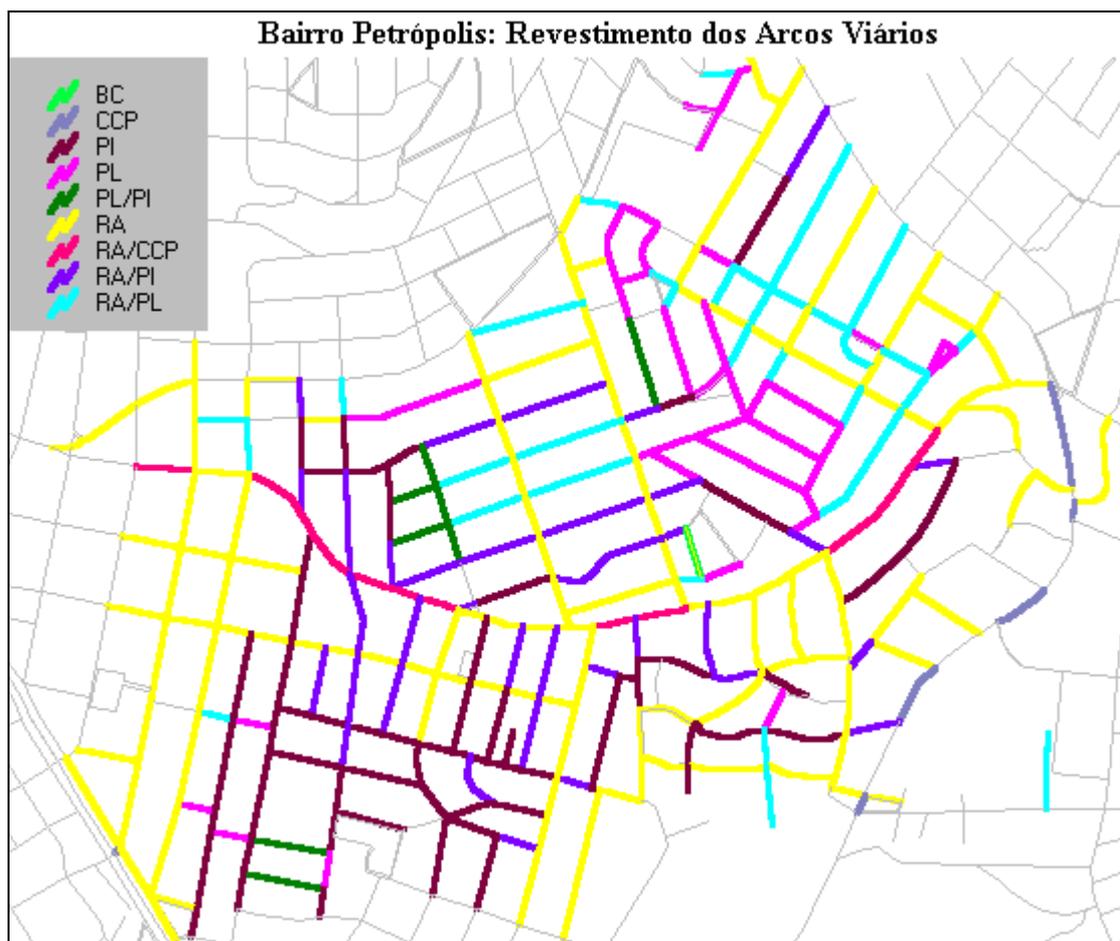


Figura 3.2– Emprego da ferramenta SIG na visualização dos dados do cadastro viário

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS PAVIMENTOS EM ESTUDO

Na tabela 3.1 é apresentada a distribuição percentual dos tipos de revestimentos existentes na malha viária. Os dados foram obtidos no Cadastro Viário do Município. A extensão da malha viária cadastrada é de 2.580 km.

Com base nos dados cadastrais, 48,4 quilômetros da extensão da malha viária é destinada a tráfego exclusivo de ônibus, sendo que 45% desta extensão é revestida com material asfáltico e 55% possuem pavimentos de concreto de cimento Portland.

Tabela 3.1 – Distribuição percentual dos tipos de revestimento na malha viária

Tipo de Revestimento	Percentual da Área	Percentual da Extensão
Revestimento Asfáltico	51	42
Paralelepípedos de Pedra	14	13
Pedras Irregulares	16	17
Blocos de Concreto	2	3
Concreto de Cimento Portland	4	3
Revestimento Primário	13	22
Total	100 %	100%

Fonte: Cadastro Viário – PMPA/SMOV/DCVU, 2004

A seguir são descritas as principais características dos pavimentos revestidos com material asfáltico, paralelepípedos e pedras irregulares.

3.2.1 Revestimento Asfáltico

Neste tipo de revestimento estão incluídos os pavimentos revestidos com concreto betuminoso usinado a quente e os tratamentos superficiais. No cadastro viário não são identificadas as vias revestidas com um ou outro tipo de material, porém pode-se afirmar que a extensão em tratamento superficial é pequena. Incluem-se aqui os pavimentos inicialmente executados com concreto de cimento Portland, paralelepípedos e pedras irregulares que tiveram execução de camada de CBUQ, em obras de restauração ou, no caso dos calçamentos, para melhorar a qualidade de rolamento.

A utilização do CBUQ como alternativa para reabilitação de calçamentos e pavimentos de concreto de cimento Portland motivou o aumento substancial da extensão da malha viária com revestimento asfáltico. Dados da Secretaria Municipal de Obras e Viação mostram que ocorreu um crescimento de 20% da extensão revestida com este material nos últimos 14 anos. Também observa-se a preferência pela utilização deste material em novas pavimentações, mesmo em vias de baixo volume de tráfego, motivado pela melhor relação custo/benefício de implantação, se comparados com outros materiais disponíveis, conforme estudos da equipe de projetos da SMOV. O predomínio do emprego deste tipo de pavimento é constatado através da extensão das obras executadas com recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento: foram pavimentados 20 km de vias de tráfego local entre 1998 e 2003, deste total 91% com revestimento asfáltico, 7% com blocos de concreto e 2% com pedras irregulares.

3.2.2 Revestimento de Paralelepípedos de Pedra

Os revestimentos constituídos por paralelepípedos empregados na malha viária de Porto Alegre são oriundos da exploração de rochas graníticas e basálticas. Não há dados que caracterizem a quantidade utilizada de cada uma das rochas, porém pode ser afirmado que a maioria das ruas pavimentadas com paralelepípedos é de granito.

Durante as suas confecções, os paralelepípedos são aparados de modo que suas faces apresentem formas retangulares. As peças são assentadas sobre um colchão de areia e rejuntadas com o mesmo material.

O Caderno de Encargos do Município de Porto Alegre (1996) especifica as dimensões dos paralelepípedos. O comprimento deve se enquadrar entre 18 cm e 23 cm, a largura entre 11 cm e 14 cm, e a altura entre 11 e 14 cm.

A respeito do funcionamento mecânico-estrutural desse tipo de revestimento, cabe referenciar Senço (2001): “Por ser de blocos rígidos de pedra, de dimensões médias e com ligações precárias entre si, o pavimento de paralelepípedos pode ser considerado um pavimento flexível, construído com peças rígidas.” Ainda sobre a mecânica estrutural, acrescenta:

A aplicação de uma carga em um bloco de pedra faz com que esse bloco a transmita inteiramente ao subleito, através da base, pois a intermitência do conjunto praticamente impede a transmissão lateral. As saliências e reentrâncias das faces laterais, assim como o atrito provocado pelo rejuntamento de areia não são considerados no dimensionamento, no que se refere ao alívio de pressão que podem ocasionar no subleito, logo abaixo do bloco carregado.

Considerando o aspecto durabilidade, Senço (2001) afirma: “Quanto à durabilidade, pode-se dizer que os pavimentos de paralelepípedos superam os demais, mesmo sob as condições mais rudes e intensas de tráfego.”

3.2.3 Revestimentos de Pedras Irregulares

Esse tipo de revestimento, constituído por pedras irregulares provenientes da exploração de rocha de granito e de rocha de basalto também é conhecido como alvenaria poliédrica. As peças possuem formas diversas de poliedros de quatro a oito faces, e são assentados de

maneira que a maior dimensão da face de rolamento seja menor que a dimensão da altura. As pedras irregulares são cravadas sobre um colchão de areia e rejuntadas com areia.

Do mesmo modo que os revestimentos de paralelepípedos de pedra, não há registros que quantifiquem os percentuais existentes de cada rocha, porém pode ser afirmado que a maioria das ruas com pedras irregulares é de granito.

O Caderno de Encargos do Município de Porto Alegre (1996) especifica as dimensões das pedras irregulares. Cada peça deve ficar retida num anel de 8 cm de diâmetro e passar por outro de 20 cm de diâmetro. Há a exigência também que a espessura final do revestimento, incluindo o colchão de areia, seja de 22 cm.

Caracterizam-se por apresentar baixa qualidade de rolamento devido à trepidação e alto nível de ruído sonoro ao trafegar veículos. Estes pavimentos são encontrados em vias de pequeno volume de tráfego, em geral em áreas residenciais, onde a velocidade dos veículos é baixa e permite que o pavimento apresente uma menor qualidade de rolamento.

Por outro lado, face às preocupações ambientais, ecológicas e econômicas da sociedade, se faz necessária a preservação dos revestimentos com pedras irregulares. Como vantagens apresentadas pelo uso deste tipo de revestimento, são citados por Salsa (2002), entre outras:

- a) redução da aquisição e utilização de materiais não recicláveis e não biodegradáveis;
- b) garantia de menor impacto à permeabilidade do solo;
- c) excelente condicionamento térmico para verões e dias ensolarados;
- d) menor custo de execução e manutenção;
- e) pouca exigência de manutenção e conservação;
- f) recomendação para vias com inclinação maior que 10%;
- g) melhor resistência ao ataque dos solventes (óleos, gasolina) residuais do tráfego de veículo;
- h) facilidade de treinamento de mão-de-obra.

3.2.4 Remendos de Concreto Asfáltico nos Calçamentos

Uma característica comum aos dois tipos de calçamentos descritos acima é a presença de remendos de misturas asfálticas. Estes remendos se devem a serviços de conservação executados pela Divisão de Conservação de Vias Urbanas do Município, pelas seguintes causas:

- a) inexistência de políticas ou programas claros e bem definidos nas atividades de conservação, manutenção ou reabilitação deste tipo de revestimento;
- b) déficit de recursos para contratação de serviços para conservação de calçamentos, uma vez que maiores verbas são destinadas a conservação de vias com maiores volumes de tráfego, que, em geral, possuem revestimentos asfálticos;
- c) tentativa de melhorar a qualidade de rolamento;
- d) aproveitamento de volumes de CBUQ restantes de obras de capeamento ou recapeamento, quando interrompidas por chuva ou necessidade de liberação do tráfego devido a congestionamentos.

Estes remendos são executados com a distribuição manual do CBUQ sobre os paralelepípedos, pedras irregulares ou blocos de concreto e compactadas com rolo também manual. Não existe especificação de espessura mínima de camada e nem da área do pavimento onde for executado. Quando são executados para correção de um defeito localizado, podem estar em qualquer ponto da via. Quando o objetivo é melhorar a qualidade de rolamento, em geral, são executados na área junto ao eixo da via. Estas circunstâncias contribuem para a formação da chamada “colcha de retalhos” nos calçamentos.

As seguintes degradações superficiais podem ser observadas nestes calçamentos com remendo em concreto asfáltico:

- a) reflexão das juntas do calçamento na camada de CBUQ;
- b) descolamento da camada de CBUQ, devido à má aderência ou a pequena espessura da camada.

3.3 A INFLUÊNCIA DAS INTERVENÇÕES NAS REDES SUBTERRÂNEAS NA DEGRADAÇÃO DOS PAVIMENTOS

No meio urbano, os pavimentos compartilham o solo com as redes subterrâneas de infraestrutura e para qualquer obra de manutenção ou ampliação da capacidade destas redes, é necessária a intervenção nos pavimentos.

Dados da Secretaria Municipal de Obras e Aviação (PMPA/SMOV) indicam que anualmente, em média, 4% da extensão da malha viária são atingidas por abertura de valas e repavimentações no leito viário. Em 2003 a extensão licenciada para obras em vias públicas foi de 52 km; em 2002 foi de 70,8 km; em 2001 foi de 129,10 km; em 2000 foi de 118,30 km; e em 1999 foi 116,00 km.

A presença na superfície do pavimento das tampas dos poços de visitas prejudica o conforto do rolamento. A norma do DNER-PRO 07/78 recomenda, para a avaliação pelo Valor de Serventia Atual (VSA), que o desconforto causado por tampas poços de visita deve ser desconsiderado. De acordo com Aps (2000), em pesquisa realizada em Santos para determinação do VSA, mesmo com a instrução aos avaliadores de que não deveria ser considerado este desconforto, “notou-se que é difícil apagar essa informação da sensação recebida sobre o segmento.”

Em Porto Alegre, esta condição é agravada quando, em obras de conservação ou reabilitação dos pavimentos, são executadas novas camadas de revestimento, como nos capeamentos, nos capeamentos ou remendos em concreto asfáltico sobre os calçamentos. Devido à escassez de recursos ou deficiência de planejamento entre os órgãos e empresas gestoras das redes de infraestrutura, muitas vezes, não é realizado o nivelamento destas tampas ao nível do novo revestimento. Como solução emergencial é executado este nivelamento com a colocação de mistura asfáltica sobre os tampões, de forma que seja possível a localização dos mesmos pelos órgãos gestores das redes subterrâneas. Porém, esta é uma solução paliativa, pois além de dificultar o acesso às redes, após a remoção do material colocado sobre a tampa, tem-se novamente a situação do desnivelamento do tampão.

Estudos realizados em pavimentos asfáltico e de concreto de cimento Portland sobre o impacto das aberturas de valas para acessar as redes subterrâneas e da presença de seus equipamentos (poços de visitas e válvulas) realizados no Canadá e nos Estados Unidos apontam a redução do desempenho dos pavimentos.

Lee e Lauter (1999), em pesquisa realizada na região de Ottawa-Carleton, no Canadá, através da avaliação da irregularidade, capacidade estrutural e degradação superficial, concluíram que a abertura de valas reduz o ciclo de vida dos pavimentos urbanos daquela região em 7,8% quando os impactos destas obras são analisados sobre a área total da rede viária. Quando estes impactos são analisados proporcionalmente a área atingida pelas aberturas de valas, a redução do ciclo de vida alcança 32,4%.

Em relatório apresentado pela empresa *AMEC Earth and Enviromental, Inc.* para a *League of Arizone Cities and Towns* e a *Association of Public-Private Utility Service Providers*, após uma intensiva revisão dos estudos existentes sobre o tema, foram resumidas as reduções médias no ciclo de vida dos pavimentos obtidos em nove estudos. No Quadro 3.2 é reproduzida a tabela apresentada naquele relatório.

Tabela 3.2: Redução média na vida dos pavimentos devido à abertura de valas

Cidade	Redução na Vida dos Pavimentos (%)		
	Mínimo	Máximo	Média
Burlington, VT	39	73	56
Phoenix, AZ	-	-	23
Ottawa-Carleton, Canadá	-	-	32
Cincinnati, OH	47	60	54
Austin, TX	3	50	26
Austin, TX	2	66	20
Los Angeles, CA	17	34	26
San Francisco, CA	20	80	53
San Francisco, CA	29	50	40

Fonte: League of Arizona Cities and Towns, 2002

Através das pesquisas citadas, verifica-se a importância de prever na avaliação da condição dos pavimentos a identificação da ocorrência de intervenções ocasionadas pelas redes subterrâneas.

As informações obtidas sobre a degradação aos pavimentos causados por estas obras deverão ser utilizadas no planejamento de ações junto aos gestores públicos e privados das redes subterrâneas de infraestrutura. Salienta-se que, em Porto Alegre, os serviços públicos de distribuição de água e coleta de esgotos cloacais e pluviais são realizados pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) e pelo Departamento de Esgoto Pluvial (DEP), não estando subordinados ao órgão responsável pela gestão dos pavimentos.

4 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Observando as recomendações dos estudos das principais metodologias existentes e em uso, referenciados na revisão bibliográfica, foram estabelecidos os procedimentos para a realização da avaliação de pavimentos urbanos.

Buscou-se elaborar uma metodologia para atender a necessidade de conhecer as condições dos pavimentos da cidade para utilização no Sistema de Gerência de Pavimentos, além da obtenção de informações adicionais desejadas pelos técnicos da SMOV a fim de auxiliar futuramente na gestão da infra-estrutura viária.

A metodologia foi concebida sob o enfoque da uniformização dos procedimentos, independentemente do tipo de revestimento, com diferenciação apenas nos elencos das patologias intrínsecas aos distintos pavimentos. Observou-se também a necessidade de procedimentos para inventariar a totalidade da malha, que proporcionem confiabilidade e reprodutibilidade, e a sua adequação aos recursos que a SMOV dispõe para realização dos levantamentos de dados de campo.

A metodologia proposta possui duas componentes: a avaliação objetiva e a avaliação subjetiva.

A avaliação objetiva destina-se a conhecer quantitativamente o tipo de degradação superficial que o pavimento apresenta, a fim de possibilitar a identificação da melhor técnica para a sua reabilitação. A avaliação subjetiva é indicada para se ter uma informação qualitativa sobre a superfície do pavimento.

É proposto utilizar estas duas modalidades de avaliação conjuntamente para a modelagem futura do Índice da Condição do Pavimento.

4.1 A AVALIAÇÃO OBJETIVA

O levantamento é efetuado separadamente para cada pista do arco viário. São determinadas seções amostrais de dez metros de comprimento denominadas superfícies de avaliação (SA). Nas pistas que possuem mais de um tipo de revestimento as amostras são determinadas para cada revestimento existente. São amostradas no mínimo 20% da extensão de cada revestimento da pista. A quantidade de superfícies de avaliação e suas localizações são definidas em função do comprimento total dos trechos de cada revestimento, de acordo com os Quadros 4.1 e 4.2.

Foram elaborados dois procedimentos para obter a quantidade de superfícies de avaliação e suas posições, tendo em vista a observação das distintas situações em relação ao revestimento das pistas: 1) quando existe somente um tipo de revestimento na pista; 2) quando existem mais de um revestimento na pista. Estes procedimentos, cujas etapas são apresentadas abaixo, são executados através de um programa computacional, utilizando os dados do cadastro viário.

Situação 1: Existe apenas um tipo de revestimento na pista

- 1) Calcular o comprimento dos trechos internos da pista (D_T), ou seja, os trechos que não estão localizados nas interseções;
- 2) Determinar a quantidade (N) de superfícies de avaliação (SA), de acordo com os critérios do Quadro 4.1;
- 3) Calcular a posição do centro de cada superfície de avaliação, de acordo com o quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Quantidade, codificação e posição das superfícies de avaliação, caso existir somente um tipo de revestimento na pista

Comprimento dos trechos internos (D_T)	Quantidade de SA (N)	Codificação	Posição do centro da SA (m)
$D_T < 30$ m	1	SAE1	5 m após o início da pista
$30 \leq D_T < 100$ m	2	SAE1	5m após o início da pista
		SAI1	$D_T/2$
$D_T \geq 100$	N = $(D_T/100) \times 2$ arredondar para mais no numeral	SAE1	5 m após o início da pista
		SAE2	5 m antes do final da pista
		SAI(n) onde n = 1, ..., N-2	$(n \times D_T)/(N-1)$

Situação 2: Existem mais de um tipo de revestimento na pista

- 1) Somar os comprimentos dos trechos internos com o mesmo tipo de revestimento (D_{REV});
- 2) Determinar a quantidade (N) de superfícies de avaliação para cada tipo de revestimento, de acordo com o Quadro 4.2;
- 3) Calcular a quantidade (N_G) de superfícies de avaliação para cada grupo de trechos internos consecutivos de mesmo revestimento, através da equação 4.1, arredondando na primeira casa decimal ($\geq 0,5$ arredondar para mais; $< 0,5$ arredondar para menos):

$$N_G = (D_G/D_{REV}) \times N \quad (4.1)$$

onde:

N_G = quantidade de superfícies de avaliação do grupo

D_G = soma dos comprimentos dos trechos que compõe o grupo

D_{REV} = soma dos comprimentos dos trechos de mesmo revestimento

- 4) Determinar a quantidade (N_{EG}) e posição das superfícies de avaliação de extremidade (SAE) para cada grupo, de acordo com o Quadro 4.3 e observando as seguintes condições:
 - 4.1) Se existir um trecho de interseção antecedente ao grupo de trechos em questão, então uma superfície de avaliação deve ser posicionada no início do trecho, recebendo o código SAE1;
 - 4.2) Se existir um trecho de interseção posterior ao grupo de trechos em questão, então uma superfície de avaliação deve ser posicionada no final do trecho, recebendo o código SAE2;
 - 4.3) Se não existirem trechos de interseção anterior e posterior ao grupo de trechos em questão, nenhuma superfície de avaliação é de extremidade
- 5) Calcular a quantidade (N_{IG}) de superfícies de avaliação internas (SAI) do grupo, de acordo com a equação 4.2.

$$N_{IG} = N_G - N_{EG} \quad (4.2)$$

onde,

N_{IG} = quantidade de superfícies de avaliação internas do grupo

N_G = quantidade de superfícies de avaliação do grupo

N_{EG} = quantidade total de superfícies de avaliação de extremidade do grupo
- 6) Calcular a posição do centro de cada superfície de avaliação interna do grupo, de acordo com o Quadro 4.3. Para tanto, é necessário calcular o somatório dos comprimentos de todos os trechos internos antecedentes ao grupo (D_P);

- 7) Repetir as etapas de 3 a 6 para todos os grupos de trechos consecutivos do revestimento;
- 8) Repetir as etapas de 3 a 7 para todos os revestimentos da pista.

Quadro 4.2 – Quantidade de SA no caso de existir mais de um revestimento na pista

D_{REV}	Quantidade de SA (N)
$D_{REV} < 30m$	1
$30 \leq D_{REV} < 100m$	2
$D_{REV} > 100$	$N = [\text{arred}(D_{REV}/100) \times 2]$ arredondar para mais no numeral

Quadro 4.3 – Posição das SA no caso de existir mais de um revestimento na pista

Superfície de Avaliação	Codificação	Posição do centro da SA (m)
Extremidade	SAE1	5 m após o início da pista
	SAE2	5 m antes do final da pista
Interna	SAI(n) onde $n = 1, \dots, N_{IG}$	$D_P + [(n \times D_G) / (N_{IG} + 1)]$

No Anexo A são apresentados exemplos da aplicação dos procedimentos acima descritos.

O levantamento dos defeitos em cada superfície de avaliação é realizado por dois avaliadores através de inspeção visual, com o caminhamento da seção, sem a utilização de instrumentos de medida. São anotados os tipos de defeitos existentes, os respectivos níveis de severidade e suas áreas estimadas.

No Anexo B são apresentados os formulários de campo utilizados.

Nos itens subsequentes estão definidos os elencos de deficiências, bem como os níveis de severidade adotados. Os defeitos e níveis de severidade foram definidos com base na literatura, buscando sintetizar os defeitos mais representativos dos pavimentos urbanos e utilizar a nomenclatura que facilite o entendimento e identificação das degradações.

Os níveis de severidade foram definidos com auxílio na literatura e através de saída em campo por quatro engenheiros integrantes da equipe de desenvolvimento do GERPAV que estabeleceram os limites a serem adotados.

4.1.1 Caracterização dos Defeitos do Revestimento Asfáltico

A seguir são descritos os defeitos e níveis de severidade para o revestimento asfáltico. Nas ilustrações é utilizada uma régua de duas cores (branca e laranja) como instrumento auxiliar no estabelecimento de noção das dimensões das degradações descritas. Esta régua possui 15 cm de largura e 150 cm de comprimento divididos em 15 faixas de 10 cm, pintadas alternadamente.

- Remendo de conservação padrão

Reparação de defeito existente anteriormente executado segundo técnica controlada, normalmente apresentando forma de quadrilátero bem definido, conforme ilustrado na Figura 4.1 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: quando o remendo não apresentar outro defeito.

Avançado: quando apresentar qualquer defeito.

- Remendo de Conservação Emergencial

Reparação de defeito existente anteriormente executado sem cuidados técnicos adequados, em alguns casos com materiais inadequados. Possuem formato irregular, característico de operações emergenciais de tapa-buracos, conforme ilustrado na Figura 4.1 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: quando o remendo não apresentar outro defeito.

Avançado: quando apresentar qualquer defeito.



(a) Remendo de conservação padrão



(b) Remendo de conservação emergencial

Figura 4.1 – Defeitos em revestimento asfáltico

- Remendo de intervenções em redes subterrâneas

Repavimentação executada em função de intervenção em rede subterrânea de infraestrutura pública ou privada (água, esgoto, energia, telecomunicação, entre outras), conforme ilustrado na Figura 4.2 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: quando o remendo não apresentar outro defeito.

Avançado: quando apresentar qualquer defeito.

- Trincas isoladas de retração ou reflexão

Trincas isoladas que apresentam direção concomitante com sua gênese. As trincas de retração apresentam, via de regra, configuração predominantemente perpendicular ou paralela ao eixo, com espaçamentos regulares, conforme ilustrado na Figura 4.2 (b). As trincas de reflexão externam patologias ou características de descontinuidade oriundas de camadas inferiores da estrutura, ou, ainda, um problema apenas do revestimento, originado da má execução da junta entre duas faixas de tráfego.

Níveis de severidade:

Inicial: trincas com abertura máxima de 2 mm.

Médio: trincas com abertura máxima maior do que 2 mm e menor ou igual a 6 mm.

Avançado: trincas com abertura máxima maior que 6 mm, podendo ocorrer formação de trincamento com direcionamento aleatório na proximidade da trinca.



(a) Remendo de intervenção em rede subterrânea



(b) Trinca isolada de retração ou reflexão

Figura 4.2 – Defeitos do revestimento asfáltico

- Trincas de fadiga

São trincas que, geralmente, formam peças de lados não paralelos, originadas em decorrência do fenômeno da fadiga, devido a repetição das cargas de tráfego, conforme ilustrado na Figura 4.3 (a). A área afetada se assemelha a um couro de jacaré.

Níveis de severidade:

Inicial: quando as trincas se apresentam isoladas.

Médio: quando as trincas já mostram interligações.

Avançado: trincas interligadas apresentando erosão nos bordos.

- Trincas interligadas de retração ou reflexão

Também denominadas trincas de blocos, as trincas interligadas geralmente formam figuras definidas em função de sua gênese, conforme ilustrado na Figura 4.3 (b). As trincas de retração apresentam figuras aproximadamente quadriláteras, enquanto as trincas de reflexão repetem a configuração oriunda das camadas inferiores da estrutura.

Níveis de severidade:

Inicial: trincas com abertura máxima de 2 mm.

Médio: trincas com abertura máxima maior do que 2 mm e menor ou igual a 6 mm.

Avançado: trinca com abertura máxima maior que 6 mm.



(a) Trincas de fadiga



(b) Trincas interligadas de retração ou reflexão

Figura 4.3 – Defeitos do revestimento asfáltico

- Trincamento parabólico

Trincamento com forma assemelhada a uma parábola, gerado por tensões tangenciais de aceleração, frenagem ou mudança de direção dos veículos, conforme ilustrado na Figura 4.4 (a). Geralmente ocorrem em ladeiras, curvas e interseções.

Níveis de severidade:

Inicial: trincas com abertura máxima de 2 mm.

Médio: trincas com abertura máxima maior do que 2 mm e menor ou igual a 6 mm.

Avançado: trincas com abertura máxima maior que 6 mm.

- Trincas concêntricas a tampa de poço de visita (PV) de rede subterrânea

São causadas pela deficiência de compactação da base junto aos poços de visitas e se caracterizam por apresentarem formação concêntrica à tampa, conforme ilustrado na Figura 4.4 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: quando ocorrerem trincas isoladas.

Médio: quando ocorrerem trincas interligadas.

Avançado: quando ocorrerem trincas interligadas com erosão de bordos.



(a) Trincas parabólicas



(b) Trincas concêntricas a tampa de PV

Figura 4.4 – Defeitos do revestimento asfáltico

- **Panela**

Cavidade na superfície do pavimento denotando ausência de parte do revestimento e exposição das camadas inferiores, conforme ilustrado na Figura 4.5 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: quando a profundidade (h) da panela for menor ou igual a 25 mm e sua menor dimensão (l_2) menor ou igual a 20 cm, considerando-se uma forma retangular circunscrita à panela.

Médio: quando a profundidade da panela for maior do que 25 mm e menor ou igual a 50 mm ou sua menor dimensão for maior do que 20 cm e menor ou igual a 40 cm, considerando-se uma forma retangular circunscrita à panela, ou na ocorrência de ambos.

Avançado: quando a profundidade da panela for maior que 50 mm ou sua menor dimensão for maior do que 40 cm considerando-se uma forma retangular circunscrita à panela, ou na ocorrência de ambos.

O Quadro 4.1 apresenta de forma esquemática os níveis de severidade do defeito panela.

Quadro 4.4 – Níveis de severidade para o defeito Panela

	$h \leq 25$	$25 < h \leq 50$	$h > 50$
$L_2 \leq 20$	I	M	A
$20 < l_2 \leq 40$	M	M	A
$L_2 > 40$	A	A	A

- **Desgaste superficial**

Efeito do arrancamento progressivo do agregado, denotando evidente macrorrugosidade, conforme ilustrado na Figura 4.5 (b). Essa deficiência engloba os fenômenos de envelhecimento, endurecimento, volatilização e intemperização do ligante. Os níveis de severidade são:

Inicial: desprendimento do ligante com os agregados finos, tornando os agregados médios e graúdos salientes.

Avançado: ocorrência de desprendimento dos agregados médios e graúdos.



(a) Panela



(b) Desgaste superficial

Figura 4.5 – Defeitos do revestimento asfáltico

- Polimento de agregados

Produto da ação abrasiva do tráfego, caracterizado pelo arrancamento da película asfáltica que envolve os agregados maiores e das partículas menores em volta dos agregados maiores, conjuntamente com o polimento dos agregados maiores, conforme ilustrado na Figura 4.6 (a). Compromete a condição de segurança em virtude da redução do coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Níveis de severidade: não se aplicam.

- Exsudação

Excessiva presença de cimento asfáltico na superfície, caracterizado por manchas mais escuras na superfície responsáveis pelo fenômeno do espelhamento, conforme ilustrado na Figura 4.6 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: a superfície apresenta escurecimento em relação às áreas vizinhas devido ao excesso de asfalto. Geralmente esse escurecimento se apresenta ramificado com linhas tortuosas.

Médio: a área afetada pela exsudação apresenta perda da textura devido ao excesso de asfalto.

Avançado: a superfície apresenta aparência brilhante e ocultação dos agregados, podendo aparecer marcas de pneus em dias quentes.



(a) Polimento de agregado



(b) Exsudação

Figura 4.6 – Defeitos do revestimento asfáltico

- Afundamento sem sollevamento lateral

Irregularidade caracterizada pela formação de depressões, causadas pela consolidação das camadas do pavimento, sem que estejam acompanhadas de deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes, conforme ilustrado na Figura 4.7 (a). Estão incluídos nesta tipologia os afundamentos nas trilhas de roda com extensão menor do que 6 (seis) metros e aqueles com extensão superior a 6 (seis) metros mas que não estão localizados em caminhos preferenciais de pneus de veículos.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 25 mm.

Médio: desnível entre 25 e 50 mm.

Avançado: desnível superior a 50 mm.

- Afundamento com sollevamento lateral

Irregularidade caracterizada por formação de depressões no sentido longitudinal das vias acompanhadas de deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes, conforme ilustrado na Figura 4.7 (b). Estão incluídos nesta tipologia os afundamentos nas trilhas de roda com extensão menor do que 6 (seis) metros e aqueles com extensão superior a 6 (seis) metros mas que não estão localizados em caminhos preferenciais de pneus de veículos.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 25 mm.

Médio: desnível entre 25 e 50 mm.

Avançado: desnível superior a 50 mm.



(a) Afundamento sem sollevamento lateral



(b) Afundamento com sollevamento lateral

Figura 4.7 – Defeitos do revestimento asfáltico

- Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral

Afundamentos generalizados nas regiões de caminho preferencial dos pneus dos veículos conhecidas como trilhas de roda, conforme ilustrado na Figura 4.8 (a). São causados pela consolidação das camadas do pavimento, não se observando deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes às trilhas. Somente serão incluídos nessa tipologia os afundamentos de trilha de roda com extensão maior do que 6 (seis) metros.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 25 mm.

Médio: desnível entre 25 e 50 mm.

Avançado: desnível superior a 50 mm.

- Afundamento nas trilhas de roda com sollevamento lateral

Afundamentos generalizados nas regiões de caminho preferencial dos pneus dos veículos conhecidas como trilhas de roda. Observam deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes às trilhas, conforme ilustrado na Figura 4.8 (b), em função do deslocamento de parte da estrutura. Somente serão incluídos nessa tipologia os afundamentos de trilha de roda com extensão maior do que 6 (seis) metros.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 25 mm.

Médio: desnível entre 25 e 50 mm.

Avançado: desnível superior a 50 mm.



(a) Sem sollevamento lateral



(b) Com sollevamento lateral

Figura 4.8 – Defeitos do revestimento asfáltico: afundamento nas trilhas de roda

▪ Corrugação

Irregularidade caracterizada por movimentação plástica da massa asfáltica, formando ondulações ao longo da superfície, conforme ilustrado na Figura 4.9 (a). Podem ocorrer onde os veículos aceleram e desaceleram gerando ondas sucessivas transversais, ou em curvas gerando ondulações com arranjo aleatório.

Níveis de severidade:

Inicial: observam-se pequenas vibrações nos veículos, sem caracterizar desconforto.

Médio: observam-se vibrações significativas nos veículos, caracterizando um certo grau de desconforto.

Avançado: observam-se vibrações excessivas, caracterizando grande desconforto e risco em relação à segurança dos veículos e pedestres.

▪ Elevação

Irregularidade caracterizada pela elevação da superfície em relação ao nível original do pavimento, conforme ilustrado na Figura 4.9 (b). Incluem-se nesta tipologia de defeitos as elevações causadas pelo crescimento de raízes de árvores sob as camadas do pavimento e por remendos mal executados.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 25 mm.

Médio: desnível entre 25 e 50 mm.

Avançado: desnível superior a 50 mm.



(a) Corrugação



(b) Elevação

Figura 4.9 – Defeitos do revestimento asfáltico

- Desnível, quebra ou falta de tampa de poço de visita (PV) de rede subterrânea

Desnível observado junto às tampas dos poços de visita das redes subterrâneas em relação ao nível do revestimento, conforme ilustrado na Figura 4.10 (a), ou mesmo quando a tampa estiver quebrada ou faltante.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 25 mm.

Médio: desnível entre 25 e 50 mm.

Avançado: desnível superior a 50 mm ou quando a tampa estiver quebrada ou faltante.

- Imperfeição no suporte de concreto de tampa de poço de visita (PV) de rede subterrânea

São desníveis, trincas, desagregação do material ou qualquer outra avaria que possam ocorrer nos suportes de concreto das tampas de poços de visitas das redes subterrâneas, conforme ilustrado na Figura 4.10 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: quando a superfície do suporte estiver com até 50% da sua área deteriorada e não ocorrer panela.

Avançado: quando a superfície do suporte estiver com mais de 50% da sua área deteriorada e ocorrer panela.

Observação: em caso de ocorrência de panela, a mesma deve ser registrada com seu respectivo nível de severidade.

- Derrame de material

Ocorrência de despejo de material asfáltico ou cimentício solidificado sobre o revestimento, gerando ressaltos na superfície, conforme ilustrado na Figura 4.10 (c). Níveis de severidade: não se aplicam.



(a) Desnível em tampa de PV



(b) Imperfeição em suporte de tampa de poço de visita



(c) Derrame de material

Figura 4.10 – Defeitos do revestimento asfáltico

4.1.2 Caracterização dos Defeitos em Pavimentos com Paralelepípedos e Pedras Irregulares

Existem defeitos estabelecidos para os pavimentos de paralelepípedos e pedra irregular que possuem a mesma descrição e mesmos níveis de severidade, sendo estes apresentados abaixo. Para ilustração são apresentadas fotografias de defeitos em paralelepípedos, pois a morfologia é similar em ambos revestimentos.

- Remendo de conservação padrão

Reparação de defeito existente anteriormente, com a remoção e reposição do revestimento original, conforme ilustrado na Figura 4.11 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: quando não apresentar defeito

Avançado: quando apresentar qualquer defeito.

Observação: Os defeitos existentes na área interna ao remendo deverão ser identificados e registrados de acordo com suas respectivas tipologias e níveis de severidade. Também deverá ser informado que estão localizados na área do remendo através de uma codificação (P: padrão, I: intervenção).

- Remendo regular com mistura asfáltica

Reparação de defeito existente anteriormente, executado utilizando-se mistura asfáltica, confeccionada segundo técnica controlada, normalmente apresentando forma de quadrilátero bem definido, conforme ilustrado na Figura 4.11 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: quando não apresentar trincas refletindo a disposição das peças sobrepostas.

Médio: quando apresentar trincas refletindo a disposição das peças sobrepostas.

Avançado: quando houver descolamento de partes do remendo asfáltico expondo novamente as peças do calçamento.



(a) Remendo de conservação padrão



(b) Remendo regular com mistura asfáltica

Figura 4.11 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- Remendo de Conservação Emergencial

Reparação de defeito existente anteriormente, executado sem muitos cuidados técnicos, em alguns casos com materiais inadequados. Em geral, possuem formato irregular, característico de operações emergenciais de tapa-buracos, conforme ilustrado na Figura 4.12 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: quando o remendo não apresentar outros defeitos.

Avançado: quando apresentar qualquer defeito.

- Remendo de intervenções em rede subterrânea

Repavimentação executada com material de revestimento original, em função de intervenção em rede pública ou privada localizada em áreas subjacentes ao pavimento, conforme ilustrado na Figura 4.12 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: quando não apresentar defeito

Avançado: quando apresentar qualquer defeito.

Observação: Os defeitos existentes na área interna ao remendo deverão ser identificados e registrados de acordo com suas respectivas tipologias e níveis de severidade. Também deverá ser informado que estão localizados na área do remendo através de uma codificação (P: padrão, I: intervenção).

Se ocorrer dúvida quanto a origem do remendo, isto é, se não for possível identificar com clareza se o remendo foi causado por intervenção em rede subterrânea, deverá ser classificado como Remendo de Conservação Padrão.



(a) Remendo de Conservação emergencial

(b) Remendo de intervenção em rede subterrânea

Figura 4.12 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- Juntas sem preenchimento

Constitui-se na falta de material de preenchimento das juntas entre as peças do revestimento, conforme ilustrado na Figura 4.13 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: quando as juntas se apresentam parcialmente preenchidas.

Avançado: quando as juntas se apresentam totalmente sem preenchimento e/ou há peças soltas.

- Afundamento com solevamento lateral

Irregularidade caracterizada por formação de depressões nas vias acompanhadas de deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes, conforme ilustrado na Figura 4.13 (b). Estão incluídos nesta tipologia os afundamentos nas trilhas de roda com extensão **menor** do que 6 (seis) metros e aqueles com extensão superior a 6 (seis) metros mas que não estão localizados em caminhos preferenciais de pneus de veículos.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 50 mm.

Médio: desnível entre 50 e 100 mm.

Avançado: desnível superior a 100 mm.



(a) Juntas sem preenchimento



(b) Afundamento com solevamento lateral

Figura 4.13 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- Afundamento sem solevamento lateral

Irregularidade caracterizada por formação de depressões nas vias, causadas pela consolidação das camadas do pavimento, sem que estejam acompanhadas de deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes, conforme ilustrado na Figura 4.14 (a). Estão incluídos nesta tipologia os afundamentos nas trilhas de roda com extensão **menor** do que 6 (seis) metros e aqueles com extensão superior a 6 (seis) metros mas que não estão localizados em caminhos preferenciais de pneus de veículos.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 50 mm.

Médio: desnível entre 50 e 100 mm.

Avançado: desnível superior a 100 mm.

- Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral

Afundamentos generalizados nas regiões de caminho preferencial dos pneus dos veículos conhecidas como trilhas de roda, conforme ilustrado na Figura 4.14 (b). Observam-se deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes às trilhas em função do deslocamento de parte da estrutura. Somente serão considerados nesta tipologia os afundamentos nas trilhas de roda com extensão **maior** do que 6 (seis) metros.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 50 mm

Médio: desnível entre 50 e 100 mm.

Avançado: desnível superior a 100 mm.



(a) Afundamento sem solevamento lateral



(b) Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral

Figura 4.14 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral

Afundamentos generalizados nas regiões de caminho preferencial dos pneus dos veículos conhecidas como trilhas de roda, conforme ilustrado na Figura 4.15 (a). São causados pela consolidação das camadas do pavimento, não se observando deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes às trilhas. Somente serão considerados nesta tipologia os afundamentos nas trilhas de roda com extensão **maior** do que 6 (seis) metros.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 50 mm.

Médio: desnível entre 50 e 100 mm.

Avançado: desnível superior a 100 mm.

- Ondulação

Irregularidade caracterizada por formação de ondas perpendiculares ao eixo da via, resultando em vibrações excessivas para veículos em movimento, conforme ilustrado na Figura 4.15 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: altura das depressões e elevações inferiores a 50 mm.

Médio: altura das depressões e elevações superiores a 50 mm e inferiores a 100 mm.

Avançado: altura das depressões e elevações superiores a 100 mm.



(a) Afundamento nas trilhas de rodas sem sollevamento lateral



(b) Ondulação

Figura 4.15 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- Elevação

Irregularidade caracterizada pela elevação da superfície em relação ao nível original do pavimento, conforme ilustrado na Figura 4.16 (a). Inclui-se nesta tipologia de defeitos as elevações causadas pelo crescimento de raízes de árvores existentes sob as camadas do pavimento e as elevações oriundas de remendos mal executados.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 50 mm.

Médio: desnível entre 50 e 100 mm.

Avançado: desnível superior a 100 mm.

- Desnível, quebra ou falta de tampa de poço de visita (PV) de rede subterrânea

Desnível observado junto às tampas dos poços de visita das redes subterrâneas em relação ao nível do revestimento, conforme ilustrado na Figura 4.16 (b), ou mesmo quando a tampa estiver quebrada ou faltante.

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 25 mm.

Médio: desnível entre 25 e 50 mm.

Avançado: desnível superior a 50 mm ou quando a tampa estiver quebrada ou faltante.



(a) Elevação



(b) Desnível de tampa de PV

Figura 4.16 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- Imperfeição no suporte de concreto de tampa de poço de visita (PV) de rede subterrânea
São desníveis, trincas, desagregação do material ou qualquer outra avaria que possam ocorrer nos suportes de concreto das tampas de poços de visitas das redes subterrâneas, conforme ilustrado na Figura 4.17 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: quando a superfície do suporte estiver com até 50% da sua área deteriorada e **não** ocorrer panela.

Avançado: quando a superfície do suporte estiver com mais de 50% da sua área deteriorada e/ou ocorrer panela.

Observação: em caso de ocorrência de panela, a mesma deve ser registrada com seu respectivo nível de severidade.

- Derrame de material

Ocorrência de despejo de material asfáltico ou cimentício solidificado sobre o revestimento, gerando irregularidades na superfície, conforme ilustrado na Figura 4.17 (b).

Níveis de severidade:

Não se aplicam.



(a) Imperfeição no suporte de concreto de tampa de PV



(b) Derrame de material

Figura 4.17 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

4.1.2.1 Revestimento de Paralelepípedos

A seguir são descritos os defeitos e níveis de severidade que são restritos ao revestimento de paralelepípedos.

- Peças trincadas ou quebradas

Ocorrência de peças apresentando fissuras ou trincas dividindo a peça em duas ou mais partes, conforme ilustrado na Figura 4.18 (a).

Níveis de severidade:

Não se aplicam.

- Peças com desgastes ou polidas

Ocorrência de peças apresentando polimento de suas asperezas ou desgastadas de tal forma que comprometam a aderência aos pneus dos veículos, constituindo riscos à segurança da via, conforme ilustrado na Figura 4.18 (b).

Níveis de severidade:

Não se aplicam.



(a) Peças trincadas ou quebradas



(b) Peças com desgaste ou polidas

Figura 4.18 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- Peças salientes

Ocorrência de peças que apresentem desnível excessivo (individualizado) em relação às demais, conforme ilustrado na Figura 4.19 (a).

Níveis de severidade:

Inicial: desnível inferior a 10 mm.

Médio: desnível entre 10 e 30 mm.

Avançado: desnível superior a 30 mm.

- **Panela**

Cavidade na superfície do pavimento denotando ausência de peças do calçamento e exposição das camadas inferiores, conforme ilustrado na Figura 4.19 (b).

Níveis de severidade:

Inicial: quando há a falta de uma peça isolada.

Médio: quando há falta de duas até cinco peças adjacentes.

Avançado: quando há falta de mais de cinco peças adjacentes.



(a) Peças salientes



(b) Panela

Figura 4.19 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos

- **Deformação por Aceleração, Frenagem ou Mudança de Direção**

Deformação longitudinal, transversal ou radial, descaracterizando a disposição das peças, conforme ilustrado na Figura 4.20. Em geral localizam-se em ladeiras, curvas, interseções e paradas de ônibus, causadas pela aceleração, frenagem ou mudança de direção dos veículos.

Níveis de severidade:

Inicial: quando o deslocamento máximo for inferior a 100 mm.

Médio: quando o deslocamento máximo for superior a 100 mm e inferior a 200 mm.

Avançado: quando o deslocamento máximo for superior a 200 mm.



Figura 4.20 – Defeitos em pavimentos com paralelepípedos: deformação por aceleração frenagem ou mudança de direção

4.1.2.2 Revestimento de Pedras Irregulares

A seguir é apresentado o único defeito que tem descrição específica para o revestimento de pedra irregular.

- **Panela**

Cavidade na superfície do pavimento denotando ausência de peças do calçamento e exposição das camadas inferiores, conforme ilustrado na Figura 4.21.

Níveis de severidade:

Inicial: em cavidades com diâmetro menor ou igual a 25 cm.

Médio: em cavidades com diâmetro maior do 25 cm e menor ou igual a 50 cm

Avançado: em cavidades com diâmetro maior do 50 cm.



Figura 4.21 – Defeitos em pavimentos com pedras irregulares: panela

4.1.3 Modelo para Determinar o Índice da Condição do Pavimento (ICP)

Após a análise das metodologias existentes, optou-se por trabalhar com o modelo que obtém o Índice da Condição de Pavimentos (ICP) através de valores de dedução, seguindo o procedimento estabelecido no método PCI (Shain e Khon, 1979-b), descrito no item 2.4.2.6. Esta escolha fundamentou-se principalmente no fato que este modelo considera dois elementos muito importantes na degradação dos pavimentos: o nível de severidade dos defeitos e a área do pavimento que está afetada, através da densidade do defeito.

Para ser possível o cálculo do ICP, é necessária a determinação das curvas dos valores de dedução para os defeitos de cada tipo de revestimento, observando-se as condições locais. Neste trabalho foram feitas tentativas de empregar as curvas de dedução do método PCI para calcular o ICP em alguns trechos avaliados objetivamente. Foram usadas curvas de valores de dedução de defeitos do Método PCI que possuem similaridades com os defeitos da nova metodologia. Os resultados obtidos não apresentaram coerência. Constatou-se que, mesmo para o revestimento asfáltico, a metodologia proposta apresenta diferenças significativas em relação ao método PCI. Além da distinção entre os tipos de defeitos e níveis de severidade, também há diferenças na dimensão das áreas amostrais e na forma de levantamento dos defeitos.

Este trabalho não tem como objetivo a determinação das curvas dos valores de dedução, apenas propõe os procedimentos a serem seguidos e apresenta, no capítulo seguinte, resultados obtidos para alguns defeitos em um estudo preliminar. Assim, atualmente, não é possível a obtenção do ICP com o emprego da nova metodologia. A avaliação subjetiva proposta, apresentada no item 4.2, tem como objetivo complementar a avaliação objetiva, enquanto não se dispõe das curvas de valores de dedução.

4.1.3.1 Determinação das Curvas de Valores de Dedução

A determinação das curvas de valores de dedução requer um estudo de longa duração, devendo ser realizado por etapas e prevendo ajuste ao longo do tempo a medida que são armazenados dados. A atribuição de valores de dedução exige conhecimento sobre o efeito dos defeitos na condição estrutural do pavimento e no conforto ao rolamento. Devido à heterogeneidade de conhecimento da equipe de avaliadores da SMOV, será preciso o

treinamento intensivo da equipe ou mesmo formação de um grupo através da seleção de componentes com maior conhecimento e experiência para trabalhar nesta atividade.

A atribuição de valores de dedução é uma atividade um tanto demorada, pois exige a análise dos defeitos quanto ao seu efeito na condição da superfície de avaliação. Assim, para não haver prejuízo na produtividade de avaliação de pavimentos necessária para o cumprimento dos compromissos da Prefeitura, propõe-se que esta atividade seja realizada periodicamente com um grupo de, no mínimo, cinco avaliadores.

Os passos para a determinação das curvas de dedução são descritas abaixo:

- 1) Deve ser realizada a avaliação objetiva, com o levantamento dos defeitos e níveis de severidade existentes na superfície de avaliação, com base na metodologia proposta;
- 2) Em seguida, cada avaliador, individualmente, avalia subjetivamente a superfície de avaliação, atribuindo o Valor da Condição do Pavimento (VCP), de acordo com o procedimento descrito no item 4.2;
- 3) É calculado o Valor de Dedução Total para a superfície de avaliação, sendo:

$$\text{VDT} = 100 - \text{VCP};$$

- 4) O VDT deve ser distribuído, por cada avaliador, entre os defeitos e níveis de severidade existentes na superfície de avaliação, proporcionalmente à importância de cada defeito. Devem ser considerados aspectos como a densidade do defeito, os níveis de severidade, o efeito do defeito sobre a condição funcional e estrutural do pavimento e o prejuízo causado ao conforto de rolamento;
- 5) Após a análise estatística dos dados para sua validação, são traçadas as curvas correlacionando as densidades dos defeitos com os respectivos valores de dedução médios obtidos.

O modelo da planilha utilizado é apresentado no Anexo C.

Estudos futuros deverão ser realizados a fim de validar as curvas de valores de dedução e o modelo para o cálculo do Índice da Condição dos Pavimentos.

4.2 A AVALIAÇÃO SUBJETIVA

A avaliação subjetiva proposta consiste na atribuição de uma nota individual por dois avaliadores à condição superficial de cada seção de avaliação, denominada Valor da Condição do Pavimento (VCP). Esta nota refere-se a qualidade em que se encontra o pavimento avaliado.

Tem como objetivo complementar a avaliação objetiva, uma vez que ainda não se dispõe de um modelo matemático para a obtenção do Índice da Condição do Pavimento. Ao mesmo tempo deverá servir como um subsídio para a geração deste modelo.

A atribuição de notas às superfícies de avaliação pelos avaliadores apresenta como dificuldade a incerteza quanto à confiabilidade e repetibilidade dos dados, uma vez que a equipe disponível para a realização desta atividade é composta por auxiliares técnicos do quadro funcional da Secretaria, acadêmicos de Engenharia Civil e estagiários do curso técnico em Estradas. Assim, possuem diferentes níveis de conhecimento e experiência nesta atividade.

Buscando a padronização das respostas, optou-se pelo estabelecimento de critérios que auxiliem na definição da condição superficial de pavimentos, a exemplo da metodologia descrita por Zimmerman et al. (1994).

Objetivando que a realidade da cidade fosse retratada, a elaboração dos critérios fundamentou-se em uma avaliação subjetiva da condição superficial com um painel de sete engenheiros, dos quais cinco fazem parte do quadro funcional da Divisão de Conservação de Vias Urbanas e dois são consultores externos que trabalham no desenvolvimento do Sistema de Gerência de Pavimentos.

4.2.1 Avaliação Subjetiva pelo Painel de Engenheiros

A pesquisa realizada com o painel de engenheiros consistiu na atribuição de notas para superfícies de avaliação, previamente avaliadas objetivamente, segundo os conceitos e a escala estabelecida para a determinação do Valor de Serventia Atual (VSA) na norma do DNIT-PRO 009/2003 e apresentadas no Quadro 2.1.

A vistoria foi realizada através do caminhamento dos trechos. Os participantes foram orientados a atribuir notas à condição da superfície de avaliação. Foi solicitado que cada

engenheiro atribuisse as notas de acordo com seus próprios entendimentos e padrões de aceitação para cada conceito. Isto é, não houve nenhuma combinação prévia de como deveria estar um pavimento para ser enquadrado dentro de uma determinada condição.

4.2.1.1 Seleção dos Trechos Avaliados pelo Painel

A seleção de trechos baseou-se em duas condicionantes: a condição do pavimento e o tipo de tráfego atuante.

Foram escolhidos trechos com o intuito de que pavimentos nas diversas condições fossem vistoriados. Inicialmente, selecionaram-se trechos através da análise de arcos avaliados objetivamente, procurando identificar diversas situações de tipos de defeitos e densidades. Após uma primeira etapa de avaliações com o painel, verificou-se que poucos casos receberam conceitos de ruim e péssimo. Então, buscaram-se trechos em condições mais precárias, indicados pelos engenheiros que atuam nas seções de conservação.

Quanto ao tipo de tráfego, atentou-se para que os trechos representassem situações diversas de volumes de tráfego e tipo de veículo que neles trafegam. Na tabela 4.1 são apresentadas as distribuições percentuais dos arcos avaliados segundo a classe funcional, a existência de linhas de ônibus, a utilização como corredor exclusivo para ônibus e para tráfego de veículos em geral (automóveis, ônibus e caminhões).

Tabela 4.1 Distribuição percentual dos arcos amostrais segundo as características do tráfego

Revestimento	Asfáltico	Paralelepípedos	Pedra Irregular
Arterial (%)	75	0	0
Coletora (%)	20	53	32
Local (%)	5	47	68
Total (%)	100	100	100
Corredor exclusivo para ônibus (%)	35	0	0
Veículos em geral e ônibus (%)	60	53	32
Veículos em geral (%)	5	47	68
Total (%)	100	100	100

Na Tabela 4.1, observa-se que não foram avaliadas vias pavimentadas com paralelepípedos e pedras irregulares cuja classe funcional seja arterial, pois este tipo de

pavimento existe, em geral, em ruas de tráfego local, mas que são classificadas como coletoras por haver circulação de transporte coletivo.

Na Tabela 4.2 é apresentado o resumo sobre os arcos e superfícies de avaliação vistoriados para cada tipo de revestimento. As superfícies de avaliação correspondem, em média, a 27% da extensão total e da área dos arcos de cada tipo de revestimento.

Tabela 4.2 Resumo dos totais de arcos e superfícies de avaliação vistoriados

Revestimento	Asfáltico	Paralelepípedo	Pedra Irregular
Nº arcos	20	19	22
Extensão total dos arcos (m)	2.796	2.070	2.432
Área dos arcos (m ²)	19.884	17.136	19.604
Nº de Superfícies de Avaliação (SA)	73	61	67
Extensão total das SA (m)	730	610	670
Área total das SA (m ²)	5.082	5.046	5.447

4.2.1.2 Resultados Obtidos para Revestimento Asfáltico

Os valores obtidos através da avaliação subjetiva para revestimento asfáltico realizada pelo painel de engenheiros são apresentados na Tabela 4.3. Os avaliadores A1, A2 e A3 são engenheiros e consultores externos. Devido a impossibilidade de participação do Avaliador 2 em todas as saídas de campo, este foi substituído pelo Avaliador 3. Os demais avaliadores são engenheiros do corpo técnico da Divisão de Conservação de Vias Urbanas da SMOV.

Foi realizada a análise estatística dos dados para identificar possíveis erros. As conclusões são descritas abaixo:

- Coeficiente de Variação: observou-se que, da totalidade de superfícies de avaliação, 8% resultaram em coeficientes de variação maiores que 50%. Todos estes elementos são conceituados como ruim ou péssimo, o que em parte explica os valores de CV elevados, pois existe a tendência de aumento da variabilidade com o decréscimo da condição do pavimento;
- Leniência: foi verificado cada avaliador individualmente. Identificou-se que os avaliadores 4 e 5 atribuíram notas máximas em 23% e 19% das amostras, respectivamente. Porém, no restante das superfícies de avaliação, estes avaliadores

atribuíram notas que estavam ora acima e ora abaixo da média, ocorrendo inclusive valores mínimos. Desta forma, não ficou evidenciado este tipo de erro.

- **Tendência Central:** também foi verificado cada avaliador, não sendo identificado a presença deste erro.
- **Discrepância:** para efetuar a análise de discrepância, utilizou-se o valor recomendado pela Norma DNIT 009/2003-PRO, que admite diferenças de até 1,5 entre avaliadores individuais. Com este critério observou-se que em 27% das superfícies de avaliação apresentaram discrepância entre avaliadores. Buscou-se identificar se esta ocorrência estava associada a determinados avaliadores, porém constatou-se que estava dispersa entre os avaliadores.

Não sendo identificado nenhuma causa para os valores discrepantes, procedeu-se a aceitação dos valores obtidos como resultados finais.

Na Figura 4.22 é apresentado o histograma com a distribuição de frequência dos conceitos observados. Nota-se que poucas superfícies de avaliação receberam o conceito péssimo, o que prejudica a análise dos pavimentos nesta condição.

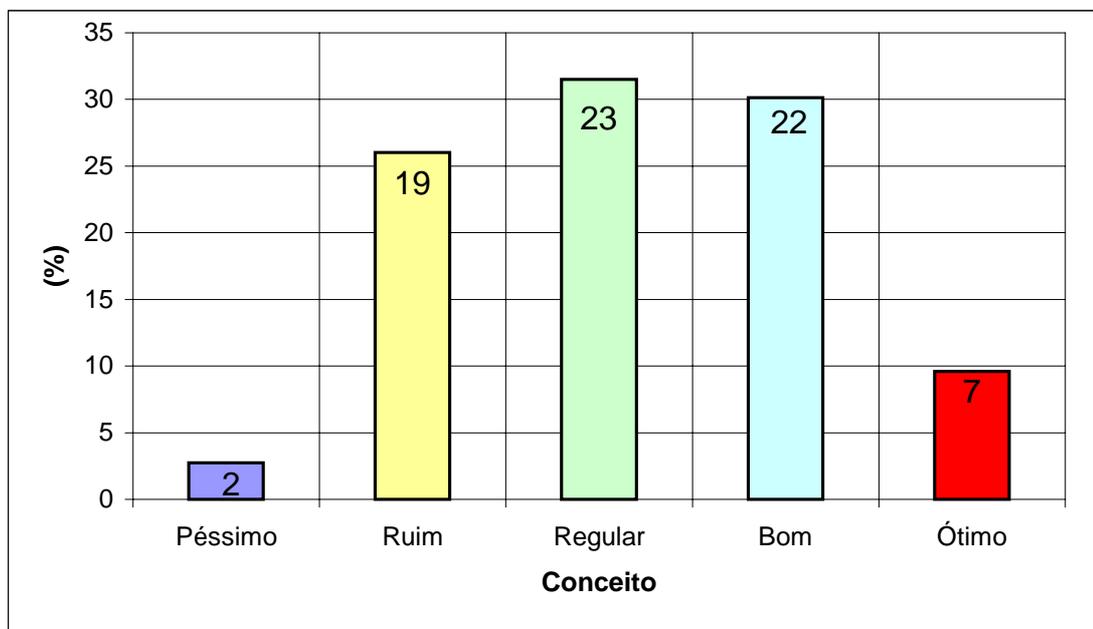


Figura 4.22 Distribuição de frequência dos conceitos obtidos para revestimento asfáltico

Tabela 4.3 Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva com o painel de engenheiros para revestimento asfáltico

Arco	Superfície de Avaliação (SA)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: Av Ipiranga																
500068	SAE1	3,20	3,20	-	2,90	3,50	2,60	2,70	3,00	3,01	0,31	10,4	2,60	3,50		bom
500068	SAI1	3,50	3,70	-	3,00	4,10	2,80	3,00	3,20	3,33	0,46	13,8	2,80	4,10		bom
500068	SAI2	1,80	2,00	-	2,50	2,50	2,20	2,00	2,50	2,21	0,29	13,1	1,80	2,50		regular
500068	SAE2	4,50	4,50	-	4,30	4,90	4,50	4,50	4,80	4,57	0,21	4,5	4,30	4,90		ótimo
500089	SAE1	4,30	4,50	-	3,90	4,50	4,50	4,50	4,80	4,43	0,28	6,2	3,90	4,80		ótimo
500089	SAI1	3,80	3,90	-	2,90	3,80	3,60	2,90	3,20	3,44	0,44	12,6	2,90	3,90		bom
500089	SAI2	4,00	3,80	-	2,90	4,80	3,50	3,50	4,00	3,79	0,59	15,5	2,90	4,80	sim	bom
500089	SAE2	2,50	3,30	-	2,80	2,80	3,20	2,50	3,50	2,94	0,40	13,4	2,50	3,50		regular
500258	SAE1	3,80	3,80	-	2,90	3,00	3,20	3,00	3,20	3,27	0,38	11,5	2,90	3,80		bom
500258	SAI1	2,50	2,00	-	2,70	2,80	2,50	1,50	2,70	2,39	0,47	19,7	1,50	2,80		regular
500258	SAI2	2,20	2,00	-	2,70	2,90	3,00	2,80	3,00	2,66	0,40	15,0	2,00	3,00		regular
500258	SAE2	2,20	1,90	-	2,60	2,50	3,20	2,80	2,10	2,47	0,45	18,1	1,90	3,20		regular
500287	SAE1	3,30	2,00	-	2,80	3,50	3,20	2,90	3,00	2,96	0,49	16,4	2,00	3,50		regular
500287	SAI1	2,50	2,80	-	2,90	2,80	3,20	2,50	2,80	2,79	0,24	8,7	2,50	3,20		regular
12311	SAE1	2,50	2,00	-	2,70	2,00	3,00	3,10	3,50	2,69	0,56	21,0	2,00	3,50		regular
12311	SAI1	4,00	3,50	-	3,10	4,00	4,00	3,90	3,00	3,64	0,44	12,2	3,00	4,00		bom
12311	SAI2	4,30	3,80	-	3,50	4,00	4,50	4,00	3,50	3,94	0,38	9,6	3,50	4,50		bom
12311	SAE2	4,00	3,60	-	3,20	3,50	4,00	4,00	4,00	3,76	0,33	8,7	3,20	4,00		bom
11909	SAI1	1,90	-	1,80	2,40	1,70	1,80	3,50	3,00	2,30	0,70	30,5	1,70	3,50	sim	regular
11909	SAI2	1,70	-	1,80	2,00	1,50	1,50	2,50	2,00	1,86	0,35	18,9	1,50	2,50		ruim
11909	SAIESP	1,50	-	1,70	2,40	1,40	1,20	2,30	3,00	1,93	0,65	33,8	1,20	3,00	sim	ruim
11909	SAI3	1,50	-	1,60	2,30	1,80	1,20	2,30	2,80	1,93	0,56	29,0	1,20	2,80	sim	ruim
11909	SAE2	1,20	-	1,70	2,00	1,20	1,00	2,30	2,00	1,63	0,50	30,6	1,00	2,30		ruim
Logradouro: R Gen Tibúrcio																
12335	SAE1	1,20	1,80	-	2,00	1,00	1,20	1,80	2,00	1,57	0,42	26,9	1,00	2,00		ruim
12335	SAI1	1,80	1,80	-	2,20	0,80	1,80	1,80	2,00	1,74	0,44	25,4	0,80	2,20		ruim
Logradouro: R Felipe de Oliveira																
11409	SAE1	3,50	3,50	-	2,90	3,80	3,80	3,50	2,50	3,36	0,48	14,4	2,50	3,80		bom
11409	SAI1	4,50	4,50	-	3,30	4,90	4,50	4,50	4,80	4,43	0,53	11,9	3,30	4,90	sim	ótimo
Logradouro: R Prof Ivo Corseuil																
11648	SAE1	4,00	3,90	-	3,00	4,00	4,00	3,90	4,00	3,83	0,37	9,6	3,00	4,00		bom
11648	SAI1	4,00	3,80	-	3,00	3,80	4,00	3,00	2,80	3,49	0,53	15,1	2,80	4,00		bom
11453	SAE1	3,30	2,40	-	3,00	3,80	3,80	2,90	3,00	3,17	0,51	15,9	2,40	3,80		bom
11453	SAI1	3,80	3,00	-	2,90	4,00	3,80	3,50	3,50	3,50	0,42	11,9	2,90	4,00		bom
11453	SAI2	3,80	3,00	-	2,90	3,80	3,80	3,70	3,50	3,50	0,39	11,2	2,90	3,80		bom
11453	SAE2	2,80	2,40	-	2,70	2,80	3,50	3,50	3,00	2,96	0,41	13,9	2,40	3,50		regular
Logradouro: R Carazinho																
10410	SAE1	3,30	2,60	-	2,80	2,80	3,50	3,00	3,00	3,00	0,31	10,4	2,60	3,50		regular
10410	SAI1	3,00	2,80	-	2,90	3,50	3,70	3,20	3,80	3,27	0,40	12,2	2,80	3,80		bom
Logradouro: R Voluntários da Pátria																
8038	SAE1	2,00	-	0,80	2,00	1,50	1,50	1,50	2,00	1,61	0,44	27,1	0,80	2,00		ruim
8038	SAI1	0,80	-	0,30	0,80	0,00	0,00	0,50	0,40	0,40	0,33	82,9	0,00	0,80		péssimo
8038	SAI2	2,00	-	0,90	2,00	2,00	1,00	1,00	0,80	1,39	0,58	41,8	0,80	2,00		ruim
8038	SAE2	3,50	-	2,00	2,50	3,00	3,00	1,50	2,00	2,50	0,71	28,3	1,50	3,50	sim	regular

Tabela 4.3 (continuação) - Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva com o painel de engenheiros para revestimento asfáltico

Arco	Superfície de Avaliação (SA)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: Av Protásio Alves																
11276	SAE1(P1)	2,50	1,80	-	2,60	2,50	1,80	1,50	1,50	2,03	0,49	24,1	1,50	2,60		regular
11276	SAI1(P1)	4,50	4,20	-	3,30	4,90	4,50	4,50	4,50	4,34	0,50	11,6	3,30	4,90	sim	ótimo
11276	SAE1(P2 - O)	2,00	1,90	-	3,00	2,50	3,00	2,80	3,00	2,60	0,48	18,4	1,90	3,00		regular
11276	SAI1(P2 - O)	1,50	1,00	-	2,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,93	0,61	65,4	0,50	2,00		péssimo
11313	SAE1(P1)	4,00	4,20	-	3,50	4,00	4,00	4,00	4,50	4,03	0,30	7,4	3,50	4,50		ótimo
11313	SAI1(P1)	4,50	4,00	-	3,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,29	0,39	9,2	3,50	4,50		ótimo
11313	SAE1(P2 - O)	3,20	3,00	-	3,00	3,00	3,50	2,80	3,00	3,07	0,22	7,2	2,80	3,50		bom
11313	SAI1(P2 - O)	2,50	2,80	-	2,80	2,90	3,00	2,90	-	2,82	0,17	6,1	2,50	3,00		regular
Logradouro: Av Osvaldo Aranha																
9320	SAE1(P2 - O)	2,50	-	1,90	2,90	3,20	2,80	4,00	3,80	3,01	0,73	24,2	1,90	4,00	sim	bom
9320	SAI1(P2 - O)	1,50	-	1,30	2,00	0,80	1,20	3,00	2,10	1,70	0,73	43,0	0,80	3,00	sim	ruim
9320	SAIESP(P2 - O)	1,20	-	1,20	1,80	0,50	1,00	2,80	2,40	1,56	0,82	52,4	0,50	2,80	sim	ruim
9320	SAI2(P2 - O)	0,80	-	1,20	0,80	0,30	0,80	2,30	2,10	1,19	0,74	62,6	0,30	2,30	sim	ruim
9320	SAI3(P2 - O)	2,20	-	1,90	2,00	1,50	2,50	3,00	2,50	2,23	0,49	21,9	1,50	3,00		regular
9320	SAI4(P2 - O)	2,20	-	1,80	2,30	0,80	2,50	3,10	2,60	2,19	0,73	33,4	0,80	3,10	sim	regular
9320	SAI5(P2 - O)	4,50	-	4,30	3,00	4,00	4,50	4,50	4,00	4,11	0,54	13,1	3,00	4,50		ótimo
9320	SAI6(P2 - O)	4,00	-	3,80	3,40	3,80	3,80	4,50	4,00	3,90	0,33	8,5	3,40	4,50		bom
9320	SAE2(P2 - O)	4,20	-	4,10	3,00	3,20	4,20	4,50	4,60	3,97	0,62	15,7	3,00	4,60	sim	bom
9320	SAE1(P3 - O)	2,50	-	2,20	2,60	3,50	2,80	3,50	3,80	2,99	0,61	20,4	2,20	3,80	sim	regular
9320	SAI1(P3 - O)	1,50	-	1,50	2,00	1,00	1,20	3,20	2,50	1,84	0,78	42,4	1,00	3,20	sim	ruim
9320	SAIESP(P3 - O)	1,50	-	1,10	2,00	0,80	1,00	2,80	2,40	1,66	0,76	45,9	0,80	2,80	sim	ruim
9320	SAI2(P3 - O)	2,00	-	1,90	1,70	3,20	2,50	3,00	2,50	2,40	0,57	23,6	1,70	3,20		regular
9320	SAI3(P3 - O)	2,00	-	1,20	2,00	2,00	2,20	-	1,80	1,87	0,35	18,8	1,20	2,20		ruim
9320	SAI4(P3 - O)	2,80	-	2,10	3,00	3,20	3,50	3,80	3,00	3,06	0,54	17,7	2,10	3,80	sim	bom
9320	SAI5(P3 - O)	1,00	-	0,80	1,00	0,50	2,20	2,00	1,90	1,34	0,67	50,1	0,50	2,20	sim	ruim
9320	SAI6(P3 - O)	1,00	-	0,80	2,00	1,00	2,50	2,50	2,00	1,69	0,74	43,7	0,80	2,50	sim	ruim
9320	SAE2(P3 - O)	2,50	-	1,80	2,70	2,00	2,80	2,80	2,50	2,44	0,40	16,2	1,80	2,80		regular
Logradouro: Av João Pessoa																
11011	SAE1(P2 - O)	1,80	-	2,10	2,50	2,20	2,00	3,00	3,00	2,37	0,48	20,2	1,80	3,00		regular
11011	SAI1(P2 - O)	3,80	-	2,70	2,20	3,00	3,50	3,30	4,00	3,21	0,63	19,6	2,20	4,00	sim	bom
11011	SAI2(P2 - O)	1,00	-	1,30	1,80	1,60	1,00	2,50	1,80	1,57	0,53	33,8	1,00	2,50		ruim
11011	SAE2(P2 - O)	2,10	-	2,10	2,00	1,80	2,20	2,50	2,50	2,17	0,26	11,8	1,80	2,50		regular
11011	SAE1(P3 - O)	2,70	-	2,30	2,80	2,40	2,80	2,90	3,00	2,70	0,26	9,6	2,30	3,00		regular
11011	SAI1(P3 - O)	3,00	-	2,80	2,60	2,80	3,20	3,30	3,80	3,07	0,40	13,1	2,60	3,80		bom
11011	SAI2(P3 - O)	0,80	-	0,60	1,90	0,80	0,50	1,50	1,60	1,10	0,55	50,3	0,50	1,90		ruim
11011	SAE2(P3 - O)	2,50	-	1,90	1,80	1,60	1,80	2,20	2,00	1,97	0,30	15,1	1,60	2,50		ruim
Legenda: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8 –Avaliador CV – Coeficiente de Variação SAE1 – Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de início do arco viário SAE2 - Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de fim do arco viário SAI1, SAI2, SAI3, SAI4, SAI5 e SAI6 – Superfícies de avaliação internas SAIESP – Superfície de avaliação interna especial, cuja localização foi definida a fim de avaliar uma condição específica P1, P2 e P3 – Pista 1, Pista 2 e Pista 3 O – Pista com tráfego exclusivo de transporte coletivo (ônibus)																

A partir dos resultados obtidos, foram relacionados os conceitos obtidos para cada superfície de avaliação com a densidade de ocorrência dos defeitos obtida a partir do levantamento objetivo. A densidade refere-se ao percentual da área da superfície de avaliação afetada pelo defeito no respectivo nível de severidade. A única exceção a esta definição é o caso de panela onde a densidade é obtida entre a relação de número de ocorrência e a área da superfície de avaliação.

Para facilitar a análise, as densidades de ocorrência foram divididas em cinco intervalos: densidade menor ou igual a 5%; densidade menor ou igual a 10%; densidade menor ou igual a 30%; densidade menor ou igual a 50%; e densidade maior que 50%.

Foram agrupados todos os tipos de trincas em um único defeito, denominado trincamentos, mantendo-se os níveis de severidade inicial, médio e avançado. Não foram incluídos nesta análise os defeitos tipo desnível quebra ou falta de tampa de PV, imperfeição em suporte de tampa de PV e derrame de material, devido a pequena ocorrência observada.

Na Tabela 4.4 é apresentado o resultado do relacionamento entre a condição do pavimento e as densidades dos defeitos nos níveis de severidade (NS): inicial (I), médio (M) e avançado (A).

Com base na análise dos relacionamentos verificados, foram pré-estabelecidos critérios onde são discriminados os defeitos e respectivos níveis de severidade que podem ocorrer em cada intervalo de condição superficial, de acordo com a densidade de ocorrência. Para tanto, a densidade de ocorrência foi dividida em dois níveis, sendo áreas localizadas e extensas. Nos casos em que não é indicada a quantidade de defeitos que podem ocorrer nestes dois níveis de densidades, áreas localizadas são aquelas em que os defeitos são pontuais, não estando propagados na superfície de avaliação e, por sua vez, áreas extensas são aquelas em que os defeitos não são pontuais.

Este esboço foi apresentado ao grupo de engenheiros em reuniões, onde foram reavaliados todos os itens. Observou-se que, neste momento, o grupo foi mais exigente e criterioso que durante as avaliações em campo. A exemplo, nas avaliações em campo, foram obtidas notas entre 2 e 3, intervalo de notas do conceito regular, em superfícies de avaliação com trincas de fadiga em nível de severidade avançado em densidade maior que 50%, enquanto que, na discussão dos critérios, foi estabelecido que apenas 30% da área pode apresentar este defeito neste nível de severidade para ser considerado em condição regular.

Para complementar os critérios, foram selecionadas fotos para exemplificar e facilitar a visualização de cada intervalo de condição superficial.

Tabela 4.4 – Revestimento asfáltico: relacionamento da condição do pavimento e defeitos ocorridos

Condição	Tipo de Defeito	NS	Densidade				
			<=5	<=10	<=30	<=50	>50
Ótimo	Remendo de conservação padrão	I	X				
	Trincamentos	I	X				
	Afundamentos sem solevamento lateral	I	X				
	Desgaste superficial	I/A			X		
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	I					X
Bom	Remendo de conservação emergencial	A	X				
	Panela	I	X				
	Elevação	I	X				
	Afundamento com solevamento lateral	I/A	X				
	Remendo de conservação emergencial	I		X			
	Afundamento sem solevamento lateral	A		X			
	Elevação	M		X			
	Remendo de conservação padrão e intervenção em redes	A			X		
	Trincamentos	A			X		
	Afundamento sem solevamento lateral	M			X		
	Afundamento nas trilhas de rodas com solevamento lateral	M			X		
	Trincamentos	M				X	
	Desgaste superficial	I					X
	Afundamento sem solevamento lateral	I					X
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	I					X
Regular	Panela	I/M/A	X				
	Remendo padrão, emergencial e intervenção em redes	A		X			
	Trincamentos	I		X			
	Trincamentos	M			X		
	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	I / A			X		
	Remendo de conservação padrão e intervenção em redes	I				X	
	Desgaste superficial	A				X	
	Trincamentos	A					X
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	I					X
	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	M					X
	Desgaste superficial	I					X
	Corrugação	I					X
Ruim	Afundamento sem solevamento lateral	I					X
	Panela	A	X				
	Afundamento com solevamento lateral	I/M/A	X				
	Panela	I/M		X			
	Corrugação	M		X			
	Afundamento sem solevamento lateral	M		X			
	Remendo de conservação emergencial	A			X		
	Afundamento nas trilhas de rodas com solevamento	I / M			X		
	Afundamento nas trilhas de rodas sem solevamento	M			X		
	Remendo de conservação padrão e intervenção em rede	I				X	
	Trincamentos	M				X	
	Afundamento sem solevamento lateral	I				X	
	Remendo de conservação padrão e intervenção em redes	A					X
	Trincamentos	I / A					X
	Desgaste superficial	I / A					X
Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	A					X	
Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	I					X	
Péssimo	Trincamentos	M		X			
	Panela	M/A		X			
	Desgaste superficial	A		X			
	Remendos de conservação padrão e intervenção em redes	A			X		
	Desgaste superficial	I			X		
	Remendos de conservação emergencial	A				X	
	Trincamentos	A				X	
	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	I				X	
	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	A					X

4.2.1.3 Critérios para Avaliação Subjetiva de Revestimento Asfáltico

A seguir são apresentados os critérios definidos para o revestimento asfáltico. Para que o Valor da Condição do Pavimento se correlacione diretamente ao Índice da Condição do Pavimento, adotou-se a escala de 0 a 100, relacionando-a proporcionalmente a escala do VSA. Também, foi alterado o conceito “ótimo” pelo conceito “muito bom”, pois neste intervalo de notas admitem-se a ocorrência de alguns defeitos, e o termo “ótimo” subentende que o pavimento esteja em perfeito estado.

Conceito: Muito Bom

Intervalo de VCP: 100 – 91

Em geral, são pavimentos novos. A superfície do pavimento está em ótima condição, muito suave ao rolamento.

VCP próximo a 100: não apresenta nenhum defeito.

VCP próximo a 91: existindo depressões e/ou saliências construtivas que não causam nenhum efeito ao tráfego.

Intervalo de VCP: 90 – 81

A superfície do pavimento está em muito boa condição, apresentando:

- **Em áreas localizadas**
 - Desgaste superficial inicial;
 - Polimento de agregados;
 - Trincamentos iniciais;
 - Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
 - Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial.
- Quando ocorrer mais de três tipos de defeitos possíveis na condição Muito Bom, o pavimento não poderá receber nota superior a 81.



Figura 4.23 – Pavimentos com revestimento asfáltico em muito bom estado

Conceito: Bom

Intervalo de VCP: 80 - 71

O pavimento está em boa condição, ocorrendo:

- **Em áreas localizadas**
 - Remendos de conservação padrão ou de intervenção em redes subterrâneas em nível de severidade inicial;
 - Trincamentos em nível de severidade médio;
 - Trincamentos em nível de severidade avançado, caso não exista outro tipo de defeito;
 - Exsudação em nível de severidade inicial.
- **Em áreas extensas**
 - Trinca isolada de retração/reflexão em nível de severidade inicial;
 - Desgaste superficial inicial;
 - Polimento de agregados.
- Quando ocorrer mais de cinco tipos de defeitos possíveis na condição BOM, o pavimento não poderá receber nota superior a 71.

Intervalo de VCP: 70 – 61

A superfície do pavimento apresenta sinais de degradação, apresentando:

- **Em áreas localizadas**
 - Remendos de conservação padrão e intervenção em nível de severidade avançado, com defeitos incipientes;
 - Trincamentos em nível severidade avançado;
 - Panela em nível de severidade inicial, se localizadas fora da área de tráfego;
 - Desgaste superficial em nível de severidade avançado;
 - Exsudação em nível de severidade médio;
 - Afundamento sem solevamento lateral em nível de severidade médio;
 - Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral em nível de severidade médio;
 - Afundamento com solevamento lateral em nível de severidade inicial;
 - Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral em nível de severidade inicial;
 - Elevação em nível de severidade inicial.
- **Em áreas extensas**
 - Trincamentos em nível de severidade inicial.



Figura 4.24 – Pavimentos com revestimento asfáltico em bom estado

Conceito: Regular

Intervalo de VCP: 60 - 51

A degradação da superfície já é mais acentuada, ocorrendo:

➤ **Em áreas localizadas**

- Exsudação em nível de severidade avançada;
- Corrugação em nível de severidade inicial.
- Afundamento com solevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral em nível de severidade médio;
- Elevação em nível de severidade médio.

➤ **Em áreas extensas**

- Trincamentos em nível de severidade médio e avançado em até 30% da área;
- Afundamento sem solevamento em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral em nível severidade inicial.

Intervalo de VCP: 50 – 41

O pavimento apresenta sinais de danos mais acentuados causados pelo tráfego e pela deficiência do material do revestimento, ocorrendo:

➤ **Em áreas localizadas**

- Remendos de conservação padrão ou de intervenção em redes em nível de severidade avançado;
- Remendo de conservação emergencial em nível de severidade inicial e avançado;
- Panelas em nível de severidade inicial e médio (até três unidades);
- Afundamento sem solevamento em nível de severidade avançado;
- Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento em nível de severidade avançado.

➤ **Em áreas extensas**

- Trincamentos em nível de severidade médio em até 50% da área;
- Desgaste superficial em nível de severidade avançado;
- Exsudação em nível de severidade média;
- Afundamento nas trilhas de rodas com solevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem solevamento lateral em nível de severidade médio.



Figura 4.25 – Pavimentos com revestimento asfáltico em estado regular

Conceito: Ruim

Intervalo de VCP: 40 - 31

O pavimento está em condição ruim.

➤ Em áreas localizadas

- Panela em nível de severidade avançado (1 unidade);
- Corrugação em nível de severidade médio e avançado;
- Afundamento com solevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Elevação em nível de severidade avançado.

➤ Em áreas extensas

- Remendos de conservação padrão, intervenção ou emergencial em área generalizada;
- Trincamento em nível de severidade médio em mais de 50% da área ;
- Trincamento em nível de severidade avançado em mais de 30% da área;
- Exsudação em nível de severidade avançado;
- Corrugação em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de rodas com solevamento em nível de severidade médio;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem solevamento em nível de severidade avançado.

Intervalo de VCP: 30 - 21

A superfície do pavimento está se aproximando de uma condição em que a trafegabilidade é difícil.

- Ocorre afundamento sem solevamento em nível de severidade médio ou avançado em área extensa;
- O trincamento por fadiga é muito severo (faltando partes do material) e ocorre em extensão generalizada;
- Ocorrem painelas de nível de severidade inicial, médio e avançado;
- Corrugação em nível de severidade médio e avançado em área extensa;
- Afundamento nas trilhas de rodas com solevamento lateral em nível de severidade avançado, somente onde não há ocorrência de trincamentos ou remendos ou painelas.



Figura 4.26 – Pavimentos com revestimento asfáltico em estado ruim

Conceito: Péssimo

- VCP próximo de 20: o pavimento está arruinado; a trafegabilidade é difícil.
- VCP inferior a 10: a superfície do pavimento está completamente desintegrada e/ou ondulada; a trafegabilidade é severamente afetada.
- VCP igual a zero: somente quando o pavimento não tem mais revestimento ou não é mais possível o tráfego em função das deformações existentes.



Figura 4.27 – Pavimentos com revestimento asfáltico em péssimo estado

4.2.1.4 Resultados Obtidos para Pavimentos com Paralelepípedos e Pedras Irregulares

Os valores obtidos na avaliação subjetiva realizada pelo painel de avaliadores para os arcos viários revestidos com paralelepípedos e pedras irregulares estão apresentados nos Anexos D e E.

Os avaliadores A1, A2 e A3 são engenheiros consultores e os demais são engenheiros do corpo técnico da SMOV/DCVU. Os avaliadores A2 e A8 não tiveram disponibilidade de participar da segunda etapa da pesquisa, sendo que o avaliador A3 substituiu o avaliador A2.

A partir destes valores foi realizada a análise estatística isoladamente para cada revestimento. Verificou-se similaridade nos resultados obtidos, os quais são resumidos abaixo:

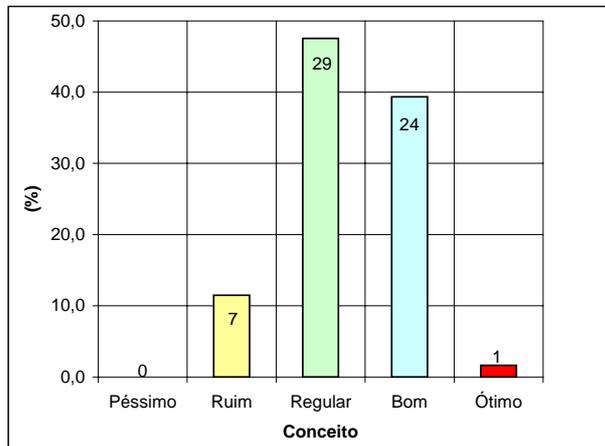
- Coeficiente de variação: apenas em uma superfície de avaliação de cada revestimento obteve-se coeficiente de variação maior que 50%. Nestes dois casos o conceito obtido para a superfície de avaliação foi “péssimo”.

- Leniência: foi avaliado cada avaliador individualmente, buscando identificar a tendência de atribuição de notas elevadas, se comparado a nota atribuída pelo grupo. Observou-se que o avaliador A7 apresentou em 70% das superfícies de avaliação em paralelepípedos notas máximas e 63% em pedras irregulares. Em 94% das amostras de pedras irregulares a nota atribuída por este avaliador foi maior do que a média e em paralelepípedo este fato se repetiu em todas as amostras. Desta forma, concluiu-se que este avaliador teve um comportamento leniente e excluiu-se as suas notas. Este comportamento não foi identificado nos demais avaliadores.
- Tendência central: também foi analisado cada avaliador individualmente. Observou-se que o avaliador A4, nas superfícies de avaliação dos arcos em pedras irregulares, atribuiu valores entre 1,9 e 3, porém constatou-se que em apenas uma superfície o valor é discrepante das notas atribuídas pelos demais avaliadores. Decidiu-se, então, por manter as notas concedidas por este avaliador. Não foi observado comportamento de centralidade nos demais avaliadores.
- Discrepância: procedeu-se a análise de valores discrepantes de forma análoga a adotada no revestimento asfáltico, isto é, admitindo-se diferenças de até 1,5 entre valores individuais. Em paralelepípedos obteve-se 28% das amostras com valores discrepantes, enquanto nas amostras de pedras irregulares foi de 34%. Verificou-se que o avaliador A7, já excluído por leniência, constou na maioria destas superfícies de avaliação (mais de 70%). Entre os avaliadores com valores discrepantes foi observado também a presença predominante dos avaliadores A4 e A5. Porém com a exclusão do avaliador A7, reduziu significativamente a quantidade de amostras nesta situação, decidindo-se por manter as notas dos avaliadores A4 e A5.

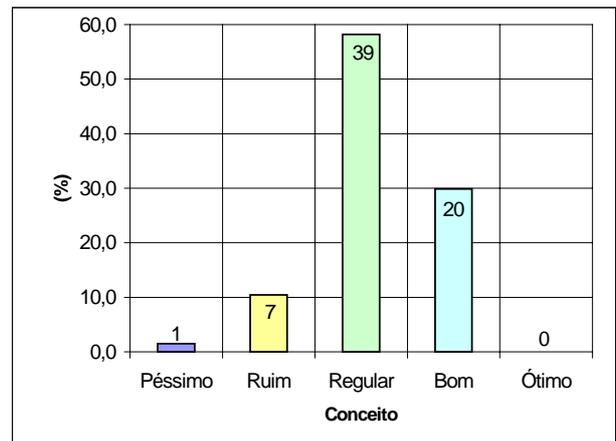
As Tabela 4.5 e 4.6 apresentam os valores corrigidos, obtidos através da exclusão das notas atribuída do avaliador A7, para as amostras de pavimentos revestidos com paralelepípedos e pedras irregulares, respectivamente. A quantidade de amostras com valores discrepantes resultou em 15% nos pavimentos de paralelepípedos e 21% nos de pedras irregulares.

As Figuras 4.28 (a) e (b) apresentam os histogramas com a distribuição de frequência dos conceitos observados para as amostras de paralelepípedos e pedras irregulares. Nota-se aqui que nestes revestimentos ocorreu uma concentração de superfícies de avaliação com os

conceitos “regular” e “bom”, poucas amostras com conceito “ruim” e a inexistência ou somente uma amostra conceituadas como “péssimo” e “ótimo”, prejudicando a análise para fins de definição dos critérios para estas condições, principalmente para as condições extremas.



(a) Paralelepípedos



(b) Pedras irregulares

Figura 4.28 - Distribuição de frequência dos conceitos obtidos

Tabela 4.5 - Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva para paralelepípedos

Arco	Superfície de Avaliação	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota máx	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: R Pirapó																
10764	SAE1	2,20	2,40	-	3,00	2,80	3,00	-	3,50	2,82	0,47	16,6	2,20	3,50		Regular
10764	SAI1	2,50	3,00	-	3,00	3,80	3,50	-	2,80	3,10	0,47	15,3	2,50	3,80		Bom
10667	SAE1	3,70	2,80	-	2,50	3,60	3,50	-	3,40	3,25	0,48	14,9	2,50	3,70		Bom
10667	SAI1	3,70	3,50	-	3,00	3,80	3,80	-	3,50	3,55	0,30	8,5	3,00	3,80		Bom
Logradouro: Av Bagé																
10548	SAE1	3,80	3,20	-	2,90	3,80	3,80	-	2,40	3,32	0,59	17,7	2,40	3,80		Bom
10548	SAI1	2,50	2,50	-	2,80	2,70	2,30	-	2,00	2,47	0,29	11,7	2,00	2,80		Regular
10602	SAE1	2,20	2,40	-	2,70	1,80	2,80	-	1,50	2,23	0,51	22,8	1,50	2,80		Regular
10602	SAI1	2,20	2,50	-	2,50	2,00	1,50	-	1,20	1,98	0,53	26,9	1,20	2,50		Ruim
10602	SAI2	2,70	2,40	-	2,60	2,80	2,50	-	1,50	2,42	0,47	19,5	1,50	2,80		Regular
10602	SAE2	3,20	3,50	-	2,90	3,00	3,00	-	1,80	2,90	0,58	20,0	1,80	3,50	sim	Regular
Logradouro: Av Encantado																
10549	SAE1	4,10	3,80	-	3,00	4,00	4,00	-	4,00	3,82	0,41	10,8	3,00	4,10		Bom
10549	SAI1	3,50	2,50	-	3,00	3,80	3,50	-	3,00	3,22	0,47	14,6	2,50	3,80		Bom
10549	SAI2	3,20	2,60	-	2,90	2,80	2,00	-	2,00	2,58	0,49	19,0	2,00	3,20		Regular
10549	SAE2	3,20	2,90	-	3,00	3,20	3,50	-	3,50	3,22	0,25	7,7	2,90	3,50		Bom
Logradouro: Av Lageado																
10464	SAE1	3,30	2,80	-	2,80	3,90	2,80	-	3,50	3,18	0,46	14,5	2,80	3,90		Bom
10464	SAI1	3,80	3,80	-	2,90	4,00	3,80	-	3,60	3,65	0,39	10,6	2,90	4,00		Bom
Logradouro: R Prof Fitzgerald																
10465	SAE1	2,20	2,50	-	2,50	2,90	2,00	-	3,50	2,60	0,54	20,6	2,00	3,50	sim	Regular
10465	SAI1	3,50	2,90	-	2,80	3,90	3,80	-	4,00	3,48	0,52	14,9	2,80	4,00		Bom
10465	SAI2	3,80	3,50	-	3,00	4,30	4,00	-	4,00	3,77	0,46	12,2	3,00	4,30		Bom
10465	SAI3	4,00	3,60	-	3,00	4,50	4,00	-	4,20	3,88	0,52	13,5	3,00	4,50	sim	Bom
10465	SAI4	4,30	4,40	-	3,40	4,60	4,20	-	4,30	4,20	0,41	9,9	3,40	4,60		Ótimo
10465	SAE2	3,10	2,80	-	2,90	3,60	2,20	-	3,00	2,93	0,45	15,5	2,20	3,60		Regular

Tabela 4.5 (continuação) - Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva para paralelepípedos

Arco	Superfície de Avaliação	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota máx	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: Av Itajaí																
9997	SAE1	4,00	3,20	-	3,00	4,20	4,20	-	3,50	3,68	0,52	14,2	3,00	4,20		Bom
9997	SAI1	4,00	4,00	-	3,00	4,00	4,50	-	4,40	3,98	0,53	13,3	3,00	4,50	sim	Bom
9886	SAE1	3,80	3,90	-	3,00	4,00	4,20	-	3,00	3,65	0,52	14,3	3,00	4,20		Bom
9886	SAI1	3,50	2,90	-	2,80	3,40	3,80	-	3,00	3,23	0,39	12,2	2,80	3,80		Bom
9886	SAI2	3,70	3,30	-	2,80	3,20	4,00	-	3,20	3,37	0,42	12,6	2,80	4,00		Bom
9886	SAE2	4,00	3,60	-	2,80	3,00	4,50	-	3,50	3,57	0,63	17,6	2,80	4,50	sim	Bom
Logradouro: Sioma Breitman																
9768	SAE1	4,30	3,00	-	2,80	2,90	4,50	-	2,90	3,40	0,78	22,9	2,80	4,50	sim	Bom
9768	SAI1	4,00	3,60	-	2,80	4,00	4,00	-	-	3,68	0,52	14,2	2,80	4,00		Bom
Logradouro: Eng Afonso Cavalcanti																
20608	SAI1	2,90	-	2,60	3,00	2,50	3,50	-	-	2,90	0,39	13,6	2,50	3,50		Regular
20608	SAE2	2,90	-	2,50	3,00	2,80	3,30	-	-	2,90	0,29	10,1	2,50	3,30		Regular
9666	SAI1	2,70	-	3,00	2,90	3,00	3,50	-	-	3,02	0,29	9,8	2,70	3,50		Bom
9666	SAE2	2,50	-	2,70	2,90	2,50	2,80	-	-	2,68	0,18	6,7	2,50	2,90		Regular
Logradouro: Av. Missões																
4344	SAE1	1,80	-	1,50	2,30	0,90	2,20	-	-	1,74	0,57	32,7	0,90	2,30		Ruim
4344	SAI1	3,20	-	2,60	2,60	2,20	2,80	-	-	2,68	0,36	13,6	2,20	3,20		Regular
4344	SAI2	0,70	-	1,20	1,50	0,50	1,50	-	-	1,08	0,46	42,6	0,50	1,50		Ruim
4344	SAE2	3,80	-	3,70	2,90	3,20	3,80	-	-	3,48	0,41	11,7	2,90	3,80		Bom
4344	SAIESP	1,20	-	1,50	2,00	1,00	1,80	-	-	1,50	0,41	27,5	1,00	2,00		Ruim
4184	SAE1	2,50	-	2,10	2,80	2,00	2,00	-	-	2,28	0,36	15,6	2,00	2,80		Regular
4184	SAIESP	3,00	-	2,30	2,80	1,80	1,80	-	-	2,34	0,55	23,7	1,80	3,00		Regular
4184	SAI1	3,10	-	2,30	3,00	3,20	3,00	-	-	2,92	0,36	12,2	2,30	3,20		Regular
4184	SAI2	2,80	-	2,50	2,90	2,20	2,30	-	-	2,54	0,30	12,0	2,20	2,90		Regular
4184	SAE2	3,00	-	2,80	2,80	2,80	2,50	-	-	2,78	0,18	6,4	2,50	3,00		Regular
3700	SAE1	2,20	-	2,50	2,40	2,00	2,00	-	-	2,22	0,23	10,3	2,00	2,50		Regular
3700	SAIESP	2,20	-	1,80	2,80	1,50	1,50	-	-	1,96	0,55	28,1	1,50	2,80		Ruim
3700	SAI1	2,90	-	2,10	2,40	2,50	2,00	-	-	2,38	0,36	15,0	2,00	2,90		Regular
Logradouro: Av São Pedro																
4620	SAE1(P2)	2,50	-	2,20	-	2,40	3,00	-	-	2,53	0,34	13,5	2,20	3,00		Regular
4620	SAIESP(P2)	2,80	-	2,20	2,90	1,50	2,50	-	-	2,38	0,56	23,7	1,50	2,90		Regular
4620	SAI1(P2)	2,20	-	2,00	2,80	1,50	1,00	-	-	1,90	0,69	36,1	1,00	2,80	sim	Ruim
4620	SAE1(P1)	2,70	-	2,40	2,80	2,50	2,50	-	-	2,58	0,16	6,4	2,40	2,80		Regular
4620	SAIESP(P1)	3,20	-	2,60	2,90	2,90	2,50	-	-	2,82	0,28	9,8	2,50	3,20		Regular
4620	SAI1(P1)	2,70	-	2,40	-	2,80	2,50	-	-	2,60	0,18	7,0	2,40	2,80		Regular
4683	SAE1(P2)	2,70	-	2,20	2,90	2,00	2,20	-	-	2,40	0,38	15,9	2,00	2,90		Regular
4683	SAI1(P2)	2,80	-	2,30	2,80	2,30	2,80	-	-	2,60	0,27	10,5	2,30	2,80		Regular
4683	SAI2(P2)	2,80	-	1,80	2,80	1,80	2,40	-	-	2,32	0,50	21,6	1,80	2,80		Regular
4683	SAI3(P2)	3,70	-	2,80	2,90	2,90	3,50	-	-	3,16	0,41	13,0	2,80	3,70		Bom
4683	SAE1(P1)	2,00	-	1,20	2,90	1,60	1,30	-	-	1,80	0,69	38,3	1,20	2,90	sim	Ruim
4683	SAI1(P1)	3,00	-	1,60	2,90	1,70	1,00	-	-	2,04	0,87	42,8	1,00	3,00	sim	Regular
4683	SAI2(P1)	3,20	-	2,50	3,00	2,20	2,00	-	-	2,58	0,51	19,8	2,00	3,20		Regular
4683	SAI3(P1)	3,50	-	2,60	3,00	3,00	3,50	-	-	3,12	0,38	12,3	2,60	3,50		Bom

Legenda: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8 –Avaliador

CV – Coeficiente de Variação

SAE1 – Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de início do arco viário

SAE2 - Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de fim do arco viário

SAI1, SAI2, SAI3 e SAI4 – Superfícies de avaliação internas

SAIESP – Superfície de avaliação interna especial, cuja localização foi definida a fim de avaliar uma condição específica

P1 e P2 – Pista 1 e Pista 2

Tabela 4.6 - Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva para pedras irregulares

Arco	Superfície de Avaliação	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: R Artigas																
12083	SAE1	3,50	3,50	-	2,90	4,00	2,50	-	2,50	3,28	0,58	17,83	2,50	4,00	-	Bom
12083	SAI1	3,90	3,50	-	3,00	3,00	3,50	-	3,20	3,38	0,38	11,34	3,00	3,90	-	Bom
12083	SAI2	3,00	2,40	-	2,60	2,80	2,50	-	2,00	2,66	0,24	9,05	2,40	3,00	-	Regular
12083	SAE2	3,50	3,40	-	2,90	3,00	3,00	-	3,00	3,16	0,27	8,55	2,90	3,50	-	Bom
Logradouro: R Rivera																
11941	SAE1	4,00	3,40	-	3,00	3,20	3,50	-	3,50	3,42	0,38	11,02	3,00	4,00	-	Bom
11941	SAI1	3,80	3,60	-	3,00	3,80	3,50	-	3,50	3,54	0,33	9,28	3,00	3,80	-	Bom
11941	SAI2	3,50	3,20	-	2,90	2,90	3,20	-	3,00	3,14	0,25	7,99	2,90	3,50	-	Bom
11941	SAI3	3,10	3,20	-	2,70	2,80	3,50	-	3,00	3,06	0,32	10,49	2,70	3,50	-	Bom
11941	SAI4	2,50	2,80	-	2,80	2,50	3,00	-	2,80	2,72	0,22	7,97	2,50	3,00	-	Regular
11941	SAE2	2,50	2,60	-	2,80	2,40	2,50	-	2,90	2,56	0,15	5,92	2,40	2,80	-	Regular
Logradouro: R Chile																
12341	SAE1	3,50	3,50	-	2,90	2,80	3,20	-	3,50	3,18	0,33	10,29	2,80	3,50	-	Bom
12341	SAI1	3,00	2,80	-	2,70	2,80	3,00	-	3,00	2,86	0,13	4,69	2,70	3,00	-	Regular
12341	SAI2	2,50	2,60	-	3,00	2,50	2,80	-	3,00	2,68	0,22	8,09	2,50	3,00	-	Regular
12341	SAE2	3,50	3,40	-	3,00	2,80	2,80	-	3,30	3,10	0,33	10,70	2,80	3,50	-	Bom
Logradouro: R Lavradio																
11883	SAE1	2,80	3,00	-	2,80	-	2,50	-	3,20	2,78	0,21	7,43	2,50	3,00	-	Regular
11883	SAI1	2,80	3,00	-	2,90	2,80	2,20	-	3,10	2,74	0,31	11,43	2,20	3,00	-	Regular
11883	SAI2	3,20	3,40	-	2,90	2,70	2,20	-	2,80	2,88	0,47	16,17	2,20	3,40	-	Regular
11883	SAE2	3,70	3,80	-	3,00	3,10	3,50	-	3,20	3,42	0,36	10,42	3,00	3,80	-	Bom
Logradouro: R Mariz e Barros																
11787	SAE1	2,50	3,50	-	2,60	2,80	2,80	-	3,00	2,84	0,39	13,77	2,50	3,50	-	Regular
11787	SAI1	2,50	2,80	-	3,00	3,00	3,20	-	3,50	2,90	0,26	9,12	2,50	3,20	-	Regular
11787	SAI2	2,40	2,90	-	2,80	2,80	3,00	-	3,00	2,78	0,23	8,20	2,40	3,00	-	Regular
11787	SAE2	2,00	2,40	-	2,80	2,80	2,50	-	2,80	2,50	0,33	13,27	2,00	2,80	-	Regular
Logradouro: Av Itaqui																
11208	SAE1	3,10	2,60	-	3,00	3,80	4,20	-	3,60	3,34	0,65	19,36	2,60	4,20	sim	Bom
11208	SAI1	3,50	2,80	-	3,00	3,20	4,20	-	3,60	3,34	0,55	16,34	2,80	4,20	-	Bom
Logradouro: R Santos Neto																
10951	SAE1	3,00	2,80	-	2,50	4,10	3,00	-	3,60	3,08	0,61	19,67	2,50	4,10	sim	Bom
10951	SAI1	3,30	3,20	-	2,50	3,80	3,80	-	3,60	3,32	0,54	16,14	2,50	3,80	-	Bom
10951	SAI2	2,80	2,40	-	2,60	2,90	3,00	-	3,00	2,74	0,24	8,79	2,40	3,00	-	Regular
10951	SAE2	2,80	2,60	-	2,80	3,80	3,50	-	3,50	3,10	0,52	16,76	2,60	3,80	-	Bom
10800	SAE1	2,00	2,00	-	2,50	2,80	2,00	-	3,00	2,26	0,37	16,44	2,00	2,80	-	Regular
10800	SAI1	2,40	2,40	-	2,60	3,20	2,50	-	3,10	2,62	0,33	12,77	2,40	3,20	-	Regular
Logradouro: Av Alegrete																
10675	SAE1	2,50	2,40	-	2,70	2,80	2,50	-	3,30	2,58	0,16	6,37	2,40	2,80	-	Regular
10675	SAI1	3,50	2,40	-	2,90	3,20	2,50	-	3,50	2,90	0,46	15,99	2,40	3,50	-	Regular
Logradouro: R Jaime Teles																
10703	SAE1	3,60	2,80	-	2,90	4,00	3,00	-	3,60	3,26	0,52	15,88	2,80	4,00	-	Bom
10703	SAI1	3,50	2,40	-	2,90	4,00	2,50	-	3,70	3,06	0,68	22,24	2,40	4,00	sim	Bom
10703	SAI2	1,50	2,00	-	2,40	2,50	1,50	-	2,50	1,98	0,48	24,06	1,50	2,50	-	Ruim

Tabela 4.6 (continuação) - Notas e conceitos obtidos na avaliação subjetiva para pedras irregulares

Arco	Superfície de Avaliação	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: Av Deputado Aramy Silva																
502687	SAI1	3,40	-	3,70	2,90	2,70	3,50	-	-	3,24	0,42	13,02	2,70	3,70	-	Bom
502687	SAI2	3,40	-	3,70	2,80	2,00	3,00	-	-	2,98	0,65	21,80	2,00	3,70	sim	Regular
502687	SAI3	3,40	-	3,20	3,00	2,00	3,50	-	-	3,02	0,60	19,92	2,00	3,50	-	Bom
502687	SAI4	2,80	-	2,60	2,60	1,80	3,00	-	-	2,56	0,46	17,82	1,80	3,00	-	Regular
Logradouro: Cel Ruy da Cunha Paim																
504946	SAI1	2,90	-	2,90	2,90	2,80	2,50	-	-	2,80	0,17	6,19	2,50	2,90	-	Regular
504946	SAE2	2,50	-	3,00	2,70	2,80	2,80	-	-	2,76	0,18	6,58	2,50	3,00	-	Regular
504910	SAE1	2,90	-	3,50	2,70	2,60	3,00	-	-	2,94	0,35	11,93	2,60	3,50	-	Regular
504910	SAI1	2,00	-	1,50	2,50	1,40	1,20	-	-	1,72	0,53	30,60	1,20	2,50	-	Ruim
600782	SAE2	1,00	-	1,20	1,90	0,50	0,30	-	-	0,98	0,63	64,29	0,30	1,90	sim	Péssimo
504879	SAE1	1,50	-	1,50	2,60	1,20	1,00	-	-	1,56	0,62	39,67	1,00	2,60	sim	Ruim
504879	SAI1	1,90	-	1,50	2,70	1,10	1,00	-	-	1,64	0,69	42,16	1,00	2,70	sim	Ruim
Logradouro: R Dr Ney Cabral																
504762	SAE1	2,50	-	2,00	2,80	1,20	1,80	-	-	2,06	0,62	30,24	1,20	2,80	sim	Regular
504762	SAI1	3,20	-	2,30	3,00	2,20	2,30	-	-	2,60	0,46	17,83	2,20	3,20	-	Regular
504762	SAI2	2,80	-	2,50	2,90	1,20	1,80	-	-	2,24	0,72	32,29	1,20	2,90	sim	Regular
504762	SAE2	3,50	-	3,70	3,00	1,60	3,20	-	-	3,00	0,83	27,59	1,60	3,70	sim	Regular
Logradouro: Travessa Fortaleza																
504233	SAE1	3,50	-	3,50	3,00	3,50	3,30	-	-	3,36	0,22	6,52	3,00	3,50	-	Bom
504233	SAI1	2,50	-	2,20	2,80	3,00	1,80	-	-	2,46	0,48	19,41	1,80	3,00	-	Regular
504310	SAE1	2,50	-	2,60	2,90	1,80	2,30	-	-	2,42	0,41	16,89	1,80	2,90	-	Regular
504310	SAI1	2,50	-	2,50	2,80	1,70	2,00	-	-	2,30	0,44	19,20	1,70	2,80	-	Regular
504310	SAE	2,50	-	2,20	2,60	3,20	2,00	-	-	2,50	0,46	18,33	2,00	3,20	-	Regular
Logradouro: R Eng Afonso Cavalcanti																
9662	SAI1	2,90	-	3,20	3,00	2,00	2,50	-	-	2,72	0,48	17,52	2,00	3,20	-	Regular
9662	SAI2	2,00	-	1,80	2,60	1,50	2,20	-	-	2,02	0,41	20,53	1,50	2,60	-	Regular
9662	SAI3	2,10	-	2,50	2,90	1,30	2,00	-	-	2,16	0,60	27,70	1,30	2,90	sim	Regular
9662	SAE2	1,80	-	2,00	2,80	1,70	1,50	-	-	1,96	0,50	25,66	1,50	2,80	-	Ruim
20607	SAI1	3,50	-	3,10	3,00	2,60	2,50	-	-	2,94	0,40	13,73	2,50	3,50	-	Regular
20607	SAI2	3,20	-	3,80	3,00	2,30	2,30	-	-	2,92	0,64	21,85	2,30	3,80	-	Regular
20607	SAI3	3,10	-	3,70	3,00	2,40	2,30	-	-	2,90	0,57	19,66	2,30	3,70	-	Regular
20607	SAE2	2,00	-	2,80	3,00	1,50	2,00	-	-	2,26	0,62	27,56	1,50	3,00	-	Regular
20608	SAE1	2,00	-	2,70	2,90	1,50	2,50	-	-	2,32	0,57	24,46	1,50	2,90	-	Regular
20608	SAI1	1,80	-	2,60	2,90	1,30	1,70	-	-	2,06	0,67	32,31	1,30	2,90	sim	Regular
9666	SAE1	1,10	-	1,70	2,60	1,00	1,50	-	-	1,58	0,64	40,38	1,00	2,60	sim	Ruim
9666	SAI1	1,10	-	2,30	2,70	1,00	2,00	-	-	1,82	0,75	41,01	1,00	2,70	sim	Ruim
Legenda: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8 –Avaliador CV – Coeficiente de Variação SAE1 – Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de início do arco viário SAE2 - Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de fim do arco viário SAI1, SAI2, SAI3 e SAI4 – Superfícies de avaliação internas P1, P2 e P3 – Pista 1, Pista 2 e Pista 3																

A seguir fez-se o relacionando dos conceitos de cada superfície de avaliação com as densidade de cada defeito ocorrido, de modo análogo ao realizado para os revestimentos asfálticos. As densidades também foram divididas em cinco intervalos: densidade menor ou igual a 5%; densidade menor ou igual a 10%; densidade menor ou igual a 30%; densidade menor ou igual a 50%; e densidade maior que 50%.

Nas Tabelas 4.7 e 4.8 são apresentados os relacionamento resultantes para os pavimentos com paralelepípedos e pedras irregulares, respectivamente, entre a condição do pavimento e as densidades dos defeitos nos níveis de severidade (NS) inicial (I), médio (M) e avançado (A).

A partir das análises dos relacionamentos observados, elaborou-se os critérios para definição de cada condição superficial. Após, foram apresentados ao grupo de engenheiro em reuniões, onde todos os item foram discutidos. Ao contrário do que aconteceu na revisão dos critérios para revestimento asfáltico, não houve alterações significativas em relação às definições obtidas através do relacionamento entre os conceitos, tipo de defeitos, níveis de severidade e densidades observados.

Esta discussão foi muito importante para definir os critérios para o conceitos que tiveram poucas amostras avaliadas (ótimo e péssimo), pois estes foram estabelecidos a partir da opinião do grupo.

Salienta-se que todas as etapas deste trabalho foram realizadas em momentos diferentes para cada tipo de revestimento, a fim de que as definições para um tipo de material não influenciassem o outro.

Apenas a condição “péssimo” tem uma única descrição válida para todos os revestimentos, pois foi de consenso do grupo que, independentemente do tipo de revestimento, esta representa a condição em que ocorreu sérios danos à tráfegabilidade e que para um pavimento receber nota zero não deve existir mais o revestimento ou não ser mais possível o tráfego de veículos.

Tabela 4.7 – Pavimentos com Paralelepípedos: relacionamento da condição do pavimento e defeitos ocorridos

Condição	Tipo de Defeito	NS	Densidade				
			<=5	<=10	<=30	<=50	>50
Ótimo	Peças trincadas ou quebradas	I	X				
	Afundamento sem sollevamento lateral	I		X			
Bom	Remendo regular com mistura asfáltica	I	X				
	Panela	I/M	X				
	Peças trincadas	-	X				
	Afundamento sem sollevamento lateral	M	X				
	Remendo de intervenção em redes	A			X		
	Afundamento sem sollevamento lateral	I			X		
	Deformação por aceleração e frenagem	I			X		
	Elevação	I/M			X		
	Remendo regular com mistura asfáltica	A				X	
	Junta sem preenchimento	I				X	
	Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral	I				X	
	Deformação por aceleração e frenagem	M				X	
Regular	Remendo de conservação emergencial	I	X				
	Panela	M/A	X				
	Peças trincadas ou quebradas	-	X				
	Elevação	A	X				
	Junta sem preenchimento	A		X			
	Panela	I		X			
	Afundamento com sollevamento lateral	I		X			
	Remendo de conservação padrão	A			X		
	Afundamento sem sollevamento lateral	A			X		
	Remendo de intervenção em redes	I			X		
	Remendo com mistura asfáltica	I/M			X		
	Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral	M/A			X		
	Deformação por aceleração e frenagem	M/A			X		
	Afundamento nas trilhas de rodas com sollevamento	I			X		
	Elevação	I/M			X		
	Remendo de intervenção em redes	A				X	
	Junta sem preenchimento	I				X	
	Afundamento sem sollevamento lateral	I/M				X	
	Remendo regular com mistura asfáltica	A					X
	Peças com desgaste ou polidas	-					X
	Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral	I					X
	Deformação por aceleração e frenagem	I					X
	Afundamento nas trilhas de roda com sollevamento lateral	M					X
	Ruim	Peças trincadas ou quebradas	I	X			
Panela		I	X				
Afundamento sem sollevamento lateral		I	X				
Remendo regular com mistura asfáltica		M		X			
Panela		M		X			
Afundamento nas trilhas de roda com sollevamento lateral		M/A		X			
Afundamento com sollevamento lateral		M		X			
Elevação		I/M		X			
Juntas sem preenchimento		I			X		
Afundamento sem sollevamento lateral		M			X		
Afundamento nas trilhas de roda com sollevamento lateral		I			X		
Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral		I			X		
Deformação por aceleração e frenagem		I/M/A			X		
Remendo de intervenção em redes		A				X	
Remendo regular com mistura asfáltica		A				X	
Juntas sem preenchimento		A				X	
Afundamento com sollevamento lateral		A				X	
Afundamento sem sollevamento lateral		A				X	

Tabela 4.8 – Pavimentos com Pedras Irregulares: relacionamento da condição do pavimento e defeitos ocorridos

Condição	Tipo de Defeito	NS	Densidade				
			<=5	<=10	<=30	<=50	>50
Bom	Junta sem preenchimento	I/A	X				
	Panela	M	X				
	Remendo de intervenção em redes	I		X			
	Panela	I		X			
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	I		X			
	Afundamento sem solevamento lateral	I/M		X			
	Remendo de conservação padrão	I			X		
	Remendo regular com mistura asfáltica	M			X		
	Elevação	I/M			X		
	Remendo de conservação padrão	A				X	
	Remendo de intervenção em redes	A					X
Remendo regular com mistura asfáltica	I/A					X	
Regular	Remendo de conservação padrão	I	X				
	Panela	M/A	X				
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	M	X				
	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	M	X				
	Remendo de conservação emergencial	A		X			
	Panela	I		X			
	Afundamento sem solevamento lateral	A		X			
	Afundamento com solevamento lateral	M		X			
	Elevação	M/A		X			
	Remendo de conservação padrão	A			X		
	Afundamento com solevamento lateral	A			X		
	Remendo de intervenção em redes	I			X		
	Remendo regular com mistura asfáltica	I/M			X		
	Junta sem preenchimento	I/A			X		
	Elevação	I/A			X		
	Afundamento sem solevamento lateral	I/M			X		
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	I				X	
Elevação	M				X		
Remendo de intervenção em rede	A					X	
Remendo regular de mistura asfáltica	A					X	
Ruim	Remendo de conservação padrão	A	X				
	Junta sem preenchimento	A	X				
	Panela	I/M/A	X				
	Afundamento com solevamento lateral	I/M	X				
	Elevação	M/A	X				
	Remendo de conservação emergencial	A		X			
	Junta sem preenchimento	I		X			
	Afundamento sem solevamento lateral	A		X			
	Afundamento com solevamento lateral	A		X			
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	A		X			
	Remendo de conservação padrão	I			X		
	Remendo regular com mistura asfáltica	A			X		
	Afundamento sem solevamento lateral	I/M			X		
	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	I			X		
	Elevação	I			X		
Remendo de intervenção em redes	A				X		
Péssimo	Panela	A	X				
	Afundamento sem solevamento lateral	A	X				
	Afundamento sem solevamento lateral	I		X			
	Afundamento sem solevamento lateral	M			X		
	Elevação	A			X		

4.2.1.5 Critérios para Avaliação Subjetiva de Pavimentos com Paralelepípedos e Pedras Irregulares

A seguir são apresentados as definições para os revestimentos de paralelepípedos e pedras irregulares. São também apresentadas fotografias que exemplificam o estado da superfície para cada nível de condição superficial. A alteração da escala para 0 a 100 e a substituição do conceito “ótimo” para “muito bom” feita nos revestimentos asfálticos, também foram adotadas nos calçamentos.

Critérios para Avaliação Subjetiva de Paralelepípedos

Conceito: Muito Bom

Intervalo de VCP: 100 – 91

São pavimentos que não apresentam defeitos, estando em perfeito estado.

Intervalo de VCP: 90 – 81

A superfície do pavimento está em muito boa condição, podendo apresentar:

➤ **Em áreas localizadas**

- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial, localizadas fora da área de tráfego;
- Peças trincadas ou quebradas;
- Juntas sem preenchimento em nível de severidade inicial.



Figura 4.29 – Pavimentos de paralelepípedos em muito bom estado

Conceito: Bom**Intervalo de VCP: 80 - 71**

O pavimento está em boa condição, ocorrendo:

➤ Em áreas localizadas

- Peças com desgaste ou polidas;
- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial.

➤ Em áreas extensas

- Juntas sem preenchimento em nível de severidade inicial.

Intervalo de VCP: 70 – 61

A superfície do pavimento apresenta sinais de degradação, ocorrendo:

➤ Em áreas localizadas

- Remendo de conservação padrão e intervenção em redes em nível de severidade inicial;
 - Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade inicial;
 - Painelas em nível de severidade inicial, no máximo 2 unidades e somente se estiver preenchida com material de rejuntamento;
 - Afundamento nas trilhas de rodas sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
 - Ondulação e elevação em nível de severidade inicial;
 - Deformação por aceleração e frenagem em nível de severidade inicial.
- OBS.: Quando ocorrer os defeitos remendos de conservação padrão e/ou intervenção em redes em nível de severidade avançada a condição do pavimento deve ser definida em função do tipo de degradação existente nos remendos.



Figura 4.30 – Pavimentos de paralelepípedos em bom estado

Conceito: Regular**Intervalo de VCP: 60 – 51**

A degradação da superfície é mais acentuada, ocorrendo:

➤ Em áreas localizadas

- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade médio;
- Painéis em nível de severidade inicial, no máximo 2 unidades;
- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de roda com sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Ondulação e elevação em nível de severidade médio;
- Deformação por aceleração e frenagem em nível de severidade médio.

➤ Em áreas extensas

- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade inicial;
- Peças com desgaste ou polidas;
- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Ondulação e elevação em nível de severidade inicial;
- Deformação por aceleração e frenagem em nível de severidade inicial.

Intervalo de VCP: 50 - 41

A superfície do pavimento apresenta deformações mais salientes, ocorrendo:

➤ Em áreas localizadas:

- Remendo de conservação padrão e intervenção em redes em nível de severidade avançado;
- Remendo de conservação emergencial em qualquer nível de severidade;
- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade avançado;
- Peças salientes em qualquer nível de severidade;
- Juntas sem preenchimento em nível de severidade avançado;
- Painéis em nível de severidade médio, no máximo 2 unidades;
- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento nas trilhas de roda sem sollevamento lateral em nível de severidade médio e avançado;
- Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento nas trilhas de rodas com sollevamento lateral em nível de severidade médio;
- Ondulação e elevação em nível de severidade avançado;
- Deformação por aceleração e frenagem em nível de severidade avançado.

➤ **Em áreas extensas:**

- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade médio;
- Afundamento sem solevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem solevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento com solevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Deformação por aceleração e frenagem em nível de severidade médio.



Figura 4.31 – Pavimentos de paralelepípedos em estado regular

Conceito: Ruim

Intervalo de VCP: 40 - 31

O pavimento está em condição ruim. Os defeitos que ocorrem são:

➤ **Em áreas localizadas:**

- Painéis em nível de severidade avançado, no máximo 2 unidades;
- Afundamento com solevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento nas trilhas de rodas com solevamento lateral em nível de severidade avançado.

➤ **Em áreas extensas:**

- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade avançado;
- Juntas sem preenchimento em nível de severidade avançado;
- Afundamento sem solevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem solevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento com solevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento nas trilhas de rodas com solevamento lateral em nível de severidade médio;
- Ondulação e elevação em nível de severidade médio;
- Deformação por aceleração e frenagem em nível de severidade avançada.

Intervalo de VCP: 30 – 21

A superfície do pavimento está se aproximando de uma condição em que a trafegabilidade é difícil.

- Remendo de conservação emergencial em qualquer nível de severidade em área extensa;
- Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade avançado em até 50% da área;
- Afundamento nas trilhas de rodas com sollevamento lateral em nível de severidade avançado em até 50% da área;
- Ondulação e elevação em nível de severidade avançado em área extensa.



Figura 4.32 – Pavimentos de paralelepípedos em estado ruim

Conceito: Péssimo

- VCP próximo de 20: o pavimento está arruinado; a trafegabilidade é difícil.
- VCP inferior a 10: a superfície do pavimento está completamente deformada e/ou ondulada; a trafegabilidade é severamente afetada.
- VCP igual a zero: somente quando o pavimento não tem mais revestimento ou não é mais possível o tráfego em função das deformações existentes.



Figura 4.33 – Pavimentos de paralelepípedos em péssimo estado

Crêterios para Avalia o Subjetiva de Pedra Irregular

Conceito: Muito Bom

Intervalo de VCP: 100 – 91

São pavimentos que não apresentam defeitos, estando em perfeito estado.

A nota deve ser atribuída em fun o da conforma o do calçamento.

Intervalo de VCP: 90 – 81

➤ **Em áreas localizadas**

- Afundamento sem solevamento lateral em nível de severidade inicial, localizadas fora da área de tráfego.



Figura 4.34 – Pavimentos de pedras irregulares em muito bom estado

Conceito: Bom

Intervalo de VCP: 80 - 71

O pavimento está em boa condi o, podendo ocorrer:

➤ **Em áreas localizadas**

- Juntas sem preenchimento em nível de severidade inicial;
- Afundamento sem solevamento lateral em nível de severidade inicial.

Intervalo de VCP: 70 – 61

➤ **Em áreas localizadas**

- Remendo de conserva o padrão e interven o em redes em nível de severidade inicial;
- Painelas em nível de severidade inicial, no máximo 2 unidades e somente se estiver preenchida com material de rejuntamento;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem solevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Ondula o e eleva o em nível de severidade inicial.

➤ **Em áreas extensas**

- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade inicial;
- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade médio e/ou avançado nas bordas do remendo.



Figura 4.35 – Pavimentos de pedras irregulares em bom estado

Conceito: Regular

Intervalo de VCP: 60 – 51

A degradação da superfície já é mais acentuada, ocorrendo:

➤ **Em áreas localizadas**

- Remendo de conservação padrão e intervenção em redes em nível de severidade avançado;
- Painéis em nível de severidade inicial, no máximo 2 unidades;
- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de roda com sollevamento lateral em nível de severidade inicial.

➤ **Em áreas extensas**

- Remendo de conservação padrão e intervenção em redes em nível de severidade inicial;
- Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade médio;
- Juntas sem preenchimento em nível de severidade inicial;
- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Ondulação e elevação em nível de severidade inicial

Intervalo de VCP: 50 – 41

➤ **Em áreas localizadas**

- Remendo de conservação emergencial em nível de severidade inicial;
- Juntas sem preenchimento em nível de severidade avançado;
- Painéis em nível de severidade médio, no máximo 2 unidades;

- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem sollevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento nas trilhas de rodas com sollevamento lateral em nível de severidade médio;
- Ondulação e elevação em nível de severidade médio.
- **Em áreas extensas**
 - Remendo de conservação padrão e intervenção em redes em nível de severidade avançado;
 - Remendo regular com mistura asfáltica em nível de severidade avançado;



Figura 4.36 – Pavimentos de pedras irregulares em estado regular

Conceito: Ruim

Intervalo de VCP: 40 - 31

O pavimento está em condição ruim. Os defeitos que ocorrem são:

- **Em áreas localizadas**
 - Remendo de conservação emergencial em nível de severidade avançado;
 - Painéis em nível de severidade avançado, no máximo 2 unidades;
 - Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade avançado;
 - Afundamento nas trilhas de rodas com sollevamento lateral em nível de severidade avançado;
 - Ondulação e elevação em nível de severidade avançado;
- **Em áreas extensas**
 - Juntas sem preenchimento em nível de severidade avançado;
 - Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade médio;
 - Afundamento nas trilhas de rodas sem sollevamento lateral em nível de severidade médio;
 - Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade inicial;

- Afundamento nas trilhas de rodas com sollevamento lateral em nível de severidade inicial;
- Ondulação e elevação em nível de severidade médio.

Intervalo de VCP: 30 – 21

A superfície do pavimento está se aproximando de uma condição em que a trafegabilidade é difícil.

➤ Em áreas extensas

- Remendo de conservação emergencial em qualquer nível de severidade;
- Afundamento sem sollevamento lateral em nível de severidade avançado;
- Afundamento nas trilhas de rodas sem sollevamento lateral em nível de avançado;
- Afundamento com sollevamento lateral em nível de severidade médio;
- Afundamento nas trilhas de rodas com sollevamento lateral em nível de severidade médio
- Ondulação e elevação em nível de severidade avançado.



Figura 4.37 – Pavimentos de pedras irregulares em estado ruim

Conceito: Péssimo

- VCP próximo de 20: o pavimento está arruinado; a trafegabilidade é difícil.
- VCP inferior a 10: a superfície do pavimento está completamente deformada e/ou ondulada; a trafegabilidade é severamente afetada.
- VCP igual a zero: somente quando o pavimento não tem mais revestimento ou não é mais possível o tráfego em função das deformações existentes.



Figura 4.38 – Pavimentos de pedras irregulares em péssimo estado

5. A OPINIÃO DOS USUÁRIOS

Neste trabalho buscou-se conhecer a opinião dos usuários sobre a condição superficial de alguns trechos com os pavimentos em estudo e quais são os defeitos que mais influenciam na qualidade de rolamento, na segurança e custo de operação.

Desejava-se obter a ordem de importância dos defeitos sob o ponto de vista do usuário. O conhecimento da opinião sobre a condição dos pavimentos teve como objetivo a comparação com os resultados obtidos através da aplicação da metodologia, a fim de avaliar a correspondência do modelo proposto com a opinião do usuário.

5.1 O PLANEJAMENTO DA PESQUISA

O questionário elaborado buscou a opinião dos usuários para as seguintes perguntas:

- a) quais as patologias para cada tipo de revestimento em estudo que mais afetam o conforto de rolamento, a segurança e o custo de operação;
- b) qual é condição superficial do pavimento de trechos amostrais, nos quais também é aplicada a metodologia proposta.

Para otimizar o tempo e os recursos disponíveis para a realização da pesquisa, optou-se por trabalhar com um questionário elaborado com fotografias. A aplicação de fotografias na avaliação de pavimentos tem sido realizada em estudos do Programa Estratégico de Pesquisas Rodoviárias (SHRP, 1993), empregando programas computacionais para a interpretação dos defeitos e amplamente utilizado na elaboração de catálogos de defeitos para fins de treinamentos de pesquisadores.

O questionário foi apresentado em forma de caderno, dividido em quatro partes. Na capa do caderno constou a apresentação da pesquisa e a explicação de como deveria ser respondido, além de itens a serem assinalados sobre o perfil do usuário. A segunda parte apresentou a pergunta referente aos defeitos em pavimentos com revestimento asfáltico; a terceira parte, a pergunta com os defeitos de calçamentos; e por último a questão referente à condição superficial de trechos.

Devido a extensão do elenco de defeitos, não foram apresentados todos os defeitos elencados na metodologia da avaliação objetiva, pois poderia dificultar a determinação da nota pelo respondente, já que a nota deveria ser dada comparando entre si os defeitos apresentados.

Foram escolhidos os defeitos do revestimento em paralelepípedo para representar os calçamentos, por entender-se que estes defeitos causam prejuízo similar ao tráfego de veículos neste tipo de pavimento.

Assim, foram selecionados os defeitos que fossem representativos do prejuízo causado por eles para os revestimentos asfáltico e em paralelepípedos. Nos Quadros 5.1 e 5.2 são apresentados os agrupamentos e cada defeito selecionado para representar o respectivo grupo.

Quadro 5.1 – Revestimento Asfáltico: defeitos selecionados para o questionário

Grupo de defeito	Defeito selecionado
Remendo de conservação padrão Remendo de intervenção em rede subterrânea Remendo Conservação Emergencial	Remendo Conservação Emergencial
Trincas Isoladas de Retração ou Reflexão Trincas de Fadiga Trincas Interligadas de Retração ou Reflexão Trincamento parabólico Trincas concêntricas a tampa de PV	Trincas de Fadiga
Panela	Panela
Afundamento com solevamento lateral Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral
Afundamento sem solevamento lateral Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral	Afundamento sem solevamento lateral
Corrugação	Corrugação
Elevação Derrame de material	Elevação
Desnível, quebra ou falta de tampa de PV	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV

Os defeitos desgaste superficial, polimento de agregados, exsudação e imperfeição em suporte de poço de visita não foram apresentados no questionário, por entender-se que o prejuízo por eles causado não é percebido pelo usuário.

Quadro 5.2 – Calçamentos: defeitos selecionados para o questionário

Grupo de defeito	Defeito selecionado
Remendo regular com mistura asfáltica	Remendo regular com mistura asfáltica
Juntas sem preenchimento	Juntas sem preenchimento
Panela	Panela
Afundamento com solevamento lateral Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral	Afundamento com solevamento lateral
Afundamento sem solevamento lateral Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral Ondulação	Afundamento sem solevamento lateral
Elevação Derrame de material	Elevação
Desnível, quebra ou falta de tampa de PV	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV

Os defeitos peças trincadas, peças com desgaste, peças salientes, deformação por aceleração e frenagem e imperfeição em suporte de poço de visita não foram apresentados no questionário, por entender-se que o prejuízo por eles causado não é percebido pelo usuário. Quanto aos defeitos remendos de conservação emergencial, padrão e de intervenções em redes a influência na qualidade de rolamento é percebida quando no remendo ocorrem outros defeitos.

A pergunta formulada solicitava ao respondente que fosse atribuída, para cada defeito, uma nota ao prejuízo causado ao tráfego. A escala utilizada foi de 1 (defeito menos prejudicial) a 5 (defeito mais prejudicial).

Na questão referente à condição superficial dos pavimentos foram apresentadas cinco fotografias de ruas com pavimentos asfálticos, quatro ruas de pedra irregular e duas de paralelepípedos. Os trechos foram selecionados de modo a apresentar pavimentos em condições que variavam do péssimo ao muito bom para cada tipo de revestimento.

A pergunta elaborada solicitava ao entrevistado que fosse atribuída uma nota à condição de tráfego proporcionado por cada trecho, considerando-se o conforto, a segurança e o custo de operação. A escala usada foi: 1 – Péssimo; 2 – Ruim; 3 – Regular; 4 – Bom; 5 – Muito Bom.

O questionário completo é apresentado a seguir nas Figuras 5.1 a 5.5. No momento da aplicação do questionário, ao lado de cada fotografia, era colocada uma etiqueta com as opções de nota, onde o entrevistado assinalava a sua escolha, conforme o modelo:

Nota:	1	2	3	4	5
-------	---	---	---	---	---

PESQUISA AO USUÁRIO

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS E CALÇAMENTOS

Caro Usuário,

Estamos desenvolvendo uma metodologia para Avaliação da Condição Superficial dos Pavimentos de Porto Alegre. Precisamos da opinião dos usuários a respeito do efeito dos defeitos superficiais na qualidade de rolamento.

Esperamos a sua contribuição e colaboração!

POR FAVOR, LEIA E RESPONDA ATENTAMENTE AS QUESTÕES A SEGUIR!
ASSINALE COM X SUAS RESPOSTAS.

Muito Obrigado!

Dúvidas entrar em contato com:
 Eng. Maria Luiza Danieleski
 Fones: 9969.3580 - 32663354 - 32898934
 e-mail: maria.luizad@uol.com.br

Figura 5.1 – Apresentação do questionário da pesquisa de opinião

QUESTIONÁRIO Nº: _____

PERFIL DO USUÁRIO

Tipo de veículo que dirige: Passeio Táxi
 Ônibus Lotação
 Caminhão Moto

Idade do veículo (em anos) Até 2 de 2 a 5 de 5 a 8
 de 8 a 10 de 10 a 15 mais de 15

Freqüência que dirige (dias por semana): 5 a 7 3 ou 4 1 ou 2
 Eventualmente

Profissão: _____

Sexo: Feminino Masculino

Faixa etária (em anos): de 18 a 25 de 25 a 40 de 40 a 55 Superior a 55

Escolaridade (ensino): Fundamental Médio
 Superior (informar o curso): _____

Figura 5.2 - Questionário de pesquisa de opinião: questão referente ao perfil do respondente

1) De acordo com a sua opinião, atribua uma nota ao prejuízo causado ao tráfego por cada tipo de defeito apresentado nas fotos dos calçamentos.

Dê uma nota de 1 até 5 usando a seguinte escala:

1 - defeito menos prejudicial

5 - defeito mais prejudicial

Desnível em tampa de PV



Remendo de Conservação Emergencial



Afundamento sem sollevamento lateral



Elevação



Corrugação



Afundamento com sollevamento lateral



Panela



Trincamento



Figura 5.3 - Questionário da pesquisa de opinião: questão referente aos defeitos em pavimentos asfálticos

2) De acordo com a sua opinião, atribua uma nota ao prejuízo causado ao tráfego por cada tipo de defeito apresentado nas fotos dos calçamentos.

Dê uma nota de 1 até 5 usando a seguinte escala:

1 - defeito menos prejudicial

5 - defeito mais prejudicial

Afundamento com sollevamento lateral



Afundamento sem sollevamento lateral



Desnível em tampa de PV



Elevação



Juntas sem preenchimento



Panela



Remendo com mistura asfáltica



Figura 5.4 - Questionário da pesquisa de opinião: questão referente aos defeitos em pavimentos com paralelepípedos

3) Observe os diversos pavimentos mostrados nas fotos. Atribua uma nota à condição de tráfego que cada um deles proporciona. Considere o conforto, a segurança e o custo de operação (gastos com combustível, manutenção do veículo, tempo de deslocamento, etc.). Utilize as seguintes notas:

1 – PÉSSIMO

2 – RUIM

3 - REGULAR

4 – BOM

5 – MUITO BOM

Rua Caldre Fião



Rua Bagé



Rua Voluntários da Pátria



Figura 5.5.a - Questionário da pesquisa de opinião: questão referente a condição dos trechos

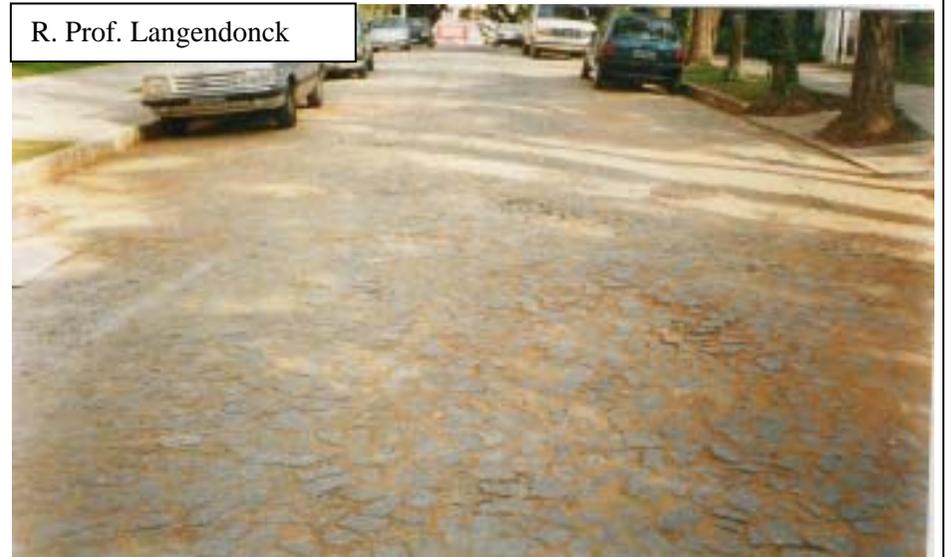


Figura 5.5.b - Questionário da pesquisa de opinião: questão referente a condição dos trechos



Figura 5.5.c - Questionário da pesquisa de opinião: questão referente a condição dos trechos

5.1.1 O Público Alvo e a Amostragem

Nesta etapa procurou-se identificar quem são os usuários dos pavimentos a fim de estabelecer o público alvo da pesquisa.

De acordo com Haas e Hudson (1996), os usuários podem ser classificados como:

- a) Diretos: motoristas profissionais - atuantes no transporte coletivo (ônibus e lotação), em táxi e no transporte de cargas; motoristas de veículos/motocicletas particulares; passageiros; operadores de transporte coletivo e de cargas;
- b) Indiretos: órgãos gestores

O processo de amostragem foi estratificado de acordo com os tipos de usuários abaixo:

Estrato	Descrição
E1	Motoristas de Ônibus
E2	Motoristas de Lotação
E3	Motoristas de Táxi
E4	Motoristas de Carga
E5	Motoristas de Veículos de Passeio ou Motos
E6	Especialistas em Pavimentação
E7	Gestor de Infra-Estrutura Viária
E8	Gestor de Circulação Viária

O estrato gestor de infra-estrutura viária (E7) foi formado por engenheiros do corpo técnico da Secretaria Municipal de Obras e Viação que atuam em projeto e execução de obras de pavimentação, conservação, manutenção e reabilitação de pavimentos.

O estrato gestor de circulação viária (E8) foi constituído por profissionais que atuam na coordenação das zonais de fiscalização de trânsito e dos próprios agentes de fiscalização.

Foram realizadas 120 entrevistas, sendo 15 em cada estrato, no período de novembro e dezembro de 2003. Os locais onde foram realizadas as entrevistas foi definido em função do estrato. Os motoristas de lotação, táxi e carga foram entrevistados em pontos de estacionamento. Os motoristas de ônibus foram entrevistados na garagem de uma empresa de transporte público. Os motoristas de veículos de passeio ou moto e os gestores da infra-

estrutura e circulação, em seus locais sedes de trabalho. Já os especialistas foram entrevistados durante a realização da 12^a. Reunião de Pavimentação Urbana que se realizou em Aracajú/SE em novembro de 2003.

O procedimento de abordagem de campo utilizado consistia na apresentação pessoal da pesquisadora, seguido de uma breve explicação sobre o assunto da pesquisa. Caso a pessoa abordada concordasse em responder o questionário, a pesquisadora explicava detalhadamente a organização do questionário e como deveria ser respondido. Após a pesquisadora se afastava do entrevistado a fim deixá-lo à vontade, porém, esclarecia que, caso o entrevistado tivesse qualquer dúvida, deveria questioná-la. Quando o entrevistado terminava de responder o questionário, entregava-o para a pesquisadora. Esta conferia o preenchimento do caderno. Caso houvesse alguma questão não respondida, a pesquisadora mostrava ao respondente e solicitava que fosse respondida.

O cálculo do erro amostral da pesquisa é apresentado na equação 5.1

$$n = z_{\alpha/2}^2 \times \frac{CV^2}{ER^2} \quad (5.1)$$

considerando:

$z = 1,96$ (nível de significância)

$CV = 32\%$ (coeficiente de variação obtido na pesquisa);

$n = 120$ (número de questionários aplicados)

$ER = 5,4\%$ (erro relativo obtido)

5.2 OS RESULTADOS OBTIDOS

Através das respostas do perfil do usuário, observou-se que 9% dos respondentes são mulheres e 91 % são homens. Esta maior proporção de homens reflete a predominância do sexo masculino na ocupação das profissões que formaram os estratos (motoristas de ônibus, táxi, lotação, veículos de carga, fiscalização de trânsito e mesmo na área de engenharia).

Quanto à escolaridade, 8% dos respondentes têm ensino fundamental, 55% ensino médio e 36% ensino superior. Nas profissões constatou-se a seguinte distribuição: 48% dos respondentes são motoristas profissionais; 24% são técnicos de nível superior que atuam na área de pavimentação; 13 % agentes de fiscalização de trânsito; e 15% são estudantes, comerciantes e auxiliares administrativos.

Na Figura 5.6 é apresentada a distribuição percentual dos respondentes quanto ao tipo de veículo que habitualmente dirigem. Observou-se que 82% dos entrevistados conduzem veículos em uma frequência de 5 a 7 vezes por semana, enquanto em 12% a frequência é de 3 a 4 vezes por semana e em 6% a frequência é menor.

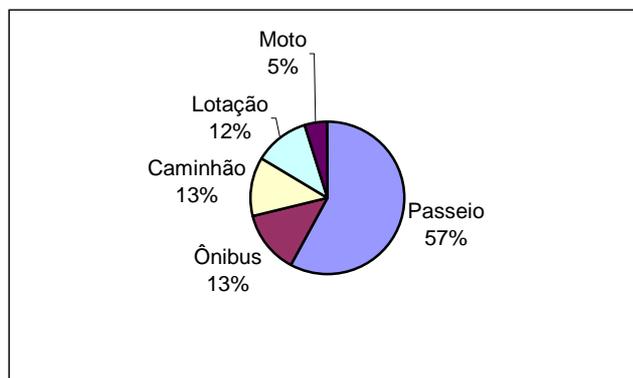


Figura 5.6 – Distribuição percentual dos tipos de veículos dirigidos pelos respondentes.

5.2.1 Defeitos em Revestimento Asfáltico e de Paralelepípedos

Nas Figuras 5.7 e 5.8 são apresentados os resultados obtidos para as notas dadas pelos entrevistados ao prejuízo causado ao tráfego por cada tipo de defeito de revestimento asfáltico e de paralelepípedos, respectivamente. A análise estatística foi realizada empregando-se o pacote computacional SPSS.

Foram calculados a nota média e o desvio padrão para cada tipo de defeito. Os valores dos coeficientes de variação obtidos nas respostas para os defeitos ficaram entre 13 e 47%, sendo o valor médio igual a 34%. Estes valores são menores que 50% e estão em um nível aceitável, considerando-se a variabilidade encontrada em estudos semelhantes (Aps, 2000).

Também foi calculado o coeficiente Alpha de Cronbach, parâmetro que indica o grau de consistência interna do questionário. O Alpha de Cronbach varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior será a consistência das respostas (Hayes, 1998). Valores maiores que 0,55 indicam boa consistência. Para os defeitos de revestimento asfáltico o valor obtido foi 0,78 e para os defeitos de paralelepípedos foi 0,77. Ambos valores são maiores de 0,55, indicando que as questões formuladas estão coerentes com as respostas obtidas.

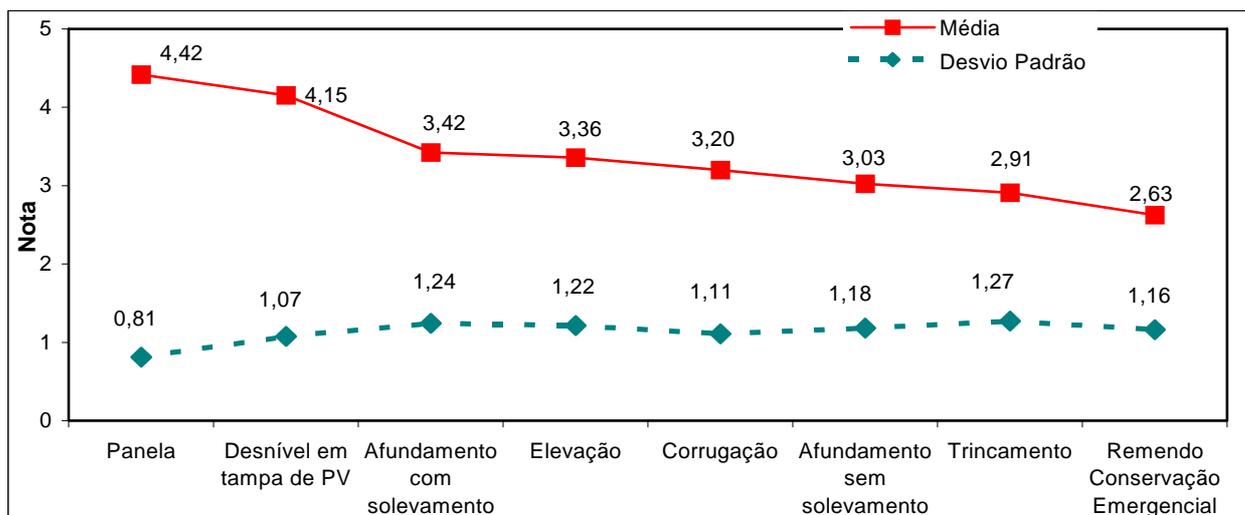


Figura. 5.7 – Nota média e desvio padrão obtidos para os defeitos de pavimentos asfálticos

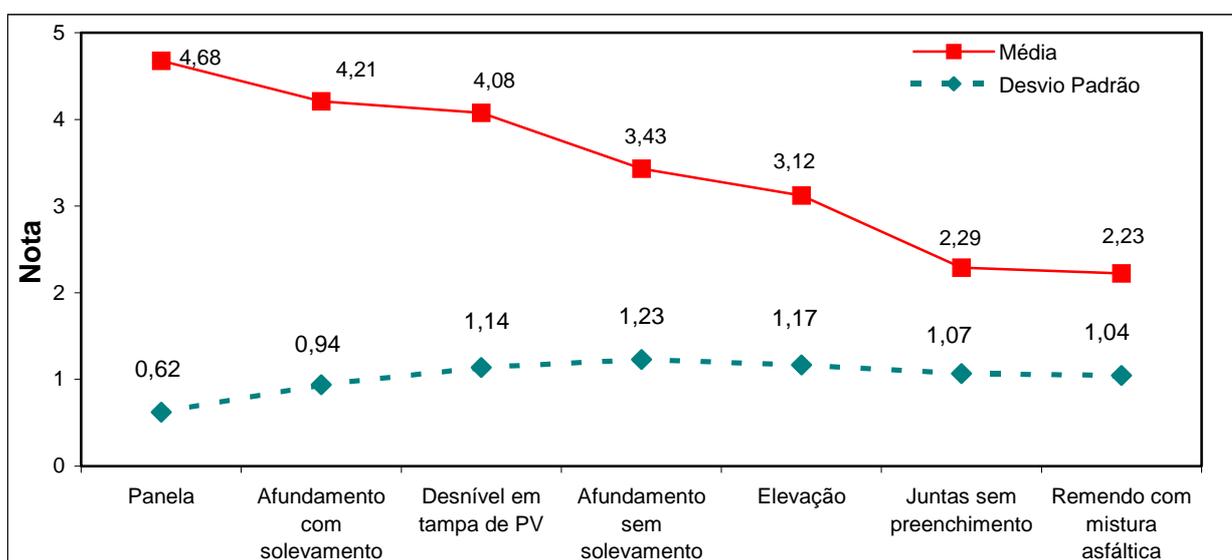


Figura 5.8 – Nota média e desvio padrão obtidos para os defeitos de pavimentos com paralelepípedos

A partir dos resultados obtidos foi possível estabelecer a ordem de importância dos defeitos sob o ponto de vista do usuário. Nota-se que, em ambos os tipos de revestimento, o defeito considerado mais prejudicial foi o tipo panela. O defeito menos prejudicial também coincidiu, tratando-se do defeito tipo remendo.

Ainda se constata que os três defeitos mais prejudiciais são os mesmos: panela, desnivelamento da tampa de poço de visita e afundamento com solevamento lateral, havendo, entretanto, troca de posição entre o segundo e o terceiro. Esta alternância pode ter sido causada pela influência da imagem na percepção do usuário. O defeito afundamento com solevamento lateral em revestimento asfáltico apresentado na fotografia é mais ameno do que

o mesmo defeito apresentado no questionário de paralelepípedo. Situação análoga ocorre ao se comparar os defeitos desnivelamento da tampa de poço de visita de paralelepípedo (mais ameno) e de revestimento asfáltico.

5.2.2 A Condição Superficial dos Trechos

Os resultados obtidos para a condição superficial proporcionada ao tráfego para cada trecho estão apresentados na Figura 5.9. Da mesma forma efetuada para os defeitos, foram calculados a média e o desvio padrão. Ainda foi atribuído um conceito à condição de tráfego, de acordo com a escala utilizada no questionário. Foi necessário, entretanto, estabelecer um critério para atribuir este conceito, já que, no questionário, as notas dadas pelos entrevistados eram uma variável discreta, de incremento unitário, e ao calcular a média se obteve valores decimais. O Quadro 5.3 apresenta os intervalos de variação das notas médias e os conceitos da condição de tráfego adotados.

Quadro 5.3 – Critério adotado para atribuição do conceito a partir das notas obtidas

Legenda	Condição de tráfego	Intervalo das notas
MB	Muito Bom	nota >4,6
B	Bom	3,6 <= nota <= 4,5
RE	Regular	2,6 <= nota <= 3,5
R	Ruim	1,6<= nota <2,5
P	Péssimo	Nota <= 1,5

Os coeficientes de variação obtidos variaram de 9 a 43%, com valor médio de 31%, estando também em um nível aceitável de variabilidade. O alpha de Cronbach obtido foi 0,80, indicando que a questão formulada está coerente com as respostas obtidas.

Na Figura 5.9, ao lado do nome do logradouro do trecho, entre parêntesis, está indicado o tipo de revestimento do trecho. Através da observação das fotografias dos trechos Cristiano Fischer (RA), Caldre Fião (PL) e Silvério Souto (PI), não é possível identificar a ocorrência de defeitos que afetam a condição de tráfego. Porém, os resultados obtidos para cada trecho são divergentes. Percebe-se, então, que o usuário diferenciou o conforto oferecido por cada tipo de revestimento. As notas dadas a estes trechos indicam a preferência do usuário: em primeiro lugar, o revestimento asfáltico, seguido do paralelepípedo e por último, a pedra

irregular. Esta constatação reflete a potencialidade de cada material de proporcionar conforto ao rolamento.

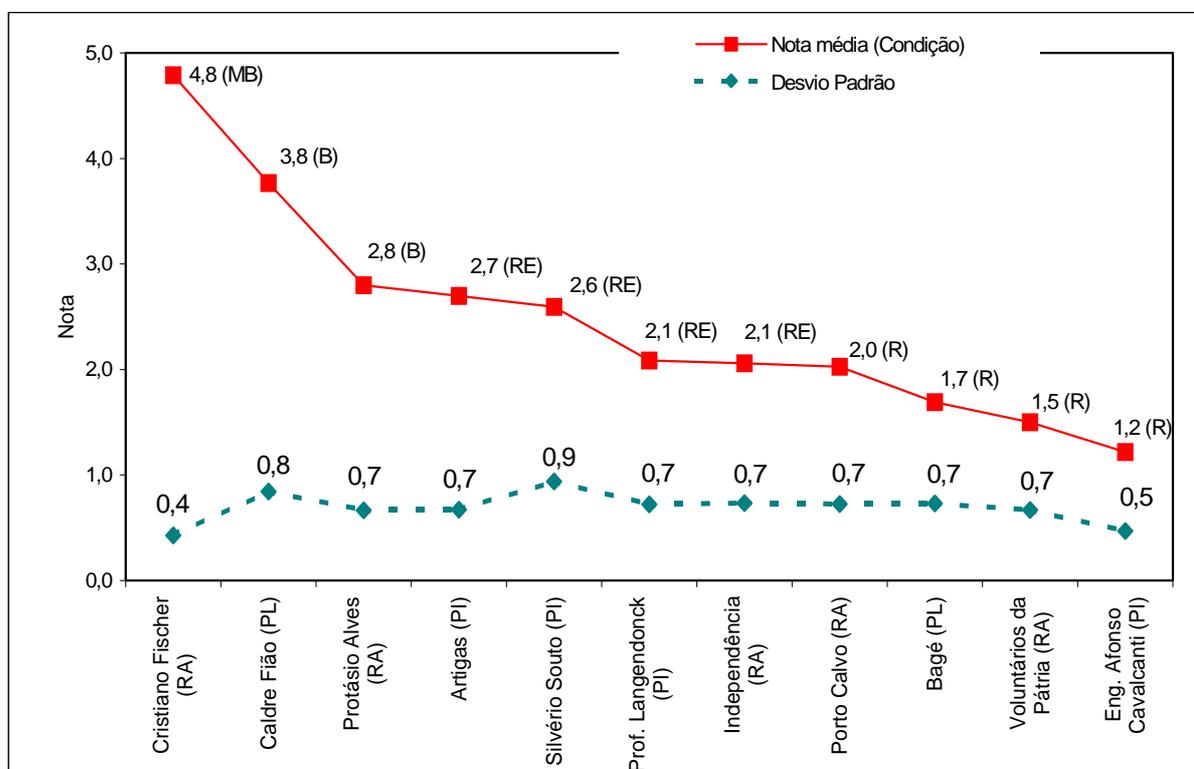


Figura 5.9 – Nota média, desvio padrão e conceito obtido para a condição de tráfego

Ao comparar as notas obtidas para os trechos Silvério Souto e Artigas, ambos revestidos com pedra irregular, observa-se que o trecho Artigas, que possui um remendo com mistura asfáltica, obteve uma nota mais alta que o trecho Silvério Souto, que não apresenta defeitos aparentes. Isto indica que, para este tipo de revestimento, o usuário atribui uma melhoria da condição de tráfego ao existir remendo com mistura asfáltica.

Nas Figuras 5.10, 5.11 e 5.12 são apresentados os resultados para os trechos com o mesmo tipo de revestimento. Ao analisar estas figuras em conjunto com as respectivas fotografias contidas no questionário, excetuando o caso acima descrito, constatou-se que quanto maior a incidência de defeitos, menor é a nota atribuída à condição de tráfego.

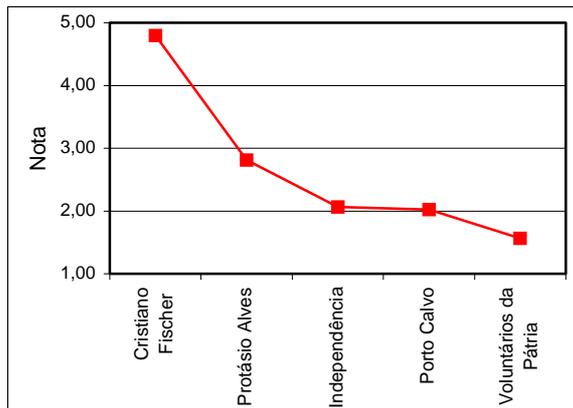


Figura 5.10 – Notas de trechos revestidos com asfalto

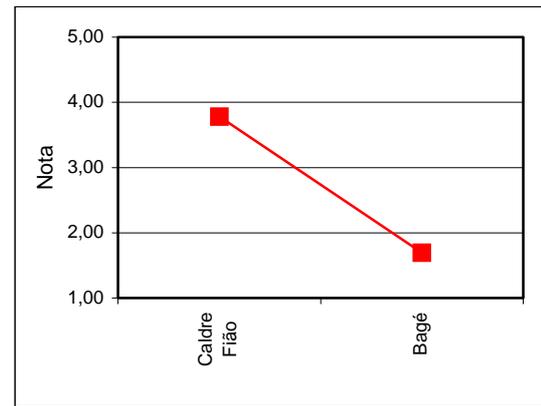


Figura 5.11 – Notas de trechos revestidos com paralelepípedos

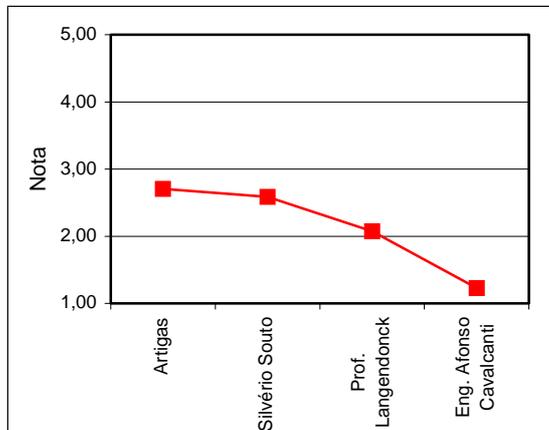


Figura 5.12 – Notas de trechos revestidos com pedras irregulares

6 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA EM TRECHOS AMOSTRAIS

As vias analisadas neste capítulo são as mesmas selecionadas para a avaliação subjetiva pelo painel de engenheiros e descritas no Capítulo 4. Este procedimento tem como finalidade a comparação entre a avaliação realizada com o grupo de engenheiros e os resultados obtidos na aplicação da metodologia proposta.

A avaliação objetiva de cada superfície de avaliação foi realizada por dois membros da equipe de avaliação do setor de Gerência de Pavimentos da SMOV/PMPA. Previamente, foi realizado um treinamento para o grupo sobre os procedimentos de levantamentos em campo para cada tipo de revestimento, com o apoio de um manual descritivo de defeitos, níveis de severidade e fotografias ilustrativas de cada tipo de patologia. Cada dupla deslocou-se aos trechos munidos das planilhas de campo, conforme modelos apresentados no Anexo B, trena e giz para a marcação das posições das superfícies de avaliação. Estes levantamentos foram realizados entre fevereiro e julho de 2004.

Para possibilitar a análise dos resultados do emprego dos critérios definidos e a dispersão dos Valores da Condição do Pavimento, foi realizada a avaliação subjetiva e atribuição dos valores de dedução nas vias compreendidas no estudo com o painel de engenheiros. Este trabalho foi feito por sete membros da equipe do setor de Gerência de Pavimentos da SMOV/PMPA, composta por auxiliares técnicos, acadêmicos de Engenharia e estudantes do Curso Técnico de Estradas da Escola Parobé. Foi concedido um treinamento com o auxílio de um manual descritivo dos critérios para avaliação subjetiva e fotografias ilustrativas das condições dos pavimentos.

Os levantamentos foram realizados em julho de 2004 nos pavimentos revestidos com material asfáltico e em outubro de 2004 nos pavimentos revestidos com paralelepípedos. Não são apresentados os resultados da aplicação dos procedimentos nos pavimentos em pedra irregular, pois os levantamentos não foram concluídos a tempo para inseri-los neste trabalho.

6.1.1 Pavimentos com Revestimento Asfáltico

A partir dos dados obtidos na avaliação objetiva foi possível identificar a distribuição percentual de ocorrência de cada tipo de defeito nos trechos avaliados, conforme apresentado na Figura 6.1. Foram calculadas as distribuições percentuais em relação ao número de observações totais e em relação ao total das áreas anotadas com defeitos.

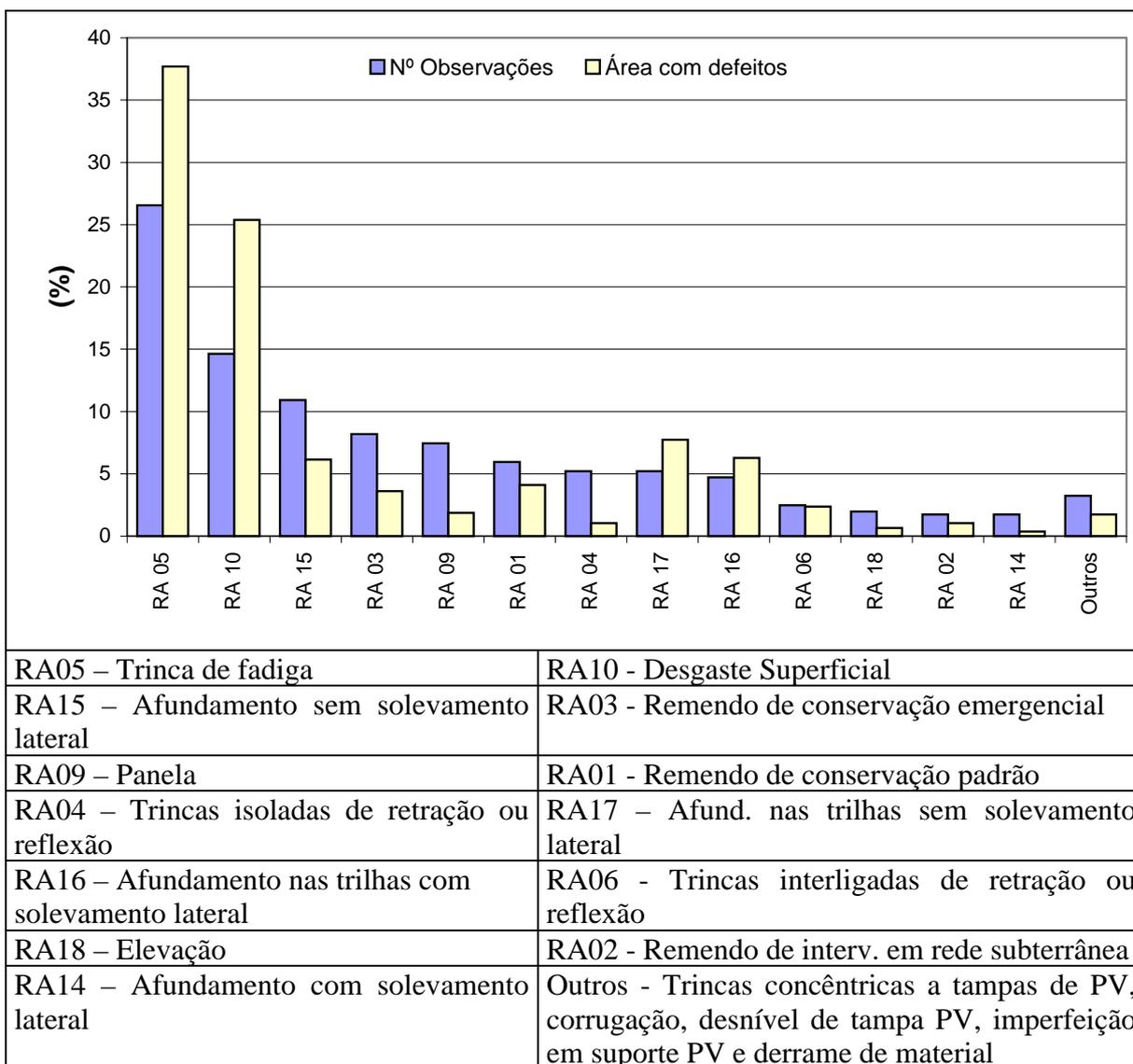


Figura 6.1 - Distribuição do número de observações e área dos defeitos em pavimentos asfálticos

Nos trechos avaliados não foram observadas ocorrências de defeitos tipo trincamento parabólico, polimento de agregados e exsudação.

É possível verificar, a partir da Figura 6.1, a predominância dos defeitos tipo trincas de fadiga e desgaste superficial, que juntos correspondem a 41% das observações e 63% da área anotada com defeitos. Também observa-se que os defeitos afundamento nas trilhas de rodas

com e sem levantamento lateral são mais expressivos que os defeitos afundamento sem levantamento, remendo de conservação padrão e emergencial, panela e trinca isolada de reflexão ou retração quando comparados em relação a área anotada com defeitos, sendo a situação inversa quando comparados em relação ao número de observações.

As notas obtidas através da avaliação subjetiva são apresentadas na Tabela 6.1. Os avaliadores AT1 e AT2 são auxiliares técnicos, os avaliadores E1 a E6 são acadêmicos de Engenharia Civil e o E7 é estudante do Curso Técnico de Estradas.

Tabela 6.1 – Pavimentos com Revestimento asfáltico: VCP e conceitos da avaliação subjetiva

Arco	SA	AT1	AT2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	VCP médio	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >30?	Conceito
Logradouro: Av Ipiranga																	
500068	SAE1	65	47	50	50	45	50	45	48	40	49	6,86	14	40	65	-	Regular
500068	SAI1	72	55	65	65	65	70	62	68	65	65	4,89	8	55	72	-	Bom
500068	SAI2	38	35	35	35	35	35	32	34	35	35	1,54	4	32	38	-	Ruim
500068	SAE2	90	90	85	90	88	90	83	89	90	88	2,60	3	83	90	-	Muito Bom
500089	SAE1	73	71	70	70	70	75	68	65	71	70	2,83	4	65	75	-	Bom
500089	SAI1	65	65	65	65	65	65	65	65	61	65	1,33	2	61	65	-	Bom
500089	SAI2	71	64	70	70	63	75	70	67	71	69	3,74	5	63	75	-	Bom
500089	SAE2	55	60	58	55	50	63	62	50	57	57	4,69	8	50	63	-	Regular
500258	SAE1	69	53	68	61	68	70	65	68	65	65	5,33	8	53	70	-	Bom
500258	SAI1	35	45	40	40	41	55	42	38	41	42	5,62	13	35	55	-	Regular
500258	SAI2	36	41	35	35	35	41	40	35	37	37	2,68	7	35	41	-	Ruim
500258	SAE2	38	50	40	37	32	32	40	36	38	38	5,35	14	32	50	-	Ruim
500287	SAE1	35	53	40	40	50	45	43	40	45	43	5,55	13	35	53	-	Regular
500287	SAI1	37	45	55	50	57	50	45	45	50	48	6,02	12	37	57	-	Regular
12311	SAE1	55	51	55	50	50	52	50	50	51	52	2,07	4	50	55	-	Regular
12311	SAI1	75	78	70	75	71	70	70	70	71	72	2,99	4	70	78	-	Bom
12311	SAI2	45	51	60	55	58	75	60	55	51	57	8,41	15	45	75	-	Regular
12311	SAE2	50	70	70	70	70	70	68	65	70	67	6,60	10	50	70	-	Bom
11909	SAI1	35	50	50	45	45	45	49	42	41	45	4,87	11	35	50	-	Regular
11909	SAI2	31	35	35	40	35	35	42	33	40	36	3,63	10	31	42	-	Ruim
11909	SAIESP	31	40	40	35	40	40	40	38	33	37	3,54	9	31	40	-	Ruim
11909	SAI3	30	33	32	35	34	30	39	38	35	34	3,16	9	30	39	-	Ruim
11909	SAE2	32	35	35	40	37	38	38	36	38	37	2,35	6	32	40	-	Ruim
Logradouro: R Gen Tibúrcio																	
12335	SAE1	23	30	21	21	21	21	30	24	23	24	3,70	16	21	30	-	Ruim
12335	SAI1	42	33	31	35	35	30	35	35	31	34	3,59	11	30	42	-	Ruim
Logradouro: R Felipe de Oliveira																	
11409	SAE1	60	52	55	60	50	55	55	58	43	54	5,38	10	43	60	-	Regular
11409	SAI1	80	80	80	80	80	75	83	80	80	80	2,05	3	75	83	-	Bom
Logradouro: R Prof Ivo Corseuil																	
11648	SAE1	75	70	75	70	70	80	70	70	80	73	4,33	6	70	80	-	Bom
11648	SAI1	65	61	61	65	63	75	68	67	60	65	4,66	7	60	75	-	Bom
Logradouro: R Voluntários da Pátria																	
8038	SAE1	35	35	35	31	33	31	30	23	21	30	5,17	17	21	35	-	Ruim
8038	SAIESP	15	15	10	15	20	20	10	18	10	15	4,09	28	10	20	-	Péssimo
8038	SAI2	25	28	35	35	35	35	35	33	25	32	4,47	14	25	35	-	Ruim
8038	SAE2	57	60	60	60	75	61	53	55	63	60	6,29	10	53	75	-	Bom

Tabela 6.1 (continuação) – Revestimento asfáltico: VCP e conceitos da avaliação subjetiva

Arco	SA	AT1	AT2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	VCP médio	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >30?	Conceito
Logradouro: R Prof Ivo Corseuil																	
11453	SAE1	48	50	50	50	48	48	45	47	45	48	1,96	4	45	50	-	Regular
11453	SAI1	68	73	79	70	77	80	70	70	71	73	4,43	6	68	80	-	Bom
11453	SAI2	77	78	77	75	75	75	72	70	80	75	3,05	4	70	80	-	Bom
11453	SAE2	55	55	60	55	52	50	60	50	50	54	3,98	7	50	60	-	Regular
Logradouro: R Carazinho																	
10410	SAE1	45	49	48	50	45	50	50	50	45	48	2,35	5	45	50	-	Regular
10410	SAI1	61	45	45	45	50	42	45	45	43	47	5,76	12	42	61	-	Regular
Logradouro: Av Protásio Alves																	
11276	SAE1(P1)	33	41	50	50	45	50	50	45	40	45	5,97	13	33	50	-	Regular
11276	SAI1(P1)	-	78	86	80	85	60	82	85	81	80	8,40	11	60	86	-	Bom
11276	SAE1(P2 - O)	55	45	41	40	41	45	40	40	43	43	4,82	11	40	55	-	Regular
11276	SAI1(P2 - O)	15	32	20	20	20	30	25	19	40	25	7,97	32	15	40	-	Ruim
11313	SAE1(P1)	60	78	70	65	65	78	78	78	60	70	7,95	11	60	78	-	Bom
11313	SAI1(P1)	75	78	82	80	80	75	78	75	81	78	2,73	3	75	82	-	Bom
11313	SAE1(P2 - O)	45	60	61	50	50	65	45	40	51	52	8,40	16	40	65	-	Regular
11313	SAI1(P2 - O)	35	48	45	40	48	42	45	40	45	43	4,26	10	35	48	-	Regular
Logradouro: Av Osvaldo Aranha																	
9320	SAE1(P2 - O)	71	80	70	70	65	65	64	70	65	69	5,01	7	64	80	-	Bom
9320	SAI1(P2 - O)	27	37	40	45	25	40	42	45	30	37	7,61	21	25	45	-	Ruim
9320	SAIESP(P2 - O)	32	28	30	35	23	30	30	30	30	30	3,19	11	23	35	-	Ruim
9320	SAI2(P2 - O)	25	28	35	30	23	25	30	24	25	27	3,87	14	23	35	-	Ruim
9320	SAI3(P2 - O)	51	51	45	40	45	38	38	40	50	44	5,47	12	38	51	-	Regular
9320	SAI4(P2 - O)	35	35	38	45	45	38	45	45	41	41	4,38	11	35	45	-	Regular
9320	SAI5(P2 - O)	90	90	83	90	85	90	80	90	81	87	4,30	5	80	90	-	Muito Bom
9320	SAI6(P2 - O)	75	80	80	80	80	80	80	80	80	79	1,67	2	75	80	-	Bom
9320	SAE2(P2 - O)	90	95	86	90	85	90	90	90	87	89	2,95	3	85	95	-	Muito Bom
9320	SAE1(P3 - O)	75	80	65	80	75	71	75	78	75	75	4,68	6	65	80	-	Bom
9320	SAI1(P3 - O)	50	43	35	35	35	55	51	37	31	41	8,69	21	31	55	-	Regular
9320	SAIESP(P3 - O)	32	31	25	31	25	30	32	25	21	28	4,03	14	21	32	-	Ruim
9320	SAI2(P3 - O)	40	40	41	50	55	50	34	45	30	43	8,04	19	30	55	-	Regular
9320	SAI3(P3 - O)	40	43	38	35	40	35	35	35	35	37	3,04	8	35	43	-	Ruim
9320	SAI4(P3 - O)	75	70	55	55	80	35	65	65	73	64	13,68	21	35	80	sim	Bom
9320	SAI5(P3 - O)	25	50	30	40	35	27	40	50	30	36	9,34	26	25	50	-	Ruim
9320	SAI6(P3 - O)	25	70	35	55	38	31	55	60	31	44	15,76	35	25	70	sim	Regular
9320	SAE2(P3 - O)	35	75	57	65	50	70	70	70	50	60	13,15	22	35	75	sim	Bom
Logradouro: Av João Pessoa																	
11011	SAE1(P2 - O)	55	60	51	50	55	60	50	40	41	51	7,21	14	40	60	-	Regular
11011	SAI1(P2 - O)	65	75	70	70	70	75	70	68	61	69	4,42	6	61	75	-	Bom
11011	SAI2(P2 - O)	40	42	45	41	35	28	36	41	35	38	5,11	13	28	45	-	Ruim
11011	SAE2(P2 - O)	45	51	50	51	50	45	48	52	45	49	2,88	6	45	52	-	Regular
11011	SAE1(P3 - O)	60	60	58	60	50	57	48	50	47	54	5,57	10	47	60	-	Regular
11011	SAI1(P3 - O)	70	70	65	65	65	72	62	60	60	65	4,42	7	60	72	-	Bom
11011	SAI2(P3 - O)	33	35	30	31	30	25	33	38	31	32	3,63	11	25	38	-	Ruim
11011	SAE2(P3 - O)	45	45	50	50	41	43	42	46	38	44	3,97	9	38	50	-	Regular
Legenda: AT1 e AT2 –Auxiliar Técnico E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7 - Estagiário CV – Coeficiente de Variação SAE1 – Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de início do arco viário SAE2 - Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de fim do arco viário SAI1, SAI2, SAI3, SAI4, SAI5 e SAI6 – Superfícies de avaliação internas SAIESP – Superfície de avaliação interna especial, cuja localização foi definida a fim de avaliar uma condição específica P1, P2 e P3 – Pista 1, Pista 2 e Pista 3 O – Pista exclusivo para transporte coletivo (ônibus)																	

Para avaliar o resultado da utilização dos critérios foram comparados os conceitos obtidos para as superfícies de avaliação através do painel de engenheiros e pela equipe de avaliação. Do total de 73 superfícies avaliadas, 52 apresentaram conceitos iguais, correspondendo a cerca de 70% das amostras. Em quatorze superfícies o conceito atribuído pela equipe de avaliação foi um nível inferior ao conceito obtido pelo painel de engenheiros. Este comportamento era esperado, pois o grupo de engenheiro ao elaborar os critérios para atribuição de notas foi mais exigente e criterioso que durante as avaliações em campo, conforme já mencionado no Capítulo 4.

Em outras seis superfícies o conceito atribuído pela equipe de avaliação foi um nível superior ao conceito obtido pelo painel de engenheiros. Estes casos foram analisados individualmente e observou-se que em cinco casos as notas médias da equipe de avaliação estão muito próximas do limite inferior do intervalo do conceito, e em três casos a nota média do painel de engenheiros está no limite superior do intervalo do conceito. Estes valores são mostrados no Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Pavimentos com revestimento asfáltico: amostras com conceito da equipe de avaliadores superior ao painel de engenheiros

			Painel de Engenheiros		Equipe de Avaliadores	
Logradouro	Arco	SA	Nota média	Conceito	VCP médio	Conceito
Av. Osvaldo Aranha	9320	SAE1(O B-C)	2,99	Regular	75	Bom
R. Voluntários da Pátria	8038	SAE2	2,50	Regular	60	Bom
Av. Osvaldo Aranha	9320	SAE2(O B-C)	2,44	Regular	60	Bom
Av. João Pessoa	11011	SAE2(O B-C)	1,97	Ruim	44	Regular
Av. Osvaldo Aranha	9320	SAI1(O B-C)	1,84	Ruim	41	Regular
Av. Osvaldo Aranha	9320	SAI6(O B-C)	1,69	Ruim	44	Regular
Av. Protásio Alves	11276	SAI1(O C-B)	0,93	Péssimo	25	Ruim

Na Figura 6.2 é apresentado o histograma com a distribuição de frequência dos conceitos observados no trabalho realizado pela equipe de avaliação e pelo painel de engenheiros.

Em relação a variabilidade dos valores atribuídos fez-se dois comparativos: valores discrepantes e coeficientes de variação observados.

Para analisar a discrepância entre avaliadores ocorrida nos Valores da Condição do Pavimento, optou-se por usar o valor proporcional ao valor de 1,50 utilizado no estudo com o painel de engenheiro. Isto é, a escala de notas utilizada no painel de engenheiros foi de 0 a 5 e

no VCP foi de 0 a 100, uma proporção de 20 pontos. Assim, no exame da discrepância dos VCP, foram admitidas diferenças de até 30 pontos entre avaliadores individuais.

Observou-se uma redução significativa da quantidade de amostras com valores discrepantes obtidos na avaliação subjetiva com o emprego dos critérios, em relação ao total de amostras com valores discrepantes constatadas no grupo de engenheiros. Somente em três casos, ou 4%, ocorreu discrepância, enquanto que no painel de engenheiros houve discrepância em 27% das superfícies de avaliação. O valor médio de discrepância entre avaliadores observado com o uso dos critérios foi de 15 pontos com desvio padrão de 8,4.

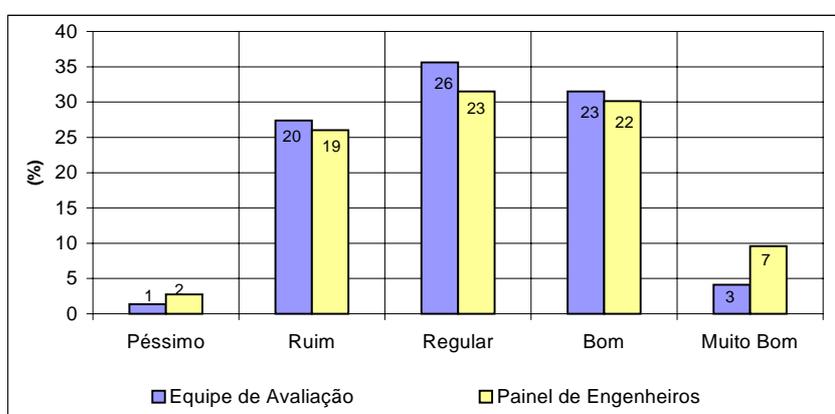


Figura 6.2 - Distribuição de frequência dos conceitos obtidos para revestimento asfáltico

Houve também uma redução significativa nos valores de coeficientes de variação obtidos através da aplicação dos critérios, como pode ser observado na Figura 6.3, que apresenta a dispersão dos valores do grupo de engenheiros e da equipe de avaliação. O coeficiente de variação máximo da equipe de avaliação foi de 35%, sendo o valor médio de 11%, enquanto que no painel de avaliadores o valor máximo foi de 83% e valor médio de 22% .

A partir dos valores de dedução atribuídos a cada defeito e nível de severidade ocorridos nas superfícies de avaliação, foi possível traçar uma primeira aproximação das curvas de valores de dedução para os defeitos tipo trincas de fadiga e desgaste superficial em severidade avançada. Nestes defeitos foram obtidos uma quantidade de ocorrência e valores de densidades dispersos, o que não ocorreu para os demais defeitos. A amostra pesquisada neste estudo não foi selecionada com o objetivo de obter todas as curvas de valores de dedução. O intuito foi demonstrar o procedimento a ser seguido e identificar possíveis falhas para a continuidade da pesquisa a ser conduzida pela equipe da Gerência de Pavimentos da SMOV.

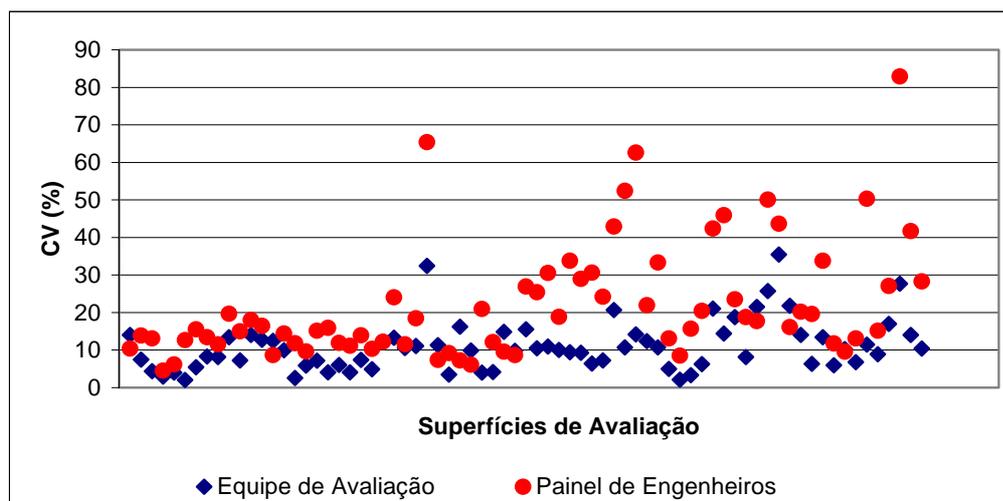


Figura 6.3 Dispersão dos valores de coeficientes de variação em pavimentos asfálticos

Para efetuar a correlação entre a densidade e os valores de dedução dos defeitos, inicialmente, fez-se um ajuste nos valores de dedução de cada avaliador, a fim de evitar que a variabilidade dos Valores da Condição do Pavimento (VCP) se refletisse nos pontos dedutivos, pois estes valores foram obtidos a partir do VCP individual e não a partir do VCP médio calculado para a superfície de avaliação. O valor de dedução ajustado foi obtido através da equação 6.1.

$$VDA_{i,j} = \left(\frac{VD_{i,j}}{VDT} \right) * VDT_m \quad (6.1)$$

$$VDT_m = 100 - VCP_m \quad (6.2)$$

onde,

$VDA_{i,j}$ = valor de dedução ajustado para o defeito i na severidade j ;

$VD_{i,j}$ = valor de dedução individual atribuído pelo avaliador ao defeito i na severidade j através da distribuição do VDT;

VDT = valor de dedução total calculado pela equação 4.1;

VDT_m = valor de dedução total médio obtido pela equação 6.2

VCP_m = Valor da Condição do Pavimento médio

Após foram calculados os valores de dedução ajustados médios para cada amostra e correlacionados com as densidades dos defeitos obtidas na avaliação objetiva. Nos Anexos F

e G são apresentados os valores de dedução ajustados, os VDA médios, os desvios padrão e os coeficientes de variação para os defeitos acima mencionados.

Devido a possibilidade de um mesmo valor de VCP e conseqüentemente de VDT ser atribuído para pavimentos com diferentes quantidades de defeitos, conclui-se que não podem ser esperados coeficientes de correlação com valores elevados, uma vez que o valor de dedução para um determinado defeito e nível de severidade não dependerá apenas da sua densidade de ocorrência, mas também da quantidade de outros defeitos existentes.

As Figuras 6.4 a e b apresentam as curvas dos valores de dedução para os defeitos trinca de fadiga e desgaste superficial em nível de severidade avançado. Os coeficientes de correlação obtidos foram 0,54 e 0,61, respectivamente, estando estes valores em um nível admissível.

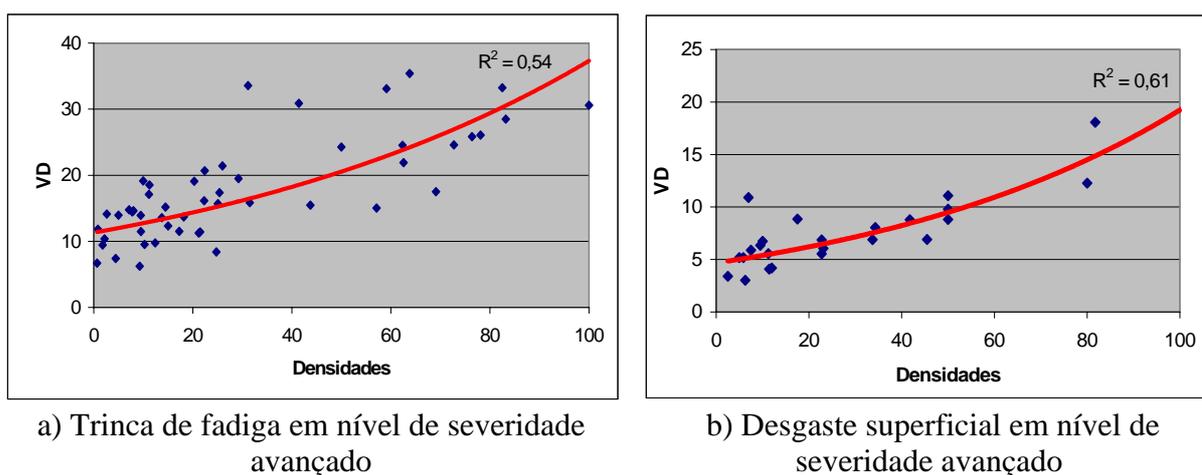


Figura 6.4 – Curvas de valores de dedução obtidas

Cabe salientar que as curvas obtidas neste estudo resultaram de amostras com ocorrência de mais de um defeito, diferentemente das curvas do método PCI que foram obtidas em amostras com apenas um defeito (Shain e Khon, 1979-b).

Através desta amostra também foi possível identificar que as trincas de fadiga em nível de severidade inicial não ocorrem em densidades elevadas. A densidade máxima observada foi de 7%. Este fato justifica-se na sua própria descrição, isto é, a trinca de fadiga é de severidade inicial quando se apresenta isolada, não ocorrendo interligação. Assim não se justifica ter uma curva de valor de dedução para este nível de severidade. Sugere-se a adoção de um valor dedutivo constante. O valor de dedução médio observado neste estudo foi de 3,50, com desvio padrão de 1,70.

6.1.2 Revestimento de Paralelepípedos de Pedra

A Figura 6.5 apresenta a distribuição percentual do número de observações totais e do total das áreas anotadas de cada tipo de defeito nos trechos avaliados com revestimento em paralelepípedos. Nestas superfícies de avaliação não foram observados os defeitos tipos remendo de conservação emergencial e ondulação.

Observa-se que neste tipo de revestimento o número de observações e área anotada com cada defeito está distribuída com maior uniformidade que a distribuição verificada nos defeitos de revestimento asfáltico.

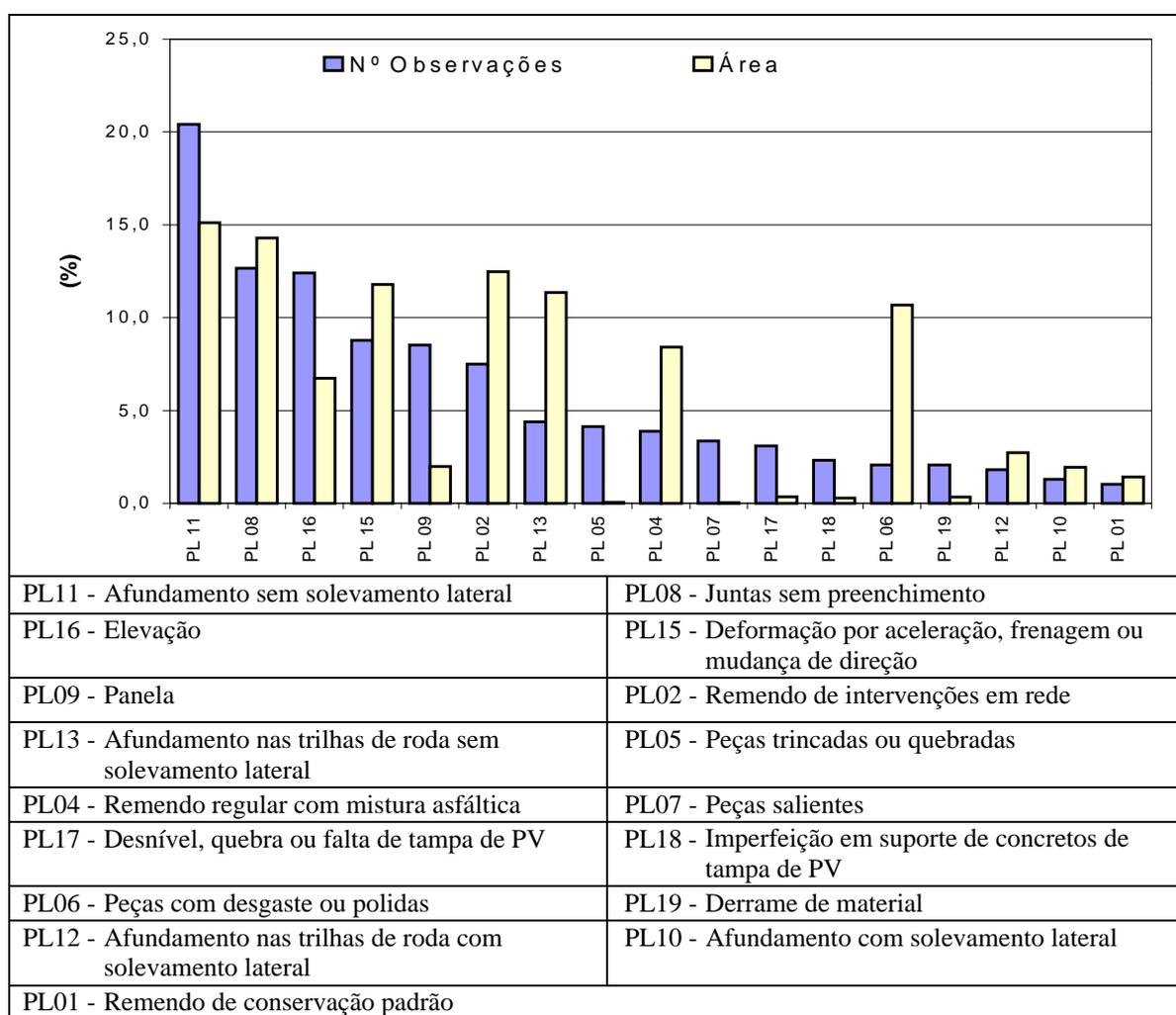


Figura 6.5 - Distribuição percentual do número de observações e área dos defeitos em pavimentos com paralelepípedos

Os defeitos com maior ocorrência em termos de número de observações são afundamento sem sollevamento lateral, juntas sem preenchimento, elevação e deformação por aceleração, frenagem, que respondem por 54% das ocorrências.

Em relação à área anotada, os defeitos mais expressivos são afundamento sem solevamento lateral, juntas sem preenchimento, deformação por aceleração e frenagem, remendo de intervenção em redes subterrâneas, afundamento nas trilhas de roda sem solevamento e peças com desgaste ou polidas, que somados representam 76% da área anotada com defeitos.

Os Valores da Condição do Pavimento obtidos através da avaliação subjetiva são apresentadas na Tabela 6.3. O avaliador AT1 é auxiliar técnico, os avaliadores E1 a E5 são acadêmicos de Engenharia Civil e os avaliadores E6 e E7 são estudantes do Curso Técnico de Estradas.

Tabela 6.3 – Pavimentos com Paralelepípedos: VCP e conceitos da avaliação subjetiva

Arco	SA	AT1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	VCP médio	Desvio Padrão	CV (%)	nota min	nota max	Dif. >30?	Conceito
Logradouro: R. Pirapó																
10764	SAE1	40	38	40	40	31	35	40	33	37	3,64	10	31	40	-	Ruim
10764	SAI1	40	40	47	35	30	32	31	43	37	6,18	17	30	47	-	Ruim
10667	SAE1	55	48	-	45	58	50	51	58	52	5,01	10	45	58	-	Regular
10667	SAI1	58	55	-	50	53	54	51	56	54	2,79	5	50	58	-	Regular
Logradouro: Av. Bagé																
10548	SAE1	58	60	58	57	-	63	60	61	60	2,07	3	57	63	-	Regular
10548	SAI1	51	40	49	40	-	37	48	45	44	5,35	12	37	51	-	Regular
10602	SAE1	43	30	41	40	31	45	45	40	39	5,83	15	30	45	-	Ruim
10602	SAI1	42	45	45	44	-	48	46	43	45	1,98	4	42	48	-	Regular
10602	SAI2	54	50	50	50	-	44	50	50	50	2,93	6	44	54	-	Regular
10602	SAE2	55	51	55	55	-	50	55	55	54	2,21	4	50	55	-	Regular
Logradouro: Av. Encantado																
10549	SAE1	70	70	66	69	60	68	61	65	66	3,91	6	60	70	-	Bom
10549	SAI1	60	55	61	61	65	58	60	61	60	2,85	5	55	65	-	Bom
10549	SAI2	42	45	48	44	40	46	40	41	43	2,96	7	40	48	-	Regular
10549	SAE2	53	55	52	50	58	48	51	53	53	3,07	6	48	58	-	Regular
Logradouro: Av. Lageado																
10464	SAE1	48	50	45	44	50	52	55	41	48	4,58	10	41	55	-	Regular
10464	SAI1	57	60	61	63	60	65	58	60	61	2,56	4	57	65	-	Bom
Logradouro: R. Prof. Fitzgerald																
10465	SAE1	53	45	50	55	50	47	48	57	51	4,10	8	45	57	-	Regular
10465	SAI1	64	55	58	63	49	50	55	65	57	6,21	11	49	65	-	Regular
10465	SAI2	66	50	64	57	60	60	51	58	58	5,63	10	50	66	-	Regular
10465	SAI3	65	65	66	70	63	68	65	63	66	2,39	4	63	70	-	Bom
10465	SAI4	85	70	75	75	70	77	75	73	75	4,75	6	70	85	-	Bom
10465	SAE2	50	40	47	45	45	44	55	50	47	4,60	10	40	55	-	Regular
Logradouro: Av. Itajai																
9997	SAE1	68	70	65	66	75	68	65	63	68	3,74	6	63	75	-	Bom
9997	SAI1	80	80	78	74	75	75	71	70	75	3,78	5	70	80	-	Bom
9886	SAE1	75	60	68	70	73	70	68	63	68	4,93	7	60	75	-	Bom
9886	SAI1	65	60	66	63	65	64	61	68	64	2,62	4	60	68	-	Bom
9886	SAI2	73	60	61	63	75	61	65	70	66	5,88	9	60	75	-	Bom
9886	SAE2	78	55	71	68	55	65	70	70	67	7,98	12	55	78	-	Bom

Tabela 6.3 (continuação) – Pavimentos com Paralelepípedos: VCP e conceitos da avaliação subjetiva

Arco	SA	AT1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	VCP médio	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >30?	Conceito
Logradouro: R. Sioma Breitman																
9768	SAE1	75	70	67	65	73	75	68	65	70	4,17	6	65	75	-	Bom
9768	SAI1	78	65	65	65	66	74	70	68	69	4,85	7	65	78	-	Bom
Logradouro: R. Eng. Afonso Cavalcanti																
20608	SAI1	58	55	57	51	50	52	-	55	54	3,06	6	50	58	-	Regular
20608	SAE2	50	50	40	48	50	46	-	50	48	3,73	8	40	50	-	Regular
9666	SAI1	52	45	50	50	50	55	-	50	50	2,98	6	45	55	-	Regular
9666	SAE2	54	40	43	50	35	43	-	50	45	6,63	15	35	54	-	Regular
Logradouro: Av. Missões																
4344	SAE1	41	41	41	-	43	41	36	40	40	2,15	5	36	43	-	Regular
4344	SAI1	55	55	60	-	50	48	55	51	53	4,04	8	48	60	-	Regular
4344	SAI2	31	21	30	-	25	25	30	25	27	3,68	14	21	31	-	Ruim
4344	SAE2	65	60	68	-	60	55	61	63	62	4,15	7	55	68	-	Bom
4184	SAE1	48	35	33	41	37	46	40	41	40	5,14	13	33	48	-	Regular
4184	SAESP	48	41	44	55	45	50	50	50	48	4,39	9	41	55	-	Regular
4184	SAI1	65	60	56	55	50	60	55	58	57	4,47	8	50	65	-	Regular
4184	SAI2	57	61	60	50	70	60	60	62	60	5,53	9	50	70	-	Regular
4184	SAE2	45	50	42	45	48	47	50	41	46	3,38	7	41	50	-	Regular
3700	SAE1	50	45	35	45	35	43	32	41	41	6,20	15	32	50	-	Regular
3700	SAESP	45	35	40	41	43	40	40	35	40	3,48	9	35	45	-	Ruim
3700	SAI1	40	30	33	40	30	38	38	33	35	4,23	12	30	40	-	Ruim
Logradouro: Av. São Pedro																
4620	SAE1(P2)	37	45	50	51	50	49	51	53	48	5,09	11	37	53	-	Regular
4620	SAIESP(P2)	38	35	40	40	38	40	40	38	39	1,77	5	35	40	-	Ruim
4620	SAI1(P2)	60	51	50	55	50	55	50	55	53	3,62	7	50	60	-	Regular
4620	SAE1(P1)	49	45	50	45	47	45	51	48	48	2,39	5	45	51	-	Regular
4620	SAIESP(P1)	55	50	50	50	54	48	50	43	50	3,66	7	43	55	-	Regular
4620	SAI1(P1)	58	60	57	51	60	54	58	51	56	3,68	7	51	60	-	Regular
4683	SAE1(P2)	58	-	50	50	40	55	52	55	51	5,83	11	40	58	-	Regular
4683	SAI1(P2)	64	-	55	61	65	61	60	60	61	3,24	5	55	65	-	Bom
4683	SAI2(P2)	55	-	52	45	50	51	41	47	49	4,72	10	41	55	-	Regular
4683	SAI3(P2)	80	-	70	70	75	70	58	70	70	6,68	9	58	80	-	Bom
4683	SAE1(P1)	41	-	44	40	52	37	42	40	42	4,79	11	37	52	-	Regular
4683	SAI1(P1)	50	-	43	41	58	45	48	50	48	5,64	12	41	58	-	Regular
4683	SAI2(P1)	55	-	52	55	55	55	49	41	52	5,25	10	41	55	-	Regular
4683	SAI3(P1)	70	-	64	61	70	58	70	70	66	5,11	8	58	70	-	Bom
Legenda: AT1 e AT2 –Auxiliar Técnico E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7 - Estagiário CV – Coeficiente de Variação SAE1 – Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de início do arco viário SAE2 - Superfície de avaliação de extremidade, localizada junto à interseção de fim do arco viário SAI1, SAI2, SAI3 e SAI4 – Superfícies de avaliação internas SAIESP – Superfície de avaliação interna especial, cuja localização foi definida a fim de avaliar uma condição específica P1, P2 e P3 – Pista 1, Pista 2 e Pista 3 O – Pista com tráfego exclusivo de transporte coletivo (ônibus)																

Procedeu-se a comparação entre os conceitos obtidos através da avaliação realizada pelo painel de engenheiros e pela equipe de avaliadores. O histograma com a distribuição de frequência dos conceitos obtidos é apresentado na Figura 6.6.

Observou-se que ocorreram diferenças em 18 superfícies de avaliação, do total de 60, isto é em 30% das amostras. Estes casos foram analisados em separado, buscando identificar a dimensão destas divergências.

A Tabela 6.4 relaciona as superfícies de avaliação cujos conceitos atribuídos pela equipe de avaliadores foram inferiores aos conceitos do painel de engenheiros. Observa-se que, das treze amostras onde ocorreu esta situação, cinco foram conceituadas pelo painel de engenheiros no limite inferior da condição “bom”, pois resultaram notas médias entre 3 e 3,50. Estas superfícies de avaliação foram conceituadas no limite superior do conceito “regular” através da equipe de avaliadores, com notas médias entre 50 e 60.

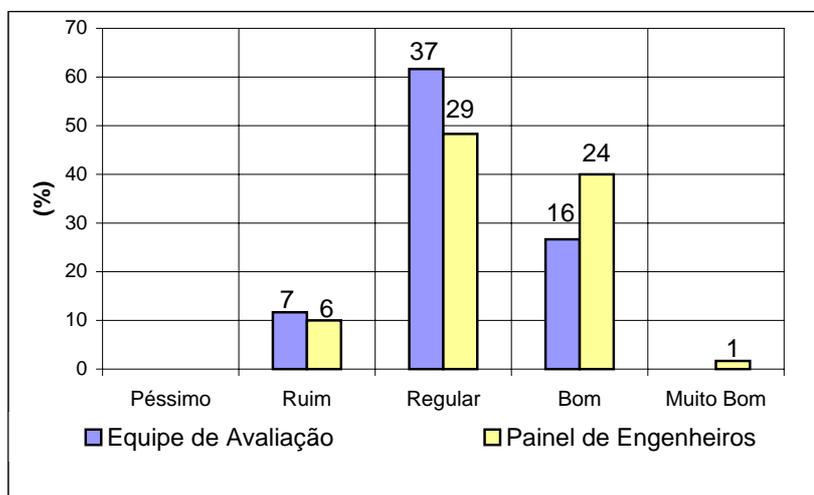


Figura 6.6 - Distribuição de frequência dos conceitos obtidos para pavimentos com paralelepípedos

Também constata-se que três superfícies de avaliação foram conceituadas pelo painel de engenheiros no limite inferior da condição “regular”, pois resultaram notas médias entre 2 e 2,50. Os conceitos obtidos para estas amostras através da equipe de avaliadores estão no limite superior do conceito “ruim”, com notas médias entre 30 e 40.

As superfícies de avaliação cujos conceitos atribuídos pela equipe de avaliadores foram superiores aos conceitos do painel de engenheiros são apresentados na Tabela 6.5. Nestes casos, as diferenças verificadas são menores, pois, conforme o grifo nos valores, observa-se que as notas médias obtidas estão no limite do intervalo dos conceitos.

Tabela 6.4 – Pavimentos com paralelepípedos: amostras com conceito da equipe de avaliadores inferior ao painel de engenheiros

			Painel de Engenheiros		Equipe de Avaliadores	
Logradouro	Arco	SA	Nota média	Conceito	VCP médio	Conceito
R. Prof. Fitzgerald	10465	SAI4	4,20	Ótimo	75	Bom
R. Prof. Fitzgerald	10465	SAI2	3,77	Bom	58	Regular
R. Prof. Fitzgerald	10465	SAI1	3,48	Bom	57	Regular
Av. Bagé	10548	SAE1	3,32	Bom	60	Regular
R. Pirapó	10667	SAE1	3,25	Bom	52	Regular
Av. Encantado	10549	SAE2	3,22	Bom	53	Regular
Rua Eng. Afonso Cavalcanti	9666	SAI1	3,02	Bom	50	Regular
Av. Lageado	10464	SAE1	3,18	Bom	48	Regular
R. Pirapó	10764	SAI1	3,10	Bom	37	Ruim
R. Pirapó	10764	SAE1	2,82	Regular	37	Ruim
Av. São Pedro	4620 (P2)	SAIESP	2,38	Regular	38	Ruim
Av. Missões	3700	SAI1	2,38	Regular	35	Ruim
Av. Bagé	10602	SAE1	2,23	Regular	39	Ruim

Tabela 6.5 – Pavimentos com paralelepípedos: amostras com conceito da equipe de avaliadores superior ao painel de engenheiros

			Painel de Engenheiros		Equipe de Avaliadores	
Logradouro	Arco	SA	Nota média	Conceito	VCP médio	Conceito
Av. São Pedro	4683 (P2)	SAI1	2,60	Regular	61	Bom
Av. Bagé	10602	SAI1	1,98	Ruim	45	Regular
Av. São Pedro	4620 (P2)	SAI1	1,90	Ruim	53	Regular
Av. São Pedro	4683 (P1)	SAE1	1,80	Ruim	43	Regular
Av. Missões	4344	SAE1	1,74	Ruim	41	Regular

Em relação a variabilidade dos resultados, de modo análogo ao efetuado para revestimento asfáltico, fez-se a análise de valores discrepantes e coeficiente de variação. Conforme apresentado na Tabela 6.3, não ocorreram diferenças entre avaliadores superiores a trinta pontos. Isto é, não foram observados valores discrepantes, enquanto que, na avaliação realizada pelo painel de engenheiros, em 15% das amostras as notas entre avaliadores tiveram resultados discrepantes. O valor de discrepância médio observado na levantamento com os critérios foi de 11,7 com desvio padrão de 4,8 pontos.

Na Figura 6.7 pode ser observada a dispersão dos coeficientes de variação obtidos nas avaliações efetuadas pelo grupo de engenheiros e pela equipe de avaliação. Consta-se que ocorreu uma redução significativa nos coeficientes de variação da equipe de avaliação, onde o valor máximo foi de 17% e o valor médio foi 8%. Na pesquisa com o painel de engenheiros, o coeficiente de variação máximo observado foi de 43% e o médio foi 17%.

Não foi possível traçar curvas de valores de dedução para os defeitos de paralelepípedos. Para se obter as curvas é necessário dispor de densidades distribuídas entre 0 e 100% e seus valores de dedução correspondentes. Porém, na maioria das amostras deste revestimento as densidades dos defeitos observadas foram menores que 25%, mesmo para os defeitos que ocorreram com maior frequência ou em maior área, conforme mostrado na Figura 6.5. Este fato reflete a pequena quantidade de amostras em condição “ruim”, onde, em geral, as áreas dos defeitos são maiores.

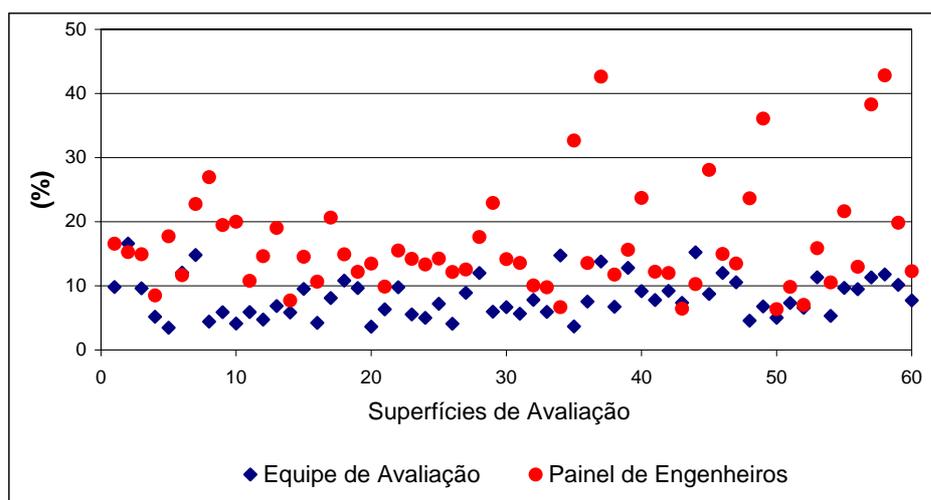


Figura 6.7 – Dispersão dos valores de coeficientes de variação observados nos pavimentos com paralelepípedos

6.2 AVALIAÇÃO DOS TRECHOS INCLUÍDOS NA PESQUISA DE OPINIÃO

Os trechos incluídos na pesquisa de opinião do usuário foram avaliados objetiva e subjetivamente por dois avaliadores, de acordo com a metodologia proposta.

Na Tabela 6.6 são apresentados os Valores da Condição do Pavimento e os conceitos obtidos em cada modalidade. As Figuras 6.8, 6.9 e 6.10 mostram comparativamente estes resultados. Para facilitar a visualização das diferenças entre as notas, efetuou-se uma conversão linear da escala adotada na metodologia, cujos valores são de 0 a 100, para a escala utilizada na pesquisa de opinião que foi de 1 a 5, conforme Quadro 5.3.

Tabela 6.6 – Notas e conceitos obtidos na avaliação e na pesquisa de opinião do usuário

Trechos	Pesquisa Opinião		Metodologia Proposta	
	Nota média	Conceito	VCP médio	Conceito
Cristiano Fischer (RA)	4,8	Muito Bom	88	Muito Bom
Protásio Alves (RA)	2,8	Regular	56	Regular
Independência (RA)	2,1	Ruim	42	Regular
Porto Calvo (RA)	2,0	Ruim	39	Ruim
Voluntários da Pátria (RA)	1,5	Péssimo	14	Péssimo
Caldre Fião (PL)	3,8	Bom	79	Bom
Bagé (PL)	1,7	Ruim	43	Regular
Artigas (PI)	2,7	Regular	55	Regular
Silvério Souto (PI)	2,6	Regular	74	Bom
Prof. Langendonck (PI)	2,1	Ruim	43	Regular
Eng. Afonso Cavalcanti (PI)	1,2	Péssimo	34	Ruim

Através da análise dos conceitos e notas podem ser feitas as seguintes considerações:

- a) Trechos com revestimento asfáltico: dos cinco trechos inclusos na pesquisa de opinião, quatro (Cristiano Fischer, Protásio Alves, Porto Calvo e Voluntários da Pátria) obtiveram o mesmo conceito em ambas modalidades de avaliação; em um trecho (Independência) o conceito atribuído pela avaliação através da metodologia proposta (regular) foi um nível superior ao conceito obtido pela opinião do usuário (ruim). Neste trecho, no período que decorreu entre a pesquisa de opinião e a avaliação pela equipe de avaliadores, houve correção de grande parte dos trincamentos em nível de severidade avançado existentes no pavimento quando este foi fotografado. Segundo os critérios estabelecidos, se o pavimento estiver com mais de 30% da sua área com trincamentos avançados, a sua condição é ruim, podendo receber notas entre 31 a 40. Isto é, analisando a fotografia do trecho e aplicando os critérios estabelecidos, enquadra-se o pavimento em condição ruim, mesmo conceito obtido na opinião do usuário.
- b) Trechos com revestimento em paralelepípedos: verifica-se que em um trecho (Caldre Fião) os conceitos obtidos coincidiram; no outro trecho (Bagé) o conceito atribuído através dos critérios (regular) foi um nível superior ao conceito obtido na pesquisa de opinião (ruim).
- c) Trechos com revestimento em pedras irregulares: apenas na Rua Artigas, entre os quatro trechos incluídos na pesquisa de opinião, os conceitos obtidos em ambas modalidades de

avaliação foram coincidentes. Na Rua Eng. Afonso Cavalcanti, foram executados remendos de conservação emergencial nas painelas existentes quando o trecho foi fotografado. De acordo com os critérios, o pavimento está em condição ruim, se houver até duas painelas em nível de severidade avançado (com diâmetro maior que 50 cm). Analisando a fotografia do trecho, são identificadas três painelas, sendo que uma tem diâmetro aproximado de um metro. Desta forma, pode-se afirmar que este trecho na condição apresentada pela fotografia se enquadra, conforme os critérios estabelecidos, na condição “péssimo”, coincidindo com o conceito resultante da pesquisa de opinião.

As divergências constatadas nos conceitos obtidos para os calçamentos podem ser atribuídas aos diferentes enfoques dados a influência do conforto de rolamento peculiar a cada material sobre a condição superficial dos pavimentos. No Capítulo 5, a partir dos resultados obtidos na pesquisa de opinião, foi observado que o usuário, ao atribuir as notas, comparou o conforto entre os tipos de revestimentos. Nos trechos das Ruas Cristiano Fischer (revestimento asfáltico), Caldre Fião (paralelepípedos) e Silvério Souto (pedras irregulares), onde não são identificados defeitos nas fotografias, os conceitos atribuídos pelos usuários foram muito bom, bom e regular, respectivamente.

Na metodologia que está se propondo, ao estabelecer a condição do pavimento, não foi comparado o conforto proporcionado entre os tipos de revestimento, sendo respeitadas as potencialidades de cada material. Assim, pelos critérios determinados, se ocorrerem defeitos que não prejudicam a trafegabilidade (afundamentos em severidade inicial localizadas fora das áreas de tráfego, peças trincadas ou quebradas e juntas sem preenchimento), os calçamentos ainda são admitidos na condição muito bom.

Esta definição é justificada no entendimento que, tecnicamente, o conforto proporcionado pelos materiais deve ser adequado aos volumes de tráfego a que estão sujeitos e às velocidades exigidas para as vias.

Através das Figuras 6.8, 6.9 e 6.10 observa-se que, de modo geral, mesmo quando os conceitos obtidos são coincidentes, na avaliação realizada com o emprego dos critérios estabelecidos para determinar a condição superficial dos pavimentos, as notas resultantes foram maiores que as notas atribuídas pelos usuários.

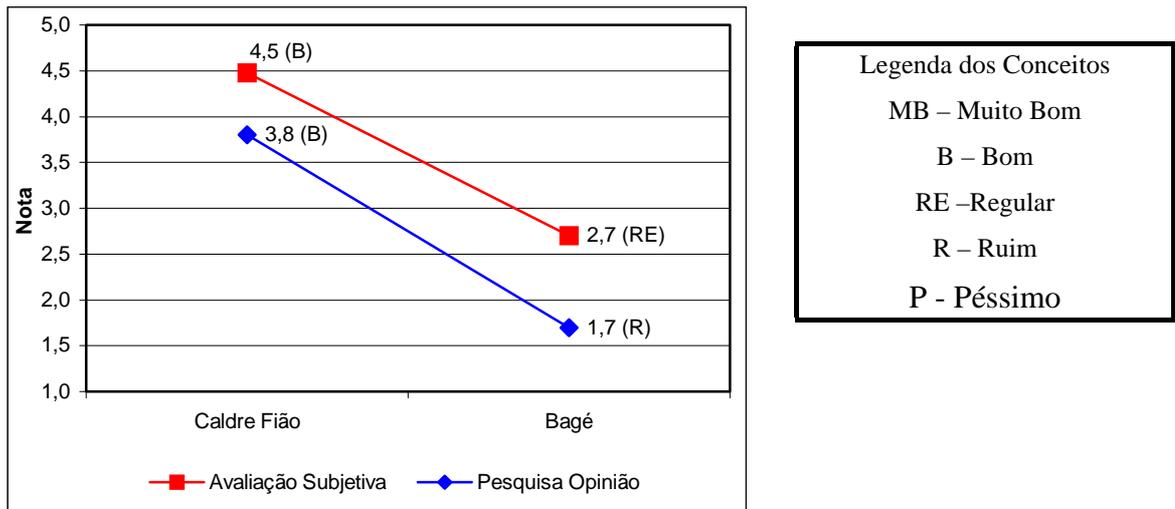


Figura 6.8 – Notas e conceitos dos trechos com paralelepípedos

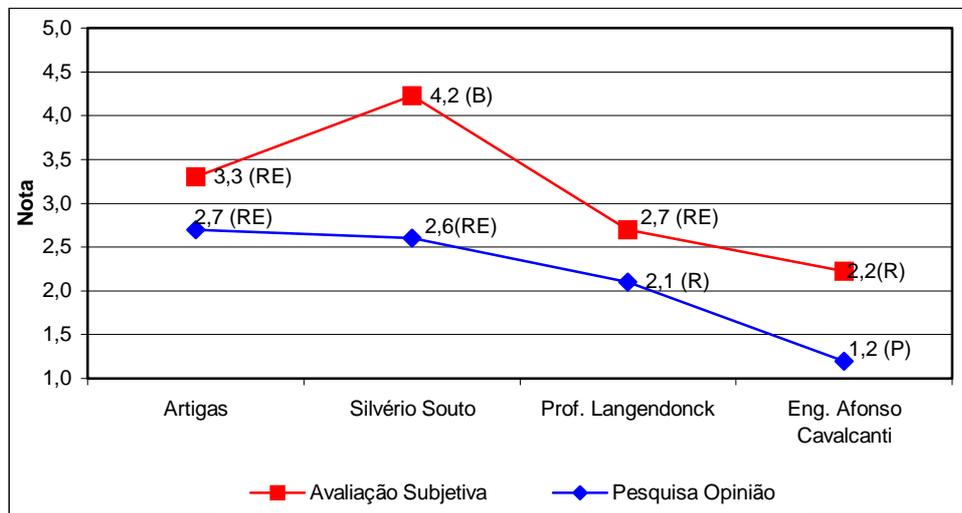


Figura 6.9 – Notas e conceitos dos trechos com pedras irregulares

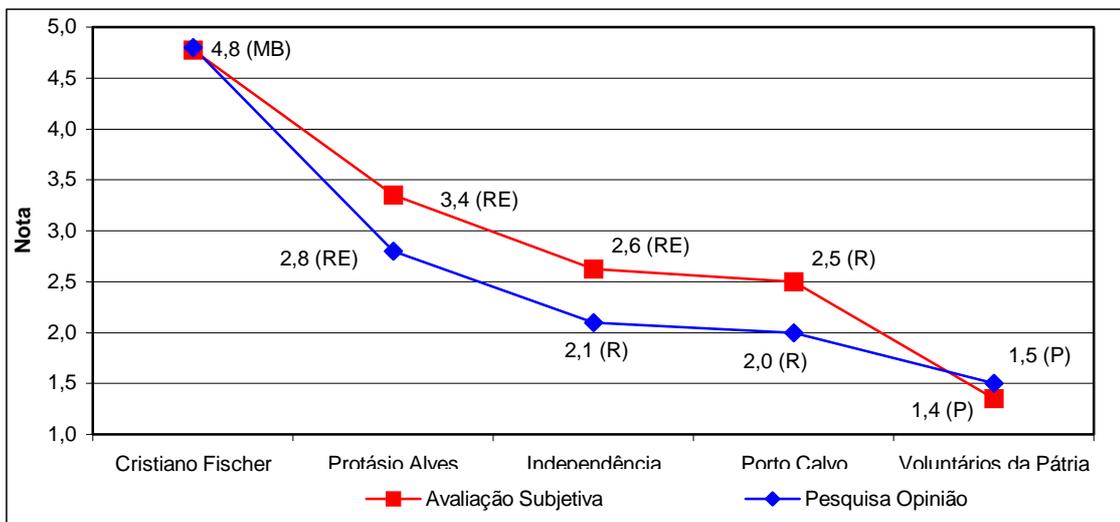


Figura 6.10 – Notas e conceitos dos trechos com revestimento asfáltico

6.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na avaliação objetiva realizada, não ocorreram situações em que defeitos existentes não se enquadraram no elenco de defeitos adotado. Também não foram constatadas dificuldades práticas na localização e marcação das superfícies de avaliação. Desta forma, o elenco de defeitos e os procedimentos propostos mostraram-se adequados para o levantamento das degradações superficiais.

Os critérios elaborados para auxiliar na definição da condição superficial do pavimentos mostraram-se muito apropriados. Nos resultados obtidos através da avaliação subjetiva, verificou-se que, em 70% das amostras com revestimento asfáltico e de paralelepípedos, a condição do pavimento atribuída pelos avaliadores empregando os critérios coincidiu com a condição atribuída pelo painel de engenheiros. Também foi constatado que, nas maioria das amostras em que houve diferenças nos conceitos, as diferenças observadas não são expressivas. Também ocorreu uma redução significativa de valores discrepantes e nos coeficientes de variação, ao se empregar os critérios para determinar a condição dos pavimentos.

Com base nos valores observados, recomenda-se a adoção de diferenças de até 20 pontos entre avaliadores para análise da discrepância e aceitação das respostas obtidas na avaliação subjetiva no inventário da malha viária. Este valor corresponde ao intervalo de notas entre duas condições. Constatou-se que 30 pontos é uma diferença inaceitável quando são empregados os critérios propostos. O valor médio de discrepância, nos revestimentos asfáltico e paralelepípedos, verificado neste estudo foi de 13 pontos e desvio padrão de 7.

Pelo exposto, pode-se afirmar que a metodologia proposta para a avaliação da condição superficial dos pavimentos é adequada às características urbanas e viável para aplicação em nível da rede viária.

Em relação a comparação entre a metodologia proposta e a opinião do usuário, constatou-se que, nos trechos avaliados de pavimentos asfálticos, a condição dos pavimentos obtida com o emprego da metodologia proposta é similar à condição atribuída pelos usuários.

Nos trechos avaliados com pavimentos de paralelepípedos e pedras irregulares, a condição atribuída com o uso dos critérios estabelecidos, em geral, é superior à condição imputada pelos usuários.

A metodologia proposta estabelece que a condição do pavimento decresce quando há ocorrência de defeitos que prejudicam a trafegabilidade, isto é, quando é reduzido o potencial do revestimento de proporcionar conforto. Os usuários atribuem uma parcela da condição do pavimento à potencialidade que cada tipo de revestimento tem de proporcionar conforto.

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

7.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO

Neste trabalho foi revisada a bibliografia sobre principais metodologias existentes para a avaliação da condição superficial dos pavimentos e examinadas as características dos revestimentos e do universo em estudo.

A partir desta primeira etapa, foram estabelecidos os procedimentos para a avaliação da condição superficial a ser aplicada no inventário da rede para um sistema de gerência de pavimentos, considerando-se a necessidade de incorporação das peculiaridades dos pavimentos e da malha viária da cidade. A seguir, são apresentadas as principais conclusões resultantes dos estudos realizados.

Excetuando a metodologia empregada pela PMPA/SMOV na avaliação de pavimentações executadas com financiamento do BID, não foram encontrados em literatura outros procedimentos para a avaliação da condição de pavimentos revestidos com paralelepípedos e pedras irregulares. Estes materiais, de uso tipicamente urbano, representam uma parcela significativa da malha viária das cidades brasileiras. Face à importância e à necessidade de planejamento da manutenção e reabilitação destes pavimentos, faz-se preciso que as prefeituras e instituições de pesquisas atentem para a pesquisa de especificações ou normas sobre a avaliação da condição destes pavimentos.

Foram estabelecidos critérios para auxiliar na avaliação subjetiva da condição superficial de cada tipo de revestimento em estudo, com base nos resultados obtidos na pesquisa realizada com o painel de engenheiros. Após a análise dos resultados da aplicação da metodologia, verificou-se que estes critérios são muito apropriados para definição da condição superficial dos pavimentos.

Concluiu-se que os procedimentos para levantamento e os defeitos elencados são adequados à avaliação da condição superficial dos pavimentos urbanos e viável para aplicação em nível da rede viária. É necessário, no entanto, complementar os estudos das curvas de valores de dedução para possibilitar o cálculo do Índice da Condição dos Pavimento.

Foram obtidas curvas de valores de dedução preliminares para os defeitos trinca de fadiga e desgaste superficial em nível de severidade avançado, a partir da correlação das densidades dos defeitos e dos valores de dedução obtidos na avaliação realizada. Recomenda-se a adoção de um valor dedutivo constante para o defeito trinca de fadiga em severidade inicial, pois esta degradação caracteriza-se por ocorrer em pequenas áreas.

No procedimento para determinação das curvas de valores de dedução, com o intuito de evitar a necessidade de ajustes dos valores atribuídos por cada avaliador, sugere-se o cálculo do Valor da Condição do Pavimento médio em campo e, então, a determinação do valor de dedução total, sendo este o valor adotado por todos os avaliadores.

Através da pesquisa de opinião, foi identificada a ordem de importância dos defeitos de revestimento asfáltico e calçamentos sob o ponto de vista do usuário, considerando o conforto, segurança e custo de operação. Os defeitos considerados mais prejudiciais foram panela, desnivelamento de tampa de poço de visita e afundamento com soleamento lateral. Também foi obtida a opinião sobre a condição superficial de cinco trechos com revestimento asfáltico, dois trechos com revestimento de paralelepípedos e quatro de pedras irregulares.

Concluiu-se, a partir da comparação entre os resultados da pesquisa de opinião do usuário e a avaliação subjetiva que, para revestimento asfáltico, a condição dos pavimentos obtida através da metodologia proposta é similar à condição atribuída pelos usuários.

Nos revestimentos de paralelepípedos e pedras irregulares, constatou-se que há divergência entre a conceituação das condições dos pavimentos obtidas através da opinião dos usuários e da metodologia.

7.2 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Na continuidade da pesquisa para determinação das curvas de valores de dedução, a fim de facilitar e melhorar a distribuição do valor de dedução total entre os defeitos, recomenda-se que, após ser realizado o levantamento objetivo, sejam calculadas em campo as densidades dos defeitos e demarcadas as áreas afetadas. Desta forma, o avaliador terá uma percepção melhor da densidade e do efeito de cada defeito sobre a condição do pavimento.

Sugere-se o estudo de reprodutibilidade e repetibilidade das avaliações objetiva e subjetiva, através da repetição dos levantamentos, a fim de determinar os níveis de confiabilidade do inventário.

Recomenda-se a realização de estudos sobre a medição da irregularidade longitudinal em meio urbano. Este parâmetro é o principal indicativo dos níveis de segurança, economia e conforto de rolamento, que, sob enfoque dos usuários são as mais importantes qualidades dos pavimentos. Devem ser analisados aspectos como a adequação dos procedimentos existentes às características urbanas, em função dos equipamentos disponíveis, e a aplicação em sistemas de gerência de pavimentos.

Por fim, sugere-se o estudo da resistência à derrapagem, principalmente dos pavimentos revestidos com paralelepípedos e pedras irregulares, sob enfoque da segurança. Estes revestimentos, quando encontram-se desgastados ou polidos, tornam-se escorregadios, sendo esta situação agravada na ocorrência de chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abitante, Edgar; Ferreira, Francisco de A.; Neumann, G. A.; Danieleski, Maria L.; Ferrer, Paulo R. F. **A Consolidação do Cadastro Viário para o Sistema de Gerência de Pavimentos do Município de Porto Alegre.** Aracaju - Anais da 12^a Reunião de Pavimentação Urbana, 2003.
- AASHTO - American Association of State Highway and Transportatin Officials. **Guide for Design of Pavement Structures.** Washington, 1993.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Terminologia e Classificação de Pavimentação – NBR 7207.** Rio de Janeiro/RJ. 3 pp., 1982.
- Aps, Márcia; Balbo, José Tadeu; Severi, André Arantes. **Avaliação Superficial de Pavimentos Asfálticos em Vias Urbanas Utilizando o Método PCI.** São Paulo/SP: Anais da 31^a. Reunião Anual de Pavimentação, 1998.
- Aps, Márcia. **Análise de Métodos de Avaliação de Superfície de Pavimentos Asfálticos Aplicados em Vias Urbanas.** São Paulo/SP: Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.
- Balbo, José Tadeu. **Pavimentos Asfálticos: Patologias e Manutenção.** São Paulo/SP: Editora Plêiade, 1997.
- Barros. R. **Assessing Composite Distress Evaluations.** Transportation Research Record – Ed. 1311. Washington, 1991.
- Beaty, Anthony N.S. **Aspects of Municipal Applications of Concrete Block Paving.** Anais do Third International Workshop on Concrete Block Paving. Cartagena de Indias, Colombia. 1998. p. 17-1 – 17-6.
- Bodi, Janos; Balbo, José Tadeu. **Modelos para Priorização de Serviços de Manutenção de Pavimentos Urbanos.** São Paulo/SP. Anais da 31^a. Reunião Anual de Pavimentação, 1998.
- Danieleski, Maria Luiza; Dau, Flávio; Raimann, Luciane S.; Lima, Joel B.; Araújo e Souza, Gonçalves. **Avaliação e Plano de Manutenção do Programa de Pavimentação Comunitária da Cidade de Porto Alegre com Recursos do Banco Interamericano**

- de Desenvolvimento.** Porto Alegre/RS. Anais da 11^a. Reunião de Pavimentação Urbana, 2002.
- Dau, Flavio N. F.; Ferreira, Francisco de A.; Danieleski, Maria L.; Waechter Jr, Osmar; Ferrer, Paulo R. F.; Viceconti, Ricardo L. **Desenvolvimento e Implantação do Sistema de Gerência de Pavimentos do Município de Porto Alegre.** Aracaju - Anais da 12^a Reunião de Pavimentação Urbana, 2003.
- David, Fernanda Bezerra. **Avaliação do Trânsito Urbano pelos Motoristas do Automóvel.** Porto Alegre/RS. Dissertação de Mestrado. PPGEP/UFRGS, 2002.
- DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2003). **Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos – PRO 006/2003.** 10p.
- DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2003). **Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos – PRO 009/2003.** 06 p.
- DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2003). **Levantamento para Avaliação de Subtrecho Homogêneo de Rodovias de Pavimento Flexível ou Semi-Rígido para Gerência de Pavimentos e Estudos e Projetos – PRO 007/2003.** 9p.
- DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2003). **Levantamento Visual Contínuo para Avaliação da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos – PRO 007/2003.** 11p.
- Domingues, Felipe A. A. **MID- Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos.** F.A.A. Domingues. São Paulo, 1993
- Fernandes Jr., José Leomar. **Eficiência Econômica e de Engenharia para as rodovias: Uma Introdução ao HDM.** Araraquara/SP: Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Transportes, 1997.
- Fernandes Jr., José Leomar; Oda, Sandra; Zerbini, Luis Francisco. **Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos.** São Carlos/SP: Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Transportes, 1999.

- Fernandes Jr., José Leomar. **Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades de Médio Porte**. São Carlos/SP: Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, 2001.
- Gontijo, Paulo Romeu Assunção. **Método PARAGON para Avaliação e Diagnóstico de Pavimentos Rodoviários**. Cuiabá/MT: Anais da 29^a. Reunião Anual de Pavimentação, 1995.
- Gontijo, Paulo Romeu Assunção. **Conservação de Pavimentos: Levantamentos, Diagnóstico, Definição de Prioridades e Técnicas Corretivas**. Belo Horizonte/MG: Anais do III Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 1998.
- Gordon, R. **Condition Rating Methods for Pavement System**. Pavement Systems Management Workshop. Albany. Australia, 1985.
- Haas, R.; Hudson, W. R.. *Pavement Management Systems*. New York: McGraw-Hill, 1978.
- Haas, R.; Hudson, W.R.. **Defining and Serving Clients for Pavements**. Transportation Research Record – Ed. 1524. Washington, 1996.
- Hayes, B. E.. **Measuring Customers Satisfaction: Survey Design, Use and Statistical Analysis Methods**. 2 ed.. Wisconsin/EUA, 1998.
- Jackson, Newton C.; Deighton, Richard; Huft, David L.. **Development of Pavement Performance Curves for Individual Distress Indexes in South Dakota Based on Expert Opinion**. Transportation Research Record – Ed. 1524. Washington, 1996.
- Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. **Relevé des Dégradations de Surface des Chaussées**. Paris/FR. 1997.
- Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. **Catalogue des Dégradations de Surface des Chaussées**. Paris/FR. 1998.
- League of Arizona Cities and Towns; Association of Public Private Utility Service Providers. *Evaluation of Pavement Cut Impacts*. Phoenix, 2002.
- Marcon, Antônio Fortunato; Cardoso, Samuel Hanthequeste; Aps, Márcia. **Considerações sobre Métodos de Avaliação de Superfície de Pavimentos**. Cuiabá/MT: Anais da 29^a. Reunião Anual de Pavimentação. 1995. p. 43 – 59.
- Mascaró, Juan Luis. **Desenho Urbano e Custos de Urbanização**. Brasília/DF. MHU-SAM, 1987.

- Medina, Jacques de. **Mecânica dos Pavimentos**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.
- Misra, Anil; Roohanirad, Ali; Somboonyanon, Praon. **Guidelines for a Road Management System (RMS) for Local Governments**. Washington/USA. U.S. Department of Transportation. 2003.
- Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Caderno de Encargos do Município de Porto Alegre – vol. 2**. Porto Alegre/RS, 1996.
- Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Termo de Referência da Concorrência Pública Internacional nº 60/00**. Porto Alegre, RS. Concorrência Pública Internacional nº 02.082017.00.0, 2001.
- Prestes, Marilez Pôrto. **Métodos de Avaliação Visual de Pavimentos – Um Estudo Comparativo**. Porto Alegre/RS. Dissertação de Mestrado. PPGEP/UFRGS, 2001
- Sachs, Paul; Sunde, Dan. **Adapting Local Agency Pavement Management Procedures to Develop a Simplified System for Use by Smaller Cities in Washington**. Transportation Research Record – Ed. 1524. Washington, 1996.
- Salsa, Carolina Maria Porto. **Alvenaria Poliédrica – Um diferencial em Obras de Engenharia**. Ouro Preto, MG. Anais do 10º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. 2002.
- Santana, Humberto. **A Filosofia dos Calçamentos na Pavimentação Urbana**. Maceió/AL: Anais da 4ª. Reunião de Pavimentação Urbana. 1993.
- Santos, Darcy .N.; Dau, Flávio .N.F.; Ribeiro, Marcelo H.; Danieleski, Maria L.; Ferrer, Paulo R.F. **Caracterização de Pavimentos com Revestimento em Calçamento Visando a Avaliação da Condição Superficial para o Sistema de Gerência de Pavimentos do Município de Porto Alegre**. Aracaju - Anais da 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, 2003.
- Senço, Wlastemiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**, Vol.2. 1ª. Edição – São Paulo, SP. Ed. Pini, 2001.
- Shahin, Mohamed Y.; Khon, Starr D. **Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets, ad Parking Lots**. Vol.2 - Distress Identification Manual. CERL-TR-M-268. U.S. Army, 1979-a.

- Shahin, Mohamed Y.; Khon, Starr D. **Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets, and Parking Lots**. Vol.1- Condition Rating Procedure. CERL-TR-M-268. U.S. Army, 1979-b.
- Silveira, Joel. **Metodologia para Projeto de Pavimentos Flexíveis em Vias Urbanas da Região Metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre/RS. Dissertação de Mestrado. PPGECC/UFRGS, 2000.
- Soster, Ana Regina de Moraes; Dau, Flávio Nestor Ferreira; Rosa, Manoel Otávio Binato; Danieleski, Maria Luiza; Ferrer, Paulo Roberto Faria; Ferrer, Tânia Rodrigues. **Proposta de Metodologia de Classificação de Arcos Viários para o Sistema de Gerência de Pavimentos do Município de Porto Alegre**. Aracajú - Anais da 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, 2003.
- Strategic Highway Research Program. **Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project**. SHRP-P-338. Washington, DC, 1993.
- Strategic Highway Research Program. **Distress Interpretation from 35mm Film for the LTPP Experiments**. SHRP-P-642. Washington, DC, 1993.
- Transport Research Laboratory. **Guidelines for the Design and Operation of Road Management Systems**. Crowthorne, United Kingdom, 1998.
- Washington State Department of Transportation. **WSDOT Pavement Guide – Pavement Evaluation**. Washington/EUA. Volume 2, seção 3. 1995.
- Zimmerman, Kathryn A.; Beckemeyer, Curt A.; Peshkin, David G. **Pavement Condition Survey Guide for City Streets**. Pierre/SD. South Dakota Department of Transportation, 1994.

ANEXOS

Anexo A

Exemplos da aplicação dos procedimentos para obter a quantidade de superfícies de avaliação e suas posições

Situação 1: Existe apenas um tipo de revestimento na pista

Dados do Arco Viário							
Nome Logradouro		AV ENCANTADO					
Arco		10668					
Logradouro de Início		AV PIRAPO					
Logradouro de Fim		AV BAGE					
Bairro		PETROPOLIS					
Extensão do Arco		202,61					
Trecho	Interseção	Comprimento	Faixa Nº	Pista	Largura	Tipo Uso	Revestimento
1	Sim	4,00	1		8	Veículo	Paralelepípedo
2	Não	5,00	1		0	Passeio	
			2	1	9,5	Veículo	Paralelepípedo
			3		0	Passeio	
3	Não	173,60	1		0	Passeio	
			2	1	8	Veículo	Paralelepípedo
			3		0	Passeio	
4	Não	15,94	1		0	Passeio	
			2	1	10,07	Veículo	Paralelepípedo
			3		0	Passeio	
5	Sim	4,07	1		8	Veículo	Paralelepípedo

- 1) Calcular o comprimento dos trechos internos da pista (D_T), ou seja, os trechos que não estão localizados nas interseções:

$$D_T = 5 + 173,6 + 15,94 = 194,54$$

- 2) Determinar a quantidade (N) de superfícies de avaliação (SA), de acordo com os critérios do Quadro 4.1:

$$N = (D_T/100) \times 2 = \text{arredondar} (194,54/100) \times 2 = \text{arredondar} (3,89) = 4$$

- 3) Calcular a posição do centro de cada superfície de avaliação, de acordo com o quadro 4.1:

Codificação	Posição do centro da SA (m)
SAE1	5 m após o início da pista
SAE2	5 m antes do final da pista
SAI1	$(1 \times 194,54) / (4 - 1) = 64,85$
SAI2	$(2 \times 194,54) / (4 - 1) = 129,69$

Situação 2: Existem mais de um tipo de revestimento na pista

Dados do Arco Viário							
Nome Logradouro		R LUIZ SO					
Arco		10563					
Logradouro de Início		AV CEL LUCAS DE OLIVEIRA					
Logradouro de Fim		R ROMULO TELLES PESSOA					
Bairro		PETROPOLIS					
Extensão do Arco		127,3					
Trecho	Interseção	Comprimento	Faixa N°	Pista	Largura	Tipo Uso	Revestimento
1	Sim	4,00	1		7	Veículo	Revestimento Asfáltico
2	Não	4,00	1			Passeio	
			2	1	7	Veículo	Revestimento Asfáltico
			3			Passeio	
3	Não	73,35	1			Passeio	
			2	1	7	Veículo	Paralelepípedo
			3			Passeio	
4	Não	36,45	1			Passeio	
			2	1	7	Veículo	Revestimento Asfáltico
			3			Passeio	
5	Não	5,00	1			Passeio	
			2	1	7	Veículo	Revestimento Asfáltico
			3			Passeio	
6	Sim	4,50	1			Passeio	
			2		7	Veículo	Revestimento Asfáltico

- 1) Somar os comprimentos dos trechos internos com o mesmo tipo de revestimento

(D_{REV}):

Revestimento Asfáltico (RA) - $D_{REV} = 4,00 + 36,45 + 5,00 = 45,45$

Paralelepípedos (PL) - $D_{REV} = 73,35$

- 2) Determinar a quantidade (N) de superfícies de avaliação para cada tipo de revestimento, de acordo com o Quadro 4.2:

$N(RA) = 2$

$N(PL) = 2$

- 3) Calcular a quantidade (N_G) de superfícies de avaliação para cada grupo de trechos internos consecutivos de mesmo revestimento, através da equação 4.1, arredondando na primeira casa decimal ($\geq 0,5$ arredondar para mais; $< 0,5$ arredondar para menos):

No revestimento asfáltico há dois grupo:

G1: se refere ao trecho 2

G2: se refere aos trechos 4 e 5

$$N_{G1} (RA) = (D_G/D_{REV}) \times N = \text{arredondar } (4/45,45) \times 2 = \text{arredondar } (0,18) = 0$$

$$N_{G2} (RA) = (D_G/D_{REV}) \times N = \text{arredondar } ((36,45+5)/45,45) \times 2 = \text{arredondar } (1,82) = 2$$

- 4) Determinar a quantidade (N_{EG}) e posição das superfícies de avaliação de extremidade (SAE) para cada grupo, de acordo com o Quadro 4.3 e observando as condições:

O grupo 1 não tem superfícies de avaliação ($N_{G1} = 0$)

O grupo 2 atende a condição descrita no item 4.2, então:

Codificação	Posição do centro da SA (m)
SAE2	5 m antes do final da pista

- 5) Calcular a quantidade (N_{IG}) de superfícies de avaliação internas (SAI) do grupo, de acordo com a equação 4.2:

$$N_{IG} = N_G - N_{EG} = 2 - 1 = 1$$

- 6) Calcular a posição do centro de cada superfície de avaliação interna do grupo, de acordo com o Quadro 4.3. Para tanto, é necessário calcular o somatório dos comprimentos de todos os trechos internos antecedentes ao grupo (D_P):

$$D_P = 4,00 + 73,35 = 77,35$$

Codificação	Posição do centro da SA (m)
SAI1	$D_P + [(n \times D_G)/(n+1)] = 77,35 + [(1 \times 41,45)/(1+1)] = 98,08$

- 7) Repetir as etapas de 3 a 6 para todos os grupos de trechos consecutivos do revestimento:

Não há outros grupos do revestimento asfáltico.

- 8) Repetir as etapas de 3 a 7 para todos os revestimentos da pista:

Revestimento: Paralelepípedos

- 3) Calcular a quantidade (N_G) de superfícies de avaliação para cada grupo de trechos internos consecutivos de mesmo revestimento, através da equação 4.1, arredondando na primeira casa decimal ($\geq 0,5$ arredondar para mais; $< 0,5$ arredondar para menos):

No revestimento paralelepípedos há um grupo:

G1: se refere ao trecho 3

$$N_{G1} (PL) = (D_G/D_{REV}) \times N = \text{arredondar } (73,35/73,35) \times 2 = \text{arredondar } (2,00) = 2$$

4) Determinar a quantidade (N_{EG}) e posição das superfícies de avaliação de extremidade (SAE) para cada grupo, de acordo com o Quadro 4.3 e observando as condições:

O grupo 1 atende a condição descrita no item 4.3, isto é, nenhuma superfície de avaliação é de extremidade

5) Calcular a quantidade (N_{IG}) de superfícies de avaliação internas (SAI) do grupo, de acordo com a equação 4.2:

$$N_{IG} = N_G - N_{EG} = 2 - 0 = 2$$

6) Calcular a posição do centro de cada superfície de avaliação interna do grupo, de acordo com o Quadro 4.3. Para tanto, é necessário calcular o somatório dos comprimentos de todos os trechos internos antecedentes ao grupo (DP):

$$D_P = 4,00$$

Codificação	Posição do centro da SA (m)
SAI1	$D_P + [(n \times D_G)/(N_{IG}+1)] = 4 + [(1 \times 73,35)/(2+1)] = 28,45$
SAI2	$D_P + [(n \times D_G)/(N_{IG}+1)] = 4 + [(2 \times 73,35)/(2+1)] = 52,90$

7) Repetir as etapas de 3 a 6 para todos os grupos de trechos consecutivos do revestimento:

Não há outros grupos do revestimento de paralelepípedos.

Resumo das Superfícies de Avaliação para o arco 10563 (em ordem conforme a posição)

Revestimento	Codificação	Posição do centro da SA (m)
Paralelepípedos	SAI1	28,45
	SAI2	52,90
Revestimento Asfáltico	SAI1	98,08
	SAE2	5 m antes do final da pista

Anexo B

Revestimento Asfáltico

Logradouro:		Arco:		Pista:
Início:		Fim:		
Total SA:		COD. SA:	Posição SA:	Dist. SA anterior:
REVESTIMENTO ASFÁLTICO				MAPA:
Cód.	Tipo de Defeito	Nível de Severidade		
		INICIAL	MÉDIO	AVANÇADO
RA 01	Remendo de conservação padrão		Não se aplica.	
RA 02	Remendo de intervenção em rede subterrânea		Não se aplica.	
RA 03	Remendo Conservação Emergencial		Não se aplica.	
RA 04	Trincas Isoladas de Retração ou Reflexão			
RA 05	Trincas de Fadiga			
RA 06	Trincas Interligadas de Retração ou Reflexão			
RA 07	Trincamento parabólico			
RA 08	Trincas concêntricas a tampa de PV			
RA 09	Panela			
RA 10	Desgaste Superficial		Não se aplica.	
RA 11	Polimento de agregados			
RA 12	Exsudação			
RA 13	Corrugação			
RA 14	Afundamento com solevamento lateral			
RA 15	Afundamento sem solevamento lateral			
RA 16	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral			
RA 17	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral			
RA 18	Elevação			
RA 19	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV			
RA 20	Imperfeição em suporte de concreto de tampa de PV		Não se aplica.	
RA 21	Derrame de material			

OBSERVAÇÕES:

DATA:

RESPONSÁVEL:

Anexo B

Revestimento: Paralelepípedos

Logradouro:		Arco:	Pista:	
Início:		Fim:		
Total SA:	COD. SA:	Posição SA:	Dist. SA anterior:	
PARALELEPÍPEDOS			MAPA:	
Cód.	Tipo de Defeito	Nível de Severidade		
		INICIAL	MÉDIO	AVANÇADO
PL 01	Remendo de conservação padrão		Não se aplica.	
PL 02	Remendo de intervenções em rede subterrânea		Não se aplica.	
PL 03	Remendo de conservação emergencial		Não se aplica.	
PL 04	Remendo regular com mistura asfáltica			
PL 05	Peças trincadas ou quebradas			
PL 06	Peças com desgaste ou polidas			
PL 07	Peças salientes			
PL 08	Juntas sem preenchimento		Não se aplica.	
PL 09	Panela			
PL 10	Afundamento com solevamento lateral			
PL 11	Afundamento sem solevamento lateral			
PL 12	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral			
PL 13	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral			
PL 14	Ondulação			
PL 15	Deformação por aceleração, frenagem ou mudança de direção			
PL 16	Elevação			
PL 17	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV			
PL 18	Imperfeição em suporte de concretos de tampa de PV		Não se aplica.	
PL 19	Derrame de material			

OBSERVAÇÕES:

DATA:

RESPONSÁVEL:

Anexo B

Revestimento: Pedra Irregular

Logradouro:		Arco:	Pista:	
Início:		Fim:		
Total SA:		COD. SA:	Posição SA:	
		Dist. SA anterior:	MAPA:	
PEDRA IRREGULAR				
Cód.	Tipo de Defeito	Nível de Severidade		
		INICIAL	MÉDIO	AVANÇADO
PI 01	Remendo de conservação padrão		Não se aplica.	
PI 02	Remendo de intervenções em rede subterrânea		Não se aplica.	
PI 03	Remendo de conservação emergencial		Não se aplica.	
PI 04	Remendo regular com mistura asfáltica			
PI 05	Juntas sem preenchimento		Não se aplica.	
PI 06	Panela			
PI 07	Afundamento com solevamento lateral			
PI 08	Afundamento sem solevamento lateral			
PI 09	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral			
PI 10	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral			
PI 11	Ondulação			
PI 12	Deformação por aceleração, frenagem ou mudança de direção			
PI 13	Elevação			
PI 14	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV			
PI 15	Imperfeição em suporte de concretos de tampa de PV		Não se aplica.	
PI 16	Derrame de material			

OBSERVAÇÕES:

DATA:

RESPONSÁVEL:

Anexo C

Revestimento Asfáltico

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DOS PAVIMENTOS					
ATRIBUIÇÃO DE VALOR DE DEDUÇÃO (VD) AOS DEFEITOS E NÍVEIS DE SEVERIDADE					
Arco:			Cód. SA:		
VCP (0 - 100):			VDT = 100 - VCP =		
REVESTIMENTO ASFÁLTICO					
Cód.	Tipo de Defeito	Nível de Severidade			Soma Parcial VD
		INICIAL	MÉDIO	AVANÇADO	
RA 01	Remendo de conservação padrão		Não se aplica.		
RA 02	Remendo de intervenção em rede subterrânea		Não se aplica.		
RA 03	Remendo Conservação Emergencial		Não se aplica.		
RA 04	Trincas Isoladas de Retração ou Reflexão				
RA 05	Trincas de Fadiga				
RA 06	Trincas Interligadas de Retração ou Reflexão				
RA 07	Trincamento parabólico				
RA 08	Trincas concêntricas a tampa de PV				
RA 09	Panela				
RA 10	Desgaste Superficial		Não se aplica.		
RA 11	Polimento de agregados				
RA 12	Exsudação				
RA 13	Corrugação				
RA 14	Afundamento com solevamento lateral				
RA 15	Afundamento sem solevamento lateral				
RA 16	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral				
RA 17	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral				
RA 18	Elevação				
RA 19	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV				
RA 20	Imperfeição em suporte de concreto de tampa de PV				
RA 21	Derrame de material				
VDT = Somatório VD					

DATA:

RESPONSÁVEL:

Anexo C

Revestimento: Paralelepípedos

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DOS PAVIMENTOS					
ATRIBUIÇÃO DE VALOR DE DEDUÇÃO (VD) AOS DEFEITOS E NÍVEIS DE SEVERIDADE					
Arco:			Cód. SA:		
VCP (0 - 100):			VDT = 100 - VCP =		
PARALELEPÍPEDOS					
Cód.	Tipo de Defeito	Nível de Severidade			Soma Parcial VD
		INICIAL	MÉDIO	AVANÇADO	
PL 01	Remendo de conservação padrão		Não se aplica.		
PL 02	Remendo de intervenções em rede subterrânea		Não se aplica.		
PL 03	Remendo de conservação emergencial		Não se aplica.		
PL 04	Remendo regular com mistura asfáltica				
PL 05	Peças trincadas ou quebradas				
PL 06	Peças com desgaste ou polidas				
PL 07	Peças salientes				
PL 08	Juntas sem preenchimento		Não se aplica.		
PL 09	Panela				
PL 10	Afundamento com solevamento lateral				
PL 11	Afundamento sem solevamento lateral				
PL 12	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral				
PL 13	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral				
PL 14	Ondulação				
PL 15	Deformação por aceleração, frenagem ou mudança de direção				
PL 16	Elevação				
PL 17	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV				
PL 18	Imperfeição em suporte de concretos de tampa de PV		Não se aplica.		
PL 19	Derrame de material				
VDT = Somatório VD					

DATA:

RESPONSÁVEL:

Anexo C

Revestimento: Pedra Irregular

AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DOS PAVIMENTOS					
ATRIBUIÇÃO DE VALOR DE DEDUÇÃO (VD) AOS DEFEITOS E NÍVEIS DE SEVERIDADE					
Arco:			Cód. SA:		
VCP (0 - 100):			VDT = 100 - VCP =		
PEDRA IRREGULAR					
Cód.	Tipo de Defeito	Nível de Severidade			Soma Parcial VD
		INICIAL	MÉDIO	AVANÇADO	
PI 01	Remendo de conservação padrão		Não se aplica.		
PI 02	Remendo de intervenções em rede subterrânea		Não se aplica.		
PI 03	Remendo de conservação emergencial		Não se aplica.		
PI 04	Remendo regular com mistura asfáltica				
PI 05	Juntas sem preenchimento		Não se aplica.		
PI 06	Panela				
PI 07	Afundamento com solevamento lateral				
PI 08	Afundamento sem solevamento lateral				
PI 09	Afundamento nas trilhas de roda com solevamento lateral				
PI 10	Afundamento nas trilhas de roda sem solevamento lateral				
PI 11	Ondulação				
PI 12	Deformação por aceleração, frenagem ou mudança de direção				
PI 13	Elevação				
PI 14	Desnível, quebra ou falta de tampa de PV				
PI 15	Imperfeição em suporte de concretos de tampa de PV		Não se aplica.		
PI 16	Derrame de material				
VDT = Somatório VD					
DATA:			RESPONSÁVEL:		

Anexo D

Valores obtidos na avaliação subjetiva realizada pelo painel de avaliadores para os arcos viários revestidos com paralelepípedos

Arco	Superfície de Avaliação (SA)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: R Pirapó																
10764	SAE1	2,20	2,40	-	3,00	2,80	3,00	3,00	3,50	2,84	0,43	15,2	2,20	3,50	-	Regular
10764	SAI1	2,50	3,00	-	3,00	3,80	3,50	2,80	2,80	3,06	0,45	14,6	2,50	3,80	-	Bom
10667	SAE1	3,70	2,80	-	2,50	3,60	3,50	3,90	3,40	3,34	0,51	15,1	2,50	3,90	-	Bom
10667	SAI1	3,70	3,50	-	3,00	3,80	3,80	3,80	3,50	3,59	0,29	8,1	3,00	3,80	-	Bom
Logradouro: Av Bagé																
10548	SAE1	3,80	3,20	-	2,90	3,80	3,80	3,80	2,40	3,39	0,57	16,7	2,40	3,80	-	Bom
10548	SAI1	2,50	2,50	-	2,80	2,70	2,30	2,80	2,00	2,51	0,29	11,6	2,00	2,80	-	Regular
10602	SAE1	2,20	2,40	-	2,70	1,80	2,80	3,00	1,50	2,34	0,55	23,4	1,50	3,00	-	Regular
10602	SAI1	2,20	2,50	-	2,50	2,00	1,50	3,00	1,20	2,13	0,62	29,2	1,20	3,00	sim	Regular
10602	SAI2	2,70	2,40	-	2,60	2,80	2,50	2,80	1,50	2,47	0,45	18,4	1,50	2,80	-	Regular
10602	SAE2	3,20	3,50	-	2,90	3,00	3,00	4,00	1,80	3,06	0,67	22,0	1,80	4,00	sim	Bom
Logradouro: Av Encantado																
10549	SAE1	4,10	3,80	-	3,00	4,00	4,00	4,50	4,00	3,91	0,46	11,7	3,00	4,50	-	Bom
10549	SAI1	3,50	2,50	-	3,00	3,80	3,50	4,00	3,00	3,33	0,52	15,7	2,50	4,00	-	Bom
10549	SAI2	3,20	2,60	-	2,90	2,80	2,00	3,50	2,00	2,71	0,57	20,9	2,00	3,50	-	Regular
10549	SAE2	3,20	2,90	-	3,00	3,20	3,50	4,00	3,50	3,33	0,37	11,2	2,90	4,00	-	Bom
Logradouro: Av Lageado																
10464	SAE1	3,30	2,80	-	2,80	3,90	2,80	4,00	3,50	3,30	0,52	15,8	2,80	4,00	-	Bom
10464	SAI1	3,80	3,80	-	2,90	4,00	3,80	4,00	3,60	3,70	0,38	10,2	2,90	4,00	-	Bom
Logradouro: R Prof Fitzgerald																
10465	SAE1	2,20	2,50	-	2,50	2,90	2,00	3,50	3,50	2,73	0,60	21,9	2,00	3,50	-	Regular
10465	SAI1	3,50	2,90	-	2,80	3,90	3,80	-	4,00	3,48	0,52	14,9	2,80	4,00	-	Bom
10465	SAI2	3,80	3,50	-	3,00	4,30	4,00	4,60	4,00	3,89	0,52	13,5	3,00	4,60	sim	Bom
10465	SAI3	4,00	3,60	-	3,00	4,50	4,00	4,70	4,20	4,00	0,57	14,2	3,00	4,70	sim	Bom
10465	SAI4	4,30	4,40	-	3,40	4,60	4,20	4,80	4,30	4,29	0,44	10,3	3,40	4,80	-	Ótimo
10465	SAE2	3,10	2,80	-	2,90	3,60	2,20	4,00	3,00	3,09	0,58	18,8	2,20	4,00	sim	Bom
Logradouro: Av Itajaí																
9997	SAE1	4,00	3,20	-	3,00	4,20	4,20	4,80	3,50	3,84	0,64	16,6	3,00	4,80	sim	Bom
9997	SAI1	4,00	4,00	-	3,00	4,00	4,50	4,80	4,40	4,10	0,57	14,0	3,00	4,80	sim	Ótimo
9886	SAE1	3,80	3,90	-	3,00	4,00	4,20	4,80	3,00	3,81	0,64	16,9	3,00	4,80	sim	Bom
9886	SAI1	3,50	2,90	-	2,80	3,40	3,80	4,70	3,00	3,44	0,66	19,2	2,80	4,70	sim	Bom
9886	SAI2	3,70	3,30	-	2,80	3,20	4,00	3,80	3,20	3,43	0,42	12,2	2,80	4,00	-	Bom
9886	SAE2	4,00	3,60	-	2,80	3,00	4,50	4,80	3,50	3,74	0,74	19,7	2,80	4,80	sim	Bom
Logradouro: Sioma Breitman																
9768	SAE1	4,30	3,00	-	2,80	2,90	4,50	4,80	2,90	3,60	0,89	24,6	2,80	4,80	sim	Bom
9768	SAI1	4,00	3,60	-	2,80	4,00	4,00	4,90	-	3,88	0,68	17,6	2,80	4,90	sim	Bom
Logradouro: Eng Afonso Cavalcanti																
20608	SAI1	2,90	-	2,60	3,00	2,50	3,50	3,30	-	2,97	0,39	13,1	2,50	3,50	-	Regular
20608	SAE2	2,90	-	2,50	3,00	2,80	3,30	3,80	-	3,05	0,45	14,8	2,50	3,80	-	Bom
9666	SAI1	2,70	-	3,00	2,90	3,00	3,50	3,20	-	3,05	0,27	9,0	2,70	3,50	-	Bom
9666	SAE2	2,50	-	2,70	2,90	2,50	2,80	3,00	-	2,73	0,21	7,6	2,50	3,00	-	Regular
Logradouro: Av. Missões																
4344	SAE1	1,80	-	1,50	2,30	0,90	2,20	1,80	-	1,75	0,51	29,1	0,90	2,30	-	Ruim
4344	SAI1	3,20	-	2,60	2,60	2,20	2,80	3,20	-	2,77	0,39	14,0	2,20	3,20	-	Regular
4344	SAI2	0,70	-	1,20	1,50	0,50	1,50	0,10	-	0,92	0,57	62,6	0,10	1,50	-	Péssimo
4344	SAE2	3,80	-	3,70	2,90	3,20	3,80	3,80	-	3,53	0,39	11,0	2,90	3,80	-	Bom
4344	SAESP	1,20	-	1,50	2,00	1,00	1,80	1,00	-	1,42	0,42	29,8	1,00	2,00	-	Ruim
4184	SAE1	2,50	-	2,10	2,80	2,00	2,00	2,80	-	2,37	0,38	16,2	2,00	2,80	-	Regular
4184	SAESP	3,00	-	2,30	2,80	1,80	1,80	2,30	-	2,33	0,50	21,3	1,80	3,00	-	Regular
4184	SAI1	3,10	-	2,30	3,00	3,20	3,00	3,00	-	2,93	0,32	10,9	2,30	3,20	-	Regular
4184	SAI2	2,80	-	2,50	2,90	2,20	2,30	3,10	-	2,63	0,36	13,5	2,20	3,10	-	Regular
4184	SAE2	3,00	-	2,80	2,80	2,80	2,50	3,00	-	2,82	0,18	6,5	2,50	3,00	-	Regular
3700	SAE1	2,20	-	2,50	2,40	2,00	2,00	1,50	-	2,10	0,36	17,0	1,50	2,50	-	Regular
3700	SAESP	2,90	-	2,10	2,40	2,50	2,00	2,50	-	2,40	0,32	13,4	2,00	2,90	-	Regular

Anexo D (cont.) – Valores obtidos na avaliação subjetiva realizada pelo painel de avaliadores para os arcos viários revestidos com paralelepípedos

Arco	Superfície de Avaliação (SA)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: Av. Missões																
3700	SAI1	2,20	-	1,80	2,80	1,50	1,50	2,50	-	2,05	0,54	26,3	1,50	2,80	-	Regular
Logradouro: Av São Pedro																
4620 (Par)	SAE1	2,50	-	2,20	-	2,40	3,00	2,80	-	2,58	0,32	12,4	2,20	3,00	-	Regular
4620 (Par)	SAIESP	2,20	-	2,00	2,80	1,50	1,00	2,30	-	1,97	0,63	32,3	1,00	2,80	sim	Ruim
4620 (Par)	SAI1	2,80	-	2,20	2,90	1,50	2,50	3,50	-	2,57	0,68	26,5	1,50	3,50	sim	Regular
4620(Ímpar)	SAE1	2,70	-	2,40	2,80	2,50	2,50	3,80	-	2,78	0,52	18,7	2,40	3,80	-	Regular
4620(Ímpar)	SAIESP	2,70	-	2,40	-	2,80	2,50	3,70	-	2,82	0,52	18,3	2,40	3,70	-	Regular
4620(Ímpar)	SAI1	3,20	-	2,60	2,90	2,90	2,50	3,90	-	3,00	0,51	16,9	2,50	3,90	-	Regular
4683(Par)	SAE1	2,70	-	2,20	2,90	2,00	2,20	2,80	-	2,47	0,38	15,3	2,00	2,90	-	Regular
4683(Par)	SAI1	2,80	-	2,30	2,80	2,30	2,80	3,40	-	2,73	0,41	14,9	2,30	3,40	-	Regular
4683(Par)	SAI2	2,80	-	1,80	2,80	1,80	2,40	3,30	-	2,48	0,60	24,2	1,80	3,30	-	Regular
4683(Par)	SAI3	3,70	-	2,80	2,90	2,90	3,50	4,20	-	3,33	0,56	16,8	2,80	4,20	-	Bom
4683(Ímpar)	SAE1	2,00	-	1,20	2,90	1,60	1,30	2,50	-	1,92	0,68	35,5	1,20	2,90	sim	Ruim
4683(Ímpar)	SAI1	3,00	-	1,60	2,90	1,70	1,00	3,20	-	2,23	0,91	40,9	1,00	3,20	sim	Regular
4683(Ímpar)	SAI2	3,20	-	2,50	3,00	2,20	2,00	3,90	-	2,80	0,71	25,3	2,00	3,90	sim	Regular
4683(Ímpar)	SAI3	3,50	-	2,60	3,00	3,00	3,50	4,00	-	3,27	0,50	15,2	2,60	4,00	-	Bom

Anexo E

Valores obtidos na avaliação subjetiva realizada pelo painel de engenheiros para os arcos viários revestidos com pedras irregulares

Arco	Superfície de Avaliação	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: R Artigas																
12083	SAE1	3,50	3,50	-	2,90	4,00	2,50	3,70	2,50	3,23	0,60	18,5	2,50	4,00		Bom
12083	SAI1	3,90	3,50	-	3,00	3,00	3,50	4,00	3,20	3,44	0,40	11,7	3,00	4,00		Bom
12083	SAI2	3,00	2,40	-	2,60	2,80	2,50	2,50	2,00	2,54	0,32	12,4	2,00	3,00		Regular
12083	SAE2	3,50	3,40	-	2,90	3,00	3,00	3,60	3,00	3,20	0,29	9,0	2,90	3,60		Bom
Logradouro: R Riveira																
11941	SAE1	4,00	3,40	-	3,00	3,20	3,50	3,80	3,50	3,49	0,34	9,7	3,00	4,00		Bom
11941	SAI1	3,80	3,60	-	3,00	3,80	3,50	3,80	3,50	3,57	0,29	8,0	3,00	3,80		Bom
11941	SAI2	3,50	3,20	-	2,90	2,90	3,20	3,20	3,00	3,13	0,21	6,8	2,90	3,50		Bom
11941	SAI3	3,10	3,20	-	2,70	2,80	3,50	3,50	3,00	3,11	0,31	10,1	2,70	3,50		Bom
11941	SAI4	2,50	2,80	-	2,80	2,50	3,00	2,70	2,80	2,73	0,18	6,6	2,50	3,00		Regular
11941	SAE2	2,50	2,60	-	2,80	2,40	2,50	3,20	2,90	2,70	0,28	10,5	2,40	3,20		Regular
Logradouro: R Chile																
12341	SAE1	3,50	3,50	-	2,90	2,80	3,20	3,00	3,50	3,20	0,31	9,5	2,80	3,50		Bom
12341	SAI1	3,00	2,80	-	2,70	2,80	3,00	3,00	3,00	2,90	0,13	4,5	2,70	3,00		Regular
12341	SAI2	2,50	2,60	-	3,00	2,50	2,80	3,60	3,00	2,86	0,39	13,7	2,50	3,60		Regular
12341	SAE2	3,50	3,40	-	3,00	2,80	2,80	3,50	3,30	3,19	0,31	9,8	2,80	3,50		Bom
Logradouro: R Lavradio																
11883	SAE1	2,80	3,00	-	2,80	????	2,50	2,50	3,20	2,80	0,28	9,8	2,50	3,20		Regular
11883	SAI1	2,80	3,00	-	2,90	2,80	2,20	3,20	3,10	2,86	0,33	11,4	2,20	3,20		Regular
11883	SAI2	3,20	3,40	-	2,90	2,70	2,20	3,30	2,80	2,93	0,42	14,2	2,20	3,40		Regular
11883	SAE2	3,70	3,80	-	3,00	3,10	3,50	3,50	3,20	3,40	0,31	9,0	3,00	3,80		Bom
Logradouro: R Mariz e Barros																
11787	SAE1	2,50	3,50	-	2,60	2,80	2,80	3,20	3,00	2,91	0,35	12,0	2,50	3,50		Regular
11787	SAI1	2,50	2,80	-	3,00	3,00	3,20	3,20	3,50	3,03	0,32	10,6	2,50	3,50		Bom
11787	SAI2	2,40	2,90	-	2,80	2,80	3,00	3,50	3,00	2,91	0,33	11,3	2,40	3,50		Regular
11787	SAE2	2,00	2,40	-	2,80	2,80	2,50	3,30	2,80	2,66	0,41	15,3	2,00	3,30		Regular
Logradouro: Av Itaquí																
11208	SAE1	3,10	2,60	-	3,00	3,80	4,20	3,90	3,60	3,46	0,57	16,5	2,60	4,20	sim	Bom
11208	SAI1	3,50	2,80	-	3,00	3,20	4,20	3,80	3,60	3,44	0,48	14,0	2,80	4,20		Bom
Logradouro: R Santos Neto																
10951	SAE1	3,00	2,80	-	2,50	4,10	3,00	4,00	3,60	3,29	0,62	18,8	2,50	4,10	sim	Bom
10951	SAI1	3,30	3,20	-	2,50	3,80	3,80	4,00	3,60	3,46	0,51	14,7	2,50	4,00		Bom
10951	SAI2	2,80	2,40	-	2,60	2,90	3,00	2,90	3,00	2,80	0,22	8,0	2,40	3,00		Regular
10951	SAE2	2,80	2,60	-	2,80	3,80	3,50	3,50	3,50	3,21	0,47	14,5	2,60	3,80		Bom
10800	SAE1	2,00	2,00	-	2,50	2,80	2,00	2,40	3,00	2,39	0,41	17,2	2,00	3,00		Regular
10800	SAI1	2,40	2,40	-	2,60	3,20	2,50	2,80	3,10	2,71	0,33	12,1	2,40	3,20		Regular
Logradouro: Av Alegrete																
10675	SAE1	2,50	2,40	-	2,70	2,80	2,50	4,00	3,30	2,89	0,58	19,9	2,40	4,00	sim	Regular
10675	SAI1	3,50	2,40	-	2,90	3,20	2,50	3,90	3,50	3,13	0,56	17,8	2,40	3,90		Bom
Logradouro: R Jaime Teles																
10703	SAE1	3,60	2,80	-	2,90	4,00	3,00	4,40	3,60	3,47	0,60	17,3	2,80	4,40	sim	Bom
10703	SAI1	3,50	2,40	-	2,90	4,00	2,50	4,20	3,70	3,31	0,72	21,7	2,40	4,20	sim	Bom
10703	SAI2	1,50	2,00	-	2,40	2,50	1,50	2,50	2,50	2,13	0,46	21,8	1,50	2,50		Regular
Logradouro: Av Deputado Aramy Silva																
502687	SAI1	3,40	-	3,70	2,90	2,70	3,50	3,90	-	3,35	0,46	13,8	2,70	3,90		Bom
502687	SAI2	3,40	-	3,70	2,80	2,00	3,00	3,60	-	3,08	0,63	20,6	2,00	3,70	sim	Bom
502687	SAI3	3,40	-	3,20	3,00	2,00	3,50	3,80	-	3,15	0,63	19,9	2,00	3,80	sim	Bom
502687	SAI4	2,80	-	2,60	2,60	1,80	3,00	3,00	-	2,63	0,45	16,9	1,80	3,00		Regular

Anexo E (cont.) – Valores obtidos na avaliação subjetiva realizada pelo painel de avaliadores para os arcos viários revestidos com pedras irregulares

Arco	Superfície de Avaliação	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Nota média	Desvio Padrão	CV (%)	nota mín	nota max	Dif. >1,5?	Conceito
Logradouro: Cel Ruy da Cunha Paim																
504946	SAI1	2,90	-	2,90	2,90	2,80	2,50	3,00	-	2,83	0,18	6,2	2,50	3,00		Regular
504946	SAE2	2,50	-	3,00	2,70	2,80	2,80	3,20	-	2,83	0,24	8,5	2,50	3,20		Regular
504910	SAE1	2,90	-	3,50	2,70	2,60	3,00	3,80	-	3,08	0,47	15,3	2,60	3,80		Bom
504910	SAI1	2,00	-	1,50	2,50	1,40	1,20	2,50	-	1,85	0,57	30,7	1,20	2,50		Ruim
600782	SAE2	1,00	-	1,20	1,90	0,50	0,30	1,00	-	0,98	0,56	57,3	0,30	1,90	sim	Péssimo
504879	SAE1	1,50	-	1,50	2,60	1,20	1,00	2,80	-	1,77	0,75	42,5	1,00	2,80	sim	Ruim
504879	SAI1	1,90	-	1,50	2,70	1,10	1,00	3,00	-	1,87	0,83	44,5	1,00	3,00	sim	Ruim
Logradouro: R Dr Ney Cabral																
504762	SAE1	2,50	-	2,00	2,80	1,20	1,80	3,20	-	2,25	0,73	32,3	1,20	3,20	sim	Regular
504762	SAI1	3,20	-	2,30	3,00	2,20	2,30	4,00	-	2,83	0,71	24,9	2,20	4,00	sim	Regular
504762	SAI2	2,80	-	2,50	2,90	1,20	1,80	3,00	-	2,37	0,72	30,3	1,20	3,00	sim	Regular
504762	SAE2	3,50	-	3,70	3,00	1,60	3,20	3,90	-	3,15	0,83	26,2	1,60	3,90	sim	Bom
Logradouro: Travessa Fortaleza																
504233	SAE1	3,50	-	3,50	3,00	3,50	3,30	4,40	-	3,53	0,47	13,2	3,00	4,40		Bom
504233	SAI1	2,50	-	2,20	2,80	3,00	1,80	3,50	-	2,63	0,60	22,9	1,80	3,50	sim	Regular
504310	SAE1	2,50	-	2,60	2,90	1,80	2,30	3,40	-	2,58	0,54	21,0	1,80	3,40	sim	Regular
504310	SAI1	2,50	-	2,50	2,80	1,70	2,00	3,40	-	2,48	0,60	24,1	1,70	3,40	sim	Regular
504310	SAEspecial	2,50	-	2,20	2,60	3,20	2,00	3,80	-	2,72	0,67	24,7	2,00	3,80	sim	Regular
Logradouro: R Eng Afonso Cavalcanti																
9662	SAI1	2,90	-	3,20	3,00	2,00	2,50	3,50	-	2,85	0,53	18,7	2,00	3,50		Regular
9662	SAI2	2,00	-	1,80	2,60	1,50	2,20	2,80	-	2,15	0,49	22,7	1,50	2,80		Regular
9662	SAI3	2,10	-	2,50	2,90	1,30	2,00	2,90	-	2,28	0,61	26,9	1,30	2,90	sim	Regular
9662	SAE2	1,80	-	2,00	2,80	1,70	1,50	2,90	-	2,12	0,59	27,9	1,50	2,90		Regular
20607	SAI1	3,50	-	3,10	3,00	2,60	2,50	3,80	-	3,08	0,50	16,3	2,50	3,80		Bom
20607	SAI2	3,20	-	3,80	3,00	2,30	2,30	3,50	-	3,02	0,62	20,5	2,30	3,80		Bom
20607	SAI3	3,10	-	3,70	3,00	2,40	2,30	3,30	-	2,97	0,54	18,0	2,30	3,70		Regular
20607	SAE2	2,00	-	2,80	3,00	1,50	2,00	2,90	-	2,37	0,62	26,0	1,50	3,00		Regular
20608	SAE1	2,00	-	2,70	2,90	1,50	2,50	3,60	-	2,53	0,73	28,8	1,50	3,60	sim	Regular
20608	SAI1	1,80	-	2,60	2,90	1,30	1,70	3,10	-	2,23	0,73	32,7	1,30	3,10	sim	Regular
9666	SAE1	1,10	-	1,70	2,60	1,00	1,50	1,80	-	1,62	0,58	35,7	1,00	2,60	sim	Ruim
9666	SAI1	1,10	-	2,30	2,70	1,00	2,00	2,50	-	1,93	0,72	37,4	1,00	2,70	sim	Ruim

ANEXO F

Valores de dedução atribuídos para o defeito trinca de fadiga e densidades observadas

Avaliadores		A1			AT1			AT2			E1			E2			E3			E4			E5			E6			E7			Média			Desvio Padrão			CV			Densidades					
Arco	SA	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A
500068	SAE1	2	4	10	3	6	13	1	2	12	2	7	16	0	2	18	2	7	11	5	6	8	2	4	10	2	5	13	4	6	11	2,3	4,8	12,3	1,5	1,8	3,0	64	38	25	1,1	1,8	15,0			
500068	SAI1	2	7	14	2	10	11	2	5	15	2	5	10	2	5	10	2	8	15	5	9	12	4	5	9	2	4	11	5	6	8	2,9	6,5	11,5	1,1	1,9	2,5	40	30	22	10,9	2,7	9,5			
500068	SAI2			35			42			30			32			30			30			24			30			23			30,6			5,3			17					100				
500068	SAE2	9			6			7			2			7			9			8			5			6			8			6,8			2,1			31			0,8					
500089	SAI1	3	5	17	1	8	15	3	7	15	2	5	18	3	5	10	2	10	16	4	10	12	2	5	12	3	6	12	5	6	8	2,8	6,8	13,7	1,0	2,0	3,2	38	30	24	0,3	10,9	18,2			
500089	SAI2	2	5	15	1	2	11	2	4	10	1	5	10	1	3	6	2	8	13	2	6	12	2	5	10	2	4	9	2	4	6	1,7	4,7	10,4	0,5	1,7	2,7	30	36	26	0,8	10,9	2,2			
500089	SAE2			16			14			9			13			10			13			12			11			10			6			11,5			3,0			26					17,3	
500258	SAI1			32			22			26			33			29			25			23			25			23			20			25,8			4,2			16					76,4	
500258	SAI2	2	4	26	2	5	25	2	6	13	1	9	19	2	7	24	2	7	15	3	7	11	1	5	16	2	5	19	3	5	7	2,0	6,0	17,5	0,7	1,4	6,3	35	24	36	6,5	0,4	69,1			
500258	SAE2	2	5	27	2	5	30	2	7	16	1	10	21	2	5	25	1	8	23	9	12	15	2	3	21	2	5	21	4	6	8	2,8	6,6	20,7	2,4	2,8	6,3	85	42	31	0,1	0,7	22,4			
500287	SAE1	2		39	2		44	8		30	3		44	5		28	6		34	13		26	6		30	5		38	9		19	5,9		33,1	3,6		8,2	62		25	0,2		59,1			
500287	SAI1	2		24	2		12				2		15	1		16	4		18	2		5	4		14	5		19	5		12	3,0		15,0	1,4		5,2	46		34	0,1		57,1			
11409	SAE1			20			23			27			12			11			19			20			20			17			14			18,5			4,8			26					11,3	
11648	SAE1	4			10			11			1			4			1			5			4			3			4			4,7			3,2			68			0,1					
11453	SAE1	0	2	6	2	4	8	1	3	6	1	2	4	1	3	7	1	4	10	2	2	17	1	5	5	2	4	7	2	3	4	1,3	3,2	7,4	0,7	0,9	3,9	51	29	52	0,1	0,9	4,4			
11453	SAI1	1	4	20	3	7	15	2	8	14	1	6	17	2	4	13	2	7	13	5	7	13	1	3	16	2	4	15	4	6	9	2,4	5,5	14,6	1,4	1,7	2,8	58	31	19	0,2	1,1	8,0			
11453	SAI2		4	17		7	16		7	16		11	11		5	15		5	19		8	12		5	13		3	18		7	9		6,3	14,4		2,2	3,3		34	23		1,1	7,8			
11453	SAE2	2	4	25	2	5	25	5	9	14	2	6	17	2	5	20	2	8	19	6	11	14	2	6	23	2	5	23	5	7	14	3,0	6,5	19,5	1,7	2,2	4,6	55	34	23	0,1	1,2	29,2			
10410	SAE1	2		8	4		9	3		14	2		10	2		16	3		19	8		21	3		7	5		21	7		14	3,9		14,0	2,1		5,1	55		36	0,1		5,0			
10410	SAI1		3	6		5	11		3	7		2	6		3	10		3	11		2	9		3	6		4	6		6	7		3,4			1,3	2,1		38					4,0		
11276	SAE1 (V C-B)			9			12			10			11			8			15			11			4			8			6			9,5			3,1			32			32		10,3	
11276	SAE1(O C-B)	2		20	5		19	3		18	3		14	3		9	4		19	4		21	3		6	4		19	8		12	3,9		15,7	1,6		5,1	43		33	0,3		25,1			
11276	SAI1(O C-B)	0	4	6	2	4	13	2	4	10	1	2	3	2	5	16	2	5	12	1	5	11	1	2	6	2	4	8	4	6	9	1,6	4,1	9,4	1,0	1,4	3,9	61	34	41	0,2	8,2	1,8			
11313	SAE1(O C-B))	2		10	2		26	4		13	4		9	5		10	3		16	3		14	2		5	4		10	4		6	3,1		11,8	1,1		6,1	34		52	0,2		0,8			
11313	SAI1(O C-B)	2		7	4		13	3		8	1		4	1		5	2		8	6		2	1		7	1		9	3		5	2,5		6,7	1,7		3,0	67		45	0,3		0,7			
12335	SAE1			39			40			30			13	29			34			19			24	29			41			41			30			18,3	33,2		8,2	7,1		45	21		5,6	82,5
12335	SAI1	2		15	2		20	3		17	5		14	5		15	2		13	8		9	2		12	3		15	5		10	3,6		14,1	1,8		3,3	50		23	21,5		2,6			
11909	SAI1(B-C)		4	23		13	24		6	17		11	22		5	25		8	20		15	20		8	27		5	27		8	14		8,1	21,9		3,7	4,2		46	19		19,6	62,5			
11909	SAI2(B-C)	3		29	9		32	10		24	5		36	2		32	4		29	10		25	5		27	4		29	11		21	6,3		28,5	3,3		4,5	52		16	1,6		83,2			
11909	SAIESP(B-C)	2	4	30	5	9	32	1	3	15	3	7	31	0	5	29	2	10	21	7	16	24	3	6	21	2	5	32	5	9	11	3,0	7,5	24,6	2,1	3,8	7,5	70	50	31	0,2	0,9	72,7			
11909	SAI3(B-C)	1	4	30	3	7	29	6	14	22	2	8	30	2	7	30	2	11	30	8	14	19	2	5	28	2	5	27	5	7	15	3,3	8,2	26,1	2,1	3,5	5,5	66	43	21	2,9	2,0	78,1			
11909	SAE2(B-C)	2	6	32	3	7	28	4	10	18	3	7	29	2	6	26	2	12	26	8	10	20	4	6	20	2	5	25	3	7	20	3,3	7,7	24,5	1,9	2,2	4,6	56	29	19	0,9	11,9	62,4			

ANEXO F (cont.)- Valores de dedução atribuídos para o defeito trinca de fadiga e densidades observadas

Avaliadores		A1			AT1			AT2			E1			E2			E3			E4			E5			E6			E7			Média			Desvio Padrão			CV			Densidades					
Arco	SA	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A
9320	SAE1(O C-B)		4	22		13	16		8	22		7	21		6	16		9	16		9	18		5	13		10	15		9	13			8,1	17,1		2,5	3,4		31	20		1,0	11,1		
9320	SAI1(O C-B)	2	5	35	4	13	22	5	15	30	2	11	21	1	6	23	3	8	19	5	11	16	3	5	19	2	6	17	3	6	14	3,1	8,6	21,4	1,4	3,5	6,5	44	41	30	1,4	4,5	26,0			
9320	SAIESP(O C-B)		5	45		5	41		10	47		8	27		9	32		11	22					5	37		8	30		10	20		7,8	33,5		2,3	9,7		29	29		31,1	31,1			
9320	SAI2(O C-B)			39			33			40			34			36			33			37			42			35			24			35,4			4,9			14			63,8			
9320	SAI3(O C-B)		6	22		3	23		8	17		10	19		5	14		9	19			8		5	13		5	14		9	11		6,6	16,1		2,4	4,8		36	30		10,9	22,3			
9320	SAI4 (O C-B)		8	25		5	9		9	14		3	10		3	16		12	22		21	14		3	9		6	14		10	16		8,0	14,8		5,5	5,3		69	36		28,3	7,1			
9320	SAI6(O C-B)		21			21			21			21			21			21			21			21			21				20,6									3,3						
9320	SAE2(O C-B)	11			11			11			11			11			11			11			11			11			11			10,8			0,0			0					0,4			
9320	SAE1(O B-C)	4		22	1		24	6		19	4		22	6		19	8		17	8		17	5		20	8		17	10	15	6,0		19,1	2,7		2,7	45		14	1,1			10,0			
9320	SAI1(O B-C)			39			46			34			45			27			23			22			24			28			21			30,9			9,5			31			41,4			
9320	SAIESP(O B-C)	2	5	29	1	8	15	5	10	35	2	8	16	0	3	21	2	10	14	5	8	10	3	5	8	2	5	12	3	6	12	2,5	6,9	17,4	1,7	2,4	8,6	66	34	50	8,6	3,0	25,4			
9320	SAI2(O B-C)		5				10			5			2			6			5			7			7			16			8			6,9			3,7			53			2,9			
9320	SAI3(O B-C)			2			14			3			5			5			8			5			6			8			7			6,2			3,2			51			9,3			
9320	SAE2(O B-C)	1			3			8			3			6			4			3			3			7			8		4,5			2,4			53			0,1						
11011	SAE1(O C-B)			23			22			24			29			18			27			30			26			27			16			24,3			4,6			19			50,0			
11011	SAI2(O C-B)	1	3	13	3	10	21	1	5	18	1	3	17	2	5	10	2	8	18	2	3	9	2	5	9	2	4	13	5	6	9	2,1	5,3	13,6	1,1	2,2	4,5	54	41	34	0,2	3,1	13,8			
11011	SAE2(O C-B)	1	5	21	5	9	24	3	7	20	1	4	21	2	6	16	2	9	21	6	9	19	5	7	19	2	5	19	7	7	12	3,3		19,1	2,0	1,9	3,2	59		17	0,7		20,3			
11011	SAE1(O B-C)		4	17		9	14		6	17		4	16		5	21		9	18		5	11		7	7		5	18		9	13		6,2	15,2		2,1	4,1		33	27		4,1	14,5			
11011	SAI1(O B-C)		2	13		9	17		5	13		3	12		3	15		8	20		5	11		5	15		3	12		6	11		4,8	13,9		2,4	2,9		49	21		1,9	9,5			
11011	SAI2(O B-C)	0	2	10	2	5	16	2	5	8	2	5	10	1	3	8	2	5	12	4	11	14	3	4	8	1	3	17	5	7	10	2,2	5,0	11,2	1,4	2,5	3,2	65	51	29	0,4	15,4	21,2			
11011	SAE2(O B-C)	1	4	10	8	10	12	2	6	10	1	3	11	2	3	9	2	6	9	3	10	8	2	4	7	2	3	12	4	5	9	2,7	5,5	9,8	2,0	2,6	1,8	76	47	18	0,2	7,9	12,4			
8038	SAE1	3		11	4		9	1		4	4		11	3		7	2		8	3		11	4		8	5		7	4		8	3,4		8,4	1,1		2,1	34		25	0,8		24,8			
8038	SAI1			24			20			15			24			15			16			4			14			12			14			15,9			5,7			36			31,5			
8038	SAI2			14			14			19			10			10			16			17			21			20			14			15,5			3,8			24			43,8			
8038	SAE2	1	3	8	3	5	14	3	10	15	2	3	5	2	7	10	2	11	16	4	11	15	3	4	10	2	4	13	4	6	9	2,6	6,4	11,4	1,1	3,3	3,7	44	51	32	0,6	1,3	21,5			

Anexo G

Valores de dedução atribuídos ao defeito desgaste superficial e densidades observadas

Avaliadores		A1		AT1		AT2		E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		Média		Desvio Padrão		CV		Densidade		
Arco	SA	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	
500068	SAE1	2		1		3		3		5		2		2		3		3		6		3,0		1,4		0,5		9,1		
500068	SAI1	3		4		2		3		5		2		2		5		4		5		3,6		1,1		0,3		7,3		
500068	SAI2	5		2		5		3		5		3		2		7		4		8		4,4		2,0		0,4		4,5		
500089	SAI1	2		4		3		2		5		3		1		4		4		9		3,7		2,2		0,6		9,1		
500089	SAI2	3		4		3		3		5		2		1		2		3		7		3,3		1,9		0,6		9,1		
500258	SAE1	2		2		2		2		3		2		1		4		3		5		2,7		1,1		0,4		4,5		
500258	SAI1	4		3		3		3		5		2		3		5		4		15		4,6		3,7		0,8		9,1		
500258	SAI2	2		2		2		3		3		1		2		3		4		6		2,8		1,4		0,5		9,1		
500258	SAE2	4		2		4		3		3		2		2		4		4		10		3,7		2,4		0,6		9,1		
500287	SAE1	5		4		8		3		5		6		3		7		5		15		6,1		3,7		0,6		9,1		
500287	SAI1	4		2		2		3		5		2		1		5		4		7		3,6		1,8		0,5		9,1		
11409	SAE1	4	12	3	9	4	6	10	10	6	11	3	11	1	6	2	8	3	7	6	8	4,2	8,9	2,6	2,3	0,6	0,3	15,0	17,5	
11648	SAE1	2		2		3		1		3		2		1		4		4		3		2,4		0,8		0,4		0,3		
11648	SAI1	2	3	2	3	3	6	1	4	3	7	2	4	3	6	3	7	3	6	4	5	2,5	5,2	0,8	1,4	0,3	0,3	0,8	5,0	
11453	SAE1	2		2		5		2		3		2		3		3		5		3		3,0		1,2		0,4		2,7		
10410	SAI1		6		7		7		10		7		7		4		5		7		5		6,4		1,7		0,3		9,5	
11276	SAE1(O C-B)		11		6		15		5		7		9		4		11		11		8		8,8		3,5		0,4		41,8	
11276	SAI1(O C-B)		5	2	4	3	8	1	3	2	3	2	5	2	5	3	5	4	7	4	6	2,5	5,2	1,0	1,7	0,4	0,3	10,6	5,8	
11313	SAI1 (V C-B)	7	11	13	6	5	12	5	12	3	16	13	7	15	4	2	15	6	12	8	14	7,7	10,9	4,5	4,0	0,6	0,4	11,1	7,0	
11313	SAI1(O C-B)		9		6		13		5		5		7		3		7		8		6		6,9		2,8		0,4		33,7	
12311	SAE1	4		1		5				3		2		2		2		4		2		2,7		1,2		0,5		6,4		
12335	SAE1		22		8		16		29		19		29		10		11		20		17		18,1		7,3		0,4		81,8	
12335	SAI1		12		14		14		14		15		17		8		10		10		8		12,3		3,1		0,3		80,0	
11909	SAI1(B-C)	4	8	3	9	6	11	2	6	5	5	2	6	1	4	2	8	4	7	6	7	3,4	6,9	1,6	2,0	0,5	0,3	32,7	45,5	
11909	SAI2(B-C)	6	8	2	10	4	6	2	7	5	5	2	6	1	3	3	8	3	9	5	7	3,3	6,9	1,7	2,0	0,5	0,3	63,6	22,7	
11909	SAIESP(B-C)	6		7		2		5		5		2		3		7		4		9		5,1		2,4		0,5		63,6		
11909	SAI3(B-C)	4	4	2	5	1	5	2	2	4	5	2	6	1	4	3	4	4	7	8	13	3,2	5,5	2,1	3,0	0,7	0,5	45,5	22,7	
9320	SAI3(O B-C)		6		5		2		6		7		6				6		3				5,1		1,7		0,3		11,4	

Anexo G (cont.) - Valores de dedução atribuídos ao defeito desgaste superficial e densidades observadas

Avaliadores		A1		AT1		AT2		E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		Média		Desvio Padrão		CV		Densidade	
Arco	SA	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A
11011	SAE1(O C-B)		10		8		9		10		7		11		5		8		10		12		8,8		2,2		0,2		50,0
11011	SAI1(O C-B)	3	18	4	9	1	5	5	10	5	10	3	12	4	5	3	13	2	14	7	13	3,8	11,1	1,7	4,2	0,5	0,4	25,0	50,0
11011	SAI2(O C-B)		14		10		4		9		10		5		3		8		10		7		8,0		3,5		0,4		34,3
11011	SAE2(O C-B)		11		9		8		15		10		5		7		8		13		9		9,8		2,9		0,3		50,0
11011	SAE1(O B-C)	8		2		6		3		3		2		4		4		9		7		4,9		2,5		0,5		95,0	
11011	SAI1(O B-C)	3	14	2	5	2	3	2	3	3	6	2	10	1	5	2	4	3	10	3	8	2,4	6,7	0,7	3,6	0,3	0,5	37,5	10,0
11011	SAI2(O B-C)	2	3	5	8	1	4	2	5	2	5	2	5	3	5	3	7	2	7	4	6	2,6	5,6	1,2	1,4	0,5	0,3	7,5	11,3
11011	SAE2(O B-C)	2	6	1	5	1	5	2	4	2	6	2	8	3	5	2	7	3	7	6	8	2,5	6,1	1,5	1,3	0,6	0,2	8,2	23,1
8038	SAE1		0		2		1		5		3		5		2		6		5				3,4		2,2		0,7		6,3
8038	SAIESP		2						9		10					6		8		7		7,0		3,0		0,4		12,0	
8038	SAI2		2	3	5		2	3	7	5	10	2	7	3	7	4	6	3	5	5	6	3,6	5,9	1,2	2,6	0,3	0,4	12,5	7,5