

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES

**APLICAÇÃO E ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA PAVER PARA
PAVIMENTOS URBANOS DO CAMPUS DO PICI NA CIDADE DE
FORTALEZA**

MARCOS LIMA LEANDRO SUCUPIRA

**Dissertação submetida ao Programa de
Mestrado em Engenharia de Transportes
(PETRAN), da Universidade Federal do
Ceará (UFC), como parte dos requisitos para
a obtenção do Título de Mestre em Ciências
(M. Sc.) em Engenharia de Transportes.**

ORIENTADOR:

Profº D. Eng. Ernesto Ferreira Nobre Júnior

Fortaleza

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

SUCUPIRA, MARCOS LIMA LEANDRO

Aplicação e Adaptação da Metodologia *Paver* para Pavimentos Urbanos do Campus do Pici na Cidade de Fortaleza. Fortaleza, 2006.

218págs, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Transportes - Dissertação | 2. Análise de Defeitos em Pavimentos |
| 3. Vias Urbanas | 4. Metodologia <i>Paver</i> |

CDD 388

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SUCUPIRA, M. L. L. (2006). Aplicação e Adaptação da Metodologia *Paver* para Pavimentos Urbanos do Campus do Pici na Cidade de Fortaleza. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 218págs.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marcos Lima Leandro Sucupira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Aplicação e Adaptação da Metodologia *Paver* para Pavimentos Urbanos do Campus do Pici na Cidade de Fortaleza.

Mestre / 2006.

É concedida a Universidade Federal do Ceará permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O Autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Marcos Lima Leandro Sucupira
Rua 39, Casa 61 – 1ª Etapa – José Walter
Cep: 60750-530 Fortaleza – CE – Brasil

E-mail: marcosli@det.ufc.br

APLICAÇÃO E ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA PAVER PARA
PAVIMENTOS URBANOS DO CAMPUS DO PICI NA CIDADE DE FORTALEZA.

Marcos Lima Leandro Sucupira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE
MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
TRANSPORTES

Aprovada por:

Prof. Ernesto Ferreira Nobre Júnior, D. Eng.

(Orientador)

Prof^ª. Suelly Helena de Araújo Barroso, D. Eng.

(Examinadora Interna)

Prof. David de Carvalho, D. Eng.

(Examinador Externo)

FORTALEZA, CE – BRASIL

JULHO DE 2006

Semeia um pensamento e colherás um
desejo; semeia um desejo e colherás a
ação; semeia a ação e colherás um hábito;
semeia o hábito e colherás o caráter.

(Tihamer Toth)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Francisco e Valdenira, que sempre estiveram comigo em todas as etapas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ter me dado as condições de alcançar todos os meus objetivos.

Aos meus Pais, Francisco e Valdenira, por terem me apoiado em todas as decisões que eu tomei na minha vida e por terem me orientado corretamente durante todos estes anos.

À Rochele, por estar comigo desde o início do Mestrado, me auxiliando e incentivando sempre que precisei dela.

À minha família, por estar sempre presente e me incentivando a cada passo dado.

Ao meu orientador, Prof. D. Sc. Ernesto Ferreira Nobre Júnior, cuja colaboração e orientação foram imprescindíveis para se realizar este estudo.

Ao Engenheiro Ricardo Venescau pela ajuda na coleta dos dados de campo desta Dissertação.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela bolsa de estudos concedida.

A todos os meus amigos que colaboraram e me incentivaram para a conclusão deste estudo.

Resumo da Dissertação Submetida ao PETRAN/UFC como Parte dos Requisitos para a Obtenção do Título de Mestre em Ciências (M. Sc.) em Engenharia de Transportes.

APLICAÇÃO E ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA PAVER PARA
PAVIMENTOS URBANOS DO CAMPUS DO PICI NA CIDADE DE FORTALEZA.

Marcos Lima Leandro Sucupira

Julho / 2006

Orientador: Ernesto Ferreira Nobre Júnior

A necessidade constante de serviços de manutenção e restauração nas vias urbanas, agravadas pela falta de recursos disponíveis para tal fim é o que motiva a implantação dos sistemas de gerência aplicada à pavimentação urbana. Estes sistemas são capazes de alocar os recursos dos orçamentos de manutenção de infra-estruturas de estradas, aos trechos mais necessitados, onde a sua utilização será otimizada, priorizando-se os investimentos em função do estado de conservação da via e da importância da mesma. Neste contexto, esta dissertação propõe a análise dos defeitos existentes nos pavimentos urbanos através do uso da metodologia *Paver* (*Pavement Maintenance Management System*), desenvolvida pelo *U.S. Army Corps of Engineers* (*USACE*), baseada no cálculo do Índice de Condição do Pavimento (PCI) que utiliza o tipo de defeito encontrado no pavimento e a sua severidade correspondente para calcular o seu valor. O estudo faz adaptações à metodologia em questão para permitir a análise de calçamentos de paralelepípedos, bastante utilizados na cidade de Fortaleza, levantando os defeitos existentes nestes e avaliando a situação dos mesmos pela área superficial dos danos existentes, uma vez que este tipo de revestimento não é abordado pela metodologia *Paver*. Para testar a eficácia desta forma de análise dos pavimentos urbanos, foi realizado um estudo de caso, em um trecho da malha viária urbana de Fortaleza, com 604m de extensão, que apresenta um trecho asfaltado e outro calçado com paralelepípedos. Os resultados demonstraram a facilidade de aplicação da metodologia e da adaptação desenvolvida, propiciando a viabilidade de sua implantação na malha viária urbana das grandes cidades em um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP). Através dos critérios de priorização, expostos no *Paver*, pode-se fornecer uma lista de prioridades de intervenção nos segmentos de uma malha viária, que necessitam de intervenção, reduzindo deste modo o desperdício dos recursos públicos e permitindo o controle destes nas obras de restauração e manutenção das vias.

Abstract for Thesis Submitted to PETRAN/UFC as a Part of Requirements for the Obtaining of Master's Title in Sciences (M. Sc.) in Transportation Engineering.

ADAPTATION AND APPLICATION OF THE PAVER METHODOLOGY ON
CAMPUS OF PICI URBAN PAVEMENTS LOCATED IN FORTALEZA.

Marcos Lima Leandro Sucupira

July / 2006

Advisor: Ernesto Ferreira Nobre Júnior

The necessity of constant maintenance and restoration services of the urban ways, aggravated by the lack of proper and sufficient resources, is the main motive for the application of management systems on urban pavements. These systems make it possible to allocate resources of the road infrastructure maintenance budget to the areas where they are most needed. By doing this, it becomes possible to optimize investments using them according to certain criteria, which will take into consideration the ways' conservation status and also their importance. Within this context, this dissertation proposes an analysis of the existing distresses on urban pavements through the use of the PAVER methodology (Pavement Maintenance Management System), which was developed by the U.S. Army Corps of Engineers (USACE). Such methodology is based on the Pavement Condition Index (PCI), which takes into consideration the type of distress found and its severity level to calculate its value. In order to permit an analysis of ways with paving stone surfaces, which is frequently seen in Fortaleza, there have been some adaptations on the studied methodology by listing the existing distresses and evaluating their situation for the existing damages' superficial area, once that this type of way is not approached by the PAVER methodology. In order to test the efficiency of this way of analyzing urban pavements, a case-study has been conducted in a small portion, 604 meters long, of Fortaleza's road network which is composed by two different paving surfaces; asphalt and paving stone. The results show the applicability of this methodology and the adaptation that has been developed, making it possible its implementation in big cities' road networks in a Pavement Management System (PMS). Through the criteria of priorities, postulated by PAVER, one can provide a list of priorities of intervention in road network segments, the ones that really need intervention, as to reduce the waste of public resources and allow a better spending control of these resources when restoration and maintenance services are being carried out in road networks.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivo Geral.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA	3
1.5 ORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO TRABALHO	4
1.5.1 Capítulo 1.....	4
1.5.2 Capítulo 2.....	4
1.5.3 Capítulo 3.....	4
1.5.4 Capítulo 4.....	5
1.5.5 Capítulo 5.....	5
1.5.6 Capítulo 6.....	5
1.5.7 Capítulo 7.....	5
CAPÍTULO 2	7
A CIDADE DE FORTALEZA E SUA REGIÃO METROPOLITANA	7
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	7
2.2 AS CARACTERÍSTICAS DA CIDADE.....	7
2.2.1 Localização Geográfica e Hidrografia	7
2.2.2 Relevo e Clima.....	8
2.2.3 Demografia	8
2.2.4 Economia e Infra-Estrutura.....	11
2.2.5 Administração Pública da Cidade.....	11
2.3 O SISTEMA DE TRANSPORTES.....	17
2.3.1 Os Terminais de Integração	18
2.3.2 O Transporte Coletivo	20
2.3.3 O Transporte Alternativo	22
2.3.4 O Transporte por Táxi.....	23
2.3.5 O Transporte por Moto-táxi	23
2.3.6 O Metrofor	24
2.3.7 A Integração dos Sistemas de Transporte.....	27
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
CAPÍTULO 3	29
VIAS URBANAS.....	29
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	29
3.2 AS CARACTERÍSTICAS DA MALHA VIÁRIA DAS CIDADES	29
3.3 OS PRINCIPAIS DEFEITOS EXISTENTES NA MALHA VIÁRIA URBANA.....	32
3.3.1 Trincamento por Fadiga.....	36

3.3.2	Trincamento Transversal	38
3.3.3	Trincamento Longitudinal	39
3.3.4	Trincamento em Blocos	40
3.3.5	Remendos.....	41
3.3.6	Panelas	42
3.3.7	Afundamento	43
3.3.8	Afundamento de Trilha de Roda.....	44
3.3.9	Exsudação	45
3.3.10	Defeitos no Pavimento Rígido	46
3.3.11	Defeitos no Calçamento de Paralelepípedos.....	60
3.4	OS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO DAS VIAS URBANAS.....	64
3.4.1	Conservação	65
3.4.2	Remendos.....	69
3.4.3	Recuperação Superficial	70
3.4.4	Reforço Estrutural.....	71
3.4.5	Reconstrução.....	73
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
CAPÍTULO 4		76
GERÊNCIA DE PAVIMENTOS		76
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	76
4.2	SISTEMAS DE GERÊNCIA - SG	77
4.3	SISTEMAS DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS – SGP	79
4.4	AS CARACTERÍSTICAS DE UM SGP	80
4.4.1	A Base de Dados	81
4.4.2	Os Modelos de Previsão de Desempenho.....	81
4.4.3	A Geração de Alternativas e Estratégias de Manutenção	82
4.4.4	A Análise Econômica	83
4.4.5	Os Critérios de Priorização	84
4.5	OS NÍVEIS DE UM SGP	84
4.5.1	Gerência em Nível de Rede	88
4.5.2	Gerência em Nível de Projeto.....	88
4.6	A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS	89
4.6.1	O Exemplo do SGP do DNIT	89
4.7	AS VANTAGENS DE UM SGP.....	92
4.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
CAPÍTULO 5		94
METODOLOGIA PAVER.....		94
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	94
5.1.1	A Criação e Implantação da Metodologia PAVER	95
5.1.2	A Área de Atuação.....	95
5.2	OS CRITÉRIOS DE DIVISÃO DA REDE.....	96
5.2.1	Ramos	96
5.2.2	Seções	98
5.2.3	Unidades de Amostra (UA)	99
5.3	A FORMA DE AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS	99
5.3.1	O Índice de Condição dos Pavimentos (PCI)	99

5.4	A FORMA DE REGISTRO DOS DADOS.....	100
5.4.1	Inspeção de Pavimentos de Concreto	101
5.4.2	Inspeção de Pavimentos Asfálticos.....	103
5.5	A FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS	109
5.6	A ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA PAVER PARA AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COM PARALELEPÍPEDOS	115
5.6.1	Revestimentos em Paralelepípedos.....	117
5.6.2	Características dos Revestimentos em Paralelepípedos.....	118
5.6.3	Técnicas de Assentamento dos Revestimentos em Paralelepípedos ...	120
5.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	130
CAPÍTULO 6		131
ESTUDO DE CASO.....		131
6.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	131
6.2	A ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO	131
6.3	AS CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	132
6.3.1	As Características do Campus do Pici da UFC.....	132
6.4	A METODOLOGIA PAVER NA COLETA DOS DADOS.....	135
6.4.1	A Divisão em Ramos	140
6.4.2	A Divisão em Seções	140
6.4.3	A Divisão em Unidades de Amostra.....	146
6.5	RESULTADOS COLETADOS	148
6.5.1	Resultados Coletados da Seção 01.....	149
6.5.2	Resultados Coletados da Seção 02.....	153
6.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	156
6.6.1	Análise da Seção 01	156
6.6.2	Análise da Seção 02.....	164
6.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	169
CAPÍTULO 7		170
CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....		170
7.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	170
7.2	CONCLUSÕES	170
7.2.1	Conclusões do Estudo de Caso da Seção 01	170
7.2.2	Conclusões do Estudo de Caso da Seção 02.....	171
7.2.3	Conclusões da Metodologia Paver e Adaptações	172
7.3	SUGESTÕES.....	173
7.3.1	Sugestões para Pesquisas Futuras	173
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		175
ANEXO 1 – FORMULÁRIOS		179
A1.1	– FORMULÁRIOS, ADAPTADOS DE USACE (1982), PARA INSPEÇÃO DE PAVIMENTOS.....	180
ANEXO 2 – ÁBACOS DE USACE (1982).....		185
A2.1	– VALORES DEDUZIDOS PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.....	186

A2.2 – VALORES DEDUZIDOS CORRIGIDOS (VDC) PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.....	196
A2.3 – VALORES DEDUZIDOS PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	197
A2.4 – VALORES DEDUZIDOS CORRIGIDOS (VDC) PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO.	207
ANEXO 3 –RESULTADOS DAS SEÇÕES.....	208
A3.1 – DADOS COLETADOS EM CAMPO DA SEÇÃO 01.....	209
A3.2 – DADOS COLETADOS EM CAMPO DA SEÇÃO 02.....	214

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1: ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	6
FIGURA 2.1: ÁREAS DE ATUAÇÃO DAS SECRETARIAS REGIONAIS DE FORTALEZA. (JUNQUEIRA ET AL. (1997)).	12
FIGURA 2.2: ORGANOGRAMA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF).	14
FIGURA 2.3: ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA SECRETARIA EXECUTIVA REGIONAL (SER).	15
FIGURA 2.4: LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAFICO DA CIDADE DE FORTALEZA.	16
FIGURA 2.5: LOCALIZAÇÃO DOS TERMINAIS DO SIT-FOR E ITINERÁRIOS DAS LINHAS TRONCAIS	20
FIGURA 2.6: ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO METROFOR (METROFOR (2000))	26
FIGURA 3.1: TRINCAMENTO POR FADIGA, DNIT (2003)	38
FIGURA 3.2: TRINCAMENTO TRANSVERSAL, DNIT (2003)	39
FIGURA 3.3: TRINCAMENTO LONGITUDINAL, DNIT (2003)	40
FIGURA 3.4: TRINCAMENTO EM BLOCOS, DNIT (2003).....	41
FIGURA 3.5: REMENDO EM PAVIMENTO ASFÁLTICO, <i>USACE</i> (1982)	42
FIGURA 3.6: PANEIS NO PAVIMENTO ASFÁLTICO, DNIT (2003)	43
FIGURA 3.7: AFUNDAMENTO DE PAVIMENTO, DNIT (2003).....	44
FIGURA 3.8: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA, DNIT (2003)	45
FIGURA 3.9: EXSUDAÇÃO NO PAVIMENTO, DNIT (2003)	46
FIGURA 3.10: ALÇAMENTO DE PLACAS, DNIT (2004)	47
FIGURA 3.11: FISSURA DE CANTO, DNIT (2004)	48
FIGURA 3.12: PLACA DIVIDIDA, DNIT (2004)	49
FIGURA 3.13: FALHA NA SELAGEM DAS JUNTAS, DNIT (2004)	50
FIGURA 3.14: TIPOS DE FISSURAS LINEARES, DNIT (2004).....	51
FIGURA 3.15: TIPOS DE REPAROS, DNIT (2004).....	52
FIGURA 3.16: DESGASTE SUPERFICIAL, DNIT (2004).....	53
FIGURA 3.17: QUEBRA LOCALIZADA, DNIT (2004)	54
FIGURA 3.18: FISSURA SUPERFICIAL, DNIT (2004)	55
FIGURA 3.19: FISSURA DE RETRAÇÃO PLÁSTICA, DNIT (2004)	56
FIGURA 3.20: QUEBRA DE CANTO, DNIT (2004)	57
FIGURA 3.21: QUEBRA DE JUNTAS, DNIT (2004)	58
FIGURA 3.22: ASSENTAMENTO EM PLACA DE CONCRETO, DNIT (2004).....	59
FIGURA 3.23: BURACOS EM PLACA DE CONCRETO, DNIT (2004).....	60
FIGURA 3.24: AFUNDAMENTO LOCALIZADO NOS PARALELEPÍPEDOS	61
FIGURA 3.25: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA NOS PARALELEPÍPEDOS	62
FIGURA 3.26: ARRANCAMENTO DAS PEDRAS NOS PARALELEPÍPEDOS	62
FIGURA 3.27: PARALELEPÍPEDOS SOLTOS PELA AÇÃO DO TRÁFEGO	63
FIGURA 3.28: FALHA NA SELAGEM NOS PARALELEPÍPEDOS.....	63
FIGURA 3.29: APARECIMENTO DE VEGETAÇÃO ENTRE OS PARALELEPÍPEDOS	64
FIGURA 4.1: INTER-RELAÇÃO ENTRE AS INFRAESTRUTURAS, MARRIOTT, J.; S. MATTHEWS (2004).	77
FIGURA 4.2: COLETA E REGISTRO DAS INFRA-ESTRUTURAS EM BANCO DE DADOS, NOBRE JÚNIOR E SUCUPIRA (2005).	78
FIGURA 4.3: POSIÇÃO DAS INFRA-ESTRUTURAS AO LONGO DA VIA URBANA, SEAL R.; C. QUIROGA (2002).....	79
FIGURA 4.4: ESQUEMA BÁSICO DE UM SGP, NOBRE JÚNIOR E SUCUPIRA (2005)...	80

FIGURA 4.5: MODELO DE DESEMPENHO DE PAVIMENTO URBANO, HAAS ET AL. (1994).	82
FIGURA 4.6: NÍVEIS DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS, NOBRE JÚNIOR E SUCUPIRA (2005).	85
FIGURA 4.7: ESQUEMA DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS, HAAS ET AL. (1994).	87
FIGURA 5.1: CABEÇALHO DO FORMULÁRIO DE REGISTRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS RAMOS	98
FIGURA 5.2: DETALHE DA ANÁLISE DE PAVIMENTOS DE CONCRETO	101
FIGURA 5.3: DETALHE DA ANÁLISE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	104
FIGURA 5.4: DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MÍNIMO DE UNIDADES DE AMOSTRA A SEREM PESQUISADAS.	106
FIGURA 5.5: CABEÇALHO DO FORMULÁRIO DE CONDIÇÃO DA SEÇÃO	108
FIGURA 5.6: FORMA DE MEDIÇÃO DOS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS, APS; BALBO E SEVERI (1998).	109
FIGURA 5.7: ESBOÇO DE DEFEITOS EXISTENTES EM UM PAVIMENTO URBANO	110
FIGURA 5.8: ESBOÇO DOS ÁBACOS DE VALORES DEDUZIDOS	111
FIGURA 5.9: ESBOÇO DE ÁBACO PARA VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO	113
FIGURA 5.10: EXEMPLO DE REVESTIMENTOS DE CALÇAMENTO EM PARALELEPÍPEDOS	116
FIGURA 5.11: CLASSIFICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS, DNIT (2005A)	117
FIGURA 5.12: POSICIONAMENTO DOS BLOCOS DE PARALELEPÍPEDOS, SENÇO (2001).	121
FIGURA 5.13: ASSENTAMENTO DE PARALELEPÍPEDOS EM TRECHOS CURVOS, SENÇO (2001).	122
FIGURA 5.14: PRIMEIRA FORMA DE ASSENTAMENTO DE PARALELEPÍPEDOS EM CRUZAMENTOS RETOS, SENÇO (2001).	123
FIGURA 5.15: SEGUNDA FORMA DE ASSENTAMENTO DE PARALELEPÍPEDOS EM CRUZAMENTOS RETOS, SENÇO (2001).	123
FIGURA 5.16: ALARGAMENTO PARA CRIAÇÃO DE UMA ÁREA DE ESTACIONAMENTO, SENÇO (2001).	124
FIGURA 5.17: ENCONTRO EM ENTRONCAMENTOS RETOS, SENÇO (2001).	124
FIGURA 5.18: ASSENTAMENTO DE PARALELEPÍPEDOS EM CRUZAMENTOS ESCONSOS, SENÇO (2001).	125
FIGURA 5.19: SEÇÃO TÍPICA DAS RUAS CALÇADAS COM PARALELEPÍPEDOS, SENÇO (2001).	126
FIGURA 5.20: ANÁLISE DE DEFEITOS NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO E ACOSTAMENTOS	128
FIGURA 5.21: COMPARAÇÃO DE ESCALAS <i>USACE</i> – DNIT	129
FIGURA 6.1: FOTOGRAFIA AÉREA DO CAMPUS DO PICI	133
FIGURA 6.2: VISÃO GERAL DA AVENIDA ANALISADA	134
FIGURA 6.3: DETALHE DA AVENIDA PROF. ANDRADE FURTADO	135
FIGURA 6.4: PLANTA DO CAMPUS DO PICI ASSOCIADA À FOTOGRAFIA AÉREA.	136
FIGURA 6.5: ESQUEMA DE MONTAGEM DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS DE FORTALEZA	137
FIGURA 6.6: <i>IMAGE MANAGER</i> DO <i>AUTOCAD</i> 2000	138
FIGURA 6.7: TELA DO SOFTWARE <i>GOOGLE EARTH</i>	139
FIGURA 6.8: FOTOGRAFIA DO <i>GOOGLE EARTH</i> DA SEÇÃO EM REVESTIMENTO ASFÁLTICO	141
FIGURA 6.9: FOTOGRAFIA DO <i>GOOGLE EARTH</i> DA SEÇÃO COM REVESTIMENTO EM PARALELEPÍPEDOS.	142
FIGURA 6.10: ESQUEMA DAS SEÇÕES DOS PAVIMENTOS DA AVENIDA EM ANÁLISE	143

FIGURA 6.11: LOCAL DE SEPARAÇÃO ENTRE SEÇÃO 01 E 02.	144
FIGURA 6.12: DRENAGEM NO TRECHO ASFALTADO	145
FIGURA 6.13: DRENAGEM NO TRECHO CALÇADO COM PARALELEPÍPEDOS.....	146
FIGURA 6.14: SELEÇÃO DAS UNIDADES DE AMOSTRA (UA) DA SEÇÃO 01	147
FIGURA 6.15: SELEÇÃO DAS UNIDADES DE AMOSTRA (UA) DA SEÇÃO 02	148
FIGURA 6.16: REGISTRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS RAMOS DO CAMPUS DO PICI.....	149
FIGURA 6.17: QUADRO DE DEFEITOS DA SEÇÃO 01	150
FIGURA 6.18: ESBOÇO DAS UAS ANALISADAS DA SEÇÃO 01.....	151
FIGURA 6.19: TRINCAS TRANSVERSAIS DA SEÇÃO 01	152
FIGURA 6.20: TRINCAS LONGITUDINAIS DA SEÇÃO 01.....	152
FIGURA 6.21: BURACO OU PANELA DA SEÇÃO 01.....	153
FIGURA 6.22: QUADRO DE DEFEITOS DA SEÇÃO 02	153
FIGURA 6.23: ESBOÇO DAS UA'S ANALISADAS DA SEÇÃO 02	154
FIGURA 6.24: AFUNDAMENTO LOCALIZADO DA SEÇÃO 02.....	155
FIGURA 6.25: FALHA NA VEDAÇÃO DA JUNTA DA PONTE COM CALÇAMENTO.....	155
FIGURA 6.26: TRINCAS LONGITUDINAIS NA SEÇÃO 01.....	156
FIGURA 6.27: TRINCAS TRANSVERSAIS NA SEÇÃO 01	157
FIGURA 6.28: TRINCAS DIAGONAIS NA SEÇÃO 01	157
FIGURA 6.29: PERCENTUAL DE TRINCAS NA SEÇÃO 01	158
FIGURA 6.30: TRINCAS EM BLOCOS NA SEÇÃO 01	158
FIGURA 6.31: AFUNDAMENTO LOCALIZADO NA SEÇÃO 01	159
FIGURA 6.32: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA NA SEÇÃO 01	159
FIGURA 6.33: BURACOS NA SEÇÃO 01	160
FIGURA 6.34: PCI DAS UAS DA SEÇÃO 01	164
FIGURA 6.35: AFUNDAMENTO LOCALIZADO NA SEÇÃO 02.....	165
FIGURA 6.36: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA NA SEÇÃO 02	165
FIGURA 6.37: FALHA NA VEDAÇÃO NA SEÇÃO 02	166
FIGURA 6.38: CONDIÇÃO SUPERFICIAL DO CALÇAMENTO DA SEÇÃO 02.	169

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: HIERARQUIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DE ACORDO COM O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL DO CEARÁ - 2002	10
TABELA 2.2: QUADRO DE VIAGENS DIÁRIAS POR MODAL EM FORTALEZA	17
TABELA 2.3: SITUAÇÃO GERAL DOS TERMINAIS DO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTES	19
TABELA 2.4: DETALHES DO METROFOR (1º E 2º ESTÁGIOS)	27
TABELA 3.1: CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS – URBANAS E RURAIS	31
TABELA 3.2: CAUSA PRINCIPAL DOS DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	33
TABELA 3.3: PROBLEMAS DE MANUTENÇÃO DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	34
TABELA 3.4: CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS DOS PAVIMENTOS SEMI-RÍGIDO E FLEXÍVEL.	35
TABELA 3.5: CLASSIFICAÇÃO DOS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS SEMI-RÍGIDO E FLEXÍVEL.	36
TABELA 3.6: SOLUÇÕES DE CONSERVAÇÃO, CÓDIGOS E CUSTOS, DNIT (2005c).	68
TABELA 3.7: SOLUÇÕES DE REFORÇO ESTRUTURAL, CÓDIGOS E CUSTOS, DNIT (2005c).	72
TABELA 3.8: SOLUÇÕES DE RECONSTRUÇÃO, CÓDIGOS E CUSTOS, DNIT (2005c).	74
TABELA 4.1: ÍNDICE DE DEFEITOS DOS PAVIMENTOS	90
TABELA 4.2: ÍNDICE DE IRREGULARIDADE INTERNACIONAL DOS PAVIMENTOS	90
TABELA 4.3: ÍNDICE DE ESTADO DA SUPERFÍCIE DOS PAVIMENTOS	91
TABELA 4.4: RESULTADO DO SGP DO DNIT	91
TABELA 4.5: CENÁRIOS DO SGP - DNIT	92
TABELA 5.1: CÓDIGOS DOS RAMOS	97
TABELA 5.2: TAXA DE VARIAÇÃO DO PCI E CONDIÇÃO DO PAVIMENTO	100
TABELA 5.3: RELAÇÃO DE DEFEITOS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO	103
TABELA 5.4: RELAÇÃO DE DEFEITOS DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	109
TABELA 5.5: EXEMPLO DE PRIORIZAÇÃO DAS SEÇÕES SEGUNDO PCI	115
TABELA 5.6: DIMENSÕES DOS PARALELEPÍPEDOS	119
TABELA 5.7: CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO DAS PEDRAS POLIÉDRICAS	119
TABELA 6.1: QUADRO DE RESUMO DAS SEÇÕES DO CAMPUS DO PICI	149
TABELA 6.2: LEGENDA DOS ESBOÇOS DOS DEFEITOS DA SEÇÃO 01	151
TABELA 6.3: LEGENDA DOS ESBOÇOS DOS DEFEITOS DA SEÇÃO 02	154
TABELA 6.4: PCI DA UA 01 DA SEÇÃO 01	160
TABELA 6.5: PCI DA UA 03 DA SEÇÃO 01	161
TABELA 6.6: PCI DA UA 06 DA SEÇÃO 01	161
TABELA 6.7: PCI DA UA 07 DA SEÇÃO 01	162
TABELA 6.8: PCI DA UA 09 DA SEÇÃO 01	162
TABELA 6.9: PCI DA SEÇÃO 01	163
TABELA 6.10: CONDIÇÃO DA UA 02 DA SEÇÃO 02	166
TABELA 6.11: CONDIÇÃO DA UA 04 DA SEÇÃO 02	167
TABELA 6.12: CONDIÇÃO DA UA 06 DA SEÇÃO 02	167
TABELA 6.13: CONDIÇÃO DA UA 07 DA SEÇÃO 02	167
TABELA 6.14: CONDIÇÃO DA UA 08 DA SEÇÃO 02	168
TABELA 6.15: CONDIÇÃO DO CALÇAMENTO DA SEÇÃO 02	168

LISTA DE SIGLAS, NOMENCLATURAS e ABREVIACÕES.

AASHTO	<i>American Association State Highway and Transportation Officials</i>
AUSTROADS	Associação das Autoridades Australianas e Neozelandesas do Setor de Transportes
AutoCAD	<i>Software de Desenho</i>
DET	Departamento de Engenharia de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
ETTUSA	Empresa Técnica de Transporte Urbano S/A
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
Google Earth	<i>Software de Localização – SIG</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
HDM	<i>Highway Design and Maintenance Standards Model</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Índice de Estado da Superfície
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IRI	<i>International Roughness Index</i>
LVC	Levantamento Visual Contínuo
METROFOR	Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos
NTC	Associação Nacional dos Transportes de Carga
PAVER	<i>Pavement Maintenance Management System</i>
PCI	<i>Pavement Condition Index</i>
PETTRAN	Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes
PMS	<i>Pavement Management System</i>
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
SEINFRA	Secretaria de Infra-Estrutura
SEPLAN	Secretaria de Planejamento do Governo do Estado do Ceará
SHRP	<i>Strategic Highway Research Program</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
UFC	Universidade Federal do Ceará
USACE	United States Army Corps of Engineers

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados o contexto e a justificativa do tema escolhido, definindo-se o problema a ser estudado e descrevendo os objetivos Geral e Específicos da Dissertação. Os Capítulos são apresentados de forma sucinta, contemplando no texto o seu conteúdo e conexão com o tema a ser desenvolvido tomando como base à metodologia a ser empregada.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

De acordo com *USACE* (1982) e *SHAHIN* (1994), a maioria dos pavimentos apresenta a necessidade de serviços de manutenção e restauração, devido à insuficiência de fundos orçamentários governamentais.

Segundo o Presidente da Associação Nacional dos Transportes de Carga (NTC), Geraldo Vianna: “O espetáculo do crescimento e do desenvolvimento só acontecerá se forem feitos investimentos em infra-estrutura e, sobretudo nas matrizes energéticas e de transportes”, *CAMPOS* (2003).

É neste contexto, em que hoje estamos inseridos, onde a priorização do capital, a contenção de recursos e o corte de despesas se fazem sempre presentes como forma de ajustar o balanço das contas públicas, faz-se necessário à criação e implantação de ferramentas capazes de controlarem os escassos recursos destinados às atividades de pavimentação das cidades.

Essas ferramentas são capazes de reduzirem a dimensão dos problemas no gerenciamento da pavimentação urbana, através da otimização das atividades com o melhor rendimento possível para que os recursos alocados possibilitem o aumento da eficácia dos organismos viários municipais.

Devido à ausência de um banco de dados contendo informações que auxiliem a estruturar um sistema de gerência de vias municipais, no que diz respeito ao planejamento da construção, manutenção e conservação, tem-se nestas condições um

dos principais fatores geradores do problema existente nas administrações públicas municipais relacionados aos defeitos existentes nos pavimentos urbanos.

O fato das decisões relativas à intervenção na malha viária urbana serem tomadas, muitas vezes em caráter emergencial, visando corrigir defeitos somente no momento em que estes aparecem, ou sob pressões políticas, têm afetado o desempenho e a serventia das vias públicas nas cidades.

Necessário se faz o planejamento adequado nos municípios, para que estes possam atender critérios de dimensionamento e de execução de pavimentos, reduzindo desta forma a necessidade de restauração precoce e constante no pavimento e o uso desnecessário de recursos públicos nestas operações.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Pesquisadores do Departamento de Engenharia de Transportes - DET, através do Programa de Engenharia de Transportes – PETRAN, da Universidade Federal do Ceará UFC, vêm desenvolvendo ferramentas visando facilitar a utilização de Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP) em prefeituras, buscando difundir um conhecimento voltado para a aplicação de uma metodologia adequada para a abordagem deste problema do ponto de vista científico.

Tendo em vista os vários problemas a serem enfrentados pela administração pública municipal e a necessidade de se identificar defeitos nos pavimentos das cidades, torna-se imperativo utilizar formas simplificadas de análise das vias urbanas, buscando-se reduzir custos com a sua manutenção e conseqüente restauração.

A utilização de uma metodologia capaz de classificar todos os defeitos existentes nos pavimentos urbanos analisá-los por segmentos e priorizá-los segundo suas necessidades de atividades de manutenção e restauração, permitirá que os recursos necessários, para esta finalidade, sejam alocados de forma escalonada e satisfatória.

Neste contexto, a melhor maneira de se avaliar os diferentes tipos de defeitos existentes nas superfícies de vias urbanas contendo pavimentos asfálticos, de concreto e

calçamentos de paralelepípedos, é utilizando uma metodologia adequada, confiável e desenvolvida para esta finalidade.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Esta Dissertação teve como objetivo geral aplicar a Metodologia *Paver* de análise de defeitos desenvolvida para pavimentos asfálticos e de concreto, adaptando-a para ser utilizada também, em pavimentos de calçamento em pedra poliédrica de vias urbanas.

1.3.2 Objetivos Específicos

Utilizar a metodologia *Paver*, baseada no cálculo do PCI, para análise dos defeitos existentes nos pavimentos de uma via urbana e sugerir, baseado neste resultado, a priorização das intervenções nos trechos das vias analisadas.

Adaptar a metodologia *Paver* para a análise de calçamentos em pedra poliédrica, e priorizar as intervenções nas seções deste tipo de calçamento.

1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, onde estudos tratando de Sistemas de Gerência de Pavimentos e metodologias para análise de pavimentos foram identificadas. Dentre as publicações nacionais e internacionais selecionadas, foram contempladas, nesta pesquisa, aquelas identificadas como estudos similares.

Metodologias de análise de pavimentos urbanos existentes foram adaptadas à realidade da cidade de Fortaleza, considerando-se que calçamentos em pedra poliédrica são utilizados em grande parte da malha viária da cidade.

Escolhida a metodologia de análise de defeitos, esta foi aplicada para os pavimentos asfálticos das vias urbanas do município, adaptando-a sempre que

necessário, para permitir a sua utilização nas vias revestidas com calçamento em pedra poliédrica.

Realizou-se um estudo de caso, considerando-se o modelo original da metodologia utilizada e as suas adaptações, onde se verificou a eficácia da técnica escolhida quando de sua aplicação em um simples trecho da malha viária urbana contendo características apropriadas, descritas ao longo do trabalho sintetizada em suas conclusões.

1.5 ORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO TRABALHO

O esquema descrito nestes tópicos pode ser observado na Figura 1.1, onde constam a numeração, seqüência e título dos capítulos.

1.5.1 Capítulo 1

O Capítulo 1 apresenta a estrutura geral da dissertação, explicando para o leitor a importância e o motivo pelo qual se optou por este tema para estudo. Enunciando os objetivos geral e específico do trabalho, apresentando o problema de pesquisa e fazendo uma descrição sucinta de cada capítulo que faz parte desta dissertação.

1.5.2 Capítulo 2

O Capítulo 2 descreve as principais características da cidade de Fortaleza, o sistema de transportes do município, com seus vários modais, inclusive o Metrô, em fase de implantação e comenta sobre a possibilidade de integração deste com os demais sistemas de transporte coletivo.

1.5.3 Capítulo 3

O Capítulo 3 trata das principais características das vias das cidades, descreve e ilustra os principais tipos de defeitos existentes nos pavimentos asfálticos e de concreto das vias urbanas e apresenta os vários procedimentos de manutenção passíveis de serem aplicados para solucioná-los, associando-os a sua severidade.

1.5.4 Capítulo 4

O Capítulo 4 descreve o uso dos Sistemas de Gerência, em particular o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), destacando seu funcionamento e seus elementos principais. Apresentando-o como uma ferramenta capaz de auxiliar na redução da incidência dos defeitos nos pavimentos, sobre a malha viária das cidades, e na gestão da alocação dos recursos associados aos procedimentos de manutenção da malha urbana.

1.5.5 Capítulo 5

O Capítulo 5 apresenta a Metodologia *Paver*, como forma de avaliação dos defeitos existentes nos pavimentos asfálticos e de concreto, demonstrando todos os passos necessários para a análise da condição de um pavimento. Apresenta-se também a proposta desenvolvida para a adaptação do *Paver* a pavimentos revestidos com o calçamento em pedra poliédrica, segundo metodologia de análise do DNIT.

1.5.6 Capítulo 6

O Capítulo 6 aplica a metodologia desenvolvida em um estudo de caso, de uma via urbana, para testar a aplicação e funcionalidade da mesma na análise dos pavimentos urbanos e a funcionalidade da adaptação aos pavimentos em paralelepípedos.

1.5.7 Capítulo 7

O Capítulo 7 apresenta as Conclusões obtidas a partir do estudo de caso e da aplicação da metodologia *Paver* com suas adaptações. Apresenta-se também sugestões para a continuação deste estudo em pesquisas futuras.

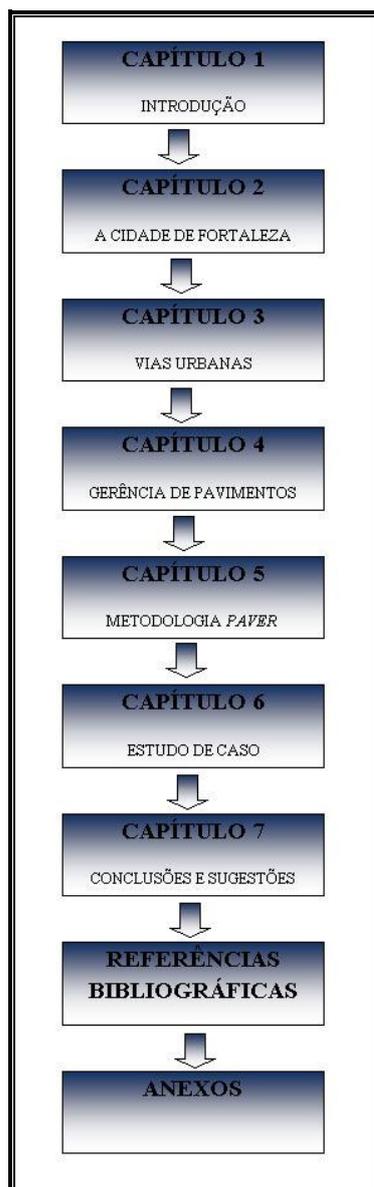


Figura 1.1: Estrutura da Dissertação.

CAPÍTULO 2

A CIDADE DE FORTALEZA E SUA REGIÃO METROPOLITANA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Capítulo 2 apresenta algumas das principais características da cidade de Fortaleza, e região metropolitana, e comenta sobre a possibilidade de integração do metrô com os demais sistemas de transporte coletivo.

Fortaleza, município de área de 336 Km², capital do Ceará. No começo era chamado de Fortaleza de Nossa Senhora de Assunção, nome do forte que foi dado pelos portugueses. Antes, nomeado pelos franceses, chamava-se Forte Schooneborck. Hoje é simplesmente Fortaleza, uma cidade litorânea limitada ao norte e parte do leste pelo Oceano Atlântico.

2.2 AS CARACTERÍSTICAS DA CIDADE

2.2.1 Localização Geográfica e Hidrografia

A cidade de Fortaleza encontra-se, estrategicamente, entre os estados mais ricos da Federação, situados na região Sudeste do País, e os grandes centros consumidores mundiais localizados nos Estados Unidos e na Europa.

Fortaleza está localizada logo abaixo da linha do Equador, a altitude da sede do município é de 15,49m em relação ao nível do mar. Suas coordenadas geográficas são: 03° 45' 47" S de Latitude e 38° 31' 23" O de Longitude, NORDESTE (2001).

Fortaleza é uma cidade litorânea com vocação turística, tanto nacional quanto internacional. Anualmente, milhares de turistas visitam a cidade na alta estação, período na qual a ocupação hoteleira chega, algumas vezes, perto dos 100%.

A cidade recebe em sua região metropolitana 16 bacias hidrográficas, sendo as mais importantes as dos rios Ceará, Pacoti, Cocó e Maranguapinho e abriga ainda sete

lagoas de médio porte: Messejana, Parangaba, Maraponga, Mondubim, Opaia, Pajuçara e Jaçanaú, NORDESTE (2001).

O município está inserido entre três grandes bacias Hidrográficas: A Bacia Vertente Marítima, a do Rio Cocó e a do Rio Maranguapinho. A cidade é abastecida com água tratada, oriunda do açude Acarape do Meio, do sistema Pacoti-Gavião-Riachão e do Pacajus, que juntos tem a capacidade de armazenamento 693,1 milhões de metros cúbicos, m³, de água, NORDESTE (2001).

2.2.2 Relevo e Clima

Com um relevo suave, onde no litoral as altitudes não ultrapassam os 100m, e um clima predominantemente equatorial e intertropical, a cidade também é favorecida por uma brisa suave e constante, vinda do mar, que proporciona uma temperatura média de 27°, NORDESTE (2001).

De acordo com NORDESTE (2001), as chuvas são mais freqüentes nos meses de janeiro a julho, numa média anual de aproximadamente 1.600mm. O clima, tropical quente e seco, apresenta chuvas de verão e a umidade relativa do ar em Fortaleza é de 77%.

2.2.3 Demografia

Fortaleza é uma das cinco maiores cidades do País, com uma área de 336 Km² na qual o Fortalezense pode dispor de toda a infraestrutura disponível para a satisfação de suas necessidades.

A população de Fortaleza é totalmente urbana, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2000), de acordo com o Censo Demográfico de 2000, é ao todo de 2.141.402 pessoas, sendo esta composta por 1.002.236 homens e 1.139.166 mulheres. A densidade demográfica gira em torno de 6.373,2 habitantes por Km² com taxa de crescimento anual de 2,13%.

Segundo dados do IBGE (2000), a população total do estado do Ceará foi de 7.430.661 habitantes em 2000. Deste total, 3.628.474 são homens e 3.802.187 são mulheres. Cerca de 71,53% da população vivem na zona urbana das cidades e o

restante, 28,47%, vive na zona rural. Percebe-se um aumento na concentração da população nas áreas urbanas, que era de apenas 40,8% em 1970.

De acordo com dados mais recentes, do IBGE (2004), a população da Região Metropolitana de Fortaleza em 2003 já era de 3.177.772 de pessoas. Deste total, 1.522.555 são homens e 1.655.217 são mulheres.

É uma cidade que cresce verticalmente, principalmente na zona litorânea. Segundo IBGE (2004), 12% da população, acima de 15 anos, da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), não são alfabetizados.

O Índice de Desenvolvimento Municipal - Ceará - 2002 é um índice sintético que possibilita mensurar o nível de desenvolvimento alcançado pelos municípios cearenses a partir de um conjunto de indicadores sociais, demográficos, econômicos e de infraestrutura de apoio, que permite desta forma hierarquizar os municípios e as regiões administrativas do Estado.

Para classificar os municípios segundo o IDM, bem como os índices obtidos em cada grupo específico, utilizou-se uma análise de agrupamento para separar os 184 municípios em suas classes. Este método é um dos mais usados quando se tem um grande número de elementos.

Em primeiro lugar, aparece a escolha do critério de homogeneidade dentro da classe e de heterogeneidade entre as classes, sendo assim, optou-se por classificar os municípios em quatro classes de agrupamento.

Segundo IPECE (2002), Fortaleza e os municípios da RMF estão, predominantemente, situados nas classes 1 e 2, na classe 1 encontram-se as cidades de Fortaleza, Eusébio e Maracanaú e na classe 2 encontram-se Aquiraz, Horizonte, Pacajus, Maranguape e Caucaia.

Como causa e efeito da urbanização acelerada, os investimentos públicos e privados concentram-se mais na capital, nos municípios periféricos da Região Metropolitana de Fortaleza e nos municípios de médio porte do interior, que funcionam como pólo de atração para a população residente em áreas vulneráveis.

Conforme a classificação do IPECE (2002), Fortaleza apresenta o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) mais elevado do Ceará, igual a 81,35, seguido por Eusébio com 66,59, ver Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Hierarquização dos municípios de acordo com o Índice de Desenvolvimento Municipal do Ceará - 2002

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL DO CEARÁ			
MUNICÍPIO	IDM	RANKING	CLASSES
Fortaleza	81,35	01	1
Eusébio	66,59	02	1
Maracanaú	59,43	03	1
Sobral	56,24	04	1
Horizonte	50,85	05	2
Crato	49,79	06	2
Pacajus	49,79	07	2
Aquiraz	48,28	08	2
Barbalha	45,60	09	2
Iguatu	45,19	10	2

Fonte: IPECE (2002)

No quesito abastecimento de água e esgotamento sanitário, Fortaleza tem 87,2% dos domicílios ligados à rede geral e 9,3% destes servidos com poços ou nascentes. Do total de 526.079 domicílios, 96,7% têm banheiro ou sanitário, contra 3,3% que não dispõem.

Quanto ao lixo domiciliar, 95,2% dos domicílios realizam a coleta, e apenas 4,8% dos domicílios dão outro destino aos dejetos que produzem.

2.2.4 Economia e Infra-Estrutura

A Cidade é um pólo político-administrativo, comercial, cultural e turístico de expressão regional e um centro portuário-industrial. A economia é baseada no comércio, na indústria e no turismo.

Segundo SEPLAN (1995) *apud* ETTUSA (2001), a causa básica da urbanização do Ceará reside na desarticulação da economia rural associada ao próprio dinamismo das atividades industriais e terciárias (de serviços), concentradas na Região Metropolitana de Fortaleza, o que provocou uma atração sobre a mão-de-obra.

Existem cerca de três mil e novecentas indústrias com atuação nos setores de construção civil, têxteis, vestuários, calçados e alimentos, com aproximadamente trinta e cinco mil estabelecimentos comerciais. Além do comércio do centro da cidade, Fortaleza possui dez *shopping centers* que atendem aos consumidores de seus principais bairros.

A partir de 1995, o turismo despontou como uma atividade de extraordinário crescimento. A demanda turística via Fortaleza aumentou em média, no período de 1995 a 1999, 16,5% ao ano.

Os reflexos desse dinamismo fazem-se sentir positivamente na Indústria Hoteleira, nos prestadores de Serviços de alimentação, transporte e diversão e nos produtores e comerciantes de artigos regionais e de artesanato. Portanto, Fortaleza tem hoje, no Turismo, uma eficiente fonte de geração de emprego e renda.

Na área da saúde, encontram-se 58 hospitais para atendimento da população, dentre públicos e privados. Para a educação, dispõe-se de 975 escolas de ensino pré-escolar, 3.379 escolas de ensino fundamental, 230 escolas de ensino médio, além de varias faculdades públicas e particulares.

2.2.5 Administração Pública da Cidade

A cidade é dividida em seis setores ou regiões denominadas Secretarias Executivas Regionais – SER's para possibilitar uma administração mais eficiente de toda as infra-estruturas disponíveis e garantir a qualidade de vida do Fortalezense.

Cada Regional possui um responsável diretamente ligado à Prefeitura e departamentos e setores específicos para dar andamento as políticas públicas determinadas pelo prefeito dentro das suas zonas de atuação urbanas.

De acordo com JUNQUEIRA et al. (1997) as SERs foram divididas a partir de critérios populacionais e de dinâmica da Cidade de Fortaleza, cada uma com aproximadamente 350 mil pessoas.

A Figura 2.1 exibe o esquema de divisão da capital do Ceará, Fortaleza, nestas zonas distintas.

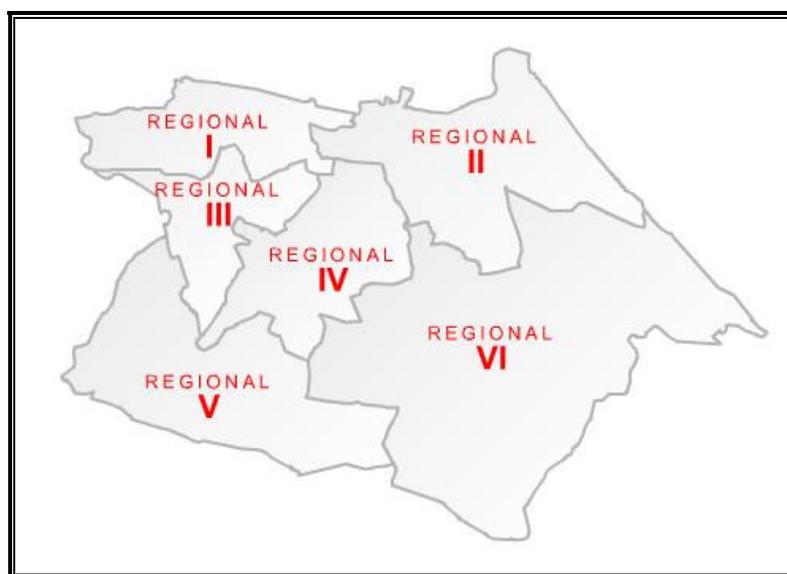


Figura 2.1: Áreas de Atuação das Secretarias Regionais de Fortaleza. (JUNQUEIRA et al. (1997)).

Em função deste critério foram criadas seis SERs com a finalidade de proporcionar as condições para a melhoria da qualidade de vida da população da região sob sua gestão. Cabendo a elas a prestação dos serviços municipais, a identificação e articulação do atendimento às necessidades e demandas dos grupos populacionais, considerados em sua dinâmica de uso do espaço urbano e peculiaridades sociais, no que diz respeito ao desenvolvimento territorial, do meio ambiente e do desenvolvimento social.

Em maio de 1997, todas as Secretarias estavam instaladas e funcionando, dando início efetivo ao processo de mudança na administração da Capital, tornando particular

o processo de reforma administrativa dentro da perspectiva organizacional. Através deste processo, a proposta de mudança de gestão pública, proporcionada pela alteração da lógica de organização de seus serviços, foi concretizada através de um novo formato organizacional.

Cada Regional apresenta duas Gerências, uma de Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente e outra de Desenvolvimento Social, para viabilizar, do ponto de vista organizacional, uma atuação intersetorial para a população da região e seus sub-conjuntos, conforme JUNQUEIRA et al. (1997).

A cidade dispõe também de uma Secretaria de Administração (SAM), com a missão de promover o aperfeiçoamento da gestão administrativa, visando o desenvolvimento do Município.

Através do auxílio a formulação de políticas e diretrizes, a SAM, no que concerne à administração municipal, propõe práticas e estabelece diretrizes e normas para a Modernização Administrativa, dos Recursos Humanos, de Tecnologia da Informação e dos sistemas estruturantes tais como: material e patrimônio, licitação, comunicação administrativa e gerenciamento da frota de veículos.

A SAM, também faz o gerenciamento da infra-estrutura da tecnologia de informação, que compreende a gerência da rede de comunicação de dados da Prefeitura e a monitoração dos contratos de terceirização de mão-de-obra.

A Figura 2.2 apresenta o organograma da Prefeitura de Fortaleza, contendo os diversos órgãos, regionais e departamentos da máquina pública.

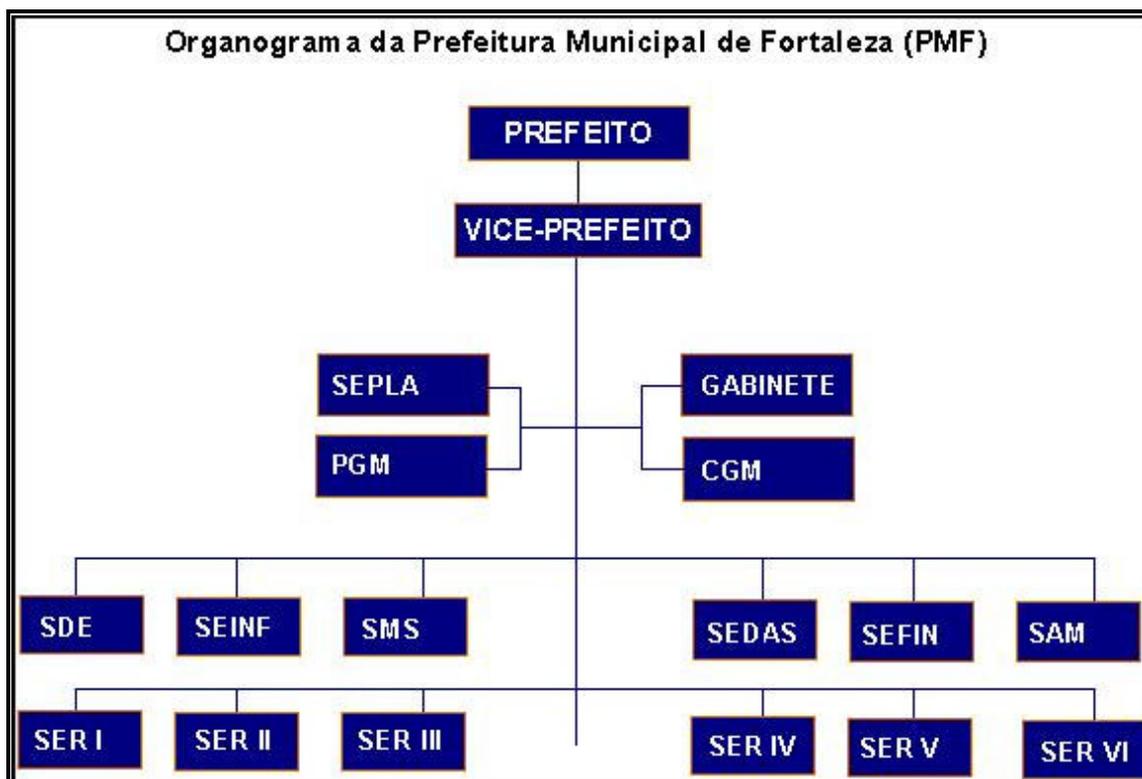


Figura 2.2: Organograma da Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF).

No organograma pode-se perceber que a estrutura existente nas seis regionais de Fortaleza faz parte de uma infra-estrutura maior, existente para prover aos cidadãos as suas necessidades básicas e que associada aos governos Federal e Estadual, devem assegurar a população os seus direitos constitucionais e suas garantias fundamentais. No qual pode-se observar os seguintes Órgãos:

- SEPLA – Secretaria de Planejamento;
- PGM – Procuradora Geral do Município;
- CGM – Controladoria Geral do Município;
- SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico;
- SEINF – Secretaria de Infraestrutura;
- SMS – Secretaria Municipal de Saúde;
- SEDAS – Secretaria de Educação e Assistência Social;

- SEFIN – Secretaria de Finanças;
- SAM – Secretaria de Administração do Município;
- SER – Secretaria Executiva Regional (de 1 a 6), organograma reduzido apresentado na Figura 2.3.



Figura 2.3: Organograma Simplificado da Secretaria Executiva Regional (SER).

A Figura 2.4 apresenta a cidade de Fortaleza, em mapeamento aéreo, na qual é possível se observar a Orla marítima da cidade, que se estende da Barra do Ceará até a Praia do Futuro, o Aeroporto, o Porto do Mucuripe, a Praia o Futuro, o Rio Cocó, dentre outros pontos notáveis deste município.



Figura 2.4: Levantamento Aerofotográfico da Cidade de Fortaleza.

2.3 O SISTEMA DE TRANSPORTES

A malha viária da cidade é bem desenvolvida, mas apresenta problemas de manutenção comuns a maior parte dos centros urbanos nacionais.

A topografia suave do relevo das terras de Fortaleza permitiu um traçado ortogonal, quase perfeito, de suas ruas, especialmente das que formam o Centro da cidade. Estas características a tornam uma cidade de fácil orientação para os que a visitam.

Segundo a ETTUSA (2001) a divisão das viagens modais em Fortaleza, no ano de 1999, é representada na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Quadro de Viagens Diárias por Modal em Fortaleza

VIAGENS DIÁRIAS POR MODAL EM FORTALEZA	
MODAL	PERCENTUAL DO TOTAL DE VIAGENS EM 1999 (%)
Automóveis	31
Ônibus	63
Trem	02
Lotação	01
Outros	03

Fonte: ETTUSA (2001)

O que vem a evidenciar o predomínio do transporte coletivo por ônibus no município de Fortaleza, porém o percentual “Outros”, exibido na Tabela 2.2, não nos permite esquecer que existem aquelas parcelas da população incapazes de pagar a tarifa do transporte público e que por isso se deslocam através de bicicletas ou até mesmo a pé, sendo denominados de “Sem-Transporte”.

Também estão incorporadas neste grupo as parcelas da população que utilizam esporadicamente os serviços de Táxi e Moto-táxi para as suas necessidades de locomoção.

2.3.1 Os Terminais de Integração

A filosofia de um Sistema Integrado de Transportes (SIT) baseado no modelo da cidade de Fortaleza, consiste em dar ao usuário a opção de deslocamento através da integração física e tarifária nos terminais de integração.

Esta integração possibilita a acessibilidade a vários pontos da cidade que não possuam ligação direta através do transporte coletivo, com o pagamento de somente uma passagem de ônibus. O deslocamento é feito através de pelo menos duas linhas de ônibus, uma de origem e a outra de destino.

Para isto, deverá ser efetuada a operação de transbordo, isto é, a transferência do passageiro de um veículo para o outro, em um dos terminais integrantes do Sistema. O projeto do SIT – Sistema Integrado de Transportes foi iniciado em 06 de março de 1990 e concretizado pela Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF) em 1º de julho de 1992.

O sistema de transporte público via ônibus conta, atualmente, com a integração de sete terminais de passageiros posicionados em diferentes bairros da cidade que possibilitam ao usuário do sistema se deslocar por toda a cidade. Os terminais são Parangaba, Messejana, Papicu, Antônio Bezerra, Lagoa, Conjunto Ceará e Siqueira.

Cada terminal possui uma área de atendimento distinta da população e através da integração entre eles, um usuário desse sistema integrado pode se deslocar pela cidade inteira pagando apenas uma tarifa única.

A abrangência dos terminais, de acordo com METROFOR (2002), é evidenciada a seguir:

- o Terminal Antônio Bezerra atende às regiões oeste e noroeste de Fortaleza;
- o Terminal Papicu atende à região nordeste e os bairros de Cidade 2000, Aldeota, Varjota e Praia do Futuro;
- o Terminal Messejana atende à região sudeste de Fortaleza;

- o Terminal Parangaba atende à região sudoeste e os conjuntos José Walter e Esperança;
- o Terminal Lagoa atende à região sudoeste;
- o Terminal Conjunto Ceará atende aos residenciais que compõem o Conjunto Ceará situado na região oeste;
- o Terminal Siqueira atende à região sudoeste formada pelos bairros de Parque Santa Rosa, Canindezinho, Parque Santa Cecília, entre outros.

A seguir, a Tabela 2.3 apresenta os dados da operação dos terminais integrados de Fortaleza, contendo as informações mais relevantes disponíveis.

Tabela 2.3: Situação Geral dos Terminais do Sistema Integrado de Transportes

TERMINAIS	DATA DA INAUGURAÇÃO	Nº DE LINHAS	FROTA OPERANTE (veíc.)	VIAGENS PROGRAMADAS	DEMANDA TRANSPORTADA (pass/dia)
Parangaba	07/Ago/93	46	349	3.804	214.007
Messejana	01/Jul/92	35	226	2.307	136.490
Papicu	23/Jan/93	40	452	3.580	278.574
Antônio Bezerra	01/Jul/92	35	343	3.371	209.899
Lagoa	03/Jul/93	25	166	1.948	98.933
Conjunto Ceará	07/Set/93	17	125	1.281	69.237
Siqueira	22/Nov/95	35	289	3.232	163.182

Fonte: ETTUSA (2001)

A Figura 2.5 mostra a disposição dos terminais do SIT-FOR e das linhas troncais do sistema de transporte coletivo na área urbana da cidade.

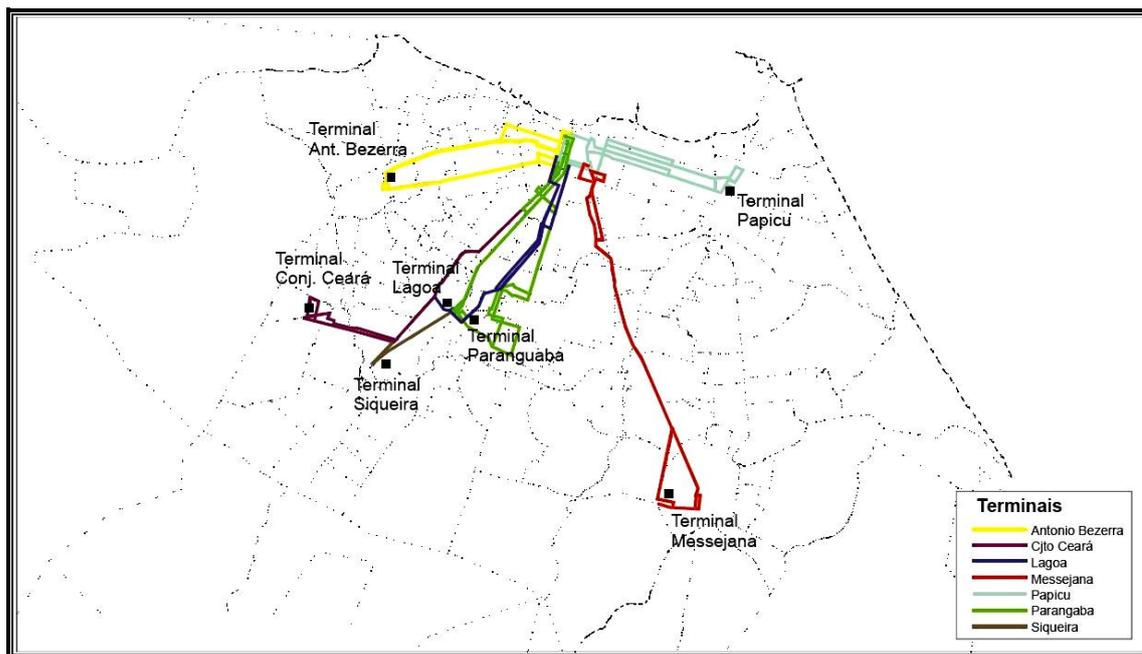


Figura 2.5: Localização dos Terminais do SIT-FOR e Itinerários das Linhas Troncais

Pode-se perceber claramente que a disposição dos terminais na zona urbana da cidade não é uniforme ao longo da área urbana do município de Fortaleza. As linhas troncais tem a função de integrar os terminais do Sistema Integrado de Transportes de Fortaleza (SIT-FOR).

Dos sete terminais existentes atualmente, seis deles foram inaugurados em um intervalo de apenas 14 meses, a contar de julho de 1992 até setembro de 1993. Apenas o terminal Siqueira foi inaugurado mais recentemente, 26 meses após essa primeira fase das implementações, em novembro de 1995.

2.3.2 O Transporte Coletivo

O sistema de transportes públicos de parte da população da cidade, segundo o METROFOR (2002), é feito através de aproximadamente 1.733 ônibus, em cerca de 211 linhas diurnas regulares, sendo 142 integradas nos terminais urbanos, transportando em média 925,7 mil passageiros por dia.

Deste total de veículos em circulação tem-se, de acordo com ETTUSA (2001), que 430 foram adquiridos após 1999, correspondendo a 24,81% da frota com 02 anos de utilização. Aproximadamente 17% da frota foi adquirida em 1998, ou seja, apresentam uma idade média de 04 anos de utilização, em relação a 2001. Cerca de 79% da frota apresenta uma idade média inferior a 06 anos de utilização.

A média mensal de passageiros transportados foi de 23.430.000 apresentando, em relação ao ano anterior, um decréscimo de 0,26%.

A média mensal da quantidade de viagens realizadas foi de 498,65 mil, sendo que os meses de janeiro, março, maio e outubro apresentaram seus valores maiores que a média.

Os meses de novembro e dezembro apresentaram os menores valores. Isto significa que há uma maior utilização da capacidade veicular do sistema, pois estes meses apresentam demandas elevadas devido às festas de final de ano.

A Quilometragem Mensal Percorrida pelos Ônibus do SIT-FOR, produto da quantidade de viagens com a extensão de cada viagem, em 2001, a média do ano para este índice foi de $10,92 \times 10^6$ Km rodados.

O índice de passageiros por quilômetro equivalente ($IPK_{EQUIVALENTE}$), segundo ETTUSA (2001), é a razão entre o total de passageiros equivalentes transportados e a quilometragem total mensal. Para o Sistema de Transporte Público de passageiros de Fortaleza, historicamente, o segundo semestre sempre apresenta maiores demandas em relação ao primeiro. Como a grande maioria dos índices operacionais do Sistema de Transporte, o $IPK_{EQUIVALENTE}$ vem caindo ao longo do tempo. Nos últimos 10 anos, o $IPK_{EQUIVALENTE}$ de Fortaleza caiu 3,69 passageiros por quilômetro para 1,92.

O passageiro equivalente é obtido ao se converter à quantidade de pessoas que pagam a meia tarifa em tarifas integrais, ou seja, dois estudantes que pagam a meia tarifa equivalem a uma pessoa pagando a tarifa integral. O passageiro equivalente corresponde então ao número total de pessoas que pagam tarifas inteiras já convertidas as que pagam à meia tarifa.

2.3.3 O Transporte Alternativo

De acordo com ETTUSA (2001), outra parcela da população é servida por cerca de 320 Vans, distribuídas uniformemente em 16 itinerários diferentes, com o prazo máximo de exploração de 60 meses, destinadas a atender a maior parte dos bairros da cidade.

Não existem dados sobre a quantidade de pessoas transportadas diariamente pelo sistema de transporte alternativo. Estima-se que o sistema transporta cerca de 12% a 15% da demanda de passageiros do Município de Fortaleza, segundo ETTUSA (2002).

O Sistema de Transporte Público Alternativo (STPA) foi criado em setembro de 1997. O serviço de Transporte Público Alternativo por Vans, tem caráter complementar ao serviço de transporte regular coletivo, devendo supri-lo onde este se mostra inadequado e insuficiente ao atendimento da demanda, em termos econômicos e financeiros, geográficos, temporais ou segmentos diferenciados.

O transporte alternativo é um serviço de condução de, no mínimo, 08 (oito) e, no máximo, 16 (dezesesseis) passageiros sentados, executado em veículos utilitários sem taxímetro. A tarifa aplicada tem que ser, no mínimo, igual à Tarifa Única do Sistema Integrado de Transportes (SIT) de Fortaleza, conforme ETTUSA (2001).

O itinerário de cada linha do serviço Alternativo não poderá coincidir em mais de 50% com o das linhas do serviço regular e sua frota operante deve corresponder a 20% da frota cadastrada do Sistema Integrado de Transporte.

Os veículos cadastrados devem pertencer aos respectivos permissionários ou estar em nome dos mesmos por arrendamento mercantil, e devem estar licenciados com placas de aluguel no Município de Fortaleza e ter idade máxima de três (3) anos de uso.

Os veículos cadastrados deverão submeter-se a vistorias semestrais, mediante comprovação de pagamento da taxa de vistoria. O deferimento de qualquer solicitação dos permissionários estará condicionado a comprovação de que este se encontra em dia com todos os tributos junto a ETTUSA.

2.3.4 O Transporte por Táxi

O serviço de Táxi do Município de Fortaleza, segundo ETTUSA (2001), é disciplinado pela lei 4164 de 1973. Podem operar no serviço, condutores devidamente cadastrados junto à Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), na ETTUSA, para receberem uma permissão, por meio de licitação, ou de transferências de permissões já existentes.

O Sistema de Transporte por Táxi é um dos mais antigos do Município, possuindo uma atual frota de 4.072 veículos. A idade média da frota é de aproximadamente 8,2 anos em 2001.

2.3.5 O Transporte por Moto-táxi

A ETTUSA (2001) informa que o serviço de Moto-táxi do Município de Fortaleza é disciplinado pela Lei n ° 8004, de 1997 e regulamentado pelo Decreto n ° 253/98, de 1998. Para poder trabalhar como moto-taxista os motoristas devem estar cadastrados junto à Prefeitura Municipal de Fortaleza na ETTUSA (órgão responsável pelo setor) e receberão uma permissão por meio de licitação ou de transferência de suas permissões já existentes.

O interessado deve atender aos requisitos exigidos para a transferência ou estar de acordo com as normas definidas pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, através de licitação. Atualmente, o Sistema de Transporte por Moto-táxi conta com uma frota de 2.174 veículos e a idade média da frota em aproximadamente 4,7 anos em 2001.

Em ETTUSA (2002), observa-se que de 2001 a 2002 foi registrado o maior aumento no número de moto-táxi em operação. Iniciaram a operação no Sistema de Transporte de Fortaleza em 2002 cerca de 80 motos, contra apenas 09 moto-táxi no ano de 1996.

Comparando com os dados relativos aos anos anteriores, tem-se que em 1997 e 2000 foram os anos que apresentaram maior adesão ao Sistema. Assim sendo, percebe-se uma renovação da frota de moto-táxi no ano de 2002, uma vez que a idade

média da frota baixou de 4,7 anos, no ano anterior, para 3,37 anos, conforme revela ETTUSA (2002).

2.3.6 O Metrofor

Segundo METROFOR (2000), o Metrofor tem por objetivo o planejamento, a construção, a implantação, a exploração, a operação e a manutenção de obras e serviços de transporte de passageiros, sobre trilhos ou guiados, na Região Metropolitana de Fortaleza e em áreas vizinhas que possam a ela ser integradas.

A implantação do Trem Metropolitano de Fortaleza tem como objetivos principais:

- a Estadualização do Sistema, adequando-se a preceito constitucional;
- a Redução dos custos operacionais, o aumento real da produtividade e da receita própria;
- a implantação de um sistema moderno de trens urbanos na Região Metropolitana de Fortaleza, integrando aos demais modais de transporte.

O projeto Metrofor possui, inicialmente, a sua previsão de execução voltada para três estágios distintos, conforme revelado em METROFOR (2000), descritos sucintamente a seguir.

O primeiro estágio corresponde:

- a duplicação da linha sul que interliga Fortaleza a Maracanaú, com 24km de extensão;
- aos serviços de eletrificação, sinalização e telecomunicações;
- a construção de dez estações de superfície e mais quatro subterrâneas;
- a construção da oficina para o reparo dos veículos e a aquisição de dez trens elétricos;

- a um orçamento de US\$ 326 milhões, ao todo.

O segundo estágio, correspondente:

- a duplicação da linha Oeste, o ramal Fortaleza-Caucaia com 19km de extensão;
- a construção de obras d'arte especiais para a transposição de vias;
- aos serviços de eletrificação, sinalização e telecomunicações;
- a construção de três estações elevadas e;
- a construção da oficina de vagões e locomotivas;
- a um orçamento de US\$ 176,2 milhões, no geral.

O terceiro estágio, correspondente à:

- à interligação de Maranguape ao conjunto Jereissati, Guaiúba e Acarape, através de trens a diesel, ônibus urbanos e metropolitanos;
- à complementação dos sistemas e construção de estações nas linhas oeste e sul;
- à reativação do ramal de Maranguape;
- à compra de nove (9) trens elétricos;
- ao orçamento de US\$ 90 milhões, no total, com sua ativação futura condicionada a avaliação por parte dos governos Federal e Estadual.

Todos os estágios de implantação do Metrofor e as suas localizações e trajetos podem ser observados através da Figura 2.6.



Figura 2.6: Estágios de Desenvolvimento do Projeto Metrofor (METROFOR (2000))

A Tabela 2.4 apresenta os detalhes principais do projeto Metrofor, para as suas fases iniciais de implantação, os estágios primeiro e segundo. Nos quais serão transportados diariamente cerca de 344 mil passageiros.

Tabela 2.4: Detalhes do Metrofor (1º e 2º Estágios)

ATIVIDADE	PRIMEIRO ESTÁGIO	SEGUNDO ESTÁGIO	TOTAL
Extensão da Linha de passageiros Fortaleza – Maracanaú	24 km de via dupla	-	24 km de via dupla
Extensão da linha de passageiros Fortaleza – Caucaia	-	19 km de via dupla	19 km de via dupla
Trecho subterrâneo de passageiros	3,8 km de via dupla	-	3,8 km de via dupla
Trecho Elevado de passageiros	2,2 km	2,2 km	4,4 Km
Extensão da linha de carga	33 km de via única	-	33 km de via única
Número de trens	10	08	18
Velocidade máxima	80 Km/h		
Número de estações previstas	18	10	28
Previsão de transportes de passageiros	217 mil/dia	127 mil/dia	344 mil/dia
Tempo de viagem	33 min	30 min	-
Horário de operação	05:00 às 23:00		

Fonte: METROFOR (2000)

2.3.7 A Integração dos Sistemas de Transporte

A integração dos sistemas é uma tentativa de unir o atual sistema de transporte coletivo, baseado nos ônibus e complementado pelas Vans, ao uso do Trem Metropolitano, Metrofor, através das alterações que forem necessárias para a otimização e qualidade do serviço prestado.

Uma alternativa possível é fazer o transporte dos passageiros da periferia da cidade para o centro através do Metrofor e complementar o percurso, das estações do metrô para os respectivos destinos finais, através dos coletivos do sistema de transporte municipal.

Segundo o METROFOR (2002), são diversas as alternativas de integração propostas no estudo contratado pelo Metrofor para propor a melhor solução de integração viável.

Os cenários contemplarão um horizonte temporal que abrangerá o período de 2002 a 2020, com estágios intermediários. Para cada uma das alternativas serão realizadas avaliações dos aspectos de integração física, operacional, tarifária, lógica e institucional, sendo escolhida uma delas, a melhor, como o Modelo de Integração que irá receber os detalhamentos de projeto para tornar viável a sua implantação. Os resultados deste estudo irão fornecer ao Metrofor o instrumento necessário para a implementação de suas ações de planejamento estratégico e operacional, apoiando e subsidiando o processo de tomada de decisões quanto à política de transporte metropolitano.

O Modelo de Transporte Integrado da RMF, proposto em METROFOR (2002), visa apresentar ao Metrofor e aos diversos órgãos de transporte atuantes na RMF um referencial comum, orientando, em função de indicadores e metas, tanto a redefinição de suas participações relativas no sistema de transporte da metrópole, quanto às diretrizes de ampliação das respectivas redes, assegurando uma coerência urbanística em curto prazo, correspondente ao período de 2002 a 2004; em médio prazo, equivalente ao período entre os anos de 2006 e 2010; e em longo prazo, até se chegar ao ano 2020.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A malha viária da cidade de Fortaleza apresenta vários defeitos que são apresentados no Capítulo 3, os quais servem de insumos para a aplicação em um Sistema de Gerência de Pavimentos, como o exposto no Capítulo 4, que tem como base a Metodologia a descrita no Capítulo 5, desenvolvida visando auxiliar na redução deste problema específico.

CAPÍTULO 3

VIAS URBANAS

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A malha urbana de uma cidade seja ela de pequeno, médio ou grande porte é imprescindível para o seu desenvolvimento, proporcionando o transporte de mercadorias, o fornecimento de serviços e o transporte de pessoas e cargas.

De acordo com NUNES (2002), as vias devem ser tratadas como uma infra-estrutura de utilidade pública e por este motivo devem servir todo o território da cidade, permitindo o deslocamento da população com rapidez, conforto e segurança.

Para tanto é necessária uma manutenção periódica dessa infra-estrutura, capaz de mantê-la em bom estado de conservação, não permitindo que os recursos públicos investidos em seu projeto e construção sejam perdidos por negligência, falta de planejamento ou insuficiência de recursos.

3.2 AS CARACTERÍSTICAS DA MALHA VIÁRIA DAS CIDADES

A divisão da malha viária urbana de uma cidade em classes, de acordo com a função que exerce, está relacionada às características distintas que cada via possui em relação às outras, tais como:

- capacidade de fluxo de veículos na via;
- localização na malha urbana;
- importância, social ou econômica, para a região.

A classificação de uma via facilita o seu estudo por parte das equipes que tratam dos problemas relacionados aos transportes e deslocamentos nas grandes cidades. Uma simplificação na forma de se observar à malha viária de uma cidade, muitas vezes composta por milhares de quilômetros, facilita o planejamento desta.

De acordo com AASHTO (1994), existe uma hierarquização entre os tipos de vias de uma cidade, no que se refere às suas características físicas e a relação entre os seus tipos de uso, sendo esta hierarquia descrita conforme se apresenta a seguir:

- as Vias Expressas: ligam pontos distantes de uma cidade, de uma forma rápida e segura, possuindo mão dupla e um canteiro central. Desenvolvidas para suportar um grande volume de tráfego, com velocidade média de 80km/h e acessos em pontos específicos e controlados;
- as Vias Arteriais: interligam as vias expressas e as coletoras, e fazem a distribuição do tráfego originário da via expressa por toda a cidade. Apresentam um volume menor de tráfego e menor velocidade de operação, em torno de 60km/h;
- as Vias Coletoras: interligam as vias arteriais e as regiões vizinhas. A circulação nessas vias é feita a baixa velocidade, cerca de 40km/h, sendo esta uma via que adentra em bairros residenciais;
- as Vias Locais: possuem tráfego local, e permitem o acesso dos moradores das residências aos locais de trabalho, com uma velocidade permitida de 30km/h, segundo AASHTO (1994), porém no Brasil sendo permitidos os 40km/h.

A Tabela 3.1 apresenta níveis hierárquicos para as vias urbanas, em função de fatores como: extensão (%) e volume de tráfego (%) e para as vias rurais, em termos de extensão (%), medidos nos Estados Unidos.

Tabela 3.1: Classificação das Vias – Urbanas e Rurais

CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS		
Nível Hierárquico	Extensão (%) do Total	Volume de Tráfego (%) do Total
Vias Urbanas		
Auto-Estradas	05 – 10	40 – 65
Arteriais Primárias e Secundárias	15 – 25	65 – 80
Vias Coletoras	05 – 10	05 – 10
Vias Locais	65 – 80	10 – 30
Vias Rurais		
Vias Expressas	02 – 04	-
Arteriais Primárias e Secundárias	06 – 12	-
Vias Coletoras	20 – 25	-
Vias Locais	65 – 75	-

Fonte: AASHTO (1994)

Este percentual de extensão é referente a uma parcela que cada nível hierárquico possui em relação à extensão total da malha e para o percentual do volume de tráfego é também estimada uma parcela para cada classe dessa rodovia.

Segundo ETTUSA (2001), o Sistema Integrado de Transportes de Fortaleza (SIT-FOR) caracteriza-se por uma operação do tipo tronco-alimentadora. Este sistema atualmente é constituído, basicamente, por:

- um conjunto de terminais de integração, sendo sete ao todo, localizados em bairros periféricos e no centro da cidade;
- um conjunto de linhas troncais, usadas para a interligação dos terminais do SIT-FOR;
- um conjunto de linhas alimentadoras;
- linhas circulares;
- linhas interbairros, integradas nos terminais.

3.3 OS PRINCIPAIS DEFEITOS EXISTENTES NA MALHA VIÁRIA URBANA

BERTOLLO (1997) diz que qualquer material que seja utilizado na pavimentação apresenta, em sua vida útil, algum tipo de deterioração provocada por solicitação do tráfego de veículos e pelo clima.

Quando estas deteriorações atingem a superfície do pavimento elas resultam em diferentes formas de desgaste do mesmo causando a redução da serventia desta infraestrutura.

Conforme AUSTROADS (1997) *apud* NUNES, T. V. L. (2003): “Denomina-se defeito qualquer evidência visível de falhas ou descontinuidades na superfície de rolamento da estrada que afeta a sua capacidade estrutural, aparência ou a qualidade de movimento dos veículos”.

Segundo AASHTO (1986), a causa dos principais defeitos nos pavimentos asfálticos, está relacionada a problemas com o tráfego, com o emprego dos materiais e com o meio ambiente. A Tabela 3.2 apresenta a causa principal dos defeitos encontrados nos pavimentos urbanos.

Tabela 3.2: Causa Principal dos Defeitos em Pavimentos Asfálticos

TIPO DE DEFEITO	CAUSA PRINCIPAL	
	Tráfego	Materiais e Meio Ambiente
Trincas por Fadiga do Revestimento	X	
Trincas em Blocos		X
Trincas nos Bordos Laterais		X
Trincas Longitudinais		X
Trincas por Reflexão		X
Trincas Transversais		X
Remendos	X	
Panelas	X	
Deformação Permanente nas Trilhas	X	
Corrugação		X
Exsudação		X
Agregados Polidos	X	
Desgaste		X
Desnível Pista-Acostamento		X
Bombeamento	X	X

Fonte: AASHTO (1986).

Vários manuais de análise de defeitos dos pavimentos já foram desenvolvidos com o intuito de se determinar a condição de serviço das vias urbanas; SHAHIN (1979), SMITH (1980), ZANIEWSKI (1985) e SHRP (1989).

Alguns destes manuais são de origem nacional, tais como DOMINGUES (1993) e BALBO (1997).

De acordo com DNIT (2005a), os principais problemas relacionados com a manutenção rodoviária, referentes a pavimentos semi-rígidos e flexíveis são relacionados a degradações e defeitos superficiais e a deformações em perfil, sendo exibidos na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Problemas de Manutenção dos Pavimentos Flexíveis

PROBLEMAS DE MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA DOS PAVIMENTOS SEMI-RÍGIDOS E FLEXÍVEIS	
RELAÇÃO	
COM DEGRADAÇÕES E DEFEITOS SUPERFICIAIS	COM DEFORMAÇÕES EM PERFIL
Fissuração ou Fendilhamento	Trilha de Roda
Desagregação ou panelas	Afundamento
Mancha de água ou umidade excessiva	Afundamento localizado
Bombeamento de água	Escorregamento do Revestimento
Bombeamento de água com finos ou lama branca	Ondulação
Espelamento	Corrugação
Desgaste	Depressão
Polimento dos agregados ou aspereza	-
Desintegração	-
Descolamento do ligante	-
Falta de aderência pneu-pavimento	-
Estriamento em tratamentos superficiais	-

Fonte: DNIT (2005a)

A fissuração ou fendilhamento, mencionada na Tabela 3.3, é subdividida em trincas interligadas (couro de jacaré), em trincas nas trilhas de rodas, trinca longitudinal na borda e no eixo do pavimento, trinca isolada transversal de retração térmica, trinca em bloco de retração térmica, trinca parabólica de escorregamento, trinca de reflexão e fissura incipiente.

Para melhor caracterizar os tipos de fissuras existentes no pavimento flexível e semi-rígido, a Tabela 3.4, de DNIT (2003), apresenta uma relação contendo seus tipos, sua causa, seu código para o DNIT e a classificação de suas fendas.

Tabela 3.4: Classificação das Fissuras dos Pavimentos Semi-Rígido e Flexível.

Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

As trincas do tipo FC-1, segundo DNIT (2003), são aquelas que possuem uma abertura superior à das fissuras e menor que 1,0mm.

As trincas do tipo FC-2, apresentam aberturas superiores a 1,0mm e nenhuma erosão nas suas bordas.

As trincas do tipo FC-3, apresentam aberturas superiores a 1,0mm e possuem erosão nas suas bordas.

As trincas interligadas são sempre dos tipos FC-2 ou FC-3, em função da existência ou não de erosão em suas bordas.

A Tabela 3.5 de DNIT (2003) relata, para outros tipos de defeitos de pavimentos semi-rígidos e flexíveis, a classificação do DNIT com suas sub-divisões, sua codificação e suas causas.

Tabela 3.5: Classificação dos Defeitos dos Pavimentos Semi-Rígido e Flexível.

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos		Remendo Superficial		RS
		Remendo Profundo		RP

Para melhor compreender os tipos de defeitos existentes no pavimento urbano e suas diferenciações, tais problemas, encontrados nos pavimentos asfálticos, são citados e descritos sucintamente a seguir juntamente com a apresentação de fotografias capazes de demonstrar o que esta sendo retratado.

3.3.1 Trincamento por Fadiga

Segundo NUNES (2002), consistem em um conjunto de trincas, causadas pela diminuição progressiva da resistência superficial do revestimento asfáltico, que sofre a ação repetida das cargas do tráfego.

São causadas pelo colapso do revestimento asfáltico devido à repetida ação das cargas do tráfego, do sub-dimensionamento do revestimento, da má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento, provocado também pela baixa capacidade de suporte do solo, o envelhecimento da superfície, que torna o asfalto duro e quebradiço.

As trincas de fadiga aparecem primeiro, na superfície inferior da capa asfáltica, onde as forças de tração e os esforços são maiores sob a ação da carga da roda. Essas fendas atingem a superfície, inicialmente sob a forma de uma ou mais trincas longitudinais paralelas.

As trincas se conectam, depois da ação repetida das cargas do tráfego, formando peças que lembram a pele de um jacaré. O trincamento por fadiga, no seu estágio final de evolução, dá origem as painelas, outro defeito característico dos pavimentos que será mencionado posteriormente.

O Trincamento por Fadiga apresenta três níveis de severidade:

- baixo: apresenta trincas capilares, muito finas, sem erosão nas bordas, e desconectadas entre si ou com poucas conexões, elas se apresentam paralelas ao eixo da estrada.
- médio: apresenta peças já formadas por trincas, sem erosão nas bordas ou com pouca erosão.
- alto: apresenta uma erosão maior nas bordas, algumas peças já se encontram soltas e balançando com o tráfego.

Conforme DNIT (2003), essas trincas se formam sem uma direção preferencial e podem apresentar erosão em suas bordas.

A Figura 3.1 ilustra um caso de trincamento por fadiga, onde as trincas lembram a pele de um jacaré.



Figura 3.1: Trincamento por Fadiga, DNIT (2003)

3.3.2 Trincamento Transversal

Para NUNES (2002), elas representam o conjunto de trincas perpendiculares à linha central do pavimento. Podendo ser causadas pela contração da capa asfáltica, devido a baixas temperaturas ou endurecimento do asfalto ou pela propagação das trincas abaixo do revestimento da estrada.

Elas ocorrem ao longo de qualquer porção da superfície do pavimento e são consideradas como defeitos funcionais e estruturais.

Os defeitos funcionais só afetam a função a que o pavimento se destina, tais como conforto, por exemplo. Sendo menos graves que os defeitos do tipo estrutural.

Os defeitos estruturais afetam a composição estrutural do pavimento, ou seja, mais de uma de suas camadas e necessitam que o mesmo seja corrigido caso a sua severidade esteja em um estágio mais acelerado.

Seus níveis de severidade também são três: Baixo, Médio e Alto.

De acordo com DNIT (2003), as trincas transversais que apresentem extensão inferior à 100cm, são classificadas como trincas curtas e as que possuem o comprimento superior à 100cm são caracterizadas como trincas longas.

A Figura 3.2 exibe um caso de trincamento transversal.



Figura 3.2: Trincamento Transversal, DNIT (2003)

3.3.3 Trincamento Longitudinal

Conforme relata NUNES (2002), são o conjunto de trincas paralelas à linha central do pavimento, o eixo da via urbana. Sendo causadas por uma má execução da junta longitudinal de separação entre duas faixas de tráfego, pelo recalque diferencial do pavimento, em casos de alargamento do pavimento, pela contração da capa asfáltica, devido a baixas temperaturas ou endurecimento do asfalto, pela propagação de trincas abaixo do revestimento da estrada, incluindo trincas em placas de concreto de cimento Portland.

São consideradas como defeitos funcionais e estruturais, assim como o trincamento transversal. Seus níveis de severidade são: Baixo, Médio e Alto.

De acordo com DNIT (2003), trincas longitudinais com extensão inferior a 100cm, são classificadas como trincas curtas e trincas de comprimento maior do que 100cm são caracterizadas como trincas longas.

A Figura 3.3 exibe um caso de trincamento longitudinal.



Figura 3.3: Trincamento Longitudinal, DNIT (2003)

3.3.4 Trincamento em Blocos

Para NUNES (2002), são o conjunto de trincas que divide a superfície do asfalto em peças retangulares com aproximadamente $0,1\text{m}^2$ até 10m^2 de área, causando a aparência de blocos. Sendo criados pela contração da capa asfáltica, em função da alternância diária entre altas e baixas temperaturas.

São consideradas como defeitos funcionais e estruturais. Seus níveis de severidade são: Baixo, Médio e Alto.

De acordo com DNIT (2003), uma característica predominante deste defeito é a formação de blocos que apresentam os lados bem delimitados, podendo apresentar ou não erosão em suas bordas.

A Figura 3.4 exibe um caso de trincamento em bloco.



Figura 3.4: Trincamento em Blocos, DNIT (2003)

3.3.5 Remendos

Em NUNES (2002), elas representam a porção do revestimento original que foi removido para a colocação de outro material, similar ou diferente, em seu lugar para preservar as condições do pavimento.

Podem ser causados pela ação das cargas de tráfego, pelo emprego de material de má qualidade, pela ação do meio ambiente ou por má construção do pavimento.

São consideradas como defeitos funcionais e estruturais. Seus níveis de severidade são: Baixo, Médio e Alto.

Conforme DNIT (2003), o remendo é uma panela que foi preenchida por uma ou mais camadas de pavimento para normalizar a sua situação em operações conhecidas como “tapa-buraco”.

A Figura 3.5 exibe um caso de Remendo.

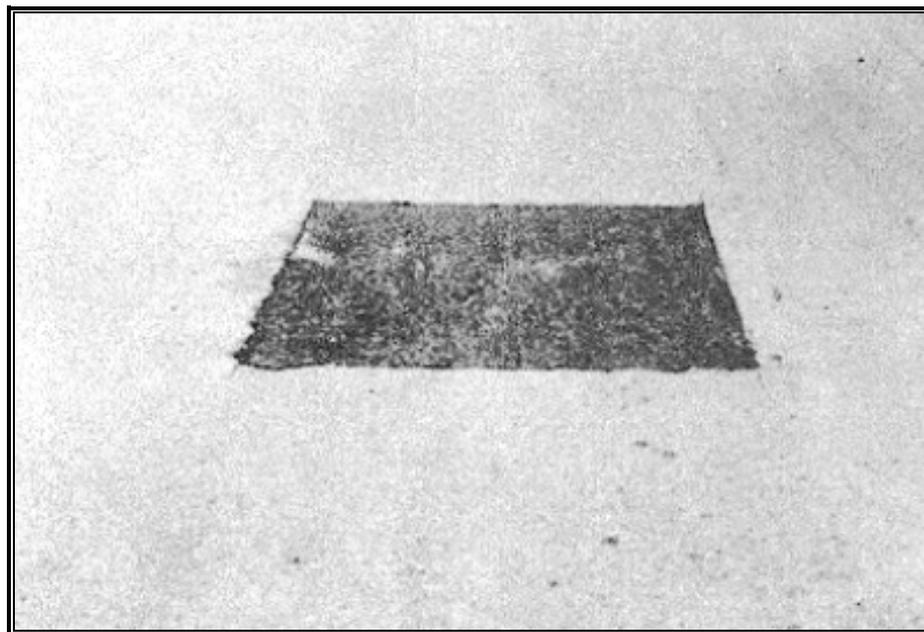


Figura 3.5: Remendo em Pavimento Asfáltico, *USACE* (1982)

3.3.6 Panelas

Conforme NUNES (2002), são cavidades de tamanhos variados, no revestimento do pavimento, similares a panelas. Podendo ser causadas por danos no revestimento do pavimento, devido a trincas de fadiga, a desintegração localizada na superfície do pavimento, ou a ciclos gelo-degelo acompanhados da presença de umidade.

São consideradas como defeitos funcionais do pavimento e seus níveis de severidade são: Baixo, Médio e Alto.

De acordo com DNIT (2003), as panelas podem ser causadas por falta de aderência entre as camadas do pavimento que se sobrepõem, provocando o deslocamento das mesmas.

A Figura 3.6 demonstra um caso de formação de Panelas.

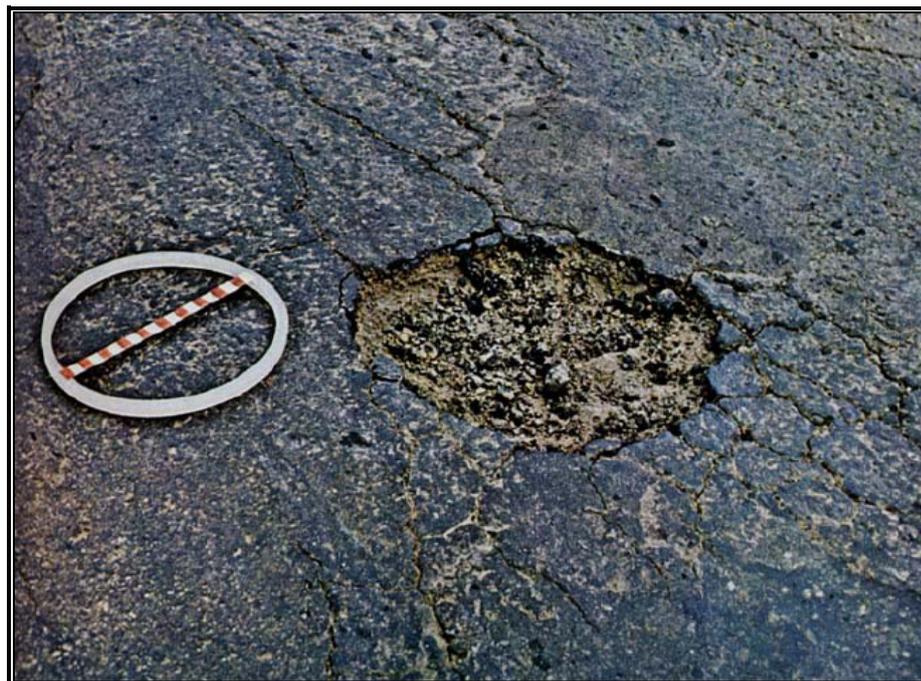


Figura 3.6: Painelas no Pavimento Asfáltico, DNIT (2003)

3.3.7 Afundamento

É descrito, segundo NUNES (2002), como uma concavidade no Pavimento, que é provocada por defeitos na construção ou no recalque do terreno de fundação ou de aterro.

É classificado como um defeito funcional, uma vez que prejudica o rolamento das rodas sob a superfície do pavimento, causando um aumento na irregularidade do mesmo.

Apresentam três níveis de severidade: Baixa, Média e Alta.

Conforme DNIT (2003), a deformação que sofre o pavimento é permanente sendo caracterizada por uma depressão na superfície do mesmo, podendo apresentar ainda sollevamento sob a forma de consolidação ou de afundamento plástico.

A Figura 3.7 exemplifica um caso de afundamento.

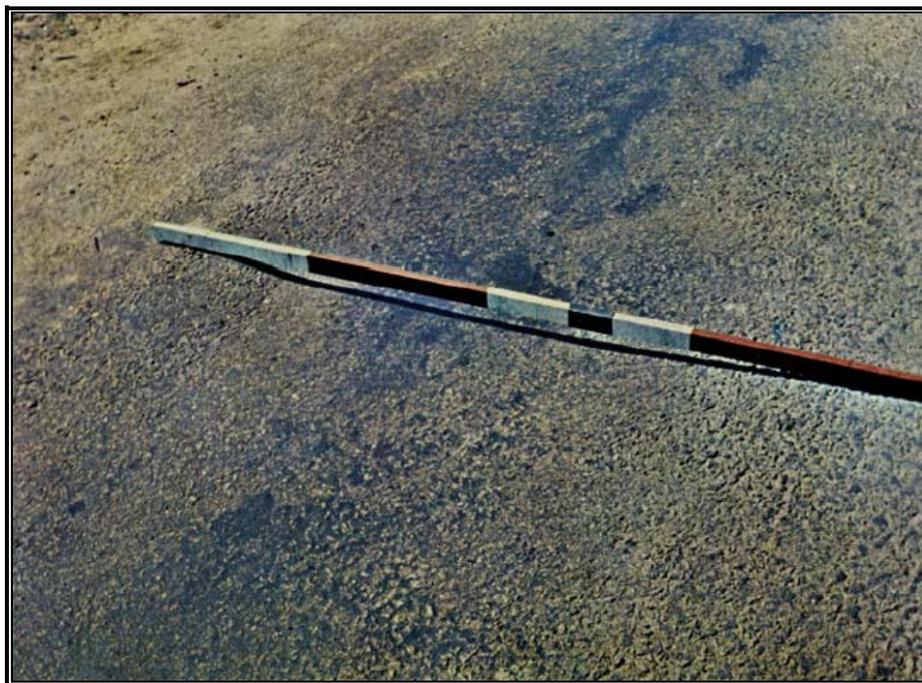


Figura 3.7: Afundamento de Pavimento, DNIT (2003)

3.3.8 Afundamento de Trilha de Roda

Consiste, para NUNES (2002), em uma depressão nas trilhas de roda, causada pela compactação inadequada durante a construção, pela mistura asfáltica ruim, pelo enfraquecimento dos materiais abaixo do pavimento, ou devido à infiltração de água.

Sendo classificado, normalmente, como um defeito funcional, mas se forem muito severos podem também ser considerados como um defeito estrutural.

De acordo com DNIT (2003), o afundamento de trilha de roda é um afundamento por consolidação ou plástico, quando localizado em uma trilha de roda e sua extensão é superior a 6m.

A Figura 3.8 apresenta um caso de afundamento de trilha de roda.



Figura 3.8: Afundamento de Trilha de Roda, DNIT (2003)

3.3.9 Exsudação

Conforme NUNES (2002), consiste de um filme de material betuminoso que aparece na superfície do pavimento, criando um brilho vítreo.

Sendo causada pela excessiva quantidade de ligante e pelo baixo conteúdo de vazios na mistura asfáltica.

São classificados como defeito funcional, apresentando Baixa, Média ou Alta severidade em seus casos de ocorrência.

DNIT (2003), descreve a exsudação como causada pela migração do ligante através do revestimento para a sua superfície, onde ocorre a sua concentração.

A Figura 3.9 exemplifica a ocorrência deste tipo de defeito.



Figura 3.9: Exsudação no Pavimento, DNIT (2003)

3.3.10 Defeitos no Pavimento Rígido

Para classificar os defeitos existentes em pavimentos rígidos, o DNIT (2004) traz a relação de diversas ocorrências que são apresentadas nos itens de a) a r):

a) Alçamento de Placas

DNIT (2004) descreve esta ocorrência como um desnível que ocorre entre as placas e as juntas ou entre placas e fissuras transversais, podendo ocorrer também ocasionalmente em locais próximos as canaletas de drenagem e a intervenções realizadas nos pavimentos.

Esta situação é exposta na Figura 3.10, onde se pode observar um alçamento das placas do pavimento rígido.

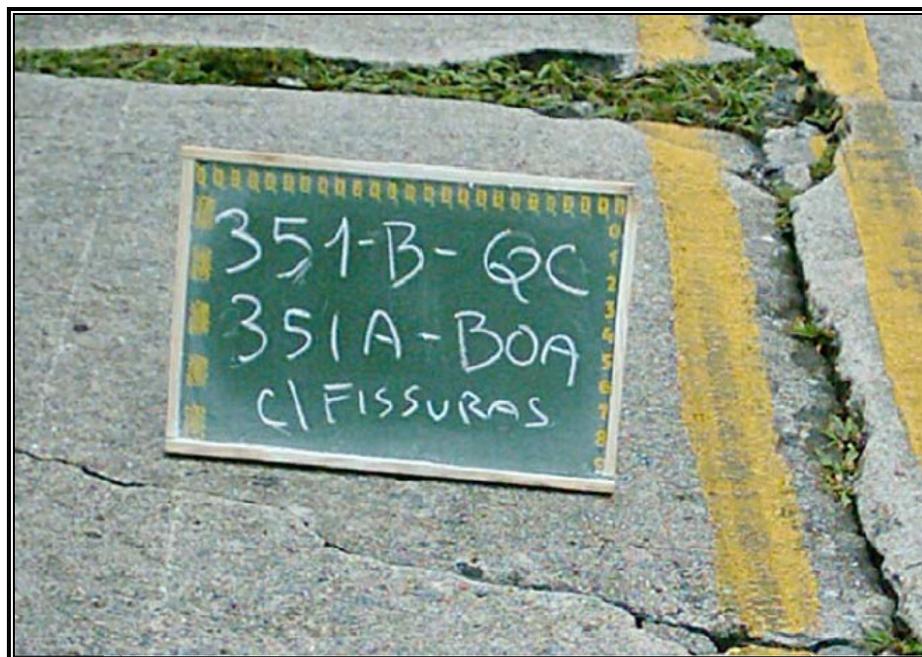


Figura 3.10: Alçamento de Placas, DNIT (2004)

b) Fissura de Canto

São fissuras que, segundo DNIT (2004), interceptam as juntas do pavimento em distâncias que devem, necessariamente, ser menores ou iguais a metade dos comprimentos das bordas ou das juntas do pavimento, longitudinais ou transversais, medidas a partir do canto deste.

Tais Fissuras geralmente afetam toda a espessura da placa do pavimento rígido. A Figura 3.11 ilustra este tipo de defeito.



Figura 3.11: Fissura de Canto, DNIT (2004)

c) Placa Dividida

DNIT (2004) descreve como sendo placas que apresentam fissuras que a dividem em quatro ou mais partes. Pois a separação da mesma em um número menor de porções representaria um caso de fissuramento.

O defeito, descrito como placa dividida, pode ser observado na Figura 3.12.



Figura 3.12: Placa Dividida, DNIT (2004)

d) Escalonamento ou Degrau nas Juntas

São descritos como deslocamentos verticais, em DNIT (2004), de alturas diferentes e de caráter permanente entre placas adjacentes, na localização das juntas.

e) Falha na Selagem das Juntas

São avarias no material que, segundo DNIT (2004), é utilizado para selar os espaços entre as placas do pavimento rígido, elas propiciam o acúmulo de material incompressível na junta permitindo assim a entrada de água no seu interior da mesma. Os principais problemas relacionados a este defeito são:

- rompimento provocado por esforços de tração ou compressão;
- extrusão do material usado na selagem das juntas;
- crescimento de vegetação nas juntas;
- endurecimento do material selante provocado por oxidação;

- perda de aderência do material de selagem em relação as placas do pavimento rígido e;
- quantidade insuficiente de selante nas juntas.

A Figura 3.13 exibe um caso de falha no processo de selagem das juntas.



Figura 3.13: Falha na Selagem das Juntas, DNIT (2004)

f) Desnível entre Pavimento e Acostamento

Em DNIT (2004), o degrau se forma entre a borda do pavimento rígido e o acostamento do mesmo sendo acompanhado geralmente de uma separação das bordas.

g) Fissuras Lineares

Elas atingem toda a espessura da placa de concreto, segundo DNIT (2004), dividindo a mesma em duas ou três partes, pois se a divisão for em um número maior de porções, o defeito será considerado como placa dividida.

São consideradas fissuras lineares:

- as fissuras longitudinais que ocorrem na direção do comprimento da placa do pavimento de concreto e paralelas ao eixo longitudinal da via;
- as fissuras transversais que se apresentam na direção da largura da placa, e perpendiculares ao eixo longitudinal da via;
- as fissuras Diagonais que se mostram inclinadas, interceptando as juntas dos pavimentos em um comprimento superior a metade da extensão das juntas ou bordas.

A Figura 3.14 apresenta as três ocorrências desses tipos de fissuras para pavimentos rígidos, descritos anteriormente.



Figura 3.14: Tipos de Fissuras Lineares, DNIT (2004)

h) Reparos

De acordo com DNIT (2004), existem duas classificações para os tipos de reparos em pavimentos rígidos:

- os Grandes Reparos cuja área, do pavimento original, a ser tratada é maior do que $0,45\text{m}^2$ necessitando da remoção do material deste local para o seu posterior preenchimento com material de enchimento;
- os Pequenos Reparos devem apresentar uma área inferior ou igual a $0,45\text{m}^2$, também implicando na necessidade de remoção do material danificado deste local para o preenchimento com o material de enchimento.

A Figura 3.15 apresenta as duas ocorrências de reparos para os pavimentos rígidos, descritos anteriormente.



Figura 3.15: Tipos de Reparos, DNIT (2004)

i) Desgaste Superficial

Segundo o DNIT (2004) este desgaste é caracterizado pelo descolamento da argamassa superficial responsável pelo afloramento dos agregados à superfície do pavimento causando o polimento e sua superfície.

A Figura 3.16 apresenta o desgaste superficial a que estão sujeitos os agregados do pavimento rígido.



Figura 3.16: Desgaste Superficial, DNIT (2004)

j) Bombeamento

DNIT (2004) caracteriza o Bombeamento como sendo a expulsão dos finos plásticos, existentes no solo original do pavimento, aquele utilizado em sua fundação, através das suas juntas, trincas ou bordas quando ocorre a passagem de cargas que solicitem a placa do pavimento rígido.

Estes finos que são bombeados se parecem com uma lama fluída, podendo ser identificados pela existência de manchas com terra nas proximidades das juntas, trincas e bordos.

k) Quebras Localizadas

Estas quebras são áreas da placa rígida do pavimento que se apresenta com trinca e partida em pequenos pedaços, de formas variadas, se localizando entre uma trinca e uma junta ou entre duas trincas próximas, em torno de 1,5m, conforme DNIT (2004).

A Figura 3.17 exhibe esta quebra localizada em pavimento rígido.



Figura 3.17: Quebra Localizada, DNIT (2004)

l) Passagem de Nível

Segundo DNIT (2004), são problemas que ocorrem em passagens de nível, conforme mencionado na própria terminologia do defeito, caracterizando-se por depressões ou elevações próximas aos trilhos.

m) Fissuras Superficiais e Escamação

Segundo DNIT (2004), elas ocorrem somente na superfície da placa do pavimento rígido, sendo, portanto fissuras superficiais ou capilares cuja profundidade varia entre 6mm e 13mm com a tendência de se interceptarem em um ângulo de 120°.

A escamação, por sua vez é o deslocamento da camada superficial que foi fissurada, mas pode também ser originada por outros dos defeitos do pavimento rígido tais como o desgaste superficial.

A Figura 3.18 apresenta um caso de fissura superficial da placa de concreto.



Figura 3.18: Fissura Superficial, DNIT (2004)

n) Fissuras de Retração Plástica

São fissuras, conforme DNIT (2004), muito pouco profundas e de uma abertura pequena, inferior a 0,5mm possuindo um comprimento limitado.

Apresentam uma ocorrência ao acaso e formam ângulos que variam entre 45° e 60° com o eixo longitudinal da placa.

A Figura 3.19 apresenta um caso de fissura de retração plástica da placa de concreto.



Figura 3.19: Fissura de Retração Plástica, DNIT (2004)

o) Esborcinamento ou Quebra de Canto

Segundo o DNIT (2004), essas quebras localizam-se nos cantos das placas e apresentam a forma de uma cunha, ocorrendo em uma distância inferior a 60cm em relação ao canto do pavimento.

Esta se diferencia da fissura de canto porque ela intercepta a junta em um ângulo determinado, quebrando a placa em formato de cunha. Por sua vez, a fissura de canto, já descrita anteriormente, ocorre de uma forma vertical em toda a espessura da placa.

A Figura 3.20 exhibe um caso de quebra no canto da placa de concreto.



Figura 3.20: Quebra de Canto, DNIT (2004)

p) Esborcinamento ou Quebra de Juntas

Consiste na quebra das bordas da placa de concreto do pavimento rígido, no formato de cunha, localizada nas juntas com o comprimento máximo de 60cm e sem atingir toda a espessura da placa, conforme DNIT (2004).

A Figura 3.21 apresenta a quebra de juntas em uma placa de concreto.

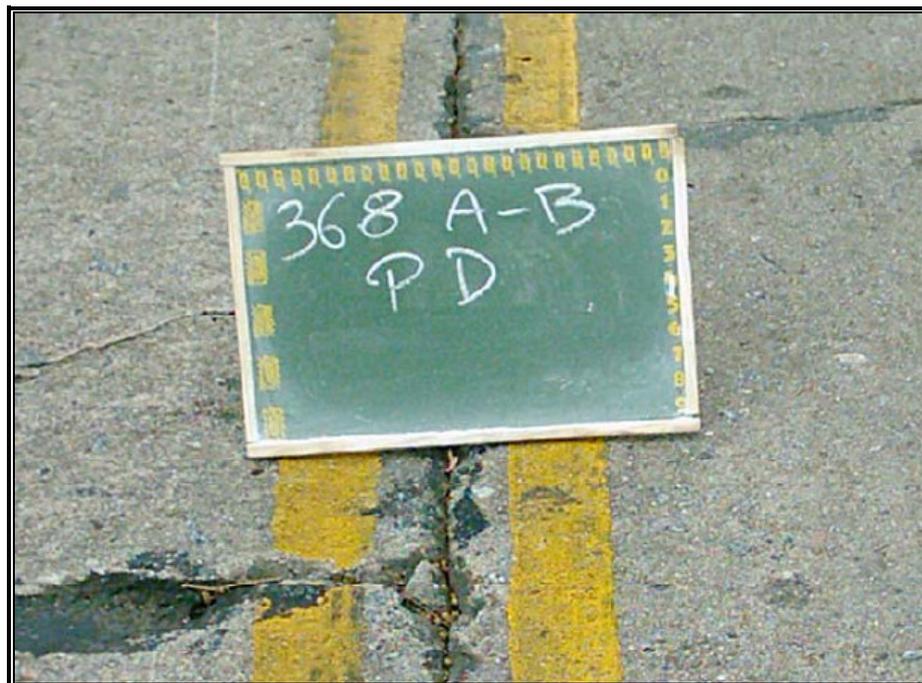


Figura 3.21: Quebra de Juntas, DNIT (2004)

q) Assentamento

Consiste no afundamento do pavimento, gerando ondulações de grande extensão na superfície da placa podendo ainda assim manter a integridade do pavimento, de acordo com DNIT (2004).

A Figura 3.22 demonstra a ocorrência de assentamento em uma placa de concreto.



Figura 3.22: Assentamento em placa de concreto, DNIT (2004)

r) Buracos

São reentrâncias côncavas que são observadas na superfície da placa propiciadas pela perda de concreto neste local, se apresentando com área e profundidade bem definidas, conforme a norma DNIT (2004).

A Figura 3.23 exhibe o caso de ocorrência de Buracos em um pavimento rígido.



Figura 3.23: Buracos em placa de concreto, DNIT (2004)

3.3.11 Defeitos no Calçamento de Paralelepípedos

Neste item são apresentados os principais defeitos existentes em um calçamento de paralelepípedos, servindo de base para o estudo de caso, que é apresentado no Capítulo 6.

O objetivo deste item é a formação de um manual de identificação de defeitos para calçamentos formados por paralelepípedos, facilitando a identificação dessas irregularidades em uma análise de campo.

A seguir são apresentados os defeitos encontrados nos paralelepípedos com as ilustrações que caracterizam a sua ocorrência:

a) Afundamento Localizado

Devido ao tráfego intenso de veículos alguns locais do calçamento com paralelepípedos sofrem uma solicitação de esforços maior, proveniente do carregamento do tráfego apresentando um afundamento em sua superfície e provocando uma redução na serventia do pavimento, Figura 3.24.

As Figuras 3.24 a 3.29 ilustram os defeitos existentes no calçamento de paralelepípedos, em fotos batidas no terminal da parangaba, onde este tipo de calçamento é amplamente utilizado.

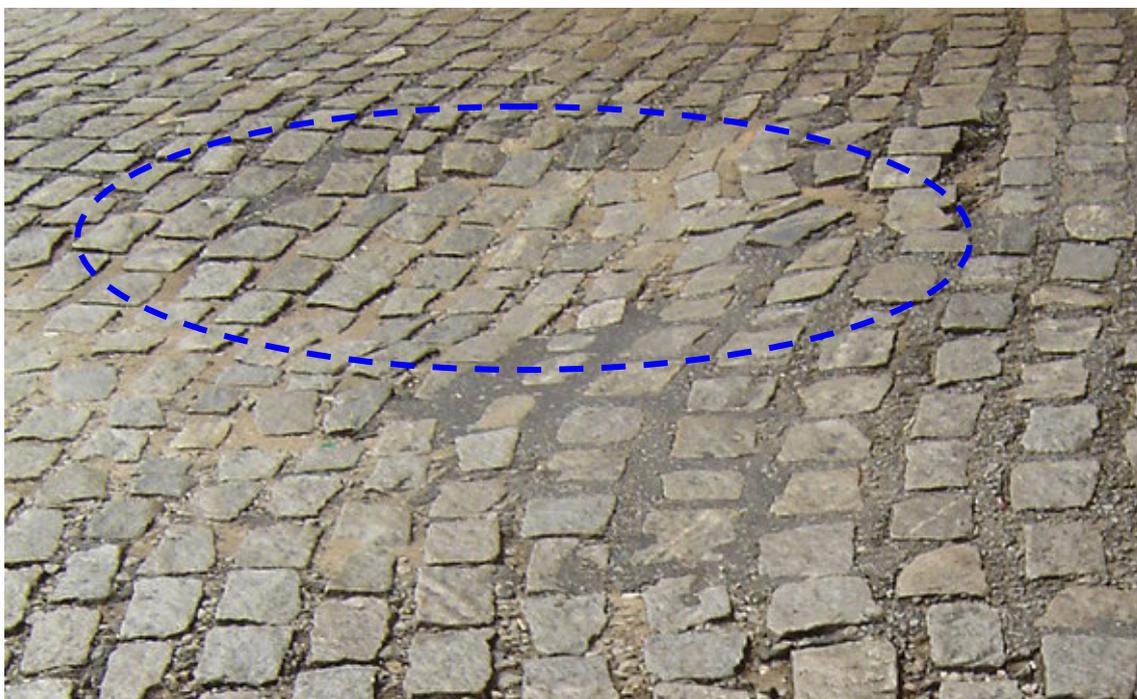


Figura 3.24: Afundamento Localizado nos Paralelepípedos

b) Afundamento de Trilha de Roda

É uma depressão nas trilhas de roda, causada pela compactação inadequada durante a construção e pelo enfraquecimento dos materiais abaixo do pavimento, ou devido à infiltração de água, Figura 3.25.



Figura 3.25: Afundamento de Trilha de Roda nos Paralelepípedos

c) Arrancamento das Pedras

Consiste na separação dos blocos de paralelepípedos do conjunto que formavam inicialmente através do arrancamento dos elementos poliédricos devido a ação do tráfego e a falha na junção dos elementos.

Posteriormente ocorre o agravamento da condição geral do pavimento com a saída de mais blocos, sendo necessária a imediata restauração deste trecho, Figuras 3.26 e 3.27.

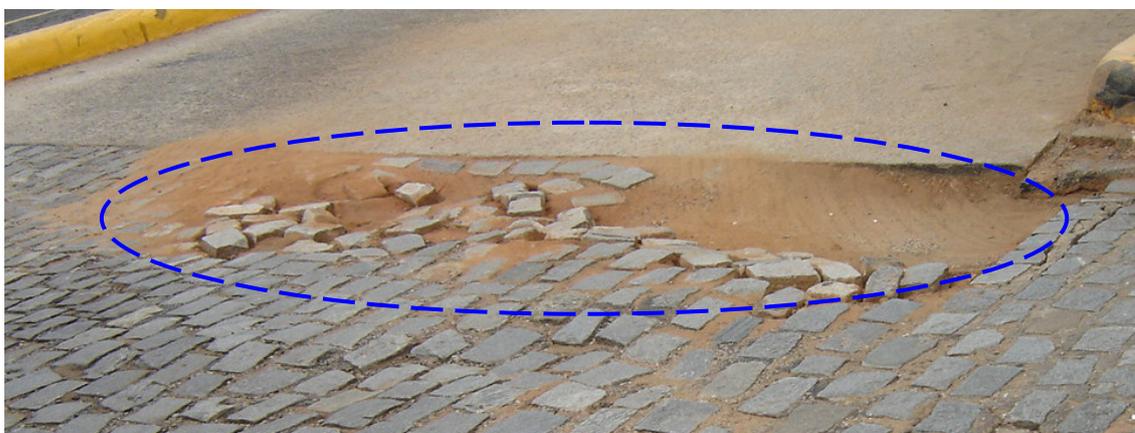


Figura 3.26: Arrancamento das Pedras nos Paralelepípedos

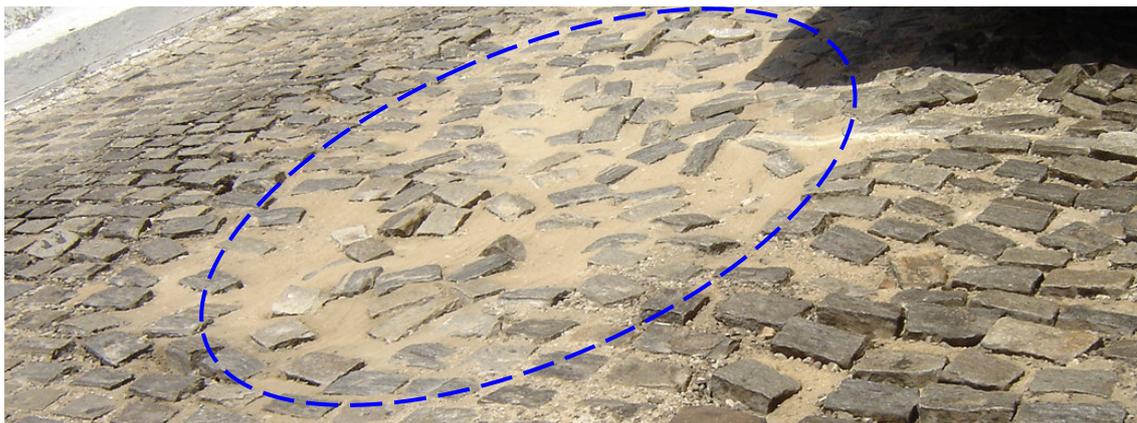


Figura 3.27: Paralelepípedos Soltos pela Ação do Tráfego

d) Falha na selagem dos Paralelepípedos

Esta falha ocorre quando os paralelepípedos se encontram muito asfastados, quando do preenchimento destes com o material de enchimento, facilitando a retirada do material que se encontra entre os blocos de paralelepípedos com o decorrer do tempo e da ação do tráfego, Figura 3.28.

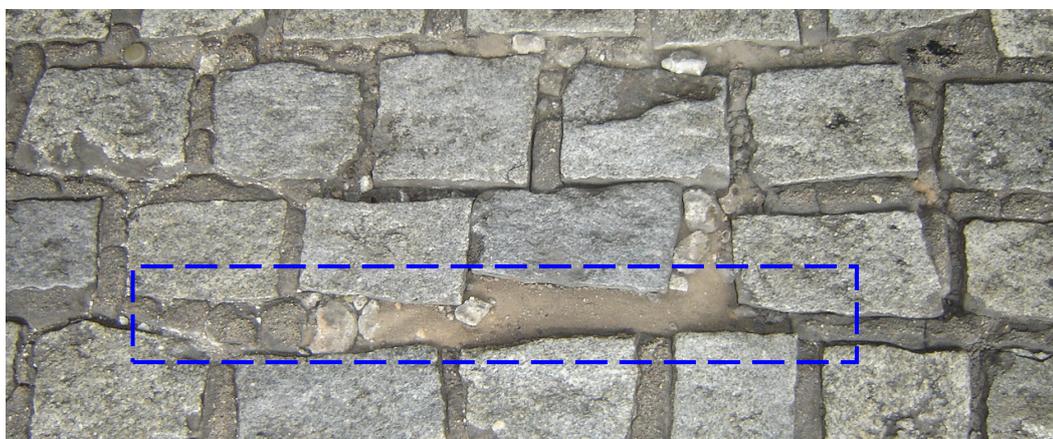


Figura 3.28: Falha na Selagem nos Paralelepípedos

e) Aparecimento de Vegetação

Este defeito ocorre em áreas onde ocorre pouca movimentação de veículos, como em acostamentos ou bordas das pistas, permitindo o aparecimento de vegetação.

Nestes pontos com o aumento da vegetação ocorrerá, posteriormente, a retirada de material das juntas dos paralelepípedos agravando-se o problema no local, e facilitando o arrancamento futuro dos blocos de paralelepípedos, Figura 3.29.



Figura 3.29: Aparecimento de Vegetação entre os Paralelepípedos

3.4 OS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO DAS VIAS URBANAS

Segundo DARONCHO (2001) *apud* NUNES, T. V. L. (2003), a forma de avaliar os defeitos, existentes na superfície dos pavimentos de uma via urbana, deve estar relacionada com a qualidade das viagens realizadas nesta, sendo os defeitos caracterizados como desarranjos que contribuem para aumentar ou propiciar desconforto aos usuários da via, chegando até a impedir o tráfego de veículos na mesma.

Segundo SCHLIESLER A. S. e A. BULL (1994) *apud* NUNES, T. V. L. (2003), a manutenção rodoviária consiste em um amplo conjunto de atividades com o objetivo de preservar em longo prazo as condições de serventia das rodovias, assegurando, com o menor custo possível, o funcionamento adequado desta a operação dos veículos.

Para caracterizar os principais procedimentos existentes em relação às atividades de manutenção, restauração e conservação em geral para as vias, utilizou-se o manual

de pavimentação DNIT (2005a), que tem como função descrever, de uma forma didática, os procedimentos de execução para os pavimentos flexíveis.

Sua primeira edição foi em 1960, quando se constatou a necessidade de uma normalização das especificações de serviços e das várias técnicas de construção. Este manual foi feito sob a coordenação do IPR, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, situado na cidade do Rio de Janeiro.

Em DNIT (2005a) encontra-se uma série de tarefas e procedimentos típicos da manutenção rodoviária, sendo estes:

- a) conservação;
- b) remendos;
- c) recuperação superficial;
- d) reforço estrutural;
- e) reconstrução.

Tais procedimentos são explicitados a seguir para a diferenciação dessas atividades distintas e suas aplicações nas vias urbanas.

3.4.1 Conservação

Conforme DNIT (2005a), são um conjunto de operações que se destinam a manter as características técnicas e operacionais de uma via, até que estas se tornem inviáveis economicamente. Elas têm o propósito de reparar ou sanar os defeitos existentes.

A conservação se subdivide em preventiva periódica e corretiva rotineira, a primeira é realizada periodicamente, como retrata seu nome, para se evitar o surgimento de defeitos ou o seu agravamento. A segunda segue uma programação, baseada na mesma técnica da anterior, para se eliminar imperfeições que porventura venham a existir.

A atividade voltada para a manutenção das vias que se relaciona a Conservação preventiva periódica é:

- a limpeza e enchimento de juntas em concreto-cimento, que consiste na limpeza das juntas dos pavimentos rígidos, preenchendo-as com o material apropriado e que permita a sua dilatação, evitando a penetração de água e de materiais estranhos.

Essa atividade é programada de preferência para o inverno, pois a existência de baixas temperaturas torna o espaço entre as juntas de dilatação maior.

As atividades voltadas para a manutenção das vias que se relacionam com a Conservação Corretiva Rotineira são:

- a selagem de trincas consiste no enchimento manual das trincas e fissuras do revestimento betuminoso ou dos pavimentos de concreto de cimento. Utilizando-se de material asfáltico capaz de impedir que a água penetre nas camadas inferiores do pavimento. As trincas de contração, existentes no revestimento betuminoso, devem ser ignoradas a não ser que ocorra a possibilidade de penetração de água;
- as recomposições das sinalizações verticais e horizontais consistem na pintura da sinalização horizontal e no reparo, na substituição ou na implementação da sinalização vertical;
- a recomposição das placas de concreto consiste no reparo das regiões danificadas nas placas de cimento Portland, evitando assim a propagação de defeitos na própria placa e nas vizinhas. Esta ação inclui também a correção das condições necessárias ao suporte da placa, que se encontrem deficientes;
- o combate à Exsudação, consistindo basicamente do espalhamento manual de agregado fino na superfície do pavimento que apresente exsudação, com a finalidade de corrigir o excesso de material betuminoso na mesma, o que a torna lustrosa e escorregadia.

Em DNIT (2005c) encontra-se um exemplo de conservação, referente à selagem de trincas, conforme os princípios mencionados neste tópico, sendo exibido na Tabela 3.6.

Tabela 3.6: Soluções de Conservação, Códigos e Custos, DNIT (2005c).

Mês Base: Novembro de 2003 - MG												
Código	Tipo de Solução da Pista	Espes. Pista(cm)	Solução Acostam.	Espes. Acost(cm)	Pista c/ 7,20m e Acostam. c/ 5,00m				Pista c/ 7,20m e Acostam. c/ 2,00m			
					SNC	US\$/km	US\$/m2	Fator	SNC	US\$/km	US\$/m2	Fator
CONSERVAÇÃO ROTINEIRA (valores de Conserva fornecidos pela da Coordenação de Manutenção e Restauração)												
CONSERVA ROTINEIRA - PISTA SIMPLES		-	-	-	-	4.500,00	-	1,00	-	4.500,00	-	1,00
1 - SELAGEM												
LAMA AFÁLTICA EM 3 (três) CAMADAS												
1.1- LAMA ASFÁLTICA FINA DE 1,2 cm - SÓ NA PISTA		1,2	-	-		17.349,64	-	-	-	-	-	-
1.2- LAMA ASFÁLTICA GROSSA DE 1,8 cm - SÓ NA PISTA		1,8	-	-		31.888,44	-	-	-	-	-	-
1.3 - LAMA ASFÁLTICA GROSSA DE 1,8 cm - PISTA e ACOSTAMENTO		1,8	Lama	1,8		40.122,61	5,57			35.182,11	4,89	
TSD												
1.4 - RECAPEAMENTO COM REVESTIMENTO EM TSD - PISTA e TSS NO ACOSTAMENTO		2,5	TSS	1,2		26.427,42	3,67			22.725,41	3,16	
1.5 - REMENDO SUPERFICIAL 2%+RECAP. C/ TSD - PISTA e REM.2%+RECAP. TSS NO ACOST.		2,5	TSS	1,2		27.827,68	3,86			23.731,45	3,30	
1.6 - RECAPEAMENTO COM REVESTIMENTO EM TSD - PISTA e ACOSTAMENTO		2,5	TSD	2,5		34.325,04	4,77			25.884,46	3,60	
REPERFILAMENTO												
1.7 - REPERFILAMENTO COM CBUQ-MassaFina -Espes.2,5 cm - SÓ NA PISTA		2,5	-	-		37.008,04	5,14			-	-	-
1.8 - REMENDO SUPERFICIAL 2%+REPERFILAMENTO C/CBUQ-Mas.Fina 2,5cm - SÓ NA PISTA		2,5	-	-		37.834,43	5,25			-	-	-
MICRO REVESTIMENTO												
1.9- MICRO REVEST.ASFÁLTICO SEM FIBRA VIDRO 0,8 cm - SÓ NA PISTA		0,8	-	-		16.154,23	-	-	-	-	-	-
1.10- MICRO REVEST.ASFÁLTICO COM FIBRA VIDRO 0,8 cm - SÓ NA PISTA		0,8	-	-		17.188,10	-	-	-	-	-	-
1.11- MICRO REVEST.ASFÁLTICO SEM FIBRA VIDRO 1,5 cm - PISTA e TSS NO ACOSTAMENTO		1,5	TSS	1,2		36.895,36	-	-	-	-	-	-
1.12- MICRO REVEST.ASFÁLTICO COM FIBRA VIDRO 1,5 cm - PISTA e TSS NO ACOSTAMENTO		1,5	TSS	1,2		36.995,41	-	-	-	-	-	-
1.13- MICRO REVEST.ASFÁLTICO COM FIBRA VIDRO 2,0 cm - PISTA e TSS NO ACOSTAMENTO		2,0	TSS	1,2		48.881,79	-	-	-	-	-	-
1.14- REMENDO SUPERFICIAL 2%+MICRO REVEST.ASF.C/ FIBRA VIDRO 0,8 cm - SÓ NA PISTA		0,8	-	-		18.014,48	-	-	-	-	-	-
2%+ TSS NO ACOST.		1,5	TSS	1,2		40.395,67	-	-	-	-	-	-
2%+ TSS NO ACOST.		2,0	TSS	1,2		50.282,06	-	-	-	-	-	-
TSD COM EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMERO												
1.17 - RECAPEAM. C/REVEST. TSD POLÍMERO - PISTA e RECAP. EM TSS NO ACOSTAMENTO		2,5	TSS	1,2		33.050,65	4,59			29.348,64	4,08	
1.18- REMENDO SUP. 2%+RECAP.TSD POLIMERO-PISTA e REMENDO SUP.2%+TSS NO ACOST.		2,5	TSS	1,2		34.450,92	4,78			30.404,58	4,22	
1.19 - RECAPEAM. C/REVEST. TSD POLÍMERO-PISTA e RECAP.C/REVEST. TSD-ACOST.		2,5	TSD	2,5		40.948,27	5,69			32.507,69	4,51	
						628.040,23				199.784,33		

3.4.2 Remendos

São operações que se destinam à correção do aparecimento de defeitos específicos que ocorrem em revestimentos betuminosos, conforme relata DNIT (2005a), geralmente no nível do revestimento asfáltico, e que em casos graves atingem segmentos da camada de base. Essas operações são sempre bem definidas e de pequeno porte. Sua importância é considerada, de um modo geral, como sendo secundária ou relativa. Por esta razão, são realizadas muitas vezes sem o esmero ou dedicação necessária.

Para se evitar este fato, deve-se exigir obrigatoriamente as seguintes etapas neste serviço: regularização das painelas, impermeabilização das camadas granulares que foram atingidas, espalhamento, conformação e compactação do material de enchimento (composto por pré-misturados, areia asfalto, CBUQ, dentre outros), e selagem superficial.

Recomenda-se sempre o uso de CBUQ, Concreto Betuminoso Usinado a Quente, na selagem final do remendo, quando da impossibilidade do uso de agregados finos unidos por ligantes betuminosos.

As principais atividades relacionadas a este serviço são:

- remendo superficial ou tapa-buraco, que são reparos no revestimento em degradações localizadas, também conhecidas como painelas e depressões secundárias, com a função de se evitar danos maiores no pavimento e garantir uma superfície de rolamento segura e confortável;
- remendos profundos, que são operações corretivas localizadas, com um porte maior que os remendos superficiais, podendo até mesmo remover as frações de camadas granulares subjacentes. Sendo necessária, neste caso, a substituição dos materiais com características e suporte deficientes, e a conclusão do reparo com misturas asfálticas.

3.4.3 Recuperação Superficial

Para DNIT (2005a), ela também é conhecida como recarga, e se destina a corrigir falhas superficiais como fissuras, desagregação, polimento de asperezas (conhecida como rugosidade), desgaste (perda de agregados), exsudação e pequenas deficiências na geometria transversal.

São, basicamente, recapeamentos com espessuras muito finas, de 2,5cm no máximo, sem apresentar, portanto um efeito estrutural.

As atividades relacionadas a este procedimento são:

- uso de misturas asfálticas usinadas, que consiste no recapeamento do revestimento existente com misturas asfálticas muito delgadas. Sendo executadas com pré-misturado a frio, areia asfalto a frio ou a quente, com concreto asfáltico espalhado com vibro-acabadoras ou motoniveladoras;
- uso de lama asfáltica, que consiste em se aplicar ou mistura fluída contendo agregado miúdo, filer, emulsão asfáltica e água, sempre em proporções predefinidas de espessura delgada, inferior a 1,0cm, sem efeito estrutural;
- uso de capa selante, que é um banho com ligante asfáltico, com a cobertura posterior e imediata com agregados finos, tais como areia ou pó de pedra, que devem ser espalhados a rodo de maneira uniforme;
- uso de tratamentos superficiais simples (TSS) ou duplos (TSD), que são os tradicionalmente já executados com banhos de ligante asfáltico e a cobertura de agregados pétreos, de forma alternada.

Nestes tratamentos, caso indicado como recarga de um revestimento já existente, devem ser combinadas técnicas de execução por penetração invertida e direta. No tratamento superficial duplo, TSD, o banho mais rico será o segundo. E quando a rugosidade do revestimento for elevada, pode ser impraticável o uso destes tratamentos, sendo recomendável a sua utilização associada à lama asfáltica fina, para produzir um leito liso e regular.

3.4.4 Reforço Estrutural

De acordo com DNIT (2005a), essa atividade é aplicada visando aumentar a capacidade estrutural do pavimento, a qual é alcançada através da sobreposição de algumas camadas extras, responsáveis pela correção dos defeitos superficiais.

Este método deverá ser empregado quando atividades menos dispendiosas, aos recursos de manutenção, não forem mais viáveis à situação em questão. Sendo inevitável a evolução da degradação das condições do pavimento em si.

O reforço então consiste, basicamente, da correção das características funcionais do pavimento, que são aquelas relacionadas à degradação e a deformação da superfície do mesmo. Sendo, portanto uma tarefa que exige uma determinação própria da capacidade de carregamento residual, destinada ao suporte dos carregamentos subseqüentes.

Em DNIT (2005c) encontra-se um exemplo de reforço estrutural, descrito sob a forma de recapeamento e reperfilamento das camadas superficiais, conforme os princípios mencionados neste tópico, sendo exibido na Tabela 3.7.

Tabela 3.7: Soluções de Reforço Estrutural, Códigos e Custos, DNIT (2005c).

Mês Base:

Novembro de 2003 - MG

Código	Tipo de Solução da Pista	Espes. Pista(cm)	Solução Acostam.	Espes. Acost(cm)	Pista c/ 7,20m e Acostam. c/ 5,00m				Pista c/ 7,20m e Acostam. c/ 2,00m			
					SNC	US\$/km	US\$/m2	Fator	SNC	US\$/km	US\$/m2	Fator
2 - RECAPEAMENTO E REPERFILAMENTO (CONSIDERANDO 5% DE REMENDO SUPERFICIAL NA PISTA E 40% DE RECOMPOSIÇÃO DOS ACOSTAMENTOS)												
2.1	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 3 cm NA PISTA E TSD NO ACOSTAMENTO	3	TSD	2,5		80.477,05	11,18			-	-	
2.2	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 4 cm NA PISTA E TSD NO ACOST. (degrau 1,5cm)	4	TSD	2,5		94.543,63	13,13			-	-	
2.3	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 5 cm NA PISTA E TSD NO ACOST. (degrau 2,5cm)	5	TSD	2,5		108.610,22	15,08			-	-	
2.4	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 3 cm PISTA E ACOSTAMENTO	3	CBUQ	3		96.993,67	13,47			73.493,68	10,21	
2.5	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 5 cm PISTA E CBUQ 3 cm ACOST.(degrau 2cm)	5	CBUQ	3		125.126,84	17,38			100.295,74	13,93	
2.6	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 6 cm PISTA E CBUQ 3 cm ACOST.(degrau 3cm)	6	CBUQ	3		134.194,12	18,64			-	-	
2.7	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 6 cm PISTA E ACOSTAMENTO	6	CBUQ	6		163.499,50	22,71			-	-	
2.8	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 8 cm PISTA E CBUQ 4 cm ACOST.(degrau 4cm)	8	CBUQ	4		168.110,28	23,35			-	-	
2.9	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 8 cm PISTA E ACOSTAMENTO	8	CBUQ	8		208.463,00	28,95			-	-	
2.10	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 10 cm PISTA E CBUQ 6 cm ACOST.(degrau 4cm)	10	CBUQ	6		211.646,07	29,40			-	-	
2.11	RECAPEAMENTO COM REVEST. CBUQ 10 cm PISTA E ACOSTAMENTO	10	CBUQ	10		250.719,92	34,82			-	-	
2.12	RECAPEAMENTO COM REVEST. AAUQ 5 cm e AAUQ 3 cm Acost. (degrau 2cm)	5	AAUQ	3		128.300,09	17,82			104.388,42	14,50	
2.13	RECAPEAMENTO COM REVEST. AAUQ 6 cm e AAUQ 3 cm Acost. (degrau 3cm)	6	AAUQ	3		142.696,03	19,82			-	-	
2.14	RECAPEAMENTO COM REVEST. AAUQ 7 cm e AAUQ 3 cm Acost. (degrau 4cm)	7	AAUQ	3		157.091,96	21,82			-	-	
2.15	REPERFILAM.2,5cm + RECAP. C/ REVEST. CBUQ 3cm-PISTA e TSD ACOST.(degrau 3cm)	5,5	TSD	2,5		117.485,09	16,32			-	-	
2.16	REPERFILAM.2,5cm + RECAP. C/ REVEST. CBUQ 4cm-PISTA e TSD ACOST.(degrau 4cm)	6,5	TSD	2,5		131.551,67	18,27			-	-	
2.17	REPERFILAM.2,5cm + RECAP. C/ REVEST. CBUQ 5cm-PISTA e TSD ACOST.(degrau 5cm)	7,5	TSD	2,5		145.618,26	20,22			-	-	
2.18	REPERF. 2,5cm + RECAP.C/REVEST.CBUQ 3cm-PISTA e CBUQ 3cm-ACOST.(degrau 2,5cm)	5,5	CBUQ	3		134.001,71	18,61			110.501,72	15,35	
2.19	REPERF. 2,5cm + RECAP.C/REVEST.CBUQ 5cm-PISTA e CBUQ 3cm-ACOST.(degrau 4,5cm)	7,5	CBUQ	3		162.134,88	22,52			138.634,89	19,25	
2.20	RECAP. C/ REVEST. EM CBUQ Mod.Polimero 6cm PISTA e CBUQ 3cm ACOST (degrau 3cm)	6	CBUQ	3		164.667,99	22,87			-	-	
2.21	RECAPEAMENTO C/ REVEST. EM CBUQ Mod.por Polimero 6cm PISTA e CBUQ 6cm ACOST.	6	CBUQ	6		191.924,48	26,66			-	-	
2.22	RECAP. C/ REVEST. EM CBUQ Mod.Polimero 7cm PISTA e CBUQ 4cm ACOST.(degrau 3cm)	7	CBUQ	4		191.887,24	26,65			-	-	
2.23	RECAPEAMENTO C/ REVEST. EM CBUQ Mod.por Polimero 7cm PISTA e CBUQ 7cm ACOST.	7	CBUQ	7		219.143,72	30,44			-	-	
2.24	RECAP. C/ REVEST. EM CBUQ Mod.Polimero 8cm PISTA e CBUQ 5cm ACOST.(degrau 3cm)	8	CBUQ	5		219.106,48	30,43			-	-	
2.25	RECAPEAMENTO C/ REVEST. EM CBUQ Mod.por Polimero 3cm PISTA e CBUQ 3cm ACOST.	3	CBUQ	3		107.146,28	14,88			85.642,95	-	
2.26	RECAP. C/ REVEST. EM CBUQ Mod.Polimero 4cm PISTA e CBUQ 3cm ACOST (degrau 1cm)	4	CBUQ	3		125.706,32	17,46			104.203,00	-	
2.27	RECAP. C/ REVEST. EM CBUQ Mod.Polimero 5cm PISTA e CBUQ 3cm ACOST.(degrau 2cm)	5	CBUQ	3		144.266,36	20,04			122.763,04	-	
					4.125.112,85				839.923,45			

3.4.5 Reconstrução

Segundo o manual DNIT (2005a), depois de ocorrido o colapso total da estrutura de um pavimento, não é mais viável a execução do reforço estrutural do mesmo. Sendo então necessário, primeiro, a remoção inicial das camadas degradadas, com alto grau de defeitos, para só depois se executar o reparo do pavimento.

A reconstrução ainda pode ser dividida em total ou parcial, sendo necessário que se promovam estudos para definir as camadas a serem retiradas, modificadas ou acrescentadas.

Em DNIT (2005c) encontra-se um exemplo de reconstrução conforme os princípios mencionados neste tópico, sendo exibido na Tabela 3.8.

Tabela 3.8: Soluções de Reconstrução, Códigos e Custos, DNIT (2005c).

Mês Base:

Novembro de 2003 - MG

Código	Tipo de Solução da Pista	Espes. Pista(cm)	Solução Acostam.	Espes. Acost(cm)	Pista c/ 7,20m e Acostam. c/ 5,00m				Pista c/ 7,20m e Acostam. c/ 2,00m			
					SNC	US\$/km	US\$/m2	Fator	SNC	US\$/km	US\$/m2	Fator
5 - RECONSTRUÇÃO (CONSIDERANDO BASE COM BRITA GRADUADA 20cm P/PISTA E 15cm P/ACOSTAMENTO)												
TSD												
5.1 - RECONSTRUÇÃO COM REVESTIMENTO EM TSD - PISTA E ACOST.		2,5	TSD	2,5		194.224,20	26,98			152.921,21	21,24	
CBUQ												
5.2 - RECONSTRUÇÃO C/ REVESTIMENTO EM CBUQ 3cm PISTA E TSD NO ACOSTAMENTO		3	TSD	2,5		216.526,79	30,07			-	-	
5.3 - RECONSTRUÇÃO C/ REVESTIMENTO EM CBUQ 3cm - PISTA E ACOSTAMENTO		3	CBUQ	3		233.043,41	32,37			181.830,44	25,25	
5.4 - RECONSTRUÇÃO C/ REVEST. EM CBUQ 5cm PISTA E CBUQ 3cm ACOST.(degrau 2cm)		5	CBUQ	3		257.848,81	35,81			208.632,50	28,98	
5.5 - RECONSTRUÇÃO C/ REVESTIMENTO EM CBUQ 5cm - PISTA E ACOSTAMENTO		5	CBUQ	5		280.713,50	38,99			217.778,38	30,25	
5.6 - RECONSTRUÇÃO C/ REVEST. EM CBUQ 7cm PISTA E CBUQ 4cm ACOST.(degrau 3cm)		7	CBUQ	4		290.093,44	40,29			235.681,61	32,73	
5.7 - RECONSTRUÇÃO C/ REVESTIMENTO EM CBUQ 7cm - PISTA E ACOSTAMENTO		7	CBUQ	7		326.905,09	45,40			250.406,28	34,78	
5.8 - RECONSTRUÇÃO C/ REVEST. EM CBUQ 8cm PISTA E CBUQ 5cm ACOST.(degrau 3cm)		8	CBUQ	5		311.221,90	43,23			251.614,55	34,95	
5.9 - RECONSTRUÇÃO C/ REVESTIMENTO EM CBUQ 8cm - PISTA E ACOSTAMENTO		8	CBUQ	8		348.033,55	48,34			266.339,21	36,99	
AAUQ												
5.10 - RECONSTRUÇÃO C/ REVEST. EM AAUQ 5cm PISTA E AAUQ 3cm ACOST.(degrau 2cm)		5	AAUQ	3		188.164,69	26,13			160.019,59	22,22	
5.11 - RECONSTRUÇÃO C/ REVEST. EM AAUQ 6cm PISTA E AAUQ 3cm ACOST.(degrau 3cm)		6	AAUQ	3		202.560,63	28,13			-	-	
5.12 - RECONSTRUÇÃO C/ REVEST. EM AAUQ 7cm PISTA E AAUQ 3cm ACOST.(degrau 4cm)		7	AAUQ	3		216.956,57	30,13			-	-	
TSD COM EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMERO												
5.13 - RECONSTRUÇÃO COM REVESTIMENTO EM TSD-MOD.P/POLÍMERO PISTA E TSD ACOST.		2,5	TSD	2,5		200.847,43	27,90			159.544,44	22,16	
CBUQ-COM ASFALTO MODIFICADO POR POLÍMERO												
5.14 - RECONST. C/ REVEST. CBUQ-MOD.P/POLÍM. 5cm PISTA E CBUQ 3cm ACOST.(degrau 2cm)		5	CBUQ	3		280.316,10	38,93			231.099,80	32,10	
5.15 - RECONST. C/ REVEST. CBUQ-MOD.P/POLÍM. 6cm PISTA E CBUQ 3cm ACOST.(degrau 3cm)		6	CBUQ	3		300.717,73	41,77			251.501,43	34,93	
5.16 - RECONST. C/ REVEST. CBUQ-MOD.P/POLÍM. 7cm PISTA E CBUQ 3cm ACOST.(degrau 4cm)		7	CBUQ	3		319.277,77	44,34			270.061,47	37,51	
5.17 - RECONST. C/ REVEST. CBUQ-MOD.P/POLÍM. 8cm PISTA E CBUQ 3cm ACOST.(degrau 5cm)		8	CBUQ	3		339.116,69	47,10			298.256,61	41,42	
					4.506.568,30				3.135.687,53			

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As várias descrições de defeitos expostas neste capítulo quando aplicadas em um Sistema de Gerência de Pavimentos, conforme descrito no Capítulo 4, são uma ferramenta importante na Gestão Pública das infra-estruturas urbanas.

CAPÍTULO 4

GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Conforme HAAS et al. (1994), após a 2^a Guerra Mundial, teve início o desenvolvimento de novas formas de planejamento, projeto e construção de ativos de infra-estrutura civil para o setor de transportes, em especial.

Influenciado pelo aumento do tráfego, de forma expressiva, eram desenvolvidos vários programas de expansão e reconstrução na América do Norte e Europa, mesmo após os anos 60 e 70, quando as redes de transporte deixaram de se expandir na mesma velocidade, os investimentos permaneceram crescendo para os serviços de manutenção e reabilitação das redes existentes.

A partir desta época, começava a ser empregada a expressão “Sistema de Gerência de Pavimentos”, primeiramente no âmbito acadêmico e depois se tornando de uso corrente, tratando-se de uma nova visão de manutenção com base em uma abordagem sistêmica dos pavimentos, fundamentando na Mecânica dos Pavimentos a sua base conceitual, HAAS et al.(1994).

Segundo DNER (2001), a Gerência Rodoviária constitui-se na administração e indicação da forma mais eficaz de aplicar os recursos públicos disponíveis, em diversos níveis de intervenção, para atender às demandas do usuário das rodovias federais dentro de um plano estratégico que garanta a melhor relação custo x benefício (CB).

Em virtude do corte de recursos, cada vez maior, a que se sujeitam grandes partes dos órgãos públicos do País, faz-se necessário o uso de mecanismos e sistemas baseados em dados técnicos para administrar os escassos recursos destinados às atividades de manutenção da infra-estrutura física das vias das cidades.

4.2 SISTEMAS DE GERÊNCIA - SG

Os sistemas de Gerência não se aplicam tão somente aos pavimentos em si, mas também, a Gerência das Infra-estruturas, existentes sob os pavimentos da malha viária urbana.

Tal Gerência consiste no processo administrativo de criar, planejar e manter as infra-estruturas para se assegurar o desempenho destas em um processo integrado e interdisciplinar, durante o seu ciclo de vida útil, MARRIOTT, J.; S. MATTHEWS (2004).

O sistema de gerência ideal coordena e habilita a execução de todas as atividades, maximizando o uso e a despesa de recursos, ampliando o desempenho de ativos e servindo todos os níveis de administração, MARRIOTT, J.; S. MATTHEWS (2004).

A Figura 4.1 exemplifica o processo de integração entre as Infra-estruturas adaptado da descrição fornecida por MARRIOTT, J.; S. MATTHEWS (2004):

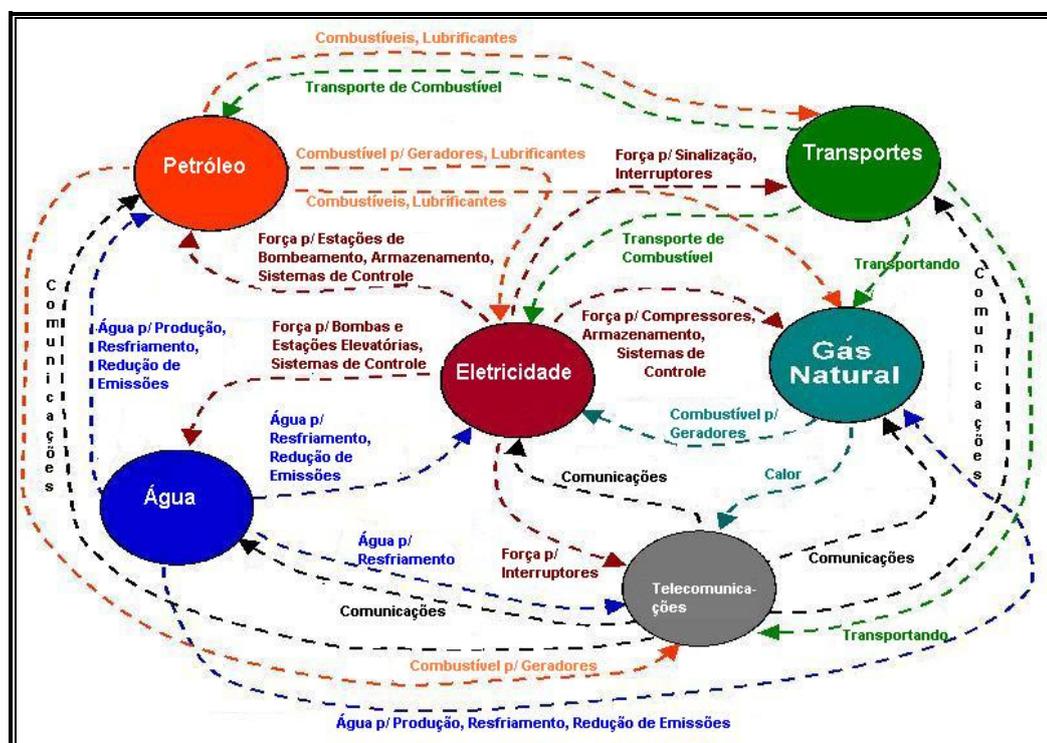


Figura 4.1: Inter-relação entre as Infraestruturas, MARRIOTT, J.; S. MATTHEWS (2004).

Para o gerenciamento dessas Infra-estruturas, descritas em MARRIOTT, J.; S. MATTHEWS (2004), se faz necessário o uso de um sistema de gerencia capaz de registrar as informações referentes às diversas infra-estruturas da malha viária urbana, podendo identificar os locais que apresentem problemas e necessitem de reparos, e que permitam o planejamento das intervenções futuras, conforme NOBRE JÚNIOR e SUCUPIRA (2005).

A coleta das informações e a marcação do local das infra-estruturas são feitas com o uso de um GPS e um transmissor que envia para um banco de dados central as informações coletadas em campo.

A Figura 4.2 demonstra esta forma de coleta e registro das informações para o gerenciamento municipal das redes de água, elétrica e de gás, conforme NOBRE JÚNIOR e SUCUPIRA (2005) adaptado de SEAL R.; C. QUIROGA (2002).

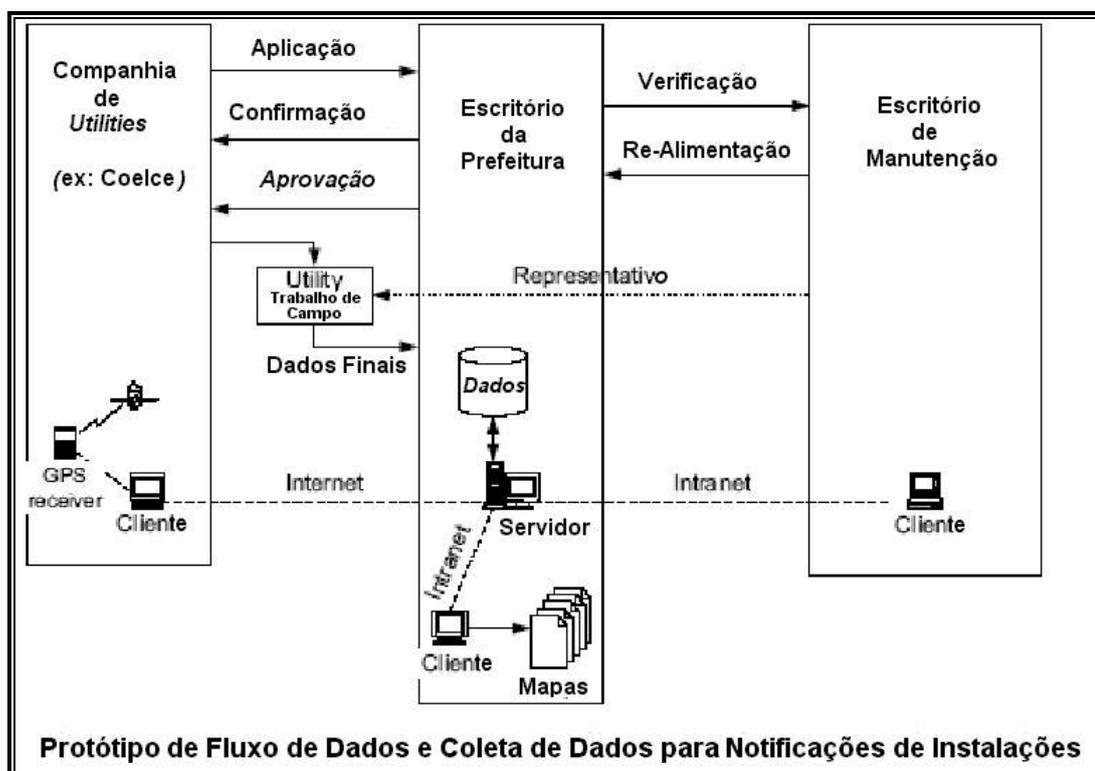


Figura 4.2: Coleta e Registro das Infra-estruturas em Banco de Dados, NOBRE JÚNIOR e SUCUPIRA (2005).

Cada infra-estrutura existente é então registrada em um banco de dados georeferenciado, recebendo códigos e registros próprios a cada função específica que possuam. São várias as infra-estruturas que se pode encontrar em uma única via; Água, Gás, Elétrica, Esgoto, Tv a Cabo, Químicas, dentre outras.

A Figura 4.3 exibe um exemplo de marcação de posição das diversas infra-estruturas existentes em uma via e suas características específicas, conforme SEAL R.; C. QUIROGA (2002)

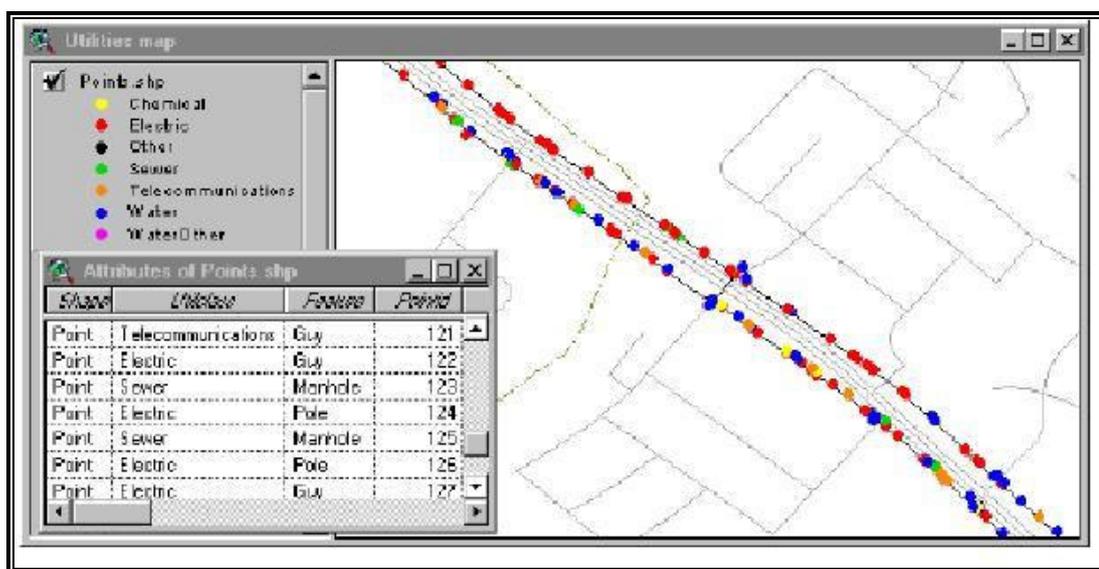


Figura 4.3: Posição das Infra-estruturas ao Longo da Via Urbana, SEAL R.; C. QUIROGA (2002)

4.3 SISTEMAS DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS – SGP

Os Sistemas de Gerência de Pavimentos são ferramentas capazes de reduzirem a dimensão dos problemas no gerenciamento de vias urbanas, através da otimização de atividades com o melhor rendimento possível para que os recursos alocados nas mesmas possibilitem o aumento da eficácia dos organismos gestores.

MARCON (1996) apresenta algumas definições para Sistema de Gerência de Pavimento consideradas, por ele as mais importantes.

- HAAS et al. (1994):

“Um Sistema de Gerência de Pavimentos consiste em um conjunto amplo e coordenado de atividades associadas com planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa de pavimentos”.

- *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO, 1990):

“Um Sistema de Gerência de Pavimentos é um conjunto de ferramentas ou métodos que ajudam os tomadores de decisão a encontrar estratégias ótimas para prover, avaliar e manter pavimentos em uma condição aceitável durante um determinado período de tempo”.

4.4 AS CARACTERÍSTICAS DE UM SGP

Um sistema de Gerência de Pavimentos deve ser uma ferramenta eficaz no combate a desperdícios nas atividades de restauração das vias das cidades, através de critérios técnicos de apoio a decisão para a alocação de recursos.

Segundo NOBRE JÚNIOR e SUCUPIRA (2005), uma das características principais dos sistemas de gerência de pavimentos é a realimentação dos dados coletados, a qual pode ser observada na Figura 4.4.

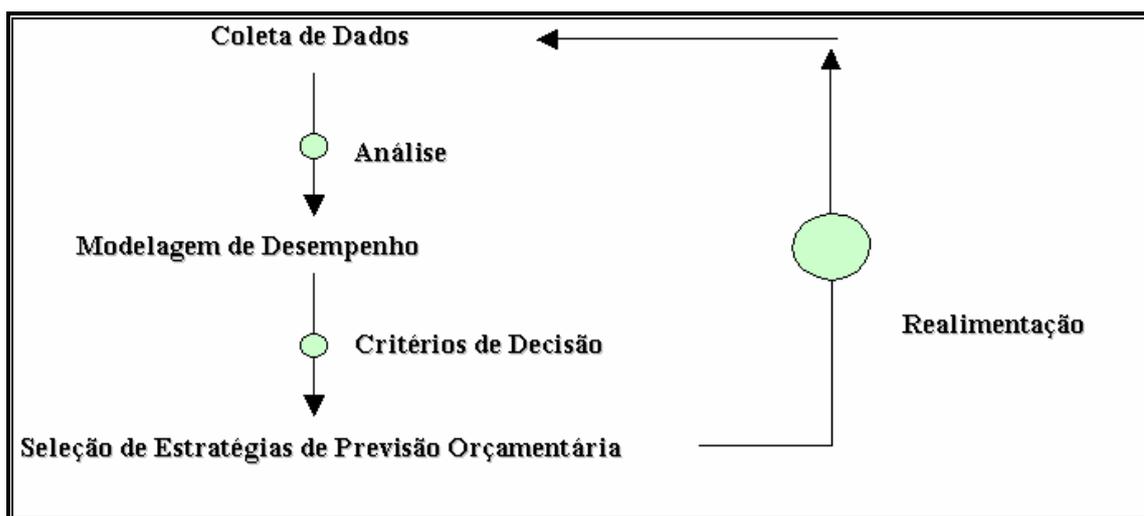


Figura 4.4: Esquema Básico de um SGP, NOBRE JÚNIOR e SUCUPIRA (2005).

Segundo SILVA (2002), os elementos principais de um sistema de gerência de pavimentos são: a base de dados; os modelos de previsão de desempenho; a geração de alternativas e estratégias de manutenção; a análise econômica; e os critérios de priorização.

4.4.1 A Base de Dados

O valor de um Sistema de Gerência é determinado pela qualidade dos dados que são utilizados, HAAS et al. (1994).

Um banco de dados consiste em uma acumulação de registros, que muitas vezes se apresentam de uma forma dispersa. Os Sistemas de Gerência utilizam-se de uma base de dados como uma coleção organizada de informações que permitem o compartilhamento das mesmas por múltiplos usuários, possuindo um rigor de conteúdo, atualidade, padrão unificado de identificação, segurança de acesso, correção, atualização e restauração dos dados, conforme SILVA (2002).

Segundo FHWA (1990) *apud* HAAS (1994), um sistema de banco de dados computadorizado apresenta uma série de vantagens em relação aos sistemas de registro de dados em fichas:

- os dados são registrados em um espaço compacto;
- o estoque e a consulta dos dados são realizados de uma forma mais rápida que o método manual;
- propicia o controle centralizado da informação.

4.4.2 Os Modelos de Previsão de Desempenho

Durante a década de 60 os conceitos de serventia e desempenho foram sistematizados e passaram a ter uso corrente em pavimentos rodoviários, onde a serventia foi definida como sendo a medida da adequação do comportamento de um pavimento às suas funções, ao longo da sua vida útil, segundo CAREY e IRICK (1960).

CAREY e IRICK (1960) desenvolveram um modelo de análise para as vias, baseados nos conceitos de serventia e desempenho dos pavimentos.

O ponto principal do conhecimento da serventia de um pavimento urbano é que este parâmetro permite estabelecer um valor mínimo aceitável para o desempenho deste.

Quando a medição da serventia for realizada de uma forma sistemática, em várias épocas e para um mesmo trecho, pode-se então definir o desempenho do mesmo através da medida da serventia ao longo do tempo.

Conforme SILVA (2002), uma análise continuada da condição de um pavimento nos permite avaliar a retrospectiva do seu desempenho e fazer uma previsão da sua condição futura, a Figura 4.5 ilustra esta forma de análise para os pavimentos, de acordo com HAAS et al. (1994).

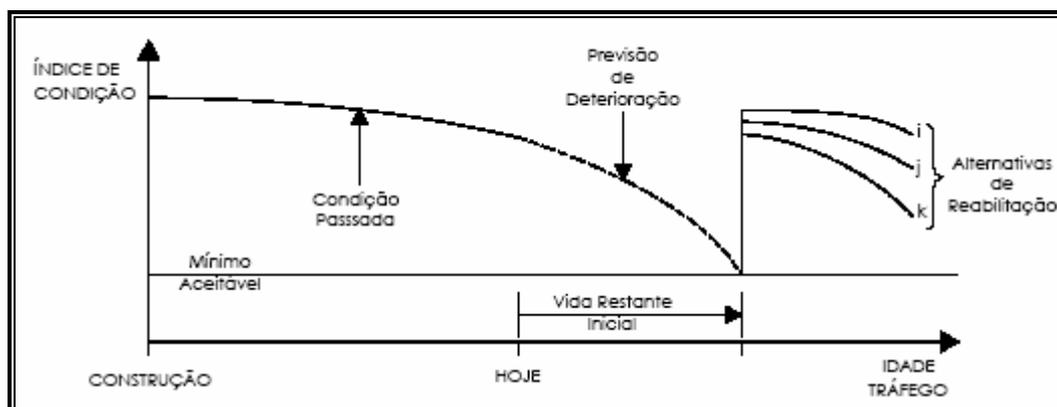


Figura 4.5: Modelo de Desempenho de Pavimento Urbano, HAAS et al. (1994).

4.4.3 A Geração de Alternativas e Estratégias de Manutenção

As alternativas geradas a partir da possibilidade do uso do elenco de atividades correntes de manutenção e restauração, correspondem a uma lista de defeitos para pavimentos urbanos ao qual associa-se o custo de cada solução e o respectivo tempo correspondente de vida em serviço, conforme SILVA (2002).

Com o aparecimento de novas tecnologias e a disponibilidade de usá-las, os métodos que vão se tornando obsoletos estão sendo sucessivamente eliminados, e as soluções disponíveis vão sendo modificadas.

Segundo SILVA (2002), o processo para selecionar uma estratégia de manutenção, diante de várias alternativas de serviços para solucionar defeitos, pode decorrer de uma grande variedade de critérios, desde critérios subjetivos até técnicas sofisticadas como a utilização de sistemas computacionais combinando vários fatores.

A comparação entre as estratégias de manutenção consideradas deve ser orientada com a finalidade de maximizar os benefícios e reduzir os custos obtendo-se a máxima relação custo x benefício e o menor valor de investimento possível preservando-se um desejável nível de serventia da rede gerenciada.

4.4.4 A Análise Econômica

Conforme relata SILVA (2002), existem vários métodos de análise econômica para a seleção de alternativas de manutenção e restauração. Cada método enfatiza um aspecto próprio e a escolha mais adequada deve ser ponderada em função da natureza da via a ser gerenciada, suas características e cultura da Agência, operadora, ou Instituição responsável pelo gerenciamento das vias.

Os principais métodos que têm sido aplicados aos Sistemas de Gerências de Pavimentos são descritos a seguir, SILVA (2002):

- o método do custo anual uniforme equivalente: este método transforma os custos de capital inicial e todos os custos futuros (custos de manutenção, custos de reabilitação ou renovação, custos do usuário e valor residual), ou seja, o custo total (CT) definido anteriormente, em uma série de pagamentos anuais iguais ao longo do período de análise;
- o método do valor presente: este método permite considerarem-se custos e benefícios separadamente ou em conjunto. Os valores futuros esperados dos custos e benefícios são reduzidos a valores presentes utilizando-se uma taxa

de desconto adequada. A análise econômica pode privilegiar a alternativa de menor custo ou de maior benefício, dependendo do caso;

- o método da relação benefício-custo: este método consiste em se compararem às alternativas em termos da relação entre os valores presentes dos benefícios e os valores presentes dos custos ou, de outro modo, em termos da relação entre os valores dos benefícios anuais uniformes equivalentes e os valores dos custos anuais uniformes equivalentes;
- o método do custo-eficácia: o método agrega considerações subjetivas, não monetárias, à análise econômica, sendo a avaliação inicial ocorrendo, via de regra, pela consideração de valores presentes de custo.

4.4.5 Os Critérios de Priorização

Segundo MARCON (1996), a priorização nos permite ordenar a seqüência de trechos indicados para receberem as atividades de manutenção e restauração, em função de parâmetros como o tráfego, a capacidade estrutural e a análise econômica, se tratando, portanto de uma atividade de Gerência em Nível de Rede.

Uma outra tarefa acoplada à priorização de intervenções é a otimização da aplicação dos recursos, que consiste em se buscar a mínima aplicação possível de recursos para se atingir uma determinada meta, esta otimização pode ser aplicada em Níveis de Rede e de Projeto.

Baseado nestes fatores o DNIT, antigo DNER, apresentou ao Governo Federal o seu Plano de Obras referente ao Programa de Gerência dos Pavimentos da Rede Rodoviária Federal, para o ano 2002, utilizando-se do programa HDM / EBM, e considerando cinco cenários orçamentários possíveis, DNER (2001), abordado no item 4.5 deste Capítulo.

4.5 OS NÍVEIS DE UM SGP

Os níveis de um Sistema de Gerência de Pavimentos encontram-se esquematizados na Figura 4.6, conforme NOBRE JÚNIOR e SUCUPIRA (2005):

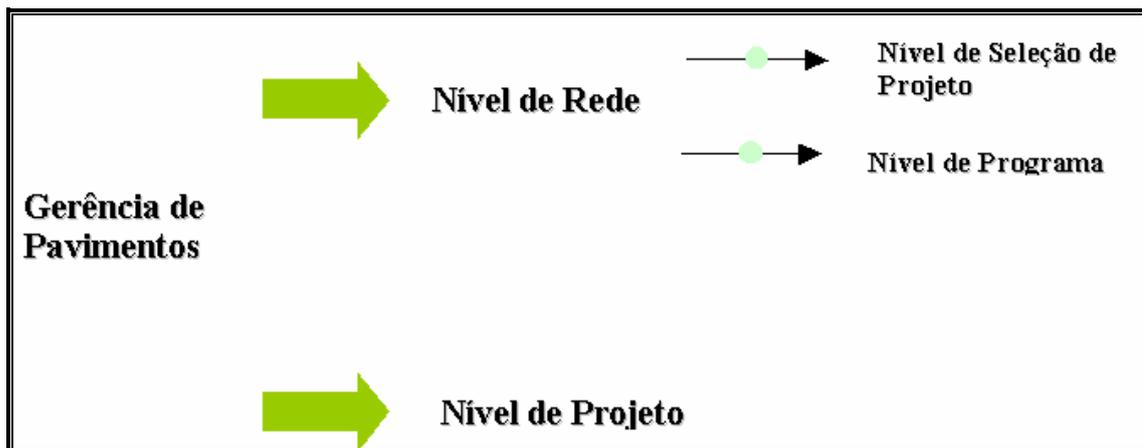


Figura 4.6: Níveis de um Sistema de Gerência de Pavimentos, NOBRE JÚNIOR e SUCUPIRA (2005).

Cada um destes níveis específicos apresenta características distintas a serem mencionadas a seguir:

- o nível de seleção de projeto, para o gerenciamento de redes, fornece decisões sobre os recursos necessários para projetos específicos ou grupos de projetos através de modelos de priorização;
- o nível de programa, na gerência de rede, permite decisões que envolvem a manutenção ou reabilitação da rede como um todo;
- no nível de projeto são tomadas decisões técnicas para projetos específicos, onde há um detalhamento maior das atividades de projeto, construção, manutenção ou reabilitação para um setor particular dentro do programa total.

Segundo DNIT (2005c), para se ter uma análise em nível de planejamento, ou mesmo em nível de projeto é muito importante que as soluções a serem utilizadas pelos modelos de desempenho dos pavimentos retratem o mais fiel possível às soluções a serem empregadas na pista, bem como os seus reais custos.

A Figura 4.7 apresenta, detalhadamente, o esquema descritivo para o funcionamento de um sistema de gerência de pavimentos (SGP), conforme exposto em HAAS et al. (1994).

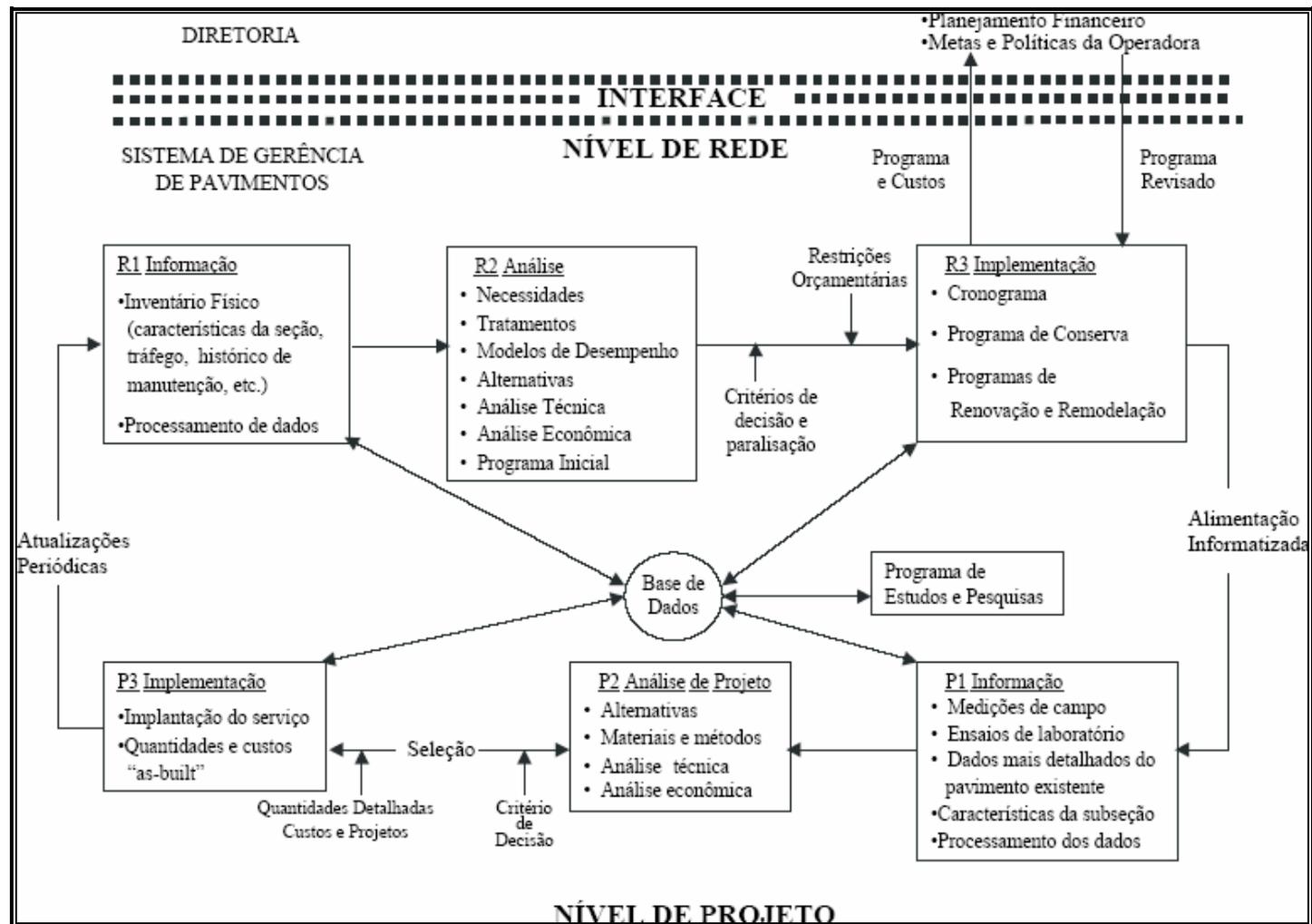


Figura 4.7: Esquema de um Sistema de Gerência de Pavimentos, HAAS et al. (1994).

4.5.1 Gerência em Nível de Rede

Segundo SILVA (2002), no gerenciamento em Nível de Rede o enfoque consiste em se abranger uma grande parte ou a totalidade da rede de ativos que esta ligada à estratégia institucional.

Este gerenciamento tem como procedimento à realização de um inventário para avaliações funcionais, estruturais e de segurança, nas quais são definidos níveis mínimos de serventia, adequação estrutural e tolerâncias geométricas, aplicando-se modelos de previsão de desempenho e deterioração e determinando as necessidades atuais e futuras em função das avaliações das soluções frente à disponibilidade de recursos financeiros.

Então, são indicadas as alternativas possíveis e é criado um programa de prioridades onde se define um plano de trabalho.

4.5.2 Gerência em Nível de Projeto

O gerenciamento em nível de projeto consiste na fase de detalhamento do Sistema de Gerência em Nível de Rede, sendo complementar a este, constituindo-se em um detalhamento das questões mais gerais tratadas nas atividades no Nível de Rede, SILVA (2002).

Neste nível mais detalhado, o direcionamento é voltado para estudos específicos ou para os trechos localizados da rede de ativos, sendo realizados ensaios de laboratório e de campo, levando a rigor uma análise técnico-econômica das alternativas de projeto propostas a fim de se selecionar a mais adequada. Após a escolha, são necessários os levantamentos das quantidades e custos, para se implementar a construção.

O Sistema de Gerência em Nível de Projeto termina por permitir uma melhor avaliação das causas de deterioração e a seleção de estratégias mais adequadas para manutenção.

4.6 A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Para demonstrar que os sistemas de gerência de pavimentos, na prática, são muito utilizados para garantir a conservação das vias urbanas e das malhas viárias estaduais e federais, vamos citar o exemplo do sistema de Gerência de Pavimentos do DNIT utilizado nacionalmente e contendo seus respectivos resultados demonstrando para vários cenários determinados, a situação da conservação da malha federal, com opções de manutenção e restauração possíveis em função do investimento realizado.

4.6.1 O Exemplo do SGP do DNIT

Em abril de 2001 concluiu o levantamento dos defeitos e irregularidades das rodovias da malha federal baseado em critérios aprovados e utilizados pelo Banco Mundial (BIRD), segundo DNER (2001) para alimentar o Sistema de Gerência de Pavimentos do DNIT.

A partir daí foi possível saber que tipo de serviço é preciso realizar em cada trecho rodoviário para a recuperação total da malha, o que permitiu uma melhor utilização dos recursos e agilidade nos processos de licitação e execução de obras.

Inicialmente, foram feitos levantamentos preliminares do volume de tráfego, estrutura do pavimento, idade da última restauração além de outros parâmetros.

O DNER percorreu 49.503 km das rodovias federais, dentre as administradas pela União e as sob concessão com exceção das delegadas aos estados, encontrando 27,7% do pavimento em bom estado, 36,2% em estado regular e 36,1% em mau estado de conservação.

Um ponto importante a se comentar é que este é um levantamento técnico que leva em conta unicamente às condições do pavimento da pista de rolamento, do acostamento e da sinalização horizontal.

A coleta de dados foi feita em duas etapas, a primeira por um levantamento visual contínuo (LVC), calculando-se o ID, Índice de Defeitos, cujo valor varia em função da deterioração dos pavimentos de acordo com a Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Índice de Defeitos dos Pavimentos

ÍNDICE DE DEFEITOS DOS PAVIMENTOS	
Descrição	Conceito
$0 \leq ID \leq 20$	5
$20 < ID \leq 60$	4
$60 < ID \leq 120$	3
$120 < ID \leq 150$	2
$ID > 150$	1

Fonte: DNER (2001)

A segunda parte foi realizada por um equipamento a laser, de última geração, que detecta falhas e irregularidades na pavimentação, que são imperceptíveis a olho nu, obtendo-se o Índice de Irregularidade Internacional (*International Roughness Index – IRI*) executado de 100 em 100 metros, agrupando também os levantamentos de flechas na trilha das rodas.

Considerando os resultados obtidos, os valores representativos do IRI para a análise das rodovias federais brasileiras foram relacionados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Índice de Irregularidade Internacional dos Pavimentos

ÍNDICE DE IRREGULARIDADE INTERNACIONAL DOS PAVIMENTOS	
Descrição	Conceito
$0,0 \leq IRI \leq 2,5$	05
$2,5 < IRI \leq 3,0$	04
$3,0 < IRI \leq 4,0$	03
$4,0 < IRI \leq 5,0$	02
$IRI > 5,0$	01

Fonte: DNER (2001)

Os resultados de todos os levantamentos (IRI e LVC) foram agrupados num único índice que representa o estado geral da superfície dos pavimentos intitulado IES (Índice de Estado da Superfície) que varia de 01 a 05 conforme a Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Índice de Estado da Superfície dos Pavimentos

ÍNDICE DE ESTADO DA SUPERFÍCIE DOS PAVIMENTOS			
Descrição	IES	Código	Conceito
$0 \leq \text{IRI} \leq 2,5$ e $0 \leq \text{ID} \leq 20$	4 → 5	05	Excelente
$2,5 < \text{IRI} \leq 3,0$ e $0 \leq \text{ID} \leq 60$	3 → 4	04	Bom
$3,0 < \text{IRI} \leq 4,0$ e $60 < \text{ID} \leq 120$	2 → 3	03	Regular
$4,0 < \text{IRI} \leq 5,0$ e $120 < \text{ID} \leq 150$	1 → 2	02	Mau
$\text{IRI} > 5,0$ e $\text{ID} > 150$	0 → 1	01	Péssimo

Fonte: DNER (2001)

Os resultados desta avaliação realizada pelo Sistema de Gerência de Pavimentos do DNIT, agrupados por região, estão expostos resumidamente na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Resultado do SGP do DNIT

RESULTADO DO SGP DO DNIT				
Região	Extensão Levantada	Bom	Regular	Mau
Centro-Oeste	8.234,1	11,8%	34,9%	53,3%
Nordeste	16.086,7	15,7%	45,0%	39,3%
Norte	4.010,9	26,0%	31,5%	42,5%
Sudeste	11.230,8	28,8%	36,8%	34,5%
Sul	9.940,9	58,9%	25,0%	16,0%

Fonte: DNER (2001)

Para o estado do Ceará foram avaliados 1.820,7 Km de vias, das quais 19,9% estavam em bom estado, 45,1% em uma situação regular e 35% apresentavam a classificação de “Mau” estado de conservação, segundo DNER (2001).

Segundo DNER (2001), dentro dos cenários avaliados, com base em estudos técnicos e econômicos incluindo a melhor relação custo x benefício ao usuário, conclui-se que para atingir uma boa condição para a malha rodoviária federal em um prazo de 06 anos, somente em obras de correção de superfície ou recuperação do revestimento asfáltico, excluindo os trechos das concessionárias, será necessário a aplicação de recursos entre R\$ 750 milhões a R\$ 1 bilhão por ano durante o período, conforme a Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Cenários do SGP - DNIT

CENÁRIOS DO SGP - DNIT				
Cenários	Investimento	Situação em 6 anos		
		Bom	Regular	Mau
0	Quadro Atual	36,0%	54,0%	10,0%
1	R\$ 470 Milhões/ano	46,0%	39,0%	15,0%
2	R\$ 650 Milhões/ano	48,0%	43,0%	9,0%
3	R\$ 790 Milhões/ano	63,0%	33,5%	3,5%
4	R\$ 950 Milhões/ano	67,0%	33,0%	0,0%
5	R\$ 1,2 Bilhão/ano	74,0%	26,0%	0,0%

Fonte: DNER (2001)

4.7 AS VANTAGENS DE UM SGP

De acordo com o que foi coletado na pesquisa bibliográfica, verificou-se que as principais vantagens de um sistema de gerência de pavimentos são:

- a possibilidade de registro das condições do pavimento em um banco de dados centralizado que serve de fonte de consulta para todas as unidades da administração pública ligadas a manutenção das vias urbanas, contendo registros dos defeitos, localização e severidade do mesmo, assim como o histórico de intervenções da via e o modelo de desempenho da mesma;

- o acesso dinâmico a informações do banco de dados, atualizadas periodicamente;
- a facilidade de controle de um grande volume de informações por meio de um sistema de gerenciamento central equipado para tratar todas as informações recebidas em função do produto que se pretende obter.

4.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP) associados a uma metodologia de análise dos defeitos das vias urbanas, descrita no Capítulo 5, fornecem as bases para o estudo de caso apresentado no Capítulo 6.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA PAVER

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Metodologia de análise dos pavimentos PAVER, de acordo com *USACE* (1982), consiste em um sistema de gerência desenvolvido inicialmente para ser aplicado em instalações militares com o objetivo de reduzir os custos de manutenção das mesmas através da priorização da intervenção oportuna associada à manutenção racional e ao uso dos recursos limitados.

O sistema PAVER consiste dos seguintes elementos:

- a) Identificação da Rede: descreve o processo de divisão dos elementos da malha viária em segmentos manejáveis para poder executar as atividades de inspeção dos pavimentos e avaliar as necessidades de manutenção e reparos e as prioridades de intervenção.
- b) Inspeção das Condições dos Pavimentos: avalia a existência de defeitos superficiais nos pavimentos e a sua severidade que venham a comprometer a serventia da estrutura analisada. O resultado da avaliação é registrado no Índice que reflete a condição do Pavimento (PCI).
- c) Determinação dos Locais para Manutenção e Reparos (M&R): descreve o processo para se determinar às necessidades de manutenção e reparos da rede baseando-se em dados de inspeções, no PCI e em outras informações relevantes.
- d) Análise Econômica das Alternativas de M&R: faz uso das análises dos custos do ciclo de vida para priorizar várias opções de M&R.
- e) Gerenciamento dos Dados: descreve dois sistemas, um sistema manual e outro automatizado para tratamento dos dados.

5.1.1 A Criação e Implantação da Metodologia PAVER

A Metodologia *PAVER* foi desenvolvida pelo *U.S. Army Corps of Engineers, USACE*, sendo de fácil implementação e apresentando uma forma de análise simplificada das condições dos pavimentos. Esta metodologia logo foi difundida para outros Países como uma alternativa econômica para uso em Sistemas de Gerência de Pavimentos – SGP.

O nível de implementação desta metodologia, segundo *USACE* (1982), depende da quantidade de recursos disponíveis, do tamanho da rede, da existência de dados sobre as condições dos pavimentos e de pessoal para executar as análises.

É possível se iniciar a implementação com uma versão mais acessível da metodologia, onde se utiliza o PCI como base para se determinar às prioridades das atividades de M&R, até que seja atingido o nível mais completo das análises. Sendo recomendado na maioria dos casos a implantação gradual da metodologia descrita neste capítulo.

5.1.2 A Área de Atuação

A Metodologia *PAVER* descreve os procedimentos necessários para auxiliar o gestor à tomada de decisão a respeito de questões como:

- como avaliar a condição de um pavimento?
- qual o melhor momento para se intervir em um trecho da via?
- quais os segmentos da malha analisada que devem ser priorizados em atividades de manutenção onde os recursos são escassos?
- como acompanhar a evolução natural do desgaste de um pavimento ao longo dos anos?

A metodologia *PAVER* se aplica a locais onde existam a movimentação de veículos e a conseqüente deterioração do pavimento devido ao seu uso, próprio de sua função.

Entre estas áreas de aplicação, relatadas em *USACE* (1982), pode-se destacar: as rodovias, avenidas e ruas; os estacionamentos; os pátios de armazéns; e as pistas de aeroportos.

5.2 OS CRITÉRIOS DE DIVISÃO DA REDE

Dá-se o nome de rede urbana a malha viária da cidade, composta por todos os elementos que são alvos de análise da metodologia *Paver*: as avenidas, ruas, estacionamentos, dentre outros.

Em virtude das áreas analisadas serem muito extensas, e por se tratar de pavimentos de vias urbanas de cidades de porte médio ou superior, faz-se necessário o uso de critérios de subdivisão para a malha viária com o objetivo de analisar criteriosamente os diversos locais que necessitam de M&R com o grau de detalhamento necessário que a situação exigir.

A Rede urbana é então subdividida em três (3) categorias menores, *USACE* (1982): os ramos; as seções; e as unidades de amostra (UA).

Cada uma dessas categorias possui características distintas para facilitar a análise do pavimento em seus detalhes e permitir posteriormente a visualização da condição geral da rede analisada com a priorização dos trechos mais comprometidos das atividades de M&R, sejam estes ramos inteiros ou apenas algumas seções isoladas.

5.2.1 Ramos

São as maiores subdivisões da malha viária urbana, consistem de quaisquer partes de uma rede que possam ser identificadas como uma entidade simples qualquer. Por exemplo, ruas, avenidas e estacionamentos.

Os ramos são identificados através de códigos de acordo com o tipo de entidade ou função que desempenham na Rede ao qual fazem parte, eles podem ser vistos na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Códigos dos Ramos

TIPOS DE RAMOS	CÓDIGO DO RAMO
Avenidas e Ruas	1
Estacionamentos	E
Armazéns	A
Outros (ex: pátios)	O

Fonte: Adaptado de *USACE* (1982)

A melhor forma de se identificar um ramo é utilizando-se as instalações existentes no local. Os ramos possuem nomes e códigos próprios chamados respectivamente de nome do ramo e código do ramo para permitirem a sua identificação no sistema *PAVER*. O código do ramo se inicia pela letra ou algarismo mencionados na Tabela 5.1 sendo posteriormente complementado pelo número do edifício mais próximo ao local onde se inicia este ramo.

Por exemplo, um estacionamento situado à rua Barão do Rio Branco, nº 275, consiste em um ramo cujo código será E0275, se o número da edificação for insuficiente para completar o código, este será preenchido com zeros adiante do mesmo. O código do ramo possui sempre cinco caracteres, cujos números e letras são colocados em uma ordem lógica.

No exemplo apresentado na Figura 5.1, pode-se perceber a existência de dois ramos distintos, que possuem características diferentes, a rua Barão do Rio Branco com aproximadamente 3800m de extensão e 6,60m de largura, é descrita pelo seu nome do ramo e código próprios e o Estacionamento, da mesma forma, sendo descrito pelo seu nome e pelo seu código E0275.

A Figura 5.1 demonstra o cabeçalho do formulário de registro dos ramos de acordo com o proposto em *USACE* (1982), sendo adaptado ao nosso estudo. Apresentado o exemplo mencionado anteriormente, referente à Rua Barão do Rio Branco, como ilustração.

REGISTRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS RAMOS											
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE (1982)											
REDE URBANA					DATA		Atualizações			Nº Total de Ramos	
Código	Nome	Localização	Dia	Mês	Ano	1	2	3	4		5
0 0 0 0 1	Rede Centro de Fortaleza	Centro da Cidade	10	01	08	2					120

Código do Ramo	Nome do Ramo	Função do Ramo	Número de Seções	Área do Ramo (m ²)
E 0 2 7 5	Estacion. Rua Barão Rio Branco	Estacionamento	02	200
1 0 0 1 0	Rua Barão do Rio Branco	Rua	07	25.080

Figura 5.1: Cabeçalho do Formulário de Registro de Identificação dos Ramos

5.2.2 Seções

Cada ramo da malha viária por sua vez é subdividido em elementos menores denominados seções. Uma seção deve possuir as mesmas características básicas em toda sua área para que a análise seja uniforme. Os critérios utilizados para se separar as seções de um ramo são, conforme *USACE* (1982) são:

- a) a composição estrutural: este é um dos critérios mais importantes para a divisão das seções. Os materiais utilizados devem ser os mesmos na seção e a espessura das camadas dos pavimentos deve ser constante, para se dispor dessas informações devem ser pesquisados os registros da construção da via e utilizados programas de análise dos pavimentos para se verificar a realidade dos dados coletados e a extensão da seção;
- b) o histórico da construção: as camadas do pavimento de uma seção devem ter sido executadas na mesma época. Qualquer intervenção em um trecho do pavimento deve se refletir em uma nova seção a ser analisada;
- c) o tráfego no local da seção: deve possuir o mesmo volume de veículos e intensidade de carga em toda a área da seção;
- d) a condição do pavimento: deve ser similar em toda a área da seção a ser estudada;

- e) a hierarquia das vias: se ao longo da extensão de uma via, esta mudar de classificação. Por exemplo, de arterial para coletora, este local será um ponto de divisão para uma nova seção;
- f) drenagem no local: a existência de calhas de drenagem em alguns trechos da via é um critério para a separação de seções neste ponto;
- g) área de teste: qualquer local de uma via onde tenha sido testado um novo produto ou novo material é um local para se ter uma nova seção de análise.

5.2.3 Unidades de Amostra (UA)

A Unidade de Amostra é o menor componente da Rede urbana, sendo utilizada para se determinar à existência de defeitos no pavimento e sua condição.

Para pavimentos de revestimento asfáltico, cada Unidade de Amostra (UA) deve possuir uma área aproximada de 225m^2 (cerca de 2.500ft^2), com uma área mínima de 90m^2 (cerca de 1.000ft^2), segundo *USACE* (1982) sendo explicada posteriormente.

Para pavimentos de concreto que possuem espaçamento de 9m (30ft) entre as placas, a UA deve ter aproximadamente esta extensão e sua área é uma função da largura da via. O pavimento cujo espaçamento for superior a 9m deve ser pensado a existência de espaçamentos imaginários entre esta extensão para se facilitar à divisão das UAs a serem criadas. Por exemplo, um pavimento cujo espaçamento entre as lajes seja de 15m (50ft), devem ser consideradas a existência de espaçamentos imaginários a cada 7,50m (25ft) para se fazer à divisão das UAs.

5.3 A FORMA DE AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS

5.3.1 O Índice de Condição dos Pavimentos (PCI)

Um dos pontos mais importantes para a aplicação da metodologia PAVÉR é a pesquisa da condição do pavimento, cujos dados serão fundamentais para se determinar às necessidades de M&R e as prioridades de intervenção.

De acordo com *USACE* (1982) para se fazer esta análise é necessária à obtenção do Índice de Condição do Pavimento (PCI), que é afetado por vários fatores dentre os quais pode-se destacar: a integridade e capacidade estrutural; a rugosidade; o potencial de aquaplanagem; e a taxa de deterioração do pavimento.

O PCI é um índice numérico que varia de 0 a 100, destinado a medir a integridade estrutural do pavimento e sua condição superficial de operação. Este índice é obtido através da análise dos defeitos do pavimento cuja escala e conceito associado estão indicadas na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Taxa de Variação do PCI e Condição do Pavimento

ESCALA DO PCI	CONDIÇÃO DO PAVIMENTO
85 — 100	Excelente
70 — 85	Muito Bom
55 — 70	Bom
40 — 55	Razoável
25 — 40	Pobre
10 — 25	Muito Pobre
0 — 10	Péssimo

Fonte: Adaptado de *USACE* (1982)

5.4 A FORMA DE REGISTRO DOS DADOS

Para a determinação do valor do PCI, existem dois métodos que podem ser utilizados, sendo que em ambos é necessária a divisão do pavimento em ramos, seções e unidades de amostra (UA) devendo este processo ser executado antes da fase de início da inspeção do pavimento.

Os métodos de determinação do PCI variam de acordo com o tipo de pavimento a ser analisado e se classificam em dois tipos: a inspeção de pavimentos de concreto; e a inspeção de pavimentos asfálticos.

Para a melhor compreensão da funcionalidade do PCI, suas formas de análise e de determinação do seu valor serão descritas a seguir.

5.4.1 Inspeção de Pavimentos de Concreto

Para dar início a determinação do PCI deve-se inicialmente proceder à inspeção visual do pavimento e só então se executar as subdivisões do pavimento em análise.

Entre as juntas das placas de concreto asfáltico devem ser imaginadas juntas fictícias de maneira que o comprimento da placa de concreto a ser analisada não se afaste do valor descrito no tópico 5.2.3, Unidades de Amostra, aproximadamente de 9m (30ft).

Cada área unidade de amostra (UA) a ser analisada, é equivalente a uma (1) laje, apresentando um formato aproximadamente retangular onde no interior de cada uma delas deverá ser feito o levantamento dos defeitos, já documentados no pavimento, para a determinação do PCI.

O número de unidades de amostra escolhidas para serem analisadas varia em função do nível de gerência adotado (Nível de Rede ou Projeto). A UA encontrar-se-á subdividida em partes menores para facilitar a marcação do local dos defeitos. A Figura 5.2 ilustra a forma de demarcação da laje de concreto.

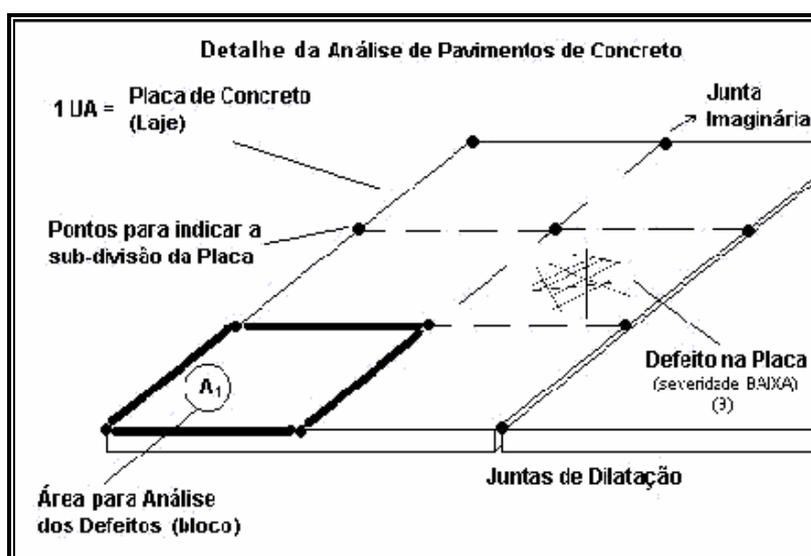


Figura 5.2: Detalhe da Análise de Pavimentos de Concreto

Para se analisar as seções, que são divididas em UAs, foi desenvolvido um formulário de inspeção para pavimentos de concreto, baseado na metodologia de *USACE* (1982). O formulário foi anexado ao final deste estudo no ANEXO 1 - Formulários.

A severidade dos defeitos encontrados na laje pode variar em três níveis: baixo (B), médio (M) e alto (A). A marcação dos defeitos encontrados na análise é feita indicando-se o tipo de defeito e a sua severidade, a área de abrangência do defeito será a área da sub-divisão da UA, representada na Figura 5.2 por A_1 e o percentual de área comprometida pelo defeito será a divisão da área A_1 pela área total da UA (composta por seis áreas A_1).

No caso da figura 5.2, tem-se apenas um defeito na UA do pavimento analisado. De severidade baixa (B), existente apenas em uma das seis subdivisões da laje estudada. Sua área de comprometimento será então de $1/6$ do total, ou seja, 17% de comprometimento da UA com o defeito existente de severidade (B).

Os equipamentos necessários para esta análise são um odômetro de mão para medir a extensão da laje e uma régua para medir as falhas no concreto (profundidades das depressões) necessário para determinar o valor do PCI na análise.

Para citar os defeitos existentes nos pavimentos de concreto, que são abordados pela Metodologia *Paver* e descritos no Capítulo 3, apresenta-se a Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Relação de Defeitos dos Pavimentos de Concreto

RELAÇÃO DE DEFEITOS PESQUISADOS PELA METODOLOGIA PAVER PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO EM USACE (1982)	
Fissuras Lineares	Longitudinais
	Transversais
	Diagonais
Alçamento de Placa	
Reparos	Grandes
	Pequenos
Placa Dividida	
Assentamento	
Buracos	
Esborcinação ou Quebra	De Juntas
	De Canto
Fissuras	De Canto
	Superficiais e Escamação
	De Retração Plástica
Passagem de Nível	
Quebras Localizadas	
Bombeamento	
Desgaste Superficial	
Desnível entre Pavimento e Acostamento	
Escalonamento ou Degrau nas Juntas	
Falha na Selagem nas Juntas	

Fonte: Adaptado de *USACE* (1982)

5.4.2 Inspeção de Pavimentos Asfálticos

Exatamente como realizado na inspeção de pavimentos de concreto, deve-se proceder à inspeção visual prévia do pavimento medindo-se os tipos de defeitos e suas severidades para a posterior divisão da via analisada em ramos, seções e UA, para se realizar a determinação do PCI (Índice de Condição do Pavimento).

A forma de análise prevê o uso de uma planilha de registro de dados para cada unidade de amostra analisada onde são separados nas colunas os tipos de defeitos encontrados na UA do pavimento e nas linhas são discriminadas a quantidade e a severidade dos defeitos existentes.

O número de planilhas preenchidas é igual ao número de unidades de amostra avaliadas. Nem todas as unidades de amostra devem ser avaliadas em um pavimento devido aos custos de avaliação e critérios estatísticos de análise.

Para se analisar as seções, foi desenvolvido um formulário de inspeção para pavimentos asfálticos, baseado na metodologia de *USACE* (1982). O formulário se encontra neste estudo no ANEXO 1 - Formulários.

Em virtude das dimensões de algumas seções, do tráfego de veículos pesados no local, do número de pessoas envolvidas em tais avaliações, dos recursos necessários para se realizarem as análises e do nível de gerência envolvida na análise, nível de Rede ou Projeto, o número de UA avaliadas em cada seção não é de 100%.

Com o objetivo de determinar a condição global do pavimento analisado, é necessária à gerência em nível de rede. Por exemplo, na realização de uma inspeção com a finalidade de se identificar às necessidades de reformas nas vias e os orçamentos para se manter a malha viária.

Então, uma pesquisa de uma ou duas unidades de amostra (UA) por seção é o bastante. As unidades de amostra, neste caso, devem ser selecionadas para ser representativas da condição global da seção avaliada.

Para análises mais detalhadas do pavimento, é necessário o gerenciamento de projeto da seção. A Figura 5.4, apresenta, para um grau de confiança de 95%, o número de UA necessárias para se determinar o valor do PCI.

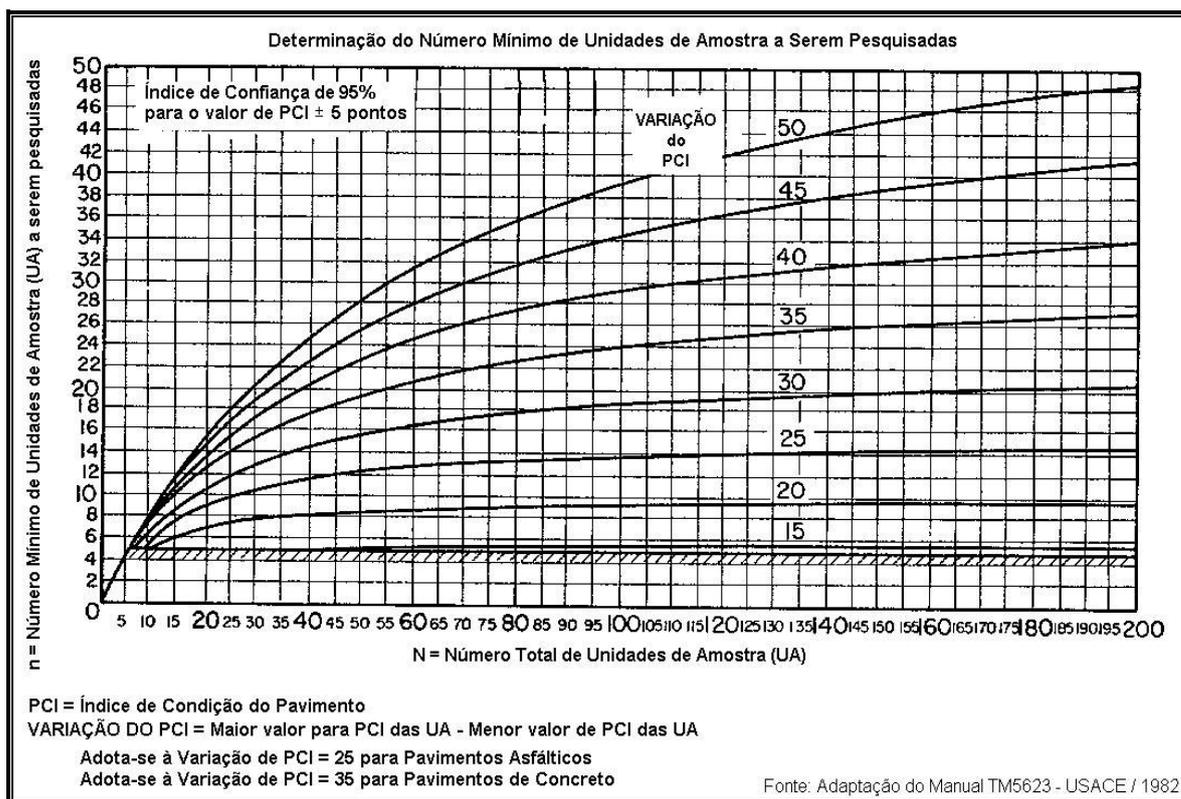


Figura 5.4: Determinação do Número Mínimo de Unidades de Amostra a Serem Pesquisadas.

Inicialmente, como não se dispõe de dados sobre a variação de PCI na área analisada, a metodologia recomenda para pavimentos asfálticos a variação de 25 pontos no valor de PCI e de 35 pontos para pavimentos de concreto. A taxa de variação de PCI é a diferença entre o maior e o menor valor de PCI existentes na seção analisada. Futuramente, quando já se dispuser destes dados, arquivados em um sistema de banco de dados, poder-se-á utilizar a verdadeira taxa de variação de PCI do local para se determinar o número de UA a ser pesquisada na seção.

Neste estudo, para um número total (N) de unidades de amostra igual a 40, referentes à seção da Rua Barão do Rio Branco, exibida na Figura 5.3, e para uma taxa de variação de PCI de 25, para o pavimento asfáltico, pode-se obter da Figura 5.4, que o número mínimo (n) de UAs necessárias à análise são 12UA.

Essas doze (12) unidades de amostra a serem analisadas devem ser escolhidas de forma aleatória para garantir a eficiência do método ilustrado no ábaco da Figura 5.4, e

para tanto se deve realizar a inspeção das UAs em intervalos fixos (i), conforme demonstra a Equação 5.1, com a escolha aleatória da primeira unidade de amostra a ser avaliada.

$$i = N/n \quad (5.1)$$

Onde:

i = intervalo fixo de inspeção das UAs

N = Número total de UAs da seção

n = número mínimo de UAs a serem pesquisadas na seção

Tem-se que o intervalo (i) será de 3,3 UA ($i = N/n = 40/12$), ou seja, 3 UA, só restando a determinação da primeira UA a ser inspecionada. A UA aleatória inicial deve ser definida pela variação de um (1) a i , onde i é o intervalo para análise das UAs, igual a três (3) neste caso.

Supondo-se que de forma aleatória foi selecionado o valor dois (2) as unidades de amostra a serem avaliadas serão: 02, 05, 08, 11, 14,..., 32, 35 e 38, ao todo 13UA, valor que é superior ao número mínimo ($n=12$). Por este método, pode-se comprovar a redução dos gastos envolvidos na análise do pavimento, uma vez que no exemplo apenas 32,5% da área total da seção terá que ser analisada para que se possa ter uma certeza de 95% na determinação do correto valor do Índice de Condição do Pavimento (PCI) desta seção.

Se for encontrada uma área da seção, não selecionada para análise, mas, que mereça entrar no cálculo do PCI pela existência de defeitos significativos em sua UA, ela será considerada como uma unidade de amostra adicional a ser analisada.

Os dados obtidos das análises das unidades de amostra referentes a uma seção devem ser reunidos no formulário de condição da seção, cuja forma correta de preenchimento é apresentada na Figura 5.5 em um exemplo já usado anteriormente, referente à seção da Rua Barão do Rio Branco, com 1.416m de extensão.

REGISTRO DE CONDIÇÃO DA SEÇÃO					
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE (1982)					
Nome da Rede Urbana		Nome do Ramo		Data	
Rede Centro de Fortaleza		Rua Barão do Rio Branco		10	01
				06	N ^o Seção
					01
PCI da SEÇÃO 62		Condição do Pavimento Bom			
N ^o Total de Unidades de Amostra 40		N ^o de UA Pesquisadas 13			
Variação do PCI 25		N ^o de UA Adicionais Pesquisadas 00			
		N ^o de UA Mínimo a serem Pesquisadas 12			
TIPO DE PAVIMENTO		ÁREA DA SEÇÃO		Registro de Defeitos da Seção	
<input checked="" type="checkbox"/> ASF. <input type="checkbox"/> CONC.		6,60 m x 1,416 m		<input type="checkbox"/> Quantidade Extra <input type="checkbox"/> Quantidade Atual	
		9.345,60 m ²			
TIPO DE DEFEITO	Severidade	Quantidade	Densidade Seção	Valor Deduzido	Comentário

Figura 5.5: Cabeçalho do Formulário de Condição da Seção

Para se obter os valores do PCI, para as UAs analisadas, serão utilizados os dados coletados durante a inspeção do pavimento, descritos na inspeção de pavimentos de concreto e/ou asfálticos.

Um ponto importante para a determinação deste PCI é a obtenção do valor deduzido, ou *deduct value*, que é obtido através de curvas, produzida por USACE (1982), e indicando os valores correspondentes para cada tipo de problema e severidade existente no pavimento. Estes ábacos se encontram no ANEXO 2 – Ábacos.

Para a aplicação da metodologia *Paver*, serão avaliados os defeitos dos pavimentos asfálticos, já descritos no Capítulo 3 e apresentados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Relação de Defeitos dos Pavimentos Asfálticos

RELAÇÃO DE DEFEITOS PESQUISADOS PELA METODOLOGIA PAVER PARA PAVIMENTOS ASFÁTICOS DE USACE (1982)	
Trincamento	Por Fadiga (Couro de Jacaré)
	Longitudinal
	Transversal
	Em Blocos
Remendos	
Painelas	
Afundamento	Local
	Trilha de Roda
Exsudação	

Fonte: Adaptado de USACE (1982)

5.5 A FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS

A Figura 5.6, mostra a forma de medição dos defeitos analisados por *USACE* (1982) para os pavimentos asfálticos e de concreto segundo *APS*; *BALBO* e *SEVERI* (1998).

Defeito	Forma de Medição	Defeito	Forma de Medição
Couro de Jacaré	Área	Remendos	Área
Exsudação	Área	Agregado Polido	Área
Fissuras em Blocos	Área	Painelas	unidade
Elevações e Recalques	metro linear	Cruzamento Ferroviário	Área
Corrugação	Área	Afundamento de Trilha de Roda	Área
Afundamento Localizado	Área	Escorregamento de Massa	Área
Fissuras de Borda	metro linear	Fissuras devido ao Escorregamento de Massa	Área
Fissuras por Reflexão de Juntas	metro linear		
Desnível Pavimento/Acostamento	metro linear	Inchamento	Área
Fissuras Longitudinal e Transversal	metro linear	Desgaste	Área

Figura 5.6: Forma de Medição dos Defeitos dos Pavimentos, *APS*; *BALBO* e *SEVERI* (1998).

Em *USACE* (1982), são necessários cinco passos para se obter o valor final do PCI para uma unidade de amostra analisada, sendo estes:

- a) inspecionar as unidades de amostra

Deve ser realizada conforme descrito, nos itens 5.4.1 e 5.4.2, inspeção de pavimentos de concreto e/ou asfálticos, utilizando-se dos formulários do ANEXO 1 – Formulários para avaliar os defeitos existentes na via urbana, tais como os expostos na Figura 5.7.

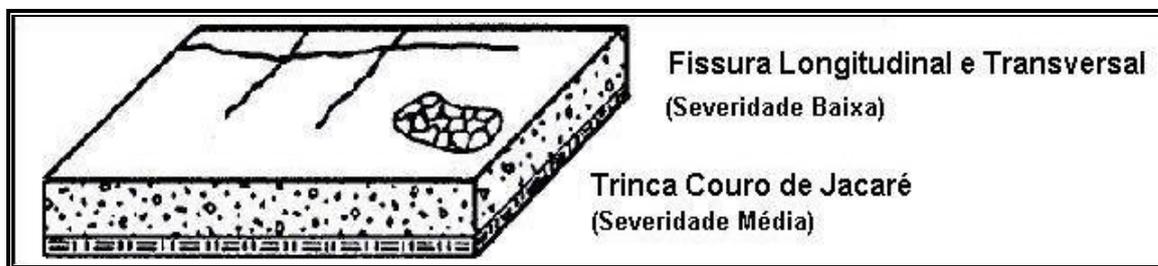


Figura 5.7: Esboço de Defeitos existentes em um Pavimento Urbano

Na descrição do pavimento, utilizado como exemplo prático, constatou-se a existência de dois defeitos na UA analisada, o primeiro consistiu de uma fissura Longitudinal e transversal de baixa severidade, e o segundo de um trincamento do tipo couro de jacaré com média severidade.

- b) determinar os valores deduzidos

Estes são obtidos pelas curvas dos valores deduzidos, produzidos por *USACE* (1982), que indicam o valor deduzido correspondente a cada tipo de defeito e severidade (baixa, média ou alta) existentes nos pavimentos asfálticos ou naqueles de concreto em função da densidade percentual dos defeitos na unidade de amostra (UA).

Tais ábacos, contendo estas curvas referentes aos valores deduzidos da *USACE* (1982), se encontram no ANEXO 2 – Ábacos, esboçadas na Figura 5.8.

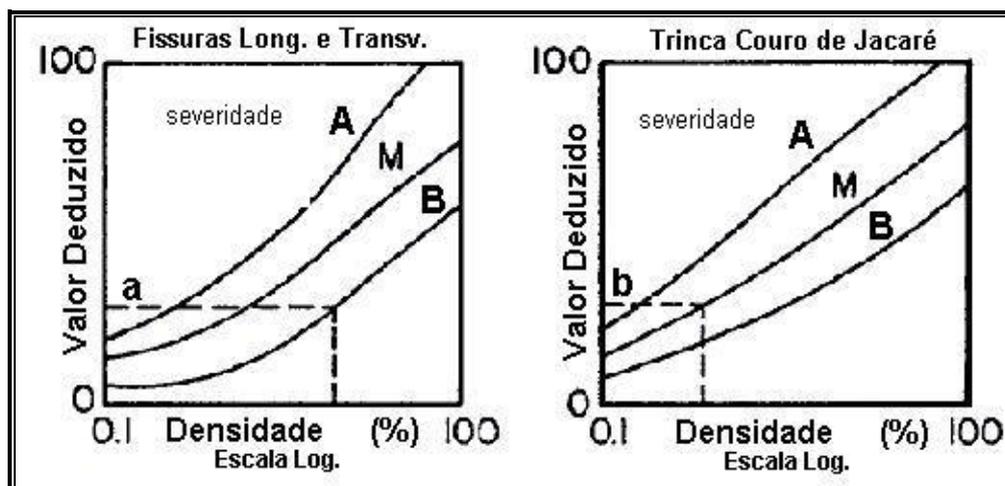


Figura 5.8: Esboço dos Ábacos de Valores Deduzidos

A Figura 5.8 ilustra a forma de se obter os valores deduzidos, a e b, correspondentes respectivamente aos defeitos encontrados no exemplo do pavimento em análise, a fissura longitudinal e transversal de baixa severidade e o trincamento couro de jacaré de média severidade.

Os valores das densidades, expostos na Figura 5.8 em escala logarítmica são determinados de forma diferente para inspeções em pavimentos asfálticos e para pavimentos de concreto.

Nos pavimentos asfálticos existem três formas de se obter as densidades em função do defeito que é analisado:

- para defeitos medidos em área (m^2), a densidade é dada pela Equação 5.2.

$$\text{Densidade} = \frac{\text{Área do Defeito (m}^2\text{)} * 100}{\text{Área da UA (m}^2\text{)}} \quad (5.2)$$

- para defeitos medidos em comprimento (m), a densidade é dada pela Equação 5.3.

$$\text{Densidade} = \frac{\text{Comprimento do Defeito (m)} * 100}{\text{Área da UA (m}^2\text{)}} \quad (5.3)$$

- para defeitos medidos por unidade (as panelas), a densidade é dada pela Equação 5.4.

$$\text{Densidade} = \frac{\text{Número de Panelas}}{\text{Área da UA (m}^2\text{)}} * 100 \quad (5.4)$$

Nos pavimentos de concreto, só existe uma forma de se obter a densidade em função do defeito que é analisado, para a UA da placa de concreto do pavimento rígido, que é demonstrada na Equação 5.5:

$$\text{Densidade} = \frac{\text{Número de Divisões da UA com o Defeito analisado}}{\text{Número Total de Divisões da UA}} * 100 \quad (5.5)$$

- c) registrar o Valor Deduzido Total (VDT)

Obtido através da soma de todos os valores deduzidos unitários, e que posteriormente, deve ter corrigido o seu valor, de acordo com a Equação 5.6.

$$\text{VDT} = \sum (a + b + \dots + n) \quad (5.6)$$

Onde:

VDT = Valor Deduzido Total

a, b, ... e n, são os valores deduzidos unitários dos defeitos encontrados em nosso exemplo para a UA analisada.

- d) obter o Valor Deduzido Corrigido (VDC)

Depois de registrado o VDT, deve-se transformá-lo em Valor Deduzido Corrigido (VDC) através das curvas de correção do Valor Deduzido Total para os pavimentos asfálticos e para os pavimentos de concreto em seus respectivos ábacos, utilizando-se os ábacos do *USACE* (1982) que se encontram ilustrados na Figura 5.9 e disponíveis no ANEXO 2 – Ábacos.

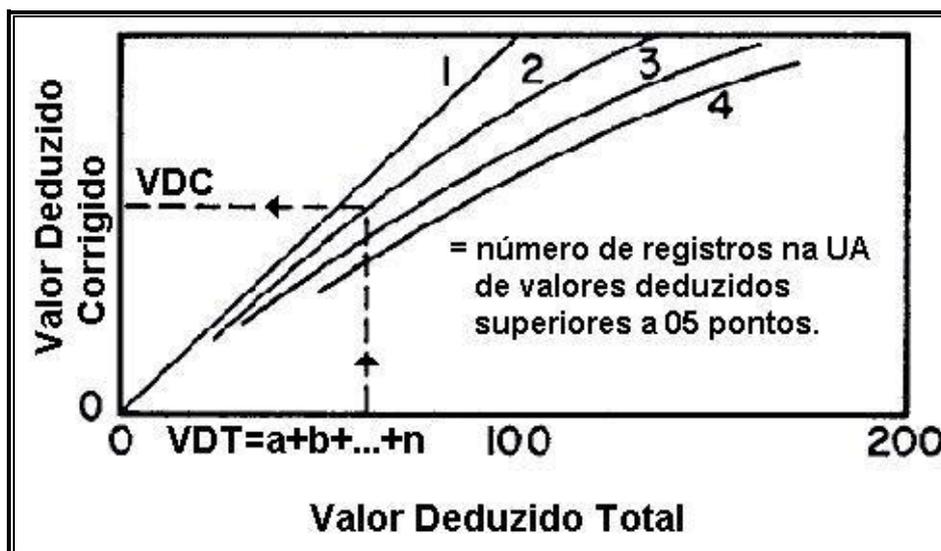


Figura 5.9: Esboço de Ábaco para Valor Deduzido Corrigido

Verifica-se da Figura 5.9 que o valor deduzido Total (VDT) é então convertido em valor deduzido corrigido (VDC) valor necessário a determinação do PCI da unidade de amostra analisada no exemplo.

e) registrar a condição do pavimento para cada UA inspecionada

Com o uso da Equação 5.7, o valor do PCI a UA é então obtido:

$$PCI_{UA} = 100 - VDC \quad (5.7)$$

Onde:

PCI_{UA} = valor do PCI da UA analisada

VDC = valor deduzido corrigido da UA

De posse do valor do PCI de cada unidade de amostra (UA) analisada, deve-se determinar o PCI correspondente à seção que reúne todas estas UA, pois, o PCI deve ser calculado para cada seção homogênea do pavimento.

Caso sejam analisadas todas as UAs existentes na seção ou todas as UAs selecionadas aleatoriamente o PCI da seção será obtido pela média aritmética destes valores, nos dois casos.

Porém, se for acrescentada alguma UA adicional à pesquisa, o valor do PCI da seção será obtido pela Equação 5.8.

$$PCI = \frac{(N-A) \cdot (PCI_1 + A) \cdot (PCI_1) + A \cdot (PCI_2)}{N} \quad (5.8)$$

Onde:

PCI = valor do PCI da seção analisada

PCI₁ = média dos PCI das UAs escolhidas aleatoriamente

PCI₂ = média dos PCI das UAs adicionais

N = número total de UAs da seção

A = número de UAs adicionais analisadas

De posse do valor do PCI para cada uma das seções de um ramo em análise, já pode ser realizada uma priorização das intervenções nos trechos, ou seções, deste ramo, uma vez que o critério de prioridade consiste em se reparar primeiro os trechos em pior estado, aqueles cujos valores do PCI, calculados, foram os mais baixos dentre todos os obtidos, *USACE* (1982).

Segundo APS; BALBO e SEVERI (1998), uma das grandes dificuldades para os órgãos municipais e seus técnicos, da área de pavimentação urbana, é a tomada de decisões quanto às vias prioritárias a serem contempladas no programa de manutenção, para que os escassos recursos sejam melhor aproveitados. Uma aplicação prática do método de avaliação superficial de pavimentos, o PCI - *Pavement Condition Index*, utilizado como uma ferramenta auxiliar na hierarquização de vias, é o caso do Ramo da Rua Barão do Rio Branco, onde se considerou a existência de sete seções neste ramo de 3.800m de extensão e 6,6m de largura. O critério de prioridade para intervenção nas seções deste ramo é demonstrado na Tabela 5.5.

Tabela 5.5: Exemplo de Priorização das Seções segundo PCI

PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO NAS SEÇÕES SEGUNDO PCI				
SEÇÃO	COMPRIMENTO (m)	VALOR DO PCI	CONDIÇÃO DO PAVIMENTO	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
01	1.416	62	Bom	04°
02	234	20	Muito Pobre	01°
03	567	88	Excelente	07°
04	154	44	Razoável	03°
05	326	31	Pobre	02°
06	730	69	Bom	05°
07	373	86	Excelente	06°

5.6 A ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA PAVER PARA AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COM PARALELEPÍPEDOS

Um tipo de pavimento urbano, que não é coberto pela análise da metodologia *Paver*, é aquele pavimentado com paralelepípedos. De uso comum na cidade de Fortaleza, como base para o revestimento asfáltico que é colocado sobre o mesmo, apenas com a pintura de ligação para unir os dois elementos distintos.

Neste item, propõem-se adaptações a Metodologia *Paver*, a serem aplicadas em um estudo de caso. Estas adaptações efetuadas na metodologia foram elaboradas para avaliar pavimentos construídos com paralelepípedos, indicados na Figura 5.10.



Figura 5.10: Exemplo de Revestimentos de Calçamento em Paralelepípedos

No presente estudo procurar-se-á complementar a metodologia *paver*, tornando-a viável para análise de vias revestidas por paralelepípedos, visando o seu uso na análise de pavimentos que apresentam estas características.

A Figura 5.11 exibe a classificação dos paralelepípedos como sendo revestimentos flexíveis, por calçamento, podendo ser de pedra, cimento ou cerâmica, de acordo com DNIT (2005a).

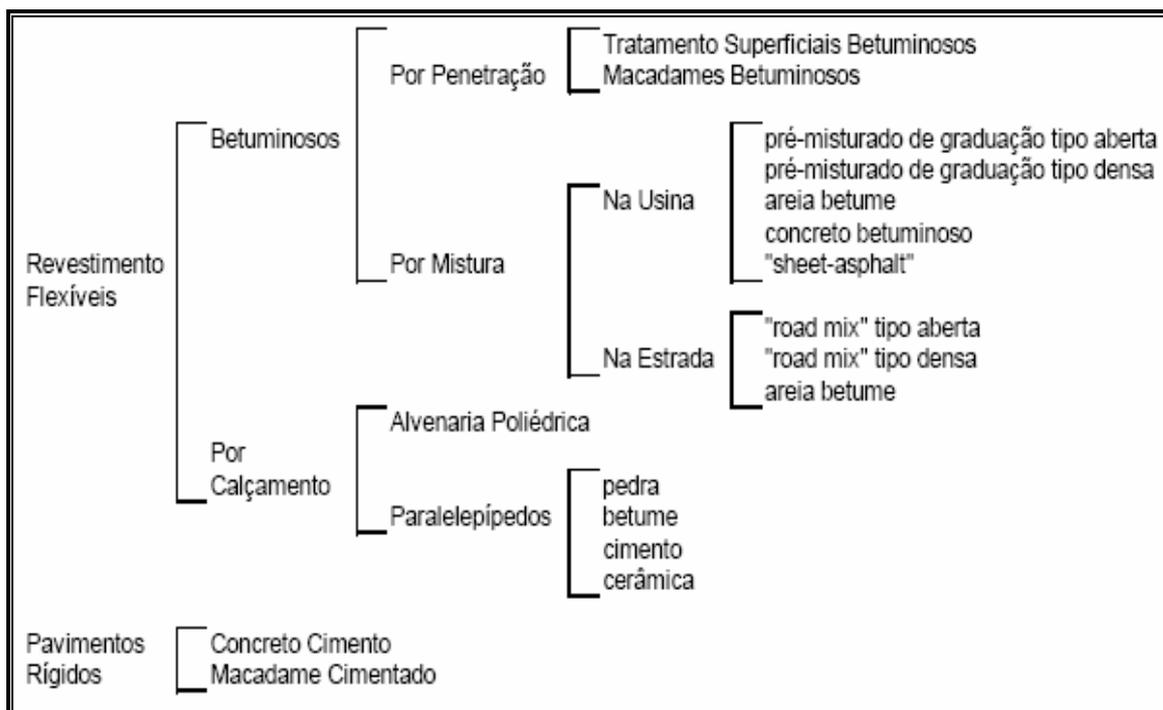


Figura 5.11: Classificação dos Revestimentos, DNIT (2005a).

5.6.1 Revestimentos em Paralelepípedos

No que se refere ao revestimento em pedra poliédrica, segundo SENÇO (2001), ocorreu uma evolução neste ramo ao se abandonar o emprego das grandes lajes de pedra, passando a substituí-las pelas pedras menores, motivado principalmente pela necessidade da melhoria nas condições de rolamento das vias na necessidade de facilitar o transporte dos materiais e a construção desses revestimentos.

Porém, pedras muito pequenas também apresentavam dificuldades em sua utilização, além de apresentarem baixa resistência a atuação do tráfego pesado de veículos, provocando a quebra dos elementos de pedra e causando um desarranjo na superfície de rolamento causando um desconforto aos usuários.

Para solucionar este problema, foram empregadas pedras poliédricas com uma dimensão média, fáceis de serem transportadas e resistentes a ação do tráfego, facilitando o seu assentamento.

SENÇO (2001), afirma que os paralelepípedos são usados quase que exclusivamente nas ruas das cidades, preferencialmente em locais ainda sem

infra-estrutura subterrânea, onde tal revestimento permite uma maior facilidade em sua remoção para a implantação das infra-estruturas urbanas como, por exemplo, as de água, esgoto e gás.

Segundo DNIT (2005a), a sua utilização em rodovias caiu consideravelmente, devido ao uso de pavimentos asfálticos e de concreto. Sua utilidade se restringe atualmente a pátios de estacionamento, vias urbanas e alguns acessos viários conforme descritos a seguir:

- trechos que possuem rampas íngremes, onde os paralelepípedos causam uma maior aderência dos pneus, o que promove uma maior segurança aos ocupantes dos veículos, evitando principalmente as dificuldades de transposição desta rampa em épocas chuvosas;
- em trechos urbanos, situados em áreas muito povoadas, onde ainda não foram implantados os serviços de redes de água e esgoto;
- em aterros construídos recentemente e em subleitos que estão sujeitos a um recalque acentuado.

5.6.2 Características dos Revestimentos em Paralelepípedos

Os revestimentos construídos com paralelepípedos possuem formatos variados em função de sua forma de fabricação, o que dificulta a padronização dos elementos de pedra a serem utilizados nos revestimentos das vias.

De acordo com SENÇO (2001), os formatos dos paralelepípedos podem variar bastante. No Brasil, em particular no estado do Rio de Janeiro, as principais dimensões utilizadas são: largura (14 a 17cm), comprimento (17 a 23cm) e altura (11 a 14cm).

Em média, um milheiro de paralelepípedos ocupa uma área de 30m^2 , o que equivale dizer que 33 peças cobrem uma área de 1m^2 , sendo o milheiro de paralelepípedos a unidade de compra deste produto.

A Tabela 5.6 exhibe as dimensões mais comuns para os paralelepípedos utilizados na França, onde o revestimento de calçamentos com estes blocos é muito difundido.

Tabela 5.6: Dimensões dos Paralelepípedos

DIMENSÕES DOS PARALELEPÍPEDOS NA FRANÇA		
Largura (cm)	Comprimento (cm)	Altura (cm)
20	20	20
18 a 20	18 a 20	18 a 20
16	23	23
16	22	16
14	20	20
14	20	16
12	18	18
12	18	16
10	24	16
10	16	16

Fonte: SENÇO (2001)

Para serem utilizados como revestimentos de paralelepípedos para calçamento, as peças poliédricas devem satisfazer as seguintes características, segundo SENÇO (2001), descritas na Tabela 5.7:

Tabela 5.7: Critérios de Aceitação das Pedras Poliédricas

CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO DE PEDRAS POLIÉDRICAS	
CARACTERÍSTICA	REFERÊNCIA
Absorção (após 48h)	< 0,5% do Peso
Peso Específico Aparente	$\geq 2.400\text{Kg/m}^3$ ou $\geq 24\text{ KN/m}^3$
Resistência a Compressão Simples	$>1.000\text{Kg/cm}^2$ ou $>10^5\text{ KN/m}^2$

Fonte: Adaptado de SENÇO (2001)

De acordo com DNIT (2005a), sua fabricação pode ser de diversos materiais sendo os principais constituídos de granito, gnaisse ou basalto, devendo as rochas, das

quais serão obtidos os paralelepípedos, serem homogêneas, sem fendas ou alterações e com condições satisfatórias de dureza e tenacidade, devendo se verificar, após o processo de fabricação do mesmo, se não existe trincamento nos blocos.

Para garantir a qualidade das peças poliédricas fabricadas, nem todos os paralelepípedos ou amostras de rocha, utilizadas na fabricação destas, precisam ser verificados.

Do total de paralelepípedos existentes, devem ser formados lotes com 20 milheiros cada, dos quais 5% do total de peças para cada lote escolhidas aleatoriamente devem ser testadas.

Caso 90% das peças sejam aprovadas no exame visual, o lote será aprovado. Caso contrário, o lote rejeitado ainda poderá ser aceito se forem trocados as peças com defeito. Quanto às peças aprovadas no exame visual, estas ainda podem ser reprovadas nos testes de laboratório.

Além destes requisitos, os paralelepípedos devem apresentar ainda um som claro e nítido, quando submetidos a golpes com o martelo.

5.6.3 Técnicas de Assentamento dos Revestimentos em Paralelepípedos

Para o assentamento dos paralelepípedos, de acordo com SEINFRA/SE (2002), o subleito deverá ser regularizado segundo especificações de projeto, e se necessário, deverá ser compactado e reforçado.

Os paralelepípedos devem ser assentados em fiadas, normal ao eixo da via, ficando a maior dimensão na direção da fiada, ou de acordo com o projeto. As juntas devem ser alternadas com relação às duas fiadas vizinhas, de tal modo que cada junta fique dentro do terço médio do paralelepípedo vizinho, conforme ilustra a Figura 5.12, segundo SENÇO (2001).

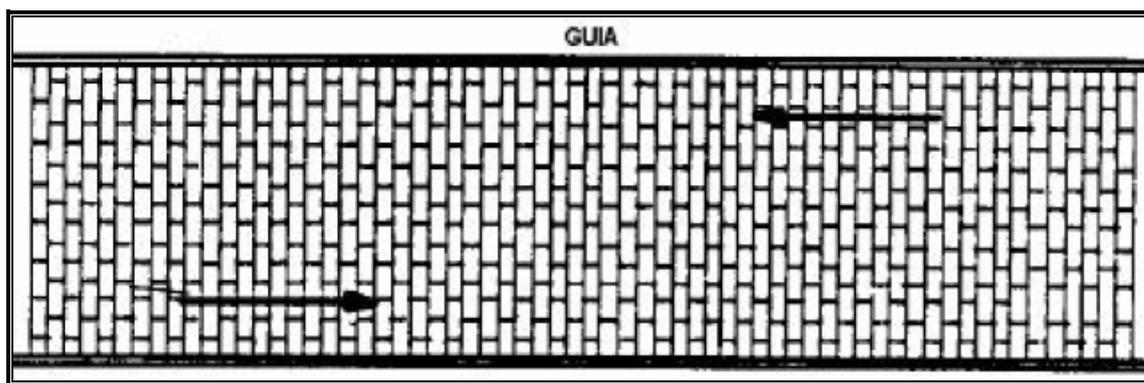


Figura 5.12: Posicionamento dos Blocos de Paralelepípedos, SENÇO (2001).

Esta forma de assentamento, no geral, pode ser utilizada em trechos retos, em junção de trechos retos, em alargamento para estacionamento, em curvas, em cruzamentos e em entroncamentos.

No decorrer do capítulo são apresentadas figuras que têm a função de detalhar melhor as possibilidades de emprego dos paralelepípedos em vários casos distintos.

A Figura 5.13 demonstra a possibilidade de assentamento para os blocos de paralelepípedos, em trechos curvos de estradas ou vias, segundo SENÇO (2001).

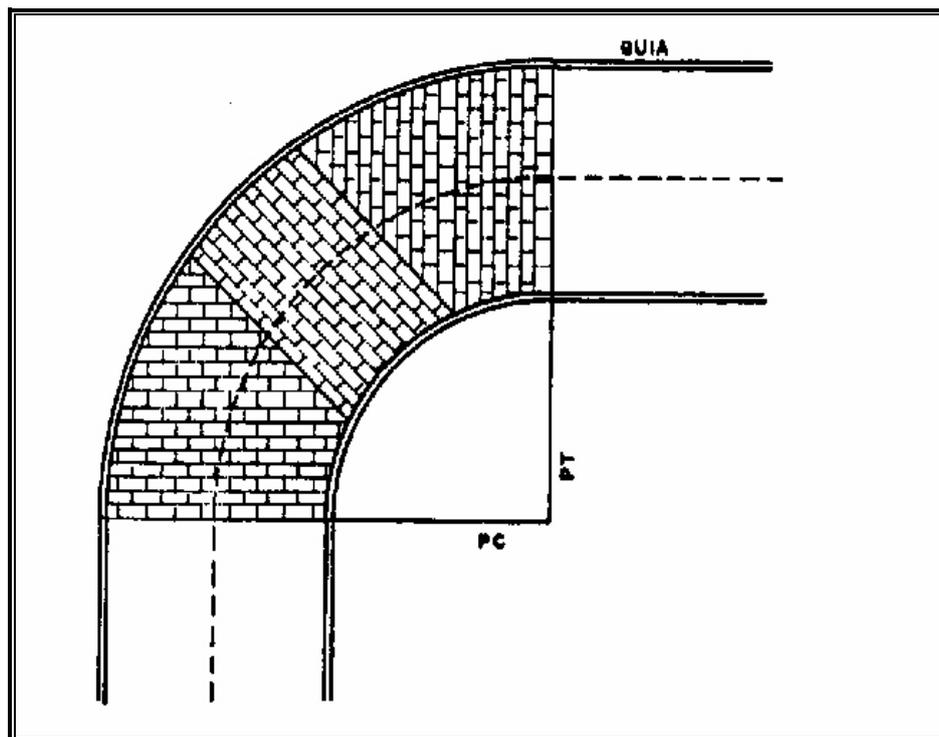


Figura 5.13: Assentamento de Paralelepípedos em Trechos Curvos, SENÇO (2001).

O assentamento de paralelepípedos em cruzamentos retos pode obedecer a mais de um padrão próprio, conforme ilustram as Figuras 5.14 e 5.15 que demonstram a possibilidade desta forma de assentamento, segundo SENÇO (2001).

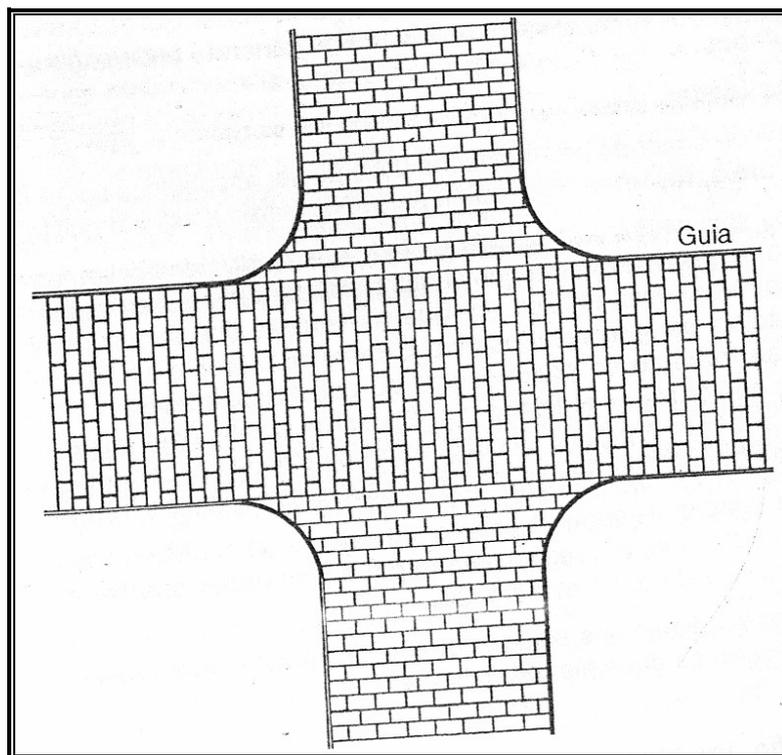


Figura 5.14: Primeira forma de Assentamento de Paralelepípedos em Cruzamentos Retos, SENÇO (2001).

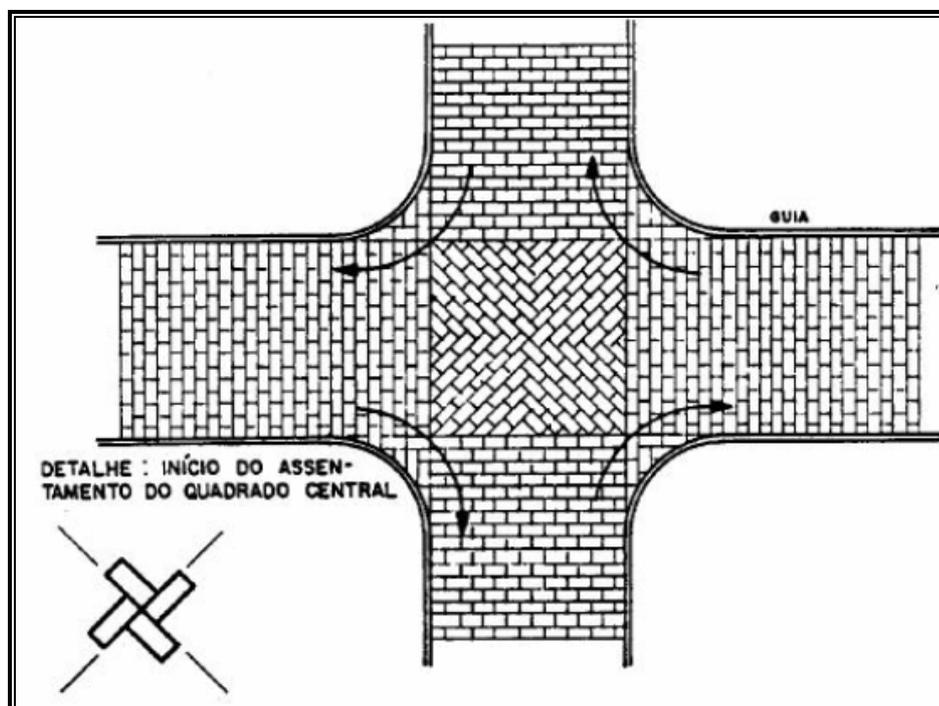


Figura 5.15: Segunda forma de Assentamento de Paralelepípedos em Cruzamentos Retos, SENÇO (2001).

A Figura 5.16 mostra o alargamento de uma via já calçada com paralelepípedos, permitindo a criação de um estacionamento, segundo SENÇO (2001).

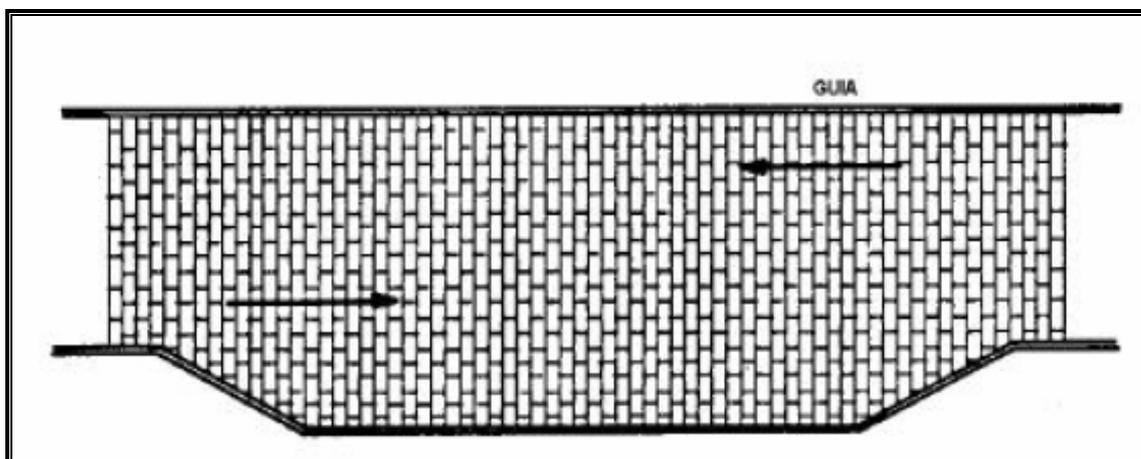


Figura 5.16: Alargamento para Criação de uma Área de Estacionamento, SENÇO (2001).

A Figura 5.17 mostra a forma de assentamento no encontro de duas vias perpendiculares, segundo SENÇO (2001).

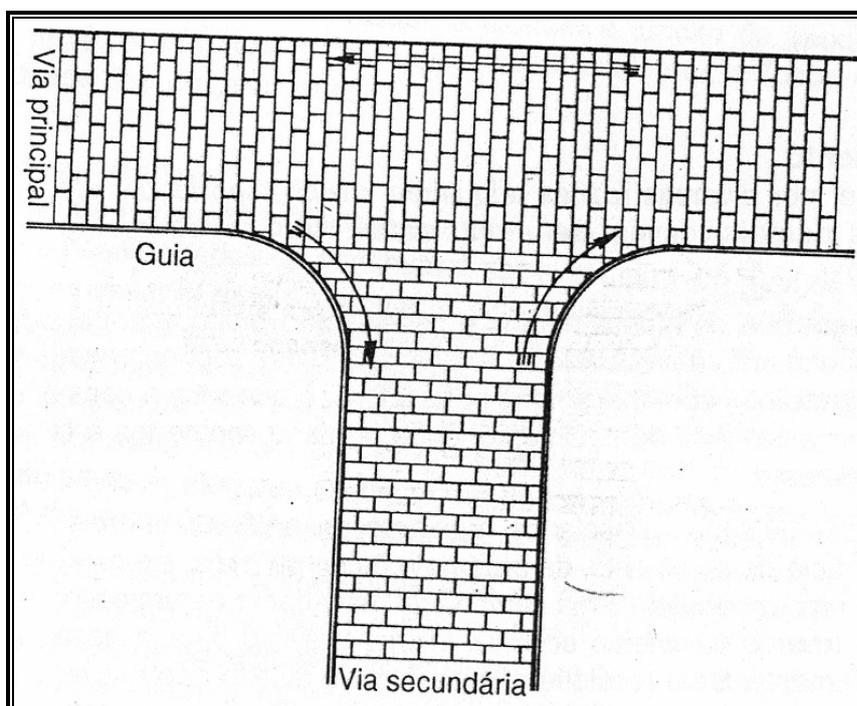


Figura 5.17: Encontro em Entroncamentos Retos, SENÇO (2001).

A Figura 5.18, mostra a possibilidade da aplicação de paralelepípedos em Cruzamentos Esconsos, segundo SENÇO (2001).

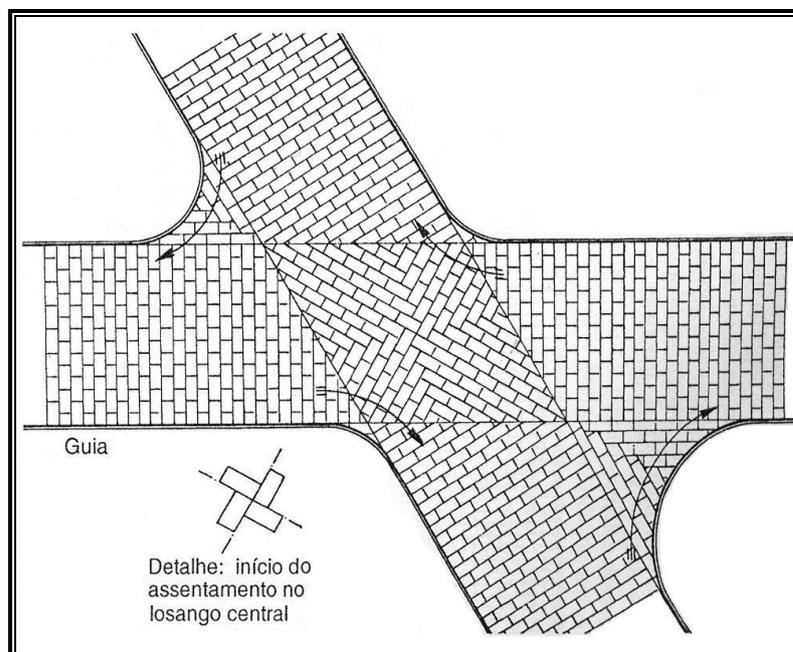


Figura 5.18: Assentamento de Paralelepípedos em Cruzamentos Esconsos, SENÇO (2001).

De acordo com SENÇO (2001), a vedação dos paralelepípedos, ou seja, o seu rejuntamento se faz normalmente com areia, sendo utilizado também o asfalto ou o alcatrão.

Segundo a SEINFRA/SE (2002), quando forem previstos, o rejuntamento com cimento e areia, a compactação será feita manualmente ou com auxílio de placa vibratória, devendo esta ser executada antes da aplicação da argamassa.

Durante a compactação, a rolagem deverá progredir dos bordos para o centro, paralelamente ao eixo da pista e de modo uniforme, com cada passada atingindo a metade da outra faixa de rolamento, até que não se observe mais nenhuma movimentação pela passagem do equipamento.

O perfil das ruas, depois de feito o calçamento, é visto na Figura 5.19, onde se pode perceber o abaulamento da seção para ambos os lados da via, segundo SENÇO (2001).

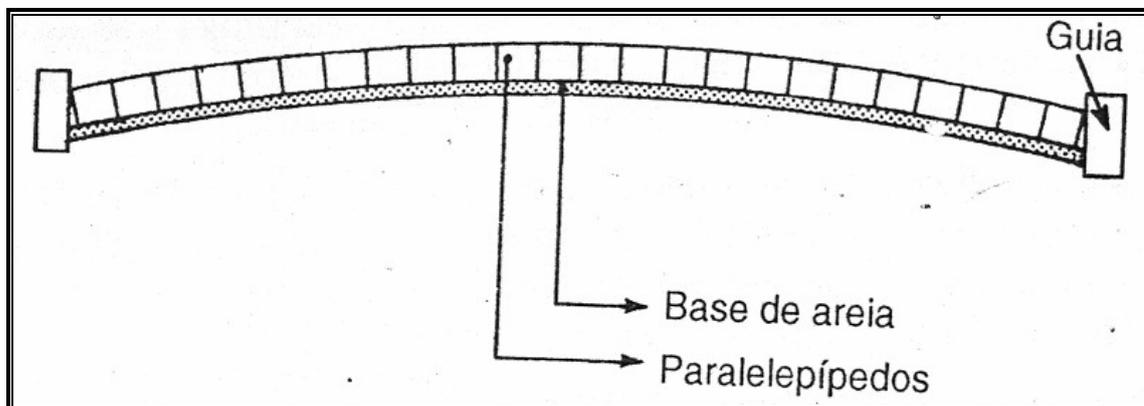


Figura 5.19: Seção Típica das Ruas Calçadas com Paralelepípedos, SENÇO (2001).

As irregularidades de depressão que venham a surgir durante a compactação devem ser corrigidas imediatamente, removendo-se os paralelepípedos e recompondo-se com uma maior ou menor adição do material de assentamento, em quantidade suficiente para a completa correção do defeito verificado.

De acordo com SENÇO (2001), existem alguns critérios para a aceitação do serviço de calçamento com os paralelepípedos:

- para entrega ao tráfego, no caso de rejuntamento com areia, este pode ser feito logo após a conclusão do mesmo. No caso de rejuntamento com asfalto ou alcatrão deve-se esperar o endurecimento do mesmo;
- existe uma tolerância quanto à superfície do revestimento, onde a face do calçamento não pode apresentar uma depressão maior que 10mm, em qualquer direção, sob uma régua de 2,5 a 3,0m de comprimento;
- no que se refere à espessura do pavimento de paralelepípedos, a altura da base de areia mais o paralelepípedo, depois da compressão, não deve diferir de mais de 5% da espessura de projeto;

- as dimensões dos paralelepípedos depois de assentados não podem superar em 20% o número de paralelepípedos com o comprimento diferente do de projeto, em 10% o número de paralelepípedos de largura diferente e quanto à altura a variação é de 10% da dimensão prevista em projeto;
- a tolerância para as dimensões das juntas é que no máximo 30% destas ultrapassem o limite de 1,5cm determinado para a espessura das mesmas, em uma fila completa.

O manual para atividades rodoviárias ambientais, DNIT (2005b), aborda os conceitos modernos da engenharia em associação com os procedimentos ambientais revelando a necessidade de novos padrões de gerência dos aspectos ambientais que estão presentes em qualquer empreendimento rodoviário.

De acordo com DNIT (2005b), existem formas de caracterização, quanto ao aspecto operacional, aplicadas para a superfície da pista de rolamento e acostamentos de um segmento viário. O aspecto operacional do segmento viário é um parâmetro para a caracterização dos segmentos de uma rodovia, para uma posterior determinação dos índices de priorização e na seqüência a obtenção de um índice de prioridade do segmento em si.

Estas formas de caracterização fazem parte de uma metodologia utilizada na priorização de intervenções ambientais em segmentos homogêneos, aqueles que na metodologia PAVER são caracterizados sob a denominação de seções.

Essa classificação, utilizada nas pistas de rolamento e seus acostamentos, deverão ser visuais e possuir três níveis diferentes de condição da superfície, de acordo com os seguintes critérios:

- classificação BOA: a superfície do pavimento, suas pistas de rolamento, e acostamentos se encontram com menos de 5% de sua área comprometida com rugosidades, defeitos ou degradações do pavimento;
- classificação REGULAR: a superfície do pavimento, suas pistas de rolamento, e acostamentos apresentam entre 5% e 15% de sua área avariada com rugosidades, defeitos ou degradações do pavimento;

como pode-se observar em *USACE* (1982), esta só se aplica a pavimentos de concreto asfáltico ou betuminoso.

Razão pela qual este critério de análise superficial do DNIT (2005b), aplicável também ao calçamento com paralelepípedos, se apresenta como uma alternativa à complementação da metodologia *PAVER*, descrita neste capítulo.

A comparação das duas escalas mencionadas, DNIT (2005b), para os paralelepípedos, e *USACE* (1982), referente ao PCI, são demonstradas na Figura 5.21, de onde percebe-se que, por se tratar de dois critérios de avaliação diferentes, não se pode comparar diretamente os resultados obtidos por estas duas formas de análise.

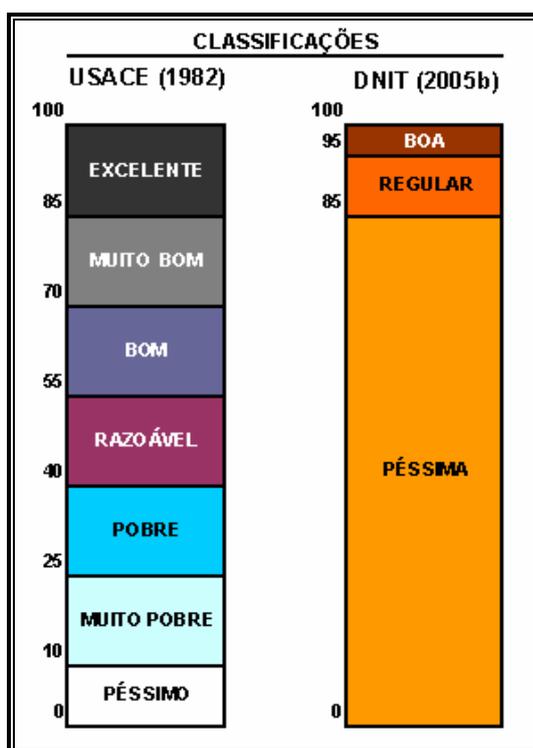


Figura 5.21: Comparação de Escalas *USACE* – DNIT

A adaptação da metodologia *PAVER*, para a sua utilização em vias calçadas com paralelepípedos, consiste então em se usar a base desta metodologia descrita em *USACE* (1982) para:

- sub-dividir a malha viária urbana, em estudo, em ramos, seções e unidades de amostra para providenciar a sua análise;
- selecionar o número de unidades de amostra a serem avaliadas, segundo o nível de gerência adotado, nível de rede ou de projeto.

Após esta fase, utilizam-se os critérios de análise para a superfície do pavimento e seus acostamentos, descritos em DNIT (2005b) para na complementação de USACE (1982):

- inspecionar as unidades de amostra (UA), que foram selecionadas pela metodologia *PAVER* original;
- fornecer a classificação de cada UA analisada;
- classificar a seção da via urbana, pela composição dos resultados das UA que a compõe;
- priorizar as seções, formadas pela união de várias unidades de amostra, segundo o critério do DNIT (2005b), as quais são compostas, unicamente, por trechos com paralelepípedos.

Para se atingir este objetivo, foi desenvolvido também um formulário de inspeção para calçamentos de paralelepípedos, também baseados nas metodologias conjuntas da *USACE* (1982) e do DNIT (2005b). O formulário se encontra no ANEXO 1 - Formulários.

Estes resultados, das seções que compõem a malha viária urbana formada por paralelepípedos, juntamente com os dos pavimentos que são formados por outros revestimentos, fornecerão a situação geral do ramo analisado.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da metodologia *PAVER* e suas adaptações para a malha viária urbana, são aplicadas na cidade de Fortaleza, em um estudo de caso, apresentado no Capítulo 6.

CAPÍTULO 6

ESTUDO DE CASO

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para demonstrar o funcionamento da Metodologia *Paver*, adaptada e descrita no Capítulo 5, se faz necessário à aplicação desta técnica de medição de defeitos em um pavimento urbano. Como se pretende testar também a ampliação desta metodologia com a sua adaptação para calçamentos com paralelepípedos, a via estudada deveria possuir este tipo de calçamento.

6.2 A ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada no estudo de caso apresenta uma série de características que permitiram o seu uso no teste da aplicação da metodologia *paver* e sua adaptação, sendo estas citadas a seguir:

- a existência de informações de campo referente à composição dos Pavimentos Urbanos;
- condições de acessibilidade ao local para coleta de informações complementares, relativas aos pavimentos;
- a existência de mais de um tipo de pavimento, próximos entre si, para que se pudesse testar a metodologia *Paver* em mais de uma superfície, facilitando a coleta dos dados;
- a existência de vias pavimentadas com paralelepípedos, para se testar a adaptação proposta à metodologia, detalhada no Capítulo 5.6.

Estas razões foram as que motivaram a escolha de vias no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará – UFC, como área de estudo para esta dissertação de mestrado.

6.3 AS CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

6.3.1 As Características do Campus do Pici da UFC

Neste item é feita uma descrição sucinta das principais características da zona de estudo, a Universidade Federal do Ceará – UFC que ocupa uma área urbana de 233 hectares sendo dividida em três campi:

- o Campus do Benfica, com 13ha de área, abriga a Reitoria da Universidade, as Pró-Reitorias de Planejamento, Administração e Assuntos Estudantis, o Centro de Humanidades, as Faculdades de Direito, Educação, e Economia, Administração, Atuaria e Contabilidade, o Curso de Arquitetura e equipamentos culturais.
- o Campus do Pici, com 212ha de área, selecionado para fornecer os dados para este estudo de campo, e que abriga os Centros de Ciências, Ciências Agrárias e Tecnologia, as Pró-Reitorias de Graduação e de Pesquisa e Pós-Graduação, a Biblioteca Universitária, vários núcleos e laboratórios diversos, além de área para a prática de esportes.
- o Campus do Porangabussu, com 8ha de área, abrigando a Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, a Faculdade de Medicina, o complexo hospitalar, formado pelo Hospital Universitário Walter Cantídio, a Maternidade-Escola Assis Chateaubriand e a Farmácia-Escola, e os laboratórios e clínicas.
- existem ainda, fora dos três campi, o Instituto de Ciências do Mar, situado no Meireles, a Casa de José de Alencar, em Messejana, as fazendas experimentais de Quixadá, Pentecoste e Maracanaú, e mais duas extensões, no interior do estado, do Curso de Medicina, a primeira em Sobral, na Zona Norte, e a segunda em Barbalha, no Cariri, ao Sul do Ceará.

O Campus do Pici, local do estudo, dispõe de diversos tipos de pavimentos de vias urbanas, cujo tráfego, características locais e dimensões se assemelham às

estruturas de Rede que são encontradas em muitas das cidades do interior do nosso estado. A Figura 6.1 mostra uma fotografia aérea desse Campus.



Figura 6.1: Fotografia Aérea do Campus do Pici

Foi escolhido um trecho viário da avenida professor Andrade Furtado, situado neste Campus, com aproximadamente 604m de extensão, para ser analisado um dos seus sentidos de fluxo, que é uma das principais vias do referido Campus.

A Via em questão interliga uma das entradas do Campus, que se inicia na Avenida Humberto Monte, ao Centro de Tecnologia, podendo ser vista na Figura 6.2.

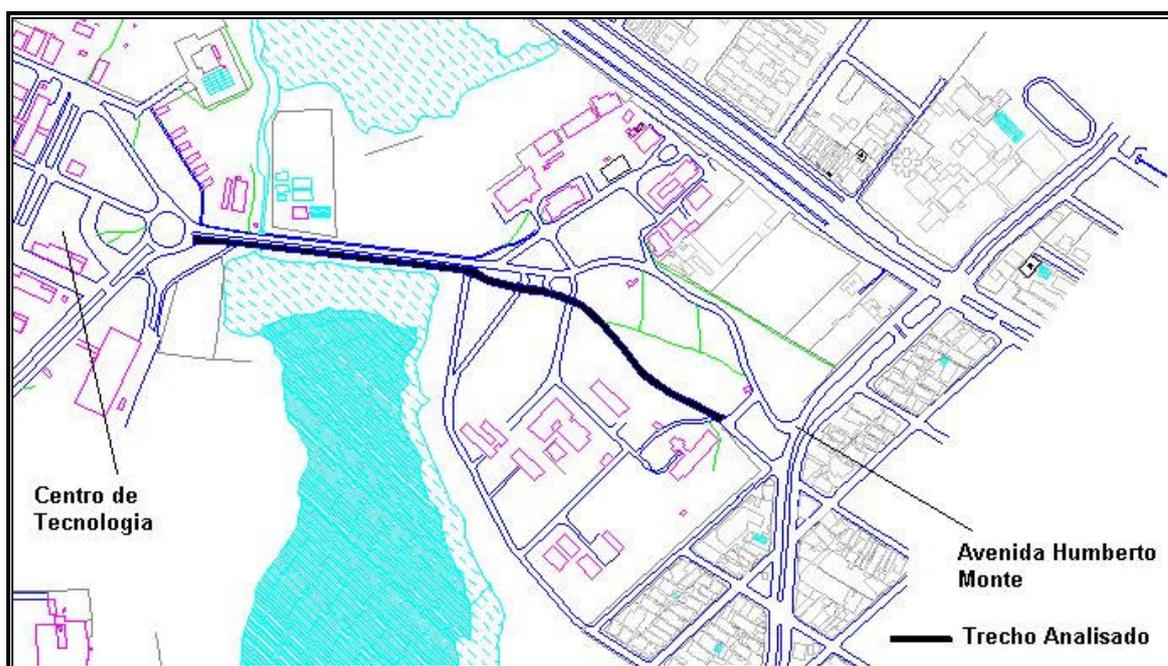


Figura 6.2: Visão Geral da Avenida Analisada

A seguir pode-se observar uma visão geral da Via em questão, na Figura 6.3. O lado esquerdo da fotografia, correspondente ao sentido Centro de Tecnologia – Saída do Campus, que foi analisado, na qual pode-se observar o local onde o pavimento deixa de ser de revestimento asfáltico e passa a ser calçado com paralelepípedos, a ser exibido posteriormente em detalhes.



Figura 6.3: Detalhe da Avenida Prof. Andrade Furtado

6.4 A METODOLOGIA PAVER NA COLETA DOS DADOS

Para a subdivisão das vias urbanas, em estudo, nos ramos, seções e unidades de amostra, segundo *USACE* (1982), contou-se com o auxílio dos seguintes dados, relativos ao Campus:

- a planta baixa do campus do pici no formato AutoCAD 2000, em um arquivo de extensão (.dwg);
- a fotografia aérea do campus do pici, colorida, na escala de 1 / 4.000;
- as fotografias do campus do pici, do *software Google Earth*, com maior definição que as fotografias aéreas.

Da união da planta baixa do Campus, em AutoCAD, com as fotografias aéreas da região do Campus do Pici, vistas na Figura 6.4, obteve-se a escala real (1: 4.000) em que se encontrava a fotografia aérea do Campus do Pici.



Figura 6.4: Planta do Campus do Pici associada à Fotografia Aérea.

A planta geral do Campus do Pici foi obtida na Gerência de Desenvolvimento do Plano Diretor Físico da Universidade Federal do Ceará, no Cadastro de Imóveis, datada de Setembro de 2001. Onde constam, dentre outras informações, a área exata do campus do Pici com 2.128.933,514 m² ou aproximadamente 2,13 Km².

A fotografia aérea do campus, e da cidade de Fortaleza, foram obtidas pela aerofoto Nordeste (www.aerofotonordeste.com.br), situada na Av. Senador Virgílio Távora nº 2001, Casa 21 – Aldeota – CEP: 60170-251 – Fortaleza – CE.

Ao todo existem 99 fotos de áreas da cidade de Fortaleza, cada uma de uma zona diferente da cidade, para se completar o painel geral de todo o município, cuja foto pode ser observada na Figura 6.5.

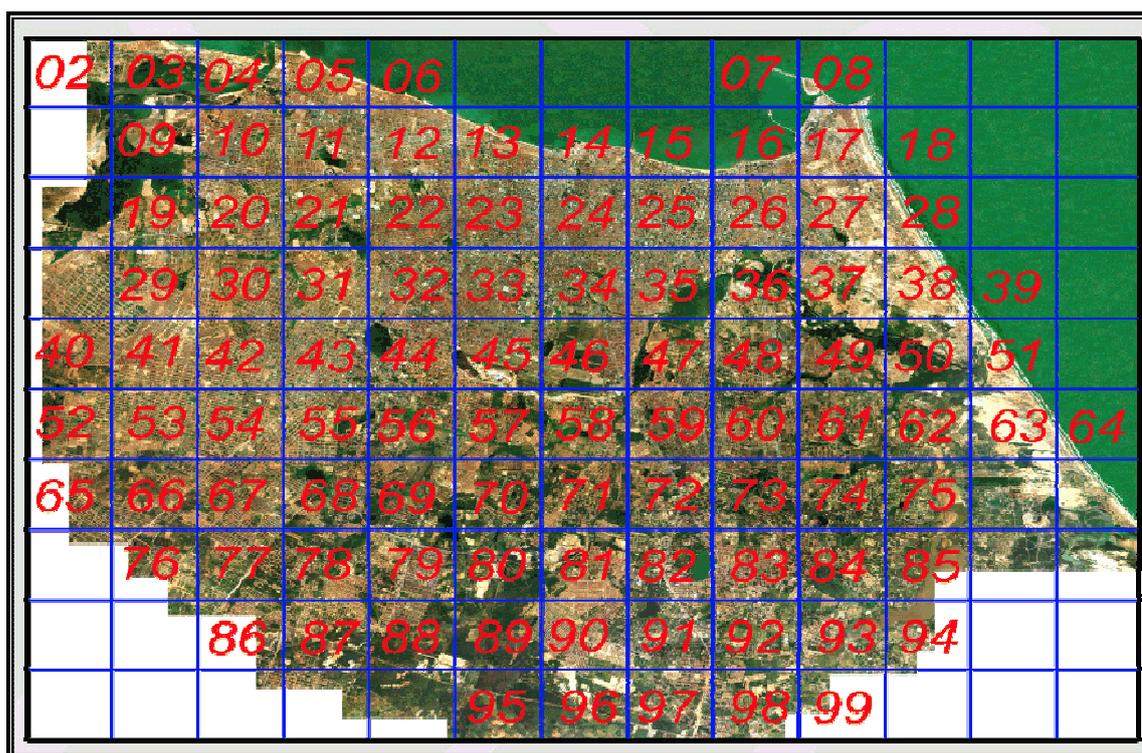


Figura 6.5: Esquema de Montagem das Fotografias Aéreas de Fortaleza

As fotografias referentes ao Campus, a área deste estudo, são as de número 21 e 31, que enquadram a área detalhada na planta baixa do AutoCAD 2000. Por se tratar de

duas fotos distintas, separadas, elas tiveram que ser unidas, em um editor de imagens, antes de sua fusão com a planta do campus.

A junção da fotografia aérea com a planta baixa do Campus do pici, foi feita através do software AutoCad 2000, por meio de uma ferramenta chamada *Image Manager*, que adiciona ao arquivo (.dwg) do AutoCAD imagens no formato (.jpg, .gif, .tiff, .tga, .bmp) dentre outras, a ferramenta pode ser observada na Figura 6.6.

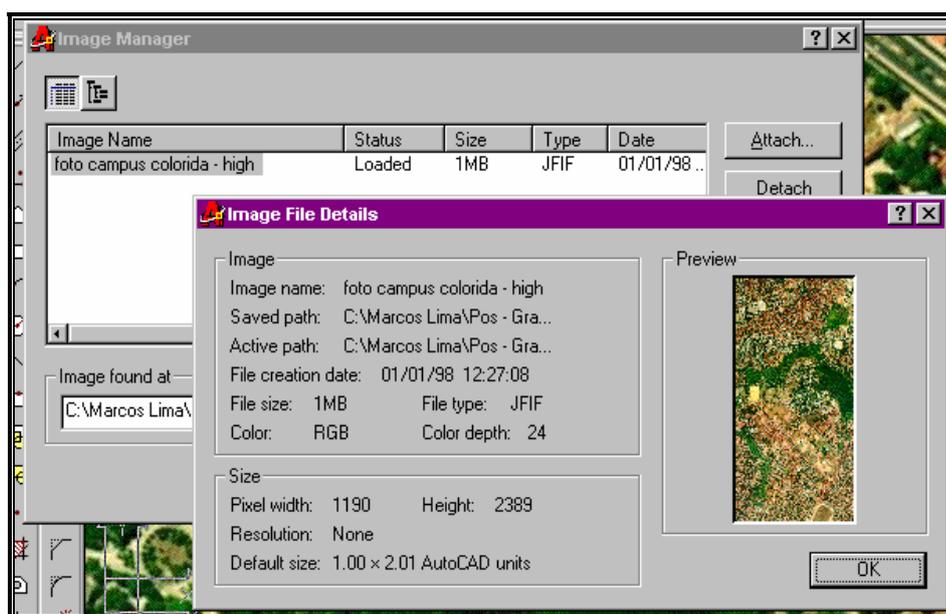


Figura 6.6: *Image Manager* do AutoCAD 2000

O software *Google Earth*, mencionado, foi obtido através da internet, na homepage (<http://earth.google.com/products.html>), e possibilita a obtenção de fotografias de satélite de qualquer parte do globo terrestre propiciando, dentre outras vantagens:

- alta qualidade das imagens fornecidas;
- a precisão na localização dos pontos, localizando restaurantes, hotéis, e até mesmo suas direções motrizes;
- imagens 3D e dados que descrevem a terra inteira, várias cidades ao redor do mundo, em detalhes de alta-resolução;

- permite a troca de formato dos dados, possibilitando se compartilhar anotações úteis e milhares de fotos criados por usuários do *Google Earth*.

O *Google Earth* é um software gratuito, em sua versão básica para uso pessoal, cuja página principal pode ser vista na Figura 6.7.

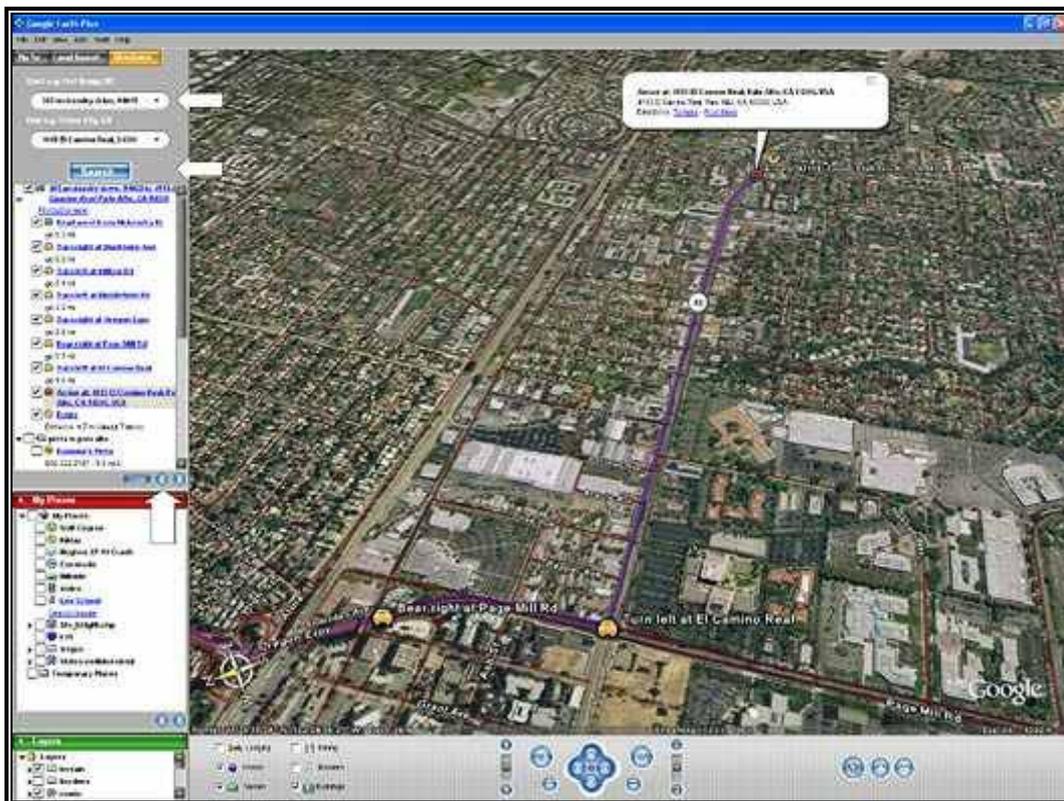


Figura 6.7: Tela do Software *Google Earth*

No estudo de caso, as fotografias obtidas por este *software*, foram utilizadas por fornecerem uma resolução muito maior que a disponível pelas fotografias aéreas, utilizadas, inicialmente, para localizar as ruas e avenidas do Campus.

Para se obter um maior detalhamento da área em estudo, a Av. Andrade Furtado, este software permite que se visualize a própria superfície do pavimento em estudo, dependendo da resolução das imagens de satélite disponíveis, que no caso de fortaleza apresentam uma boa qualidade.

6.4.1 A Divisão em Ramos

Depois de definido o local de análise iniciou-se a divisão da zona de estudo em segmentos menores conforme descreve *USACE* (1982). Inicialmente procedeu-se à separação do local escolhido em ramos.

Um ramo é a maior sub-divisão da malha viária urbana, e consiste de quaisquer partes de uma Rede que possam ser identificadas como uma entidade simples qualquer. Como neste estudo nos limitamos a analisar apenas uma Avenida, a Prof. Andrade Furtado, dispúnhamos apenas de um ramo para trabalhar.

O Ramo Andrade Furtado, com o Código de Ramo 10305. O número 1, inicial do código, se refere a Avenidas e Ruas. Os quatro números restantes do código, 0305, é indicativo do local onde se inicia o Ramo ou que pode servir de referência para localizá-lo.

O número 0305 vem de 305b que é o código da guarita principal na planta baixa do campus, localizada na entrada do Campus do Pici na Av. Humberto Monte. Sendo este o local do início da via analisada.

6.4.2 A Divisão em Seções

A separação do Ramo da Avenida estudada em seus sub-trechos, conhecidos como seções, seguiu os critérios descritos em *USACE* (1982), detalhados no Capítulo 5.

- a) A Composição Estrutural: a via possui dois pavimentos distintos ao longo de sua extensão. Por esta razão foi escolhida para o levantamento dos dados de campo. Uma vez que seus diferentes tipos de pavimentos era um dos critérios relevante para a sub-divisão de seus trechos. A primeira parte de seu segmento é constituída de pavimento asfáltico, e a segunda executada com blocos de paralelepípedos.

O *Google Earth*, possibilitou a visualização da Avenida Andrade Furtado, em dois trechos distintos, demonstrados na Figuras 6.8 e 6.9 nas quais foi possível constatar as diferenças na composição estrutural do pavimento, pela simples observação das superfícies dos mesmos.

O trecho asfaltado, seção 01, possui 312m de extensão, o equivalente a 51,7% do trecho analisado, e 6,80m de largura média e pode ser observado na Figura 6.8.

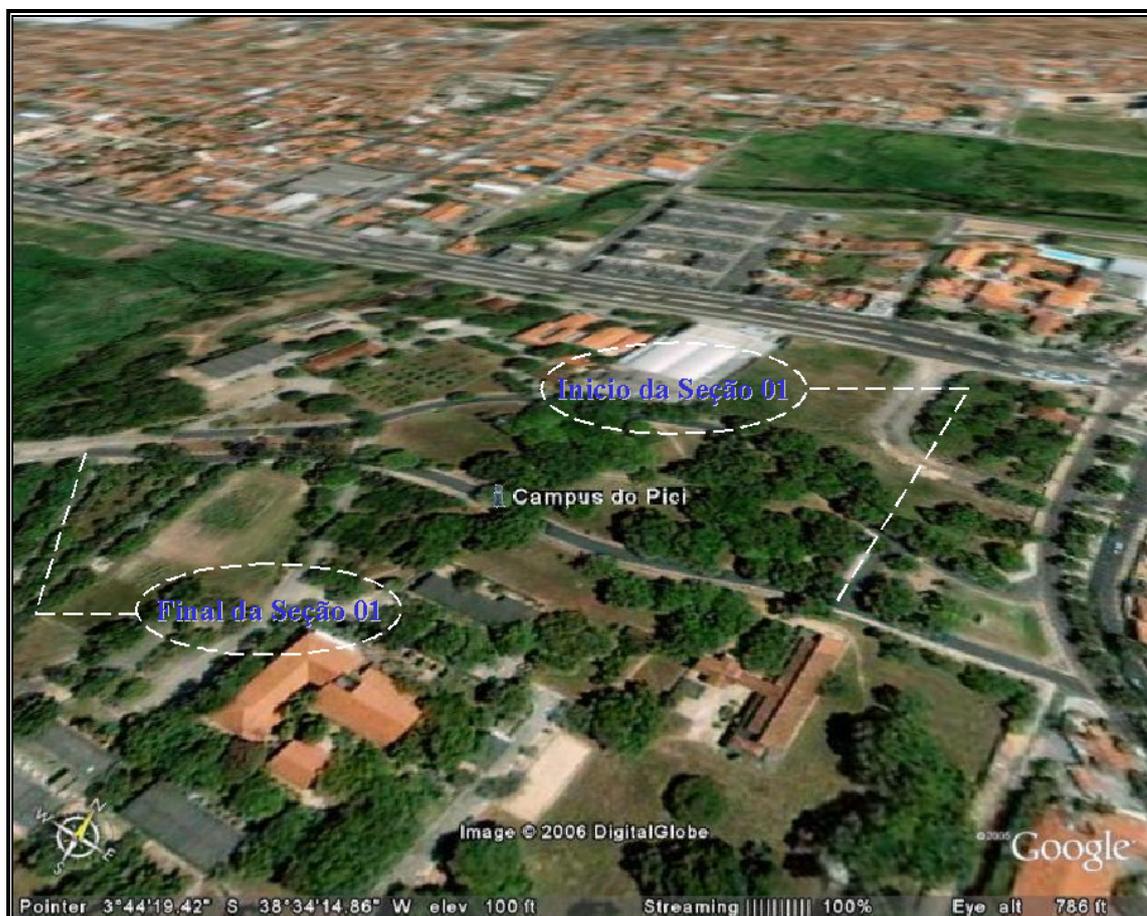


Figura 6.8: Fotografia do *Google Earth* da Seção em Revestimento Asfáltico

Da Figura 6.8, com os dados do software, foram obtidas as seguintes informações adicionais:

- as coordenadas geográficas do ponto “i”, visto na foto com a denominação de Campus do Pici, correspondente a 3° 44’ 19,42” S e 38° 34’ 14,86” O;
- a altitude do ponto “i”, igual a 100ft ou 30,0m;
- a altura em que foi capturada esta foto, igual a 786ft ou 235,8m.

Já o trecho calçado com paralelepípedos, seção 02, possui 292m de comprimento, ou seja, 48,3% da extensão em estudo, e 6,30m de largura média, podendo ser visto na Figura 6.9.



Figura 6.9: Fotografia do *Google Earth* da Seção com Revestimento em Paralelepípedos.

Da Figura 6.9 foram obtidas as seguintes informações adicionais:

- as coordenadas geográficas do ponto “i”, visto na foto com a denominação de Campus do Pici, correspondentes a 3° 44’ 24,20” S e 38° 34’ 25,01” O;
- a altitude do ponto “i”, igual a 54ft ou 16,2m;
- a altura em que foi capturada esta foto, igual a 520ft ou 156m.

Os dois trechos detalhados visualmente pelo *software Google Earth*, apresentam características diferentes em seus revestimentos, conforme ilustra a Figura 6.10, ao separar os pavimentos detalhados, para os dois trechos de análise proporcionados pelo critério da composição estrutural.

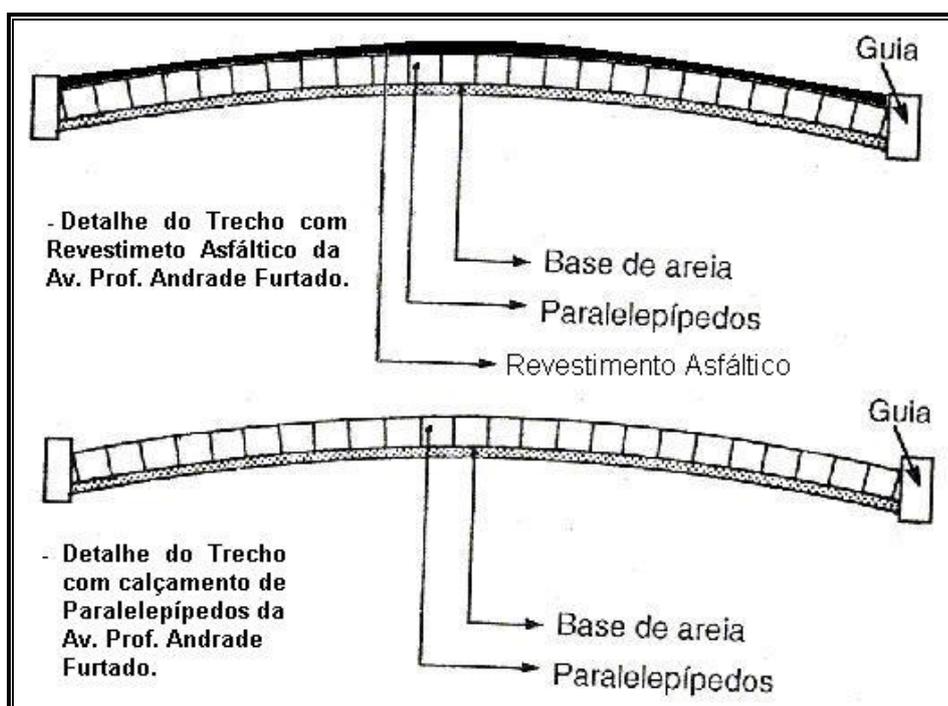


Figura 6.10: Esquema das Seções dos Pavimentos da Avenida em Análise

O ponto exato da separação das duas seções é observado na Figura 6.11, onde se percebe o termino da área em revestimento asfáltico e o início do trecho calçado com paralelepípedos.



Figura 6.11: Local de Separação entre Seção 01 e 02.

b) O Histórico da Construção

Os trechos analisados possuem pequena extensão, e quando são recuperadas, estas atividades se fazem em sua extensão integral, o que não permite que haja subdivisões extras, em outras seções, em função deste pré-requisito.

c) O Tráfego no Local

Por se tratar de uma avenida específica e de um trecho de pequena extensão com aproximadamente 604m de comprimento, considerou-se que o tráfego no local fosse o mesmo em toda a extensão da via.

d) A Condição do Pavimento

Após uma inspeção visual, preliminar, da via em questão constatou-se que a condição do pavimento é uniforme ao longo do trecho estudado, não necessitando de subdivisões extras, em outras seções, além das já existentes, em função deste pré-requisito específico.

e) A Hierarquia das Vias

Por se tratar de uma avenida específica, não se considerou a hierarquia entre vias neste caso. A hierarquização seria definida em função dos tipos de vias existentes: expressas, arteriais, coletoras e locais, nesta seqüência de priorização, conforme AASHTO (1994).

f) A Drenagem no Local

O trecho asfaltado, não possui instalações de drenagem para a coleta das águas provenientes da chuva, por ser muito íngreme, a água não encontra dificuldades para escoar naquele segmento, não havendo, portanto necessidade dessa infraestrutura no segmento em questão, pois a drenagem ocorre por gravidade, conforme indica a Figura 6.12.



Figura 6.12: Drenagem no Trecho Asfaltado

O trecho calçado com paralelepípedos situado em frente à Lagoa da Agronomia, possui instalações para drenagem em toda a extensão avaliada, onde a cada 41m de distância existem bueiros para a drenagem das águas, conforme exibe a Figura 6.13.



Figura 6.13: Drenagem no Trecho Calçado com Paralelepípedos

Neste caso, pode-se apenas utilizar a mesma separação em dois segmentos proporcionada pelo critério da composição estrutural.

g) A Área de Teste

Na avenida, em estudo, não está sendo testado nenhum material especial de pavimentação sendo todo o revestimento utilizado homogêneo.

Por todos os critérios analisados para se separar as seções do ramo Andrade Furtado, chegou-se à conclusão que o ramo em questão possui duas seções distintas e homogêneas.

6.4.3 A Divisão em Unidades de Amostra

O primeiro trecho a ser dividido em unidades de amostra (UA) é a seção 01, referente ao segmento homogêneo, com revestimento asfáltico.

Segundo *USACE* (1982), a área média de avaliação para uma unidade de amostra é de aproximadamente 2.500ft^2 , o equivalente a 225m^2 , o que resulta em uma

seção que possui $2.121,60\text{m}^2$, 312m de extensão por 6,8m de largura, em um número de UA correspondente a nove (09).

Como este pavimento não sofreu uma análise anterior, não se possui registros sobre a taxa de variação do PCI, nesta seção, portanto, adota-se o recomendado em *USACE* (1982) para pavimentos asfálticos, a taxa de variação do PCI igual a 25.

Da Figura 5.4, no capítulo 5, obtém-se que, para uma variação de PCI igual a 25 e um número de 09 unidades de amostra, devem ser pesquisadas ao todo cinco (05) UA, sendo que a primeira a ser pesquisada deve ser escolhida aleatoriamente e as demais devendo ser pesquisadas em intervalos constantes.

Aleatoriamente, foi escolhida a primeira UA a ser pesquisada, portanto, as demais devem ser espaçadas uniformemente até se completar o total a ser avaliado, conforme ilustra a Figura 6.14.

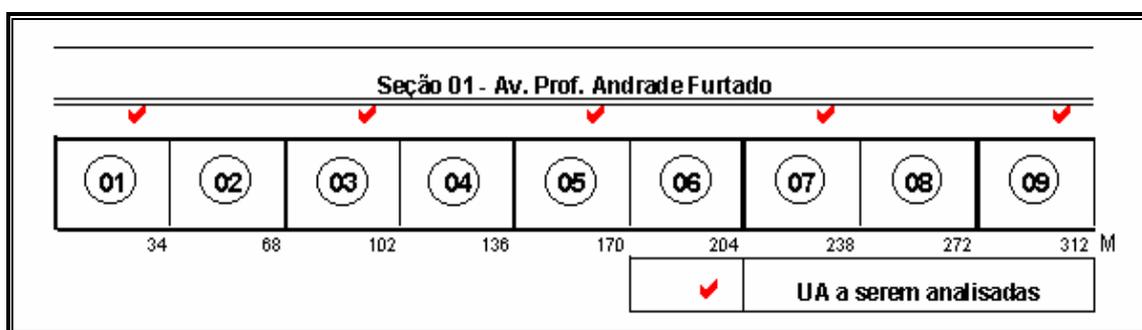


Figura 6.14: Seleção das Unidades de Amostra (UA) da Seção 01

O trecho seguinte, a ser dividido em unidades de amostra (UA), é a seção 02, referente ao segmento calçado com pedras poliédricas, para uma seção que possui $1.839,60\text{m}^2$, 292m de extensão por 6,3m de largura, o número de UA resultantes é de oito (08).

O pavimento, revestido com paralelepípedos, também nunca passou por uma análise anterior, não possuindo registros, portanto referentes à taxa de variação do PCI

em sua seção. Em *USACE* (1982) não existe recomendação para a taxa de variação do PCI a ser adotada em caso destes revestimentos. Razão pela qual procurou-se fazer uma adaptação desta metodologia, tendo como base o DNIT (2005a), onde os paralelepípedos são classificados como revestimentos flexíveis, na mesma categoria dos revestimentos asfálticos, e em uma categoria diferente dos pavimentos de concreto, que são considerados pavimentos rígidos.

USACE (1982), recomenda a variação na taxa de PCI de 25 para os revestimentos asfálticos e de 45 para os pavimentos de concreto. Portanto, adotou-se um meio termo entre estas duas definições, utilizando uma taxa de variação intermediária de 35 para o estudo inicial dos revestimentos em pedra poliédrica, valor que é superior ao dos pavimentos flexíveis, asfálticos, e inferior ao dos pavimentos rígidos.

Da Figura 5.4, obtém-se que, para uma variação de PCI igual a 35 e um número equivalente a 08 unidades de amostra, devem ser pesquisadas ao todo cinco (05) UA. Aleatoriamente, foi escolhida a primeira UA a ser pesquisada, sendo as demais ilustradas na Figura 6.15.

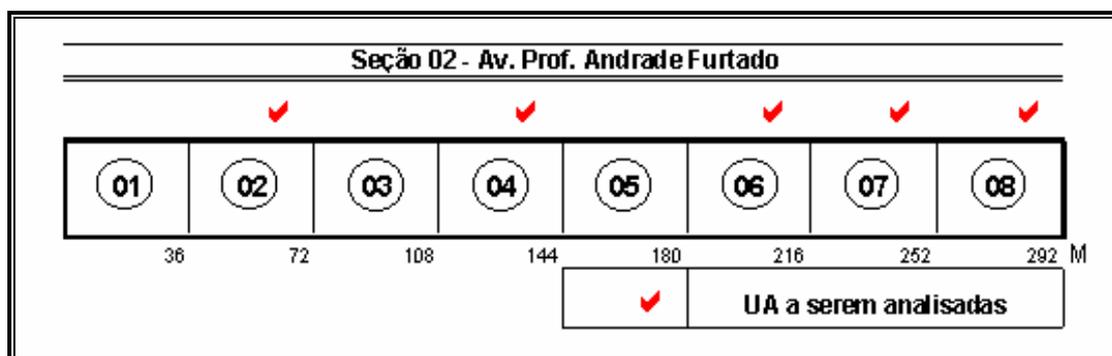


Figura 6.15: Seleção das Unidades de Amostra (UA) da Seção 02

6.5 RESULTADOS COLETADOS

Na identificação dos Ramos, foi preenchido o formulário de Registro de Identificação dos Ramos, Figura 6.16.

REGISTRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS RAMOS										
Adaptação do Manual TM 5-623 da USAACE (1982)										
REDE URBANA						DATA		Atualizações		Nº Total de Ramos
Código	Nome	Localização	Dia	Mês	Ano	1	2	3	4	
0, 0, 0, 0, 1	Rede Campus do Pici	Campus do Pici - UFC			06					001

Código do Ramo	Nome do Ramo	Função do Ramo	Número de Seções	Área do Ramo (m ²)
1 0 3 0 5	Ramo Andrade Furtado	Avenida	02	3.961,20

Figura 6.16: Registro de Identificação dos Ramos do Campus do Pici

A Tabela 6.1 Resume as informações coletadas, referentes às seções da área em estudo, apresentando a visão geral dos locais analisados.

Tabela 6.1: Quadro de Resumo das Seções do Campus do Pici

RESUMO DAS SEÇÕES DO CAMPUS DO PICI				
SEÇÕES	Largura Média (m)	Extensão (m)	Área (m ²)	Nº de UAs
01 – Trecho Asfaltado	6,80	312,00	2.121,60	09
02 – Trecho Calçado com Paralelepípedos	6,30	292,00	1.839,60	08
Total:		604,00	3.961,20	17

6.5.1 Resultados Coletados da Seção 01

Ao se coletar os dados da seção 01 em campo constatou-se que os defeitos existentes na UA 06 eram muito mais representativos para a seção 01 do que os existentes na UA 05, que deveria ser analisada inicialmente, portanto, procedeu-se à troca da UA 05 pela 06, permanecendo as outras Unidades de Amostra inalteradas na análise.

A Figura 6.17 exibe os defeitos encontrados na seção 01, para as 05 unidades de amostra pesquisadas, contendo suas respectivas severidades, quantidades e unidades de medição.

DEFEITOS (encontrados)	Severidade	SEÇÃO 01				
		UA 01	UA 03	UA 06	UA 07	UA 09
Trinca Longitudinal (m)	BAIXA	8,70	2,00	22,31	4,70	1,1
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	-	-	-
Trinca Transversal (m)	BAIXA	3,70	4,28	39,27	6,98	11,27
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	-	-	-
Trinca Diagonal (m)	BAIXA	-	-	4,47	-	-
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	-	-	-
Trinca em Blocos (m ²)	BAIXA	-	-	-	-	0,25
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	-	-	-
Afundamento Local (m ²)	BAIXA	0,25	4,48	-	-	-
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	-	-	-
Afundamento de Trilha de Roda (m ²)	BAIXA	-	-	-	-	2,11
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	-	-	-
Buracos (unidades)	BAIXA	-	-	-	-	01
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	01	-	-

Figura 6.17: Quadro de Defeitos da Seção 01

O esboço dos defeitos existentes nesta seção, para cada UA analisada, é exibido na Figura 6.18, sem escala definida, para que se possa ter a noção da posição dos defeitos ao longo da UA, conforme proposto em *USACE* (1982), que recomenda o esboço da UA em seus formulários de análise do pavimento.

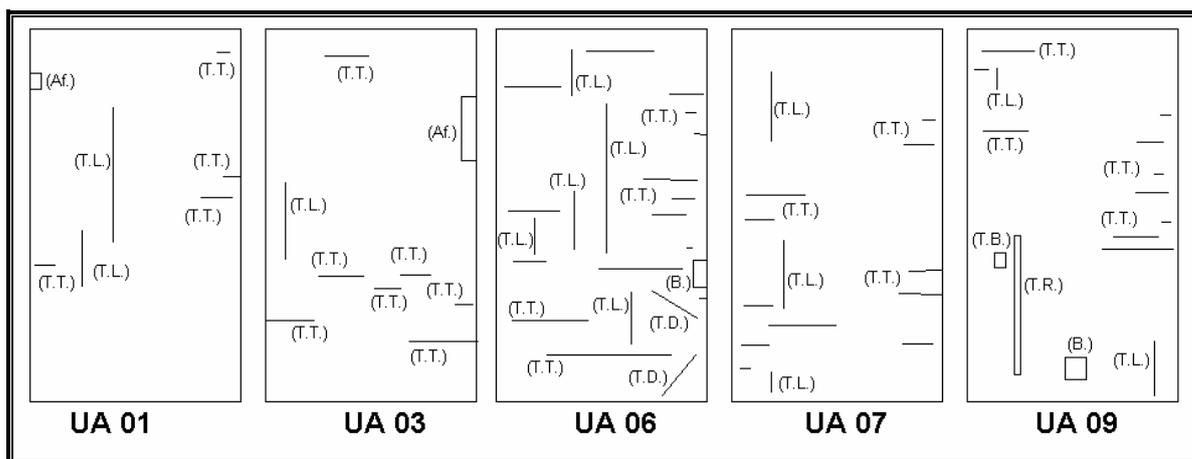


Figura 6.18: Esboço das UAs Analisadas da Seção 01

Os defeitos esboçados na Figura 6.18 obedecem a seguinte legenda descrita na Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Legenda dos Esboços dos Defeitos da Seção 01

LEGENDA DOS ESBOÇOS DOS DEFEITOS DA SEÇÃO 01 E FORMA DE MEDIÇÃO		
(T.T.)	Trinca Transversal	(m)
(T.L.)	Trinca Longitudinal	(m)
(T.D.)	Trinca Diagonal	(m)
(T.B.)	Trinca em Blocos	(m ²)
(Af.)	Afundamento Localizado	(m ²)
(B.)	Buraco ou Panela	(unid.)
(T.R.)	Afundamento em Trilha de Roda	(m ²)

Os defeitos mais comuns, da relação da Tabela 6.2, encontrados durante o levantamento da seção 01 foram:

- trinca transversal (T.T.), de baixa severidade vista na Figura 6.19.



Figura 6.19: Trincas Transversais da Seção 01

- trinca longitudinal (T.L.), de baixa severidade vista na Figura 6.20.



Figura 6.20: Trincas Longitudinais da Seção 01

O defeito mais grave encontrado na seção 01 foi um buraco de severidade alta, situado na extremidade da via, indicado na Figura 6.21 e no esboço da UA 06.



Figura 6.21: Buraco ou Panela da Seção 01.

6.5.2 Resultados Coletados da Seção 02

A Figura 6.22 exibe os defeitos encontrados na seção 02, para as 05 unidades de amostra analisadas, contendo suas respectivas severidades, quantidades e unidades de medição.

DEFEITOS (encontrados)	Severidade	SEÇÃO 02				
		UA 02	UA 04	UA 06	UA 07	UA 08
Afundamento Local (m ²)	BAIXA	2,22	7,82	2,08	1,20	3,69
	MÉDIA	28,38	16,21	2,20	52,30	57,07
	ALTA	-	-	-	-	-
Afundamento de Trilha de Roda (m ²)	BAIXA	3,50	13,99	5,01	-	-
	MÉDIA	-	-	-	-	-
	ALTA	-	-	-	-	-
Falha na Vedação (m ²)	BAIXA	-	-	-	-	-
	MÉDIA	-	-	-	0,31	-
	ALTA	-	-	-	-	-

Figura 6.22: Quadro de Defeitos da Seção 02

O esboço dos defeitos existentes nesta seção, para cada UA analisada, é exibido na Figura 6.23, sem escala, para que se possa ter a noção da posição dos defeitos ao longo da UA. Em *USACE* (1982), o esboço da UA avaliada é um dado relevante a análise do pavimento.

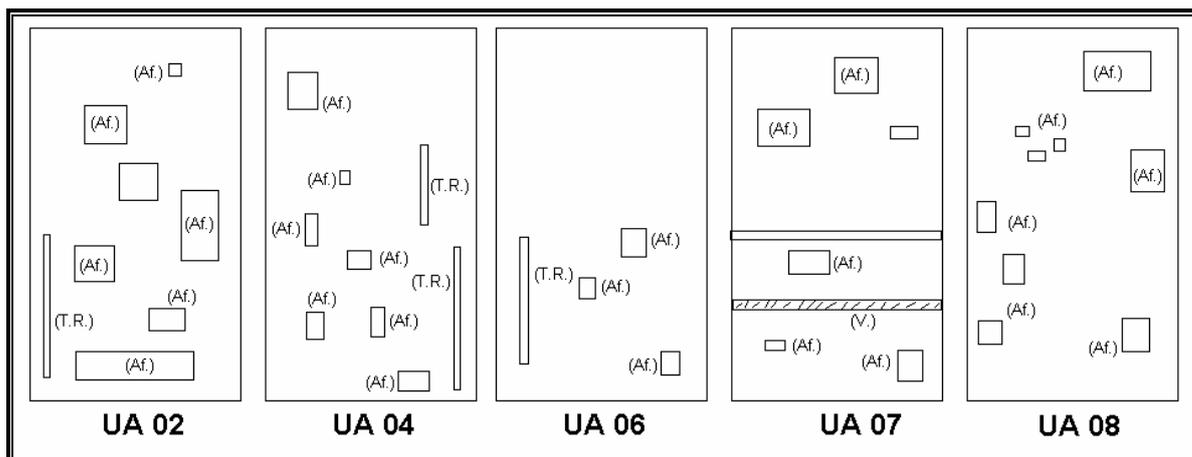


Figura 6.23: Esboço das UA's Analisadas da Seção 02

Os defeitos esboçados na Figura 6.23, que foram encontrados na análise do pavimento do Campus, obedecem a seguinte legenda descrita na Tabela 6.3:

Tabela 6.3: Legenda dos Esboços dos Defeitos da Seção 02

LEGENDA DOS ESBOÇOS DOS DEFEITOS DA SEÇÃO 02 E FORMA DE MEDIÇÃO		
(Af.)	Afundamento Localizado	(m ²)
(T.R.)	Afundamento em Trilha de Roda	(m ²)
(V.)	Falha na Vedação das Juntas da Ponte	(m ²)

O defeito mais comum, da relação da Tabela 6.3, que foi encontrado durante o levantamento da seção 02 é o afundamento localizado, observado na Figura 6.24.



Figura 6.24: Afundamento Localizado da Seção 02.

Um defeito específico da via analisada foi a falha na vedação da junta da ponte com o calçamento de paralelepípedos, vista em detalhe na Figura 6.25.



Figura 6.25: Falha na Vedação da Junta da Ponte com Calçamento

6.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados foi feita por seções em virtude da metodologia utilizada para a coleta dos dados nos dois trechos não ser a mesma, o levantamento no primeiro trecho se baseou na obtenção do PCI, segundo *USACE* (1982), para o segundo trecho, utilizou-se à adaptação do *USACE*, conforme DNIT (2005b), que prioriza a medição superficial dos defeitos do pavimento para uma classificação distinta conforme exposto no item 5.6.

6.6.1 Análise da Seção 01

Para facilitar as análises dos defeitos, encontradas na seção 01 e exibidas nas Figuras 6.26 a 6.28, estes defeitos foram separados por grupos para que pudesse se verificar em qual das UAs verificadas existem as suas maiores incidências.

Na seção 01 foram catalogadas 13 trincas longitudinais, todas de baixa severidade, ao longo das UA's analisadas, cuja extensão total e respectiva localização são mostradas na Figura 6.26.

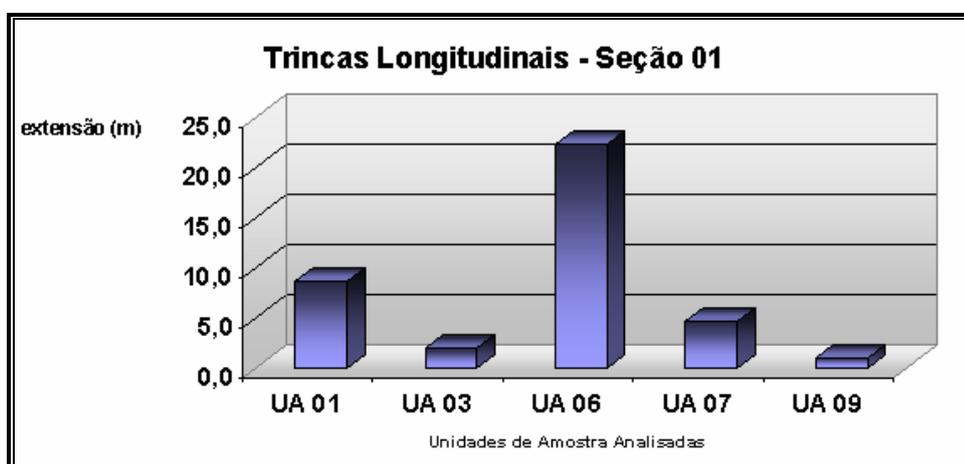


Figura 6.26: Trincas Longitudinais na Seção 01

Na seção 01 foram catalogadas 47 trincas transversais, todas com baixa severidade, ao longo das UAs analisadas, cuja extensão total e respectiva localização são mostradas na Figura 6.27.

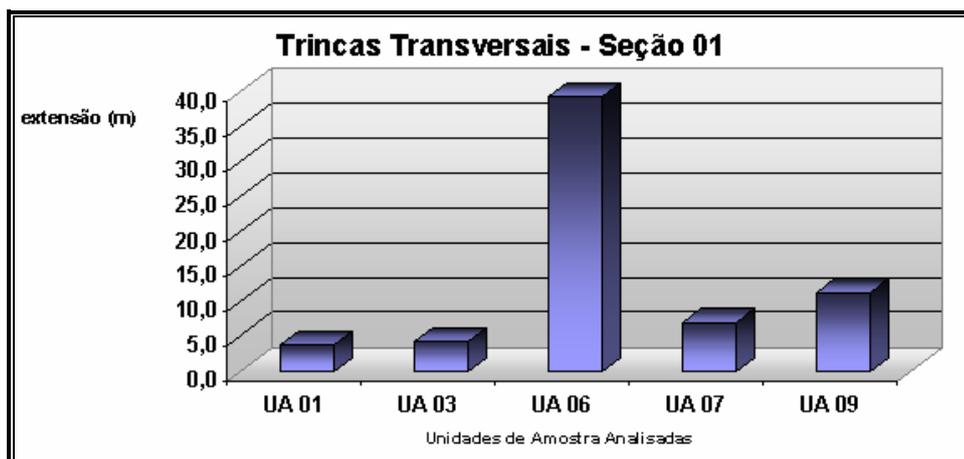


Figura 6.27: Trincas Transversais na Seção 01

Só foram registradas trincas diagonais na sexta unidade de amostra, no total de duas, como se pode observar na Figura 6.28 a extensão total delas.

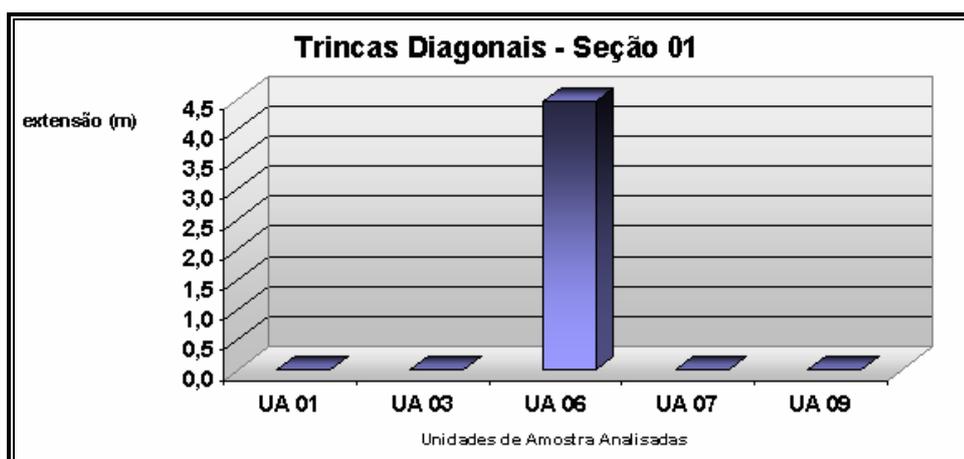


Figura 6.28: Trincas Diagonais na Seção 01

Dos dados coletados em campo, percebe-se que a maior parte das trincas encontradas na seção 01 é do tipo Transversal, com 60% das ocorrências, como pode ser vista na Figura 6.29.

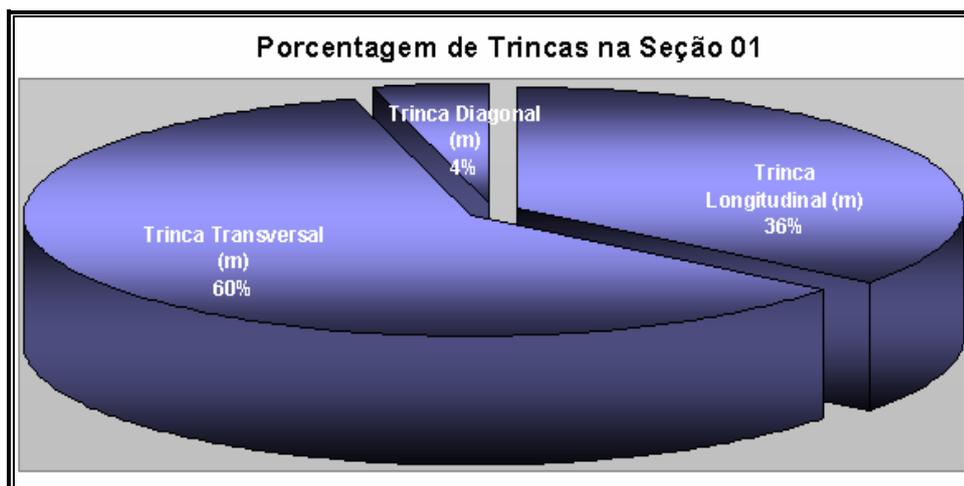


Figura 6.29: Percentual de Trincas na Seção 01

O trincamento em blocos não é medido pela sua extensão, segundo *USACE* (1982), mas sim pela sua área, em m^2 . A Figura 6.30 fornece a representação das suas ocorrências na seção 01, registrada apenas na nona unidade de amostra em uma única ocorrência de baixa severidade.

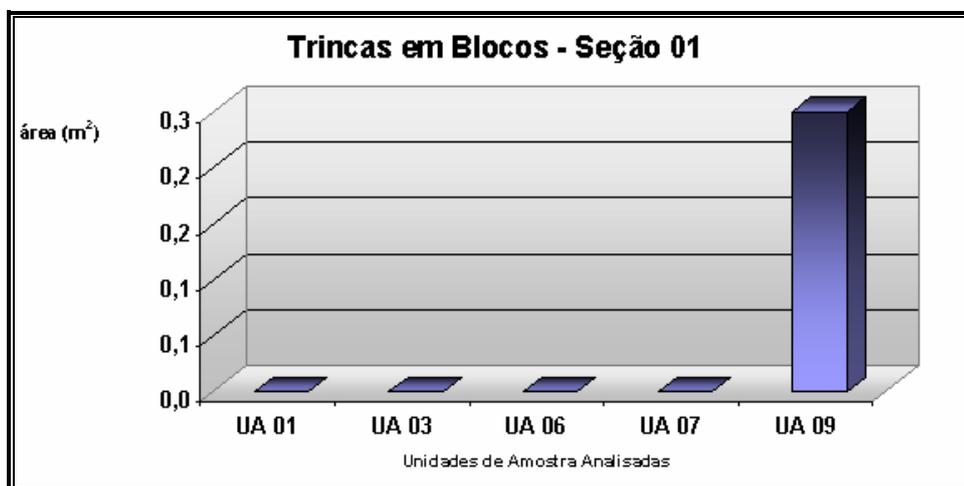


Figura 6.30: Trincas em Blocos na Seção 01

Na seção 01 foram encontrados dois afundamentos locais no pavimento, com baixa severidade, e localizados nas UAs 01 e 03, cuja área total é mostrada na Figura 6.31.

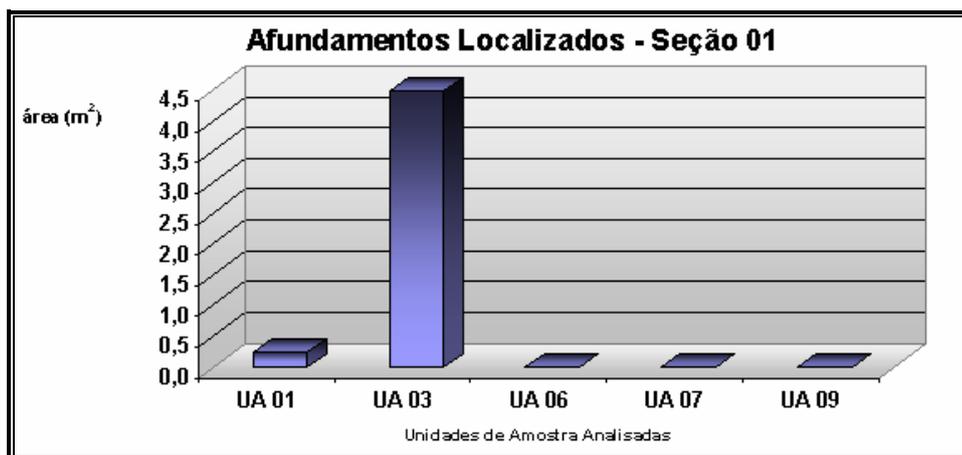


Figura 6.31: Afundamento Localizado na Seção 01

Na seção 01 foi registrado um afundamento de trilha de roda no pavimento, com baixa severidade, localizada nas UA 09, cuja área total é mostrada na Figura 6.32.

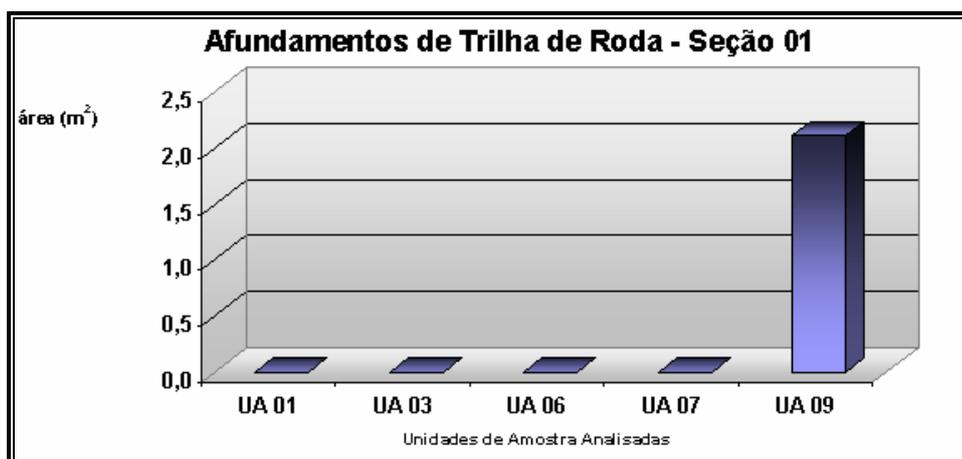


Figura 6.32: Afundamento de Trilha de Roda na Seção 01

Na seção 01 foram localizados dois buracos nas UAs 06 e 09, com alta e baixa severidade respectivamente, cuja ocorrência é mostrada na Figura 6.33.

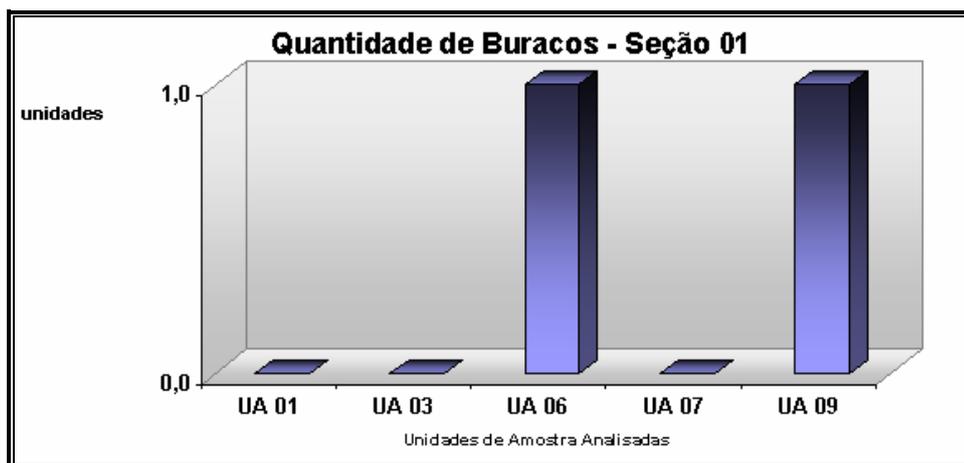


Figura 6.33: Buracos na Seção 01

O cálculo do PCI para a seção 01 é feito calculando-se inicialmente o seu valor em cada UA analisada na seção, cujos valores são encontrados nas Tabelas 6.4 a 6.8.

A Tabela 6.4 exhibe o cálculo do PCI para a primeira UA analisada, a UA 01.

Tabela 6.4: PCI da UA 01 da Seção 01

CÁLCULO DO PCI			
Seção 01 – UA 01		Área da UA:	231 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor</i>	<i>Densidade</i>	<i>Valor deduzido</i>
T.L. (B)	8,70m	3,76	08
T.T. (B)	3,70m	1,60	03
Af. (B)	0,25m ²	0,11	04
q = 1	Valor Deduzido Total (VDT)		15
Valor Deduzido Corrigido (VDC)			15
PCI (UA 01)			85
CLASSIFICAÇÃO			EXCELENTE

A Tabela 6.5 exhibe o cálculo do PCI para a segunda UA analisada, a UA 03.

Tabela 6.5: PCI da UA 03 da Seção 01

CÁLCULO DO PCI			
Seção 01 – UA 03		Área da UA:	231 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor</i>	<i>Densidade</i>	<i>Valor deduzido</i>
T.L. (B)	2,00m	0,87	01
T.T. (B)	4,28m	1,85	04
Af. (B)	4,48m ²	1,94	06
q = 1	Valor Deduzido Total (VDT)		11
Valor Deduzido Corrigido (VDC)			11
PCI (UA 01)			89
CLASSIFICAÇÃO			EXCELENTE

A Tabela 6.6 exibe o cálculo do PCI para a terceira UA analisada, a UA 06.

Tabela 6.6: PCI da UA 06 da Seção 01

CÁLCULO DO PCI			
Seção 01 – UA 06		Área da UA:	231 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor</i>	<i>Densidade</i>	<i>Valor deduzido</i>
T.L. (B)	22,31m	9,65	16
T.T. (B)	39,27m	16,99	22
T.D.(B)	4,47m	1,93	04
B. (A)	01unid.	0,43	88
q = 3	Valor Deduzido Total (VDT)		130
Valor Deduzido Corrigido (VDC)			77
PCI (UA 01)			23
CLASSIFICAÇÃO			MUITO POBRE

A Tabela 6.7 exibe o cálculo do PCI para a quarta UA analisada, a UA 07.

Tabela 6.7: PCI da UA 07 da Seção 01

CÁLCULO DO PCI			
Seção 01 – UA 07		Área da UA	231 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor</i>	<i>Densidade</i>	<i>Valor deduzido</i>
T.L. (B)	4,70m	2,03	04
T.T. (B)	6,98m	3,02	07
q = 1	Valor Deduzido Total (VDT)		11
Valor Deduzido Corrigido (VDC)			11
PCI (UA 01)			89
CLASSIFICAÇÃO			EXCELENTE

A Tabela 6.8 exibe o cálculo do PCI para a quinta UA analisada, a UA 09.

Tabela 6.8: PCI da UA 09 da Seção 01

CÁLCULO DO PCI			
Seção 01 – UA 09		Área da UA:	272 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor</i>	<i>Densidade</i>	<i>Valor deduzido</i>
T.L. (B)	1,10m	0,40	00
T.T. (B)	11,27m	4,14	09
T.B.(B)	0,25m ²	0,09	00
T.R. (B)	2,11m ²	0,78	06
B. (B)	01unid.	0,37	41
q = 3	Valor Deduzido Total (VDT):		56
Valor Deduzido Corrigido (VDC):			34
PCI (UA 01):			66
CLASSIFICAÇÃO:			BOM

A Tabela 6.9 exibe o cálculo do PCI para a seção 01 apresentando também a prioridade de intervenção das UAs analisadas.

Tabela 6.9: PCI da Seção 01

CÁLCULO DO PCI			
Seção 01	PCI (Seção)	70	
Condição da Seção		MUITO BOM	
Unidades de Amostra	PCI (UA)	Condição (UA)	Prioridade de Intervenção nas UA's
UA 01	85	EXCELENTE	3°
UA 03	89	EXCELENTE	4°
UA 06	23	MUITO POBRE	1°
UA 07	89	EXCELENTE	4°
UA 09	66	BOM	2°

A prioridade de intervenção e o cálculo do PCI são feitos para seções, segundo *USACE* (1982). Como só existe uma seção calculada pelo método do PCI, demonstrar-se-á o critério de priorização da Metodologia *Paver*, *USACE* (1982), nas UA's da seção 01.

Esta demonstração indica que as UAs que apresentam o pior estado de conservação, o equivalente ao valor do PCI mais baixo, devem passar primeiro por uma intervenção em seu pavimento, o mesmo critério pode ser aplicado no caso das avaliações das seções em um ramo ou em uma rede urbana inteira.

A Figura 6.34 apresenta graficamente o valor do PCI para cada UA analisada, para que se tenha a noção exata do estado de conservação, apresentado na Tabela 6.7, para a seção 01 do ramo Andrade Furtado, o complemento necessário para se atingir a condição de pavimento “excelência” ou “ausência de defeitos” na seção pode ser visualizado como o volume vazio da Figura 6.34.

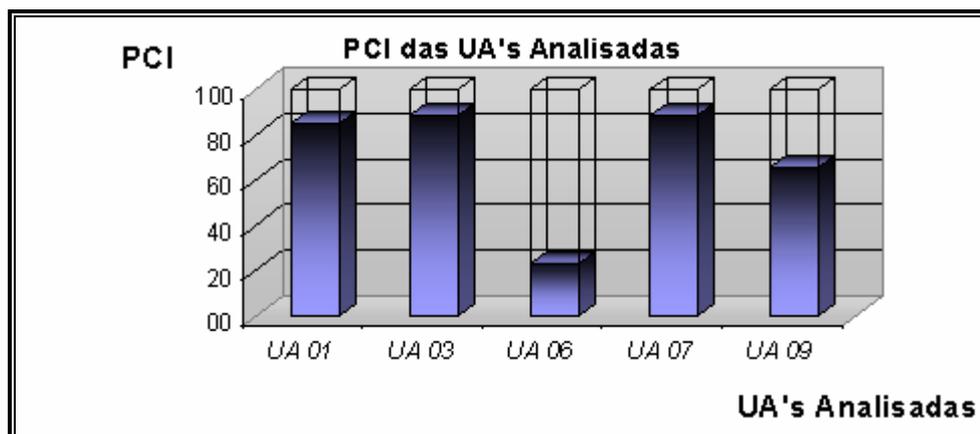


Figura 6.34: PCI das UAs da seção 01

6.6.2 Análise da Seção 02

Segundo a proposta de adaptação da Metodologia *Paver*, os defeitos a serem avaliados no calçamento de paralelepípedos se enquadram em três categorias; defeitos, rugosidades e degradações.

Para facilitar a análise dos defeitos encontrados na seção, estes foram sub-divididos em categorias específicas aquelas similares aos defeitos existentes nos pavimentos asfálticos, no que couber a associação, e aqueles associados às degradações e rugosidades, caso existam, foram registradas neste estudo.

Os defeitos, medidos na seção 02, foram exibidos nas Figuras 6.35 a 6.37 separados por grupos, com o objetivo de se verificar em qual das UAs analisadas existem as suas maiores concentrações.

Na seção 02 foram catalogados 32 afundamentos localizados, com baixas e médias severidades, ao longo das UAs analisadas, cuja área total e respectiva localização são mostradas na Figura 6.35.

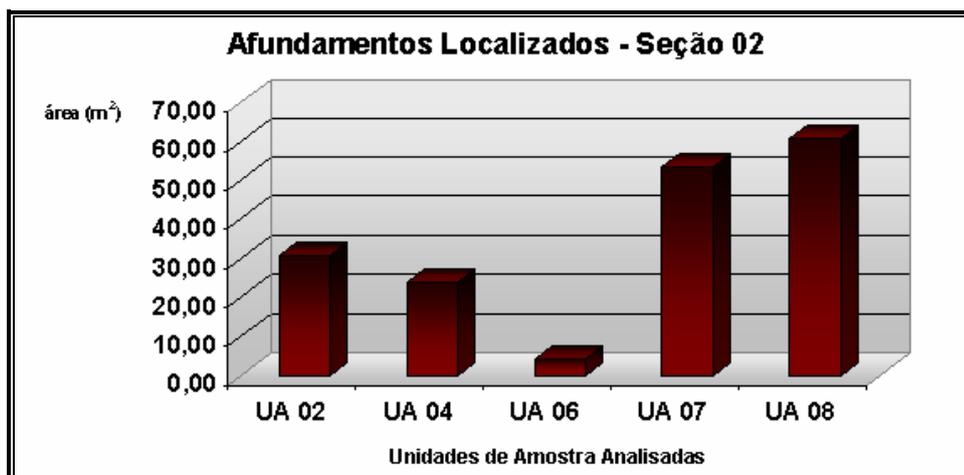


Figura 6.35: Afundamento Localizado na Seção 02

Na seção 02 foram catalogados 04 afundamentos de trilha de roda, com baixa severidade, ao longo das UAs analisadas, cuja área total e respectiva localização são mostradas na Figura 6.36.

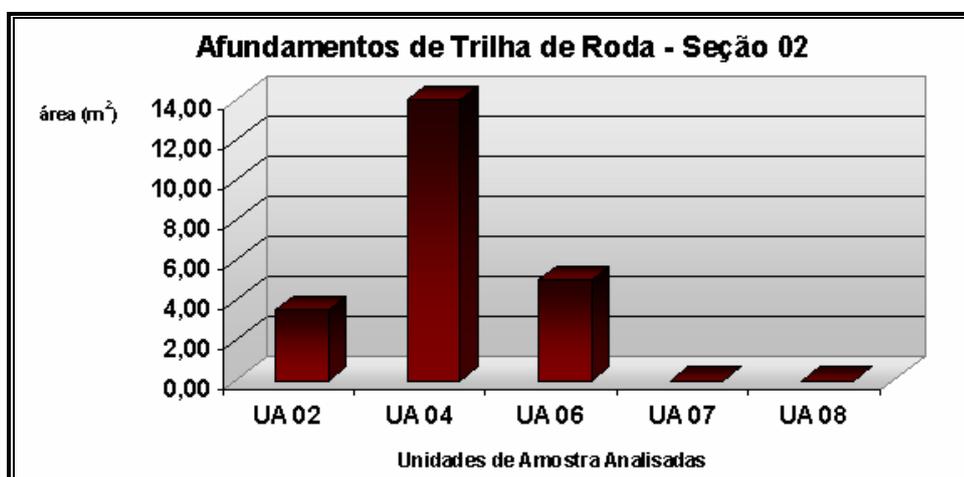


Figura 6.36: Afundamento de Trilha de Roda na Seção 02

Na seção 02, UA 07, percebeu-se que no encontro da ponte da Avenida Andrade Furtado com o calçamento de paralelepípedos existem problemas na junção das duas estruturas com o afastamento das mesmas, sendo este defeito indicado na Figura 6.37.

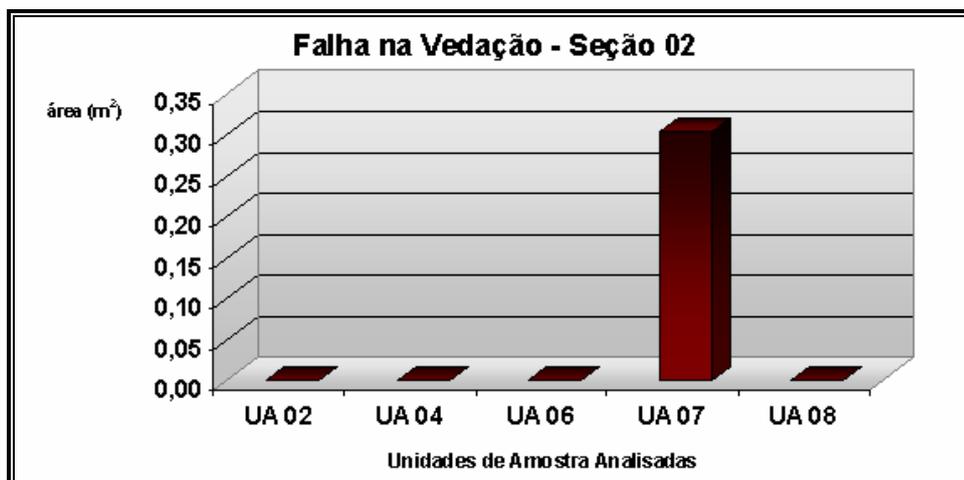


Figura 6.37: Falha na Vedação na Seção 02

O cálculo da condição do calçamento em pedra poliédrica para a seção 02 é feito calculando-se inicialmente o estado de cada UA analisada na seção, cujos valores são encontrados nas Tabelas 6.10 a 6.14.

A Tabela 6.10 exibe o cálculo da condição do calçamento para a primeira UA analisada, a UA 02.

Tabela 6.10: Condição da UA 02 da Seção 02

CÁLCULO DA CONDIÇÃO DO CALÇAMENTO		
SEÇÃO 02 - UA 02	Área da UA	227 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor (m²)</i>	<i>% da Área da UA afetado</i>
Af. (B)	2,22	1,0%
Af. (M)	28,38	12,5%
T.R. (B)	3,5	1,5%
% COMPROMETIDO TOTAL		15,0%
CLASSIFICAÇÃO		REGULAR

A Tabela 6.11 exibe o cálculo da condição do calçamento para a segunda UA analisada, a UA 04.

Tabela 6.11: Condição da UA 04 da Seção 02

CÁLCULO DA CONDIÇÃO DO CALÇAMENTO		
SEÇÃO 02 - UA 04	Área da UA	227 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor (m²)</i>	<i>% da Área da UA afetado</i>
Af. (B)	7,82	3,4%
Af. (M)	16,21	7,1%
T.R. (B)	13,99	6,2%
% COMPROMETIDO TOTAL		16,8%
CLASSIFICAÇÃO		PÉSSIMO

A Tabela 6.12 exibe o cálculo da condição do calçamento para a terceira UA analisada, a UA 06.

Tabela 6.12: Condição da UA 06 da Seção 02

CÁLCULO DA CONDIÇÃO DO CALÇAMENTO		
SEÇÃO 02 - UA 06	Área da UA	227 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor (m²)</i>	<i>% da Área da UA afetado</i>
Af. (B)	2,08	0,9%
Af. (M)	2,20	1,0%
T.R. (B)	5,01	2,2%
% COMPROMETIDO TOTAL		4,1%
CLASSIFICAÇÃO		BOM

A Tabela 6.13 exibe o cálculo da condição do calçamento para a quarta UA analisada, a UA 07.

Tabela 6.13: Condição da UA 07 da Seção 02

CÁLCULO DA CONDIÇÃO DO CALÇAMENTO		
SEÇÃO 02 - UA 07	Área da UA	227 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor (m²)</i>	<i>% da Área da UA afetado</i>
Af. (B)	1,20	0,5%
Af. (M)	52,30	23,1%
V. (M)	0,31	0,1%
% COMPROMETIDO TOTAL		23,7%
CLASSIFICAÇÃO		PÉSSIMO

A Tabela 6.14 exibe o cálculo da condição do calçamento para a quinta UA analisada, a UA 08.

Tabela 6.14: Condição da UA 08 da Seção 02

CÁLCULO DA CONDIÇÃO DO CALÇAMENTO		
SEÇÃO 02 - UA 08	Área da UA	252 m ²
<i>Defeitos</i>	<i>Valor (m²)</i>	<i>% da Área da UA afetado</i>
Af. (B)	3,69	1,5%
Af. (M)	57,07	22,6%
% COMPROMETIDO TOTAL		24,1%
CLASSIFICAÇÃO		PÉSSIMO

A Tabela 6.15 demonstra o cálculo da condição da análise superficial do calçamento em pedra poliédrica feito para a seção 02 apresentando também a prioridade de intervenção das UAs analisadas.

Tabela 6.15: Condição do Calçamento da Seção 02

CONDIÇÃO DO CALÇAMENTO DA SEÇÃO 02			
Seção 02		% Defeitos na Área (Seção)	16,7%
Condição da Seção			PÉSSIMO
Unidades de Amostra	% de Defeitos na Área da UA	Condição da UA	Prioridade de Intervenção nas UA's
UA 02	15,0%	REGULAR	4°
UA 04	16,8%	PÉSSIMO	3°
UA 06	4,1%	BOM	5°
UA 07	23,7%	PÉSSIMO	2°
UA 08	24,1%	PÉSSIMO	1°

A prioridade de intervenção e o cálculo da condição superficial são feitos para as seções do calçamento, conforme a adaptação proposta a metodologia *Paver*, aqui demonstramos o critério de priorização desta adaptação nas UAs da seção 02.

Esta demonstração indica que as UAs que apresentam o pior estado de conservação devem passar primeiro por uma intervenção em seu calçamento, o mesmo sendo aplicado ao caso das avaliações das seções de um calçamento em pedra poliédrica.

A Figura 6.38 apresenta graficamente o valor da condição superficial para cada UA analisada, do calçamento em pedra poliédrica, para que se tenha a noção exata do estado de conservação, apresentado na Tabela 6.15, para a seção 02 do ramo Andrade Furtado, o complemento necessário para se atingir a condição de “ausência de defeitos” na seção pode ser visualizado como o volume vazio da Figura 6.38.

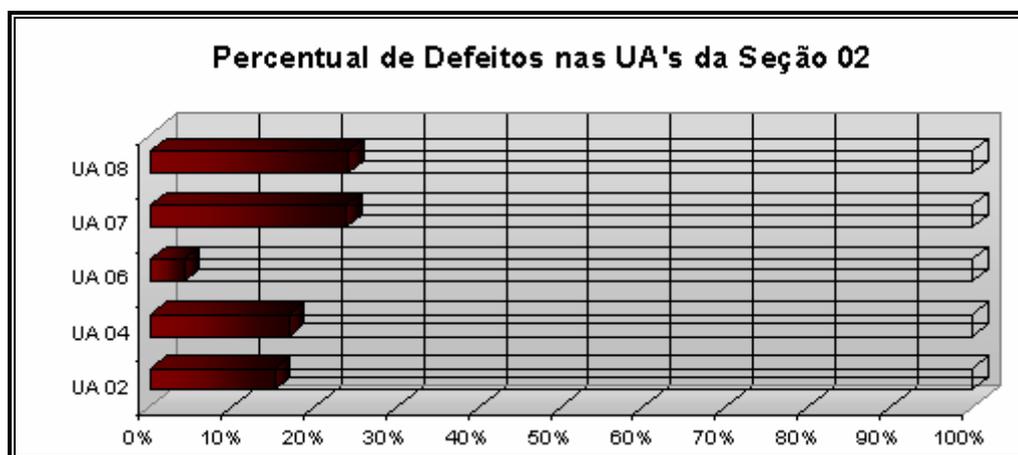


Figura 6.38: Condição Superficial do Calçamento da Seção 02.

6.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões referentes ao estudo de caso e ao uso da metodologia *Paver*, referentes às dificuldades de aplicação, as adaptações realizadas neste estudo e as recomendações para futuras pesquisas estão descritas no Capítulo 7.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este Capítulo fornece as conclusões e sugestões obtidas a partir da análise dos dados de campo e da aplicação do *Paver* e suas adaptações.

7.2 CONCLUSÕES

7.2.1 Conclusões do Estudo de Caso da Seção 01

As conclusões obtidas usando a metodologia *paver* a partir do estudo de caso do Campus do Pici para a análise da seção 01 asfaltada são:

- os defeitos existentes no pavimento asfáltico eram em sua grande maioria fissuras de baixa severidade, provocando pouco impacto no cálculo do PCI, resultando em uma condição classificada como “excelente” para algumas UAs analisadas, sendo este o caso das unidades de amostra 01, 03 e 07;
- duas UAs apresentaram buracos ou panelas, em sua área de análise, para o pavimento asfáltico causando uma queda considerável no índice do PCI que influenciou de forma negativa, a classificação resultante da condição do pavimento, “muito pobre” para a UA 06 e “bom” para a UA 09.
- uma das UAs analisadas, a UA 06 foi classificada como “muito pobre” pela análise do PCI e apresentou uma necessidade mais imediata de intervenção;
- a UA 06 é um trecho de subida da seção 01, onde os veículos fazem um esforço maior de tração resultando no aparecimento de um número maior de defeitos;
- a condição da seção 01 foi classificada como sendo “muito bom” com o valor do PCI igual a 70, obtido pela média aritmética das UAs analisadas.

7.2.2 Conclusões do Estudo de Caso da Seção 02

As conclusões obtidas a partir do estudo de caso do Campus do Pici para a análise da seção 02 em paralelepípedos, baseadas na adaptação da metodologia *Paver*, são:

- a maior parte dos defeitos existentes na seção 02 eram afundamentos localizados no calçamento, cuja severidade foi considerada em função da sua área no pavimento;
- o calçamento em paralelepípedo apresentava-se com uma maior área superficial comprometida se comparada com a seção 01, porém não foi possível comparar a condição dos dois pavimentos, pois estes foram analisados segundo diferentes critérios;
- a condição da seção 02 para a análise superficial dos defeitos em seu calçamento, segundo a adaptação do *Paver*, resultou na classificação do pavimento como sendo “Péssimo” por apresentar uma área superficial comprometida acima de 15%.
- a seção 02 apresentou 16,7% de sua área superficial comprometida com defeitos, degradações ou rugosidades calculados pela média aritmética das UAs analisadas.
- a UA 08 foi a mais afetada com 24,1% de comprometimento de sua superfície e a UA 06 a de melhor estado com 4,1% de área afetada sendo classificada com uma condição “boa”.
- foram ao todo 03 UA’s analisadas com a classificação de “péssimo” segundo o critério do *Paver* modificado, o equivalente a 60% das UAs analisadas, sendo este o caso das unidades de amostra 04, 07 e 08.
- a UA 02 foi classificada como regular por se encontrar exatamente com 15% de comprometimento superficial.

7.2.3 Conclusões da Metodologia Paver e Adaptações

As conclusões em relação à aplicação da Metodologia *Paver* e adaptações para a análise de vias urbanas são feitas a seguir:

- a metodologia *Paver* é um procedimento de fácil execução, capaz de ser realizado por dois pesquisadores ao se fazer o levantamento e registro dos defeitos existentes no Ramo Andrade Furtado, com 604m de extensão, já descrito no Estudo de Caso;
- a metodologia *Paver* é muito completa na caracterização dos defeitos dos pavimentos asfálticos e de concreto, relacionando todas as ocorrências de situações que ocorram nos pavimentos compostos por estes materiais;
- a metodologia *Paver* não apresenta a possibilidade de analisar pavimentos em paralelepípedo, sendo necessária o desenvolvimento da adaptação descrita no Capítulo 5;
- a adaptação desenvolvida se mostrou de fácil execução a medida em que a análise dos defeitos era obtida através da determinação da área destes, de uma forma similar a medição dos defeitos para o cálculo do PCI, porém sem uso de ábacos e ou valores deduzidos e corrigidos;
- o cálculo da condição do pavimento, como proposto em DNIT (2005b), utilizado na adaptação do estudo, é de maior agilidade se comparado com a proposta do *USACE* (1982), uma vez que *Usace* faz uso de ábacos e correções de valores para se atingir o resultado final, diferente do DNIT (2005b) que fornece a classificação diretamente pela área afetada;
- a metodologia *Paver* embora completa na análise dos defeitos dos pavimentos asfálticos e de concreto não leva em conta a localização deste defeito na área do pavimento, onde defeitos localizados no acostamento recebem a mesma importância para o cálculo do PCI que defeitos localizados bem no eixo da via;

- a metodologia Paver só leva em consideração para o cálculo do PCI a condição superficial do pavimento, deixando de lado a classificação das vias e suas importâncias para a economia da cidade ou para a sociedade local.
- o critério de priorização baseado unicamente na condição do pavimento, determinada pelo índice do PCI, pode ser um parâmetro insuficiente para se determinar a ordem de intervenções nos pavimentos urbanos.

7.3 SUGESTÕES

7.3.1 Sugestões para Pesquisas Futuras

As sugestões para a seqüência de trabalhos e prosseguimento deste estudo das vias urbanas são feitas a seguir:

- analisar uma rede urbana maior para se testar uma quantidade maior de situações e cenários diferentes daqueles do ramo Andrade Furtado do Campus do Pici;
- desenvolver ábacos para serem utilizados na avaliação dos calçamentos de paralelepípedos, nos moldes dos apresentados por *USACE* (1982), para a análise dos defeitos nos pavimentos asfálticos e de concreto;
- vetorizar os ábacos de análise dos pavimentos para que se possa obter as equações que representem com fidelidade as curvas existentes nestes para cada tipo de defeito analisado;
- estudar detalhadamente o esquema de priorização das intervenções nas seções dos ramos da rede urbana, para fundamentá-los em outros parâmetros além do valor do PCI, que aborda unicamente a condição do pavimento, em si, sem levar em consideração a classe da via, sua importância social ou econômica;
- estudar propostas de soluções de conservação e manutenção para solucionar os problemas localizados na malha viária urbana pela metodologia do *USACE* e sua adaptação;

- criar um banco de dados capaz de registrar todos os defeitos relativos à malha viária urbana de uma grande cidade, como passo para a geração de um Sistema de Gerência de Pavimentos eficaz;
- utilizar as equações obtidas dos ábacos do *USACE* (1982) através da vetorização em um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) para se obter o diagnóstico automático do PCI da seção analisada, fornecendo as prioridades de intervenção para as seções da rede urbana e apresentando soluções propostas para cada situação enfrentada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (1986) – *Guide for Design of Pavement Structures* — 1986. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- AASHTO (1990) *Guidelines for Pavement Management Systems* – 1990. American Association State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- AASHTO (1994) *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* – 1994. American Association State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C..
- APS, M.; J. T. BALBO e A. A. SEVERI (1998) Avaliação Superficial de Pavimentos Asfálticos em Vias Urbanas Utilizando o Método do PCI, 31^a Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, 17pág.
- AUSTROADS (1997) *A Guide to the Visual Assessment of Pavement Condition. Report, A4, AP-8/87. Sydney. Austrália, 76pág. apud NUNES, T. V. L. (2003).*
- BALBO, J. T. (1997) Pavimentos Asfálticos Patologias e Manutenção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Ed Plêiade. São Paulo. SP. 104pág.
- BERTOLLO, S. M. (1997) Considerações sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede.
- CAMPOS, V. (2003) Na Contramão do Desenvolvimento. Revista Distribuição. *apud NUNES, T. V. L. (2003).*
- CAREY, W. N. e P. E. IRICK (1960) *The Pavement Serviceability-Performance Concept, Highway Research Bulletin 250, 1960.*
- DA SILVA, L.F. M. (2002). Fundamentos Teórico-Experimentais da Mecânica dos Pavimentos Ferroviários e Esboço de Um Sistema de Gerência Aplicado à Manutenção da Via Permanente. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 347pág.
- DARONCHO. C. (2001) Contribuição a Análise de Qualidade de Viagem e suas Relações com a Distribuição de Defeitos em Segmentos de Rodovias. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 57pág. *apud NUNES, T. V. L. (2003).*
- DNER (2001) Resultados do Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) do DNER – 2001. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 12pág.

- DNIT (2003) Norma 005 – Terminologia para Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos – 2003. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 12pág.
- DNIT (2004) Norma 061 – Terminologia para Defeitos no Pavimento Rígido – 2004. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 13pág.
- DNIT (2005a) Manual de Pavimentação – Versão Preliminar – 2005. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 334pág.
- DNIT (2005b) Manual para Atividades Rodoviárias Ambientais – Versão Preliminar – 2005. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 600pág.
- DNIT (2005c) Manual de Soluções Técnico-Gerenciais para Rodovias Federais – Vol 01 – Manutenção e Restauração de Rodovias – 2005. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 257pág.
- DOMINGUES, F. A. A. (1993) MID – Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos e Pavimentos. Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico de Transportes, Universidade de São Paulo, SP, 87pág.
- ETTUSA (2001) Anuário de Transportes Urbanos de Fortaleza – 2001. Empresa Técnica de Transporte Urbano S/A, Prefeitura Municipal de Fortaleza, Fortaleza, CE, 55pág.
- ETTUSA (2002) Anuário de Transportes Urbanos de Fortaleza – 2002. Empresa Técnica de Transporte Urbano S/A, Prefeitura Municipal de Fortaleza, Fortaleza, CE, 48pág.
- FHWA (1990) *An Advanced course in Pavement Management Systems, Federal Highway Administration, Course Text*, 1990. *apud* HAAS et al. (1994).
- HAAS, R.; HUDSON, W.R. e ZANIEWSKI, J. (1994), *Modern Pavement Management*. Florida, *Krieger Publishing Company*, 583pág.
- IBGE (2000) Censo Demográfico – 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília, DF.
- IBGE (2004) Síntese de Indicadores Sociais – 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília, DF, 359 pág.
- IPECE (2002) Índice de Desenvolvimento Municipal do Ceará – 2002. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, Secretaria do Planejamento e Coordenação - SEPLAN, Fortaleza, CE, 117pág.

- JUNQUEIRA, L. A. P.; R. M. INOJOSA e S. KOMATSU (1997) Descentralização e Intersetorialidade na Gestão Pública Municipal no Brasil: A Experiência de Fortaleza. XI Concurso de Ensayos del CLAD “El Tránsito de la Cultura Burocrática al Modelo de la Gerencia Pública: Perspectivas, Posibilidades y Limitaciones”. Caracas, Venezuela, 75pág.
- MARCON, A. F. (1996) Contribuição ao Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina, Tese de Doutorado, ITA, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.
- MARRIOTT, J. e S. MATTHEWS (2004) *Infrastructure Management*. Carnegie Mellon University, 15pág.
- METROFOR (2000) Projeto Metrofor: Visão Geral – 2000. Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos, Secretaria de Infra-Estrutura - SEINFRA, Fortaleza, CE, 64pág.
- METROFOR (2002) Estudo de Integração dos Sistemas de Transporte Público de Passageiros na Região Metropolitana de Fortaleza – 2002. Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos, Secretaria de Infra-Estrutura - SEINFRA, Fortaleza, CE, 31pág.
- MOREIRA, F. E. B. (2003) Algumas Considerações sobre a evolução Geométrica das Patologias em Vias Não Pavimentadas: Estudo de Caso do Município de Aquiraz. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 176pág.
- NOBRE JR, E. F. e M. L. L. SUCUPIRA (2005) Uma Plataforma SIG de Dados para Gerenciar *Utilities* ao Longo de Corredores de Vias Urbanas Municipais. I Fórum sobre Obras e Interferências em Vias e Logradouros Públicos de Fortaleza, Fortaleza, CE, 25pág.
- NORDESTE (2001) *Compact Disc* (CD) com Descrição da Cidade de Fortaleza e seu Levantamento Aerofotográfico – 2001. Empresa Aerofoto Nordeste, Av. Senador Virgílio Távora nº 2001, Casa 21 – Aldeota – Fortaleza – CE.
- NUNES, T. V. L. (2002) Novo Método para Avaliação de Pavimentos Urbanos. Trabalho da Disciplina de Fundamentos da Infra-estrutura de Transportes. Programa de Mestrado de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 23pág.
- NUNES, T. V. L. (2003) Método de Previsão de Defeitos em Estradas Vicinais de Terra com Base no Uso das Redes Neurais Artificiais: Trecho de Aquiraz – CE. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 118pág.
- SCHLIESLER A. S. e A. BULL (1994) Caminhos – Um novo paradigma para a gestão e conservação das redes viárias. Instituto Panamericano de Carreteras Brasil, São Paulo. *apud* NUNES, T. V. L. (2003)

- SEAL R. e C. QUIROGA (2002) *Development of a GIS Platform for Inventory of Utilities Located within TxDOT Right-of-Way*. Texas Transportation Institute, San Antonio, Texas, USA, 99pág.
- SEINFRA/SE (2002) Procedimento de Execução de Serviço de Revestimento Rígido em Paralelepípedo Granítico – 2002. Secretaria de Infra-Estrutura - SEINFRA, Aracajú, SE, 09pág.
- SENÇO, W de (2001) Manual de Técnicas de Pavimentação – Volume 02 – Capítulo 6 – Calçamentos. Ed. Pini, 1ª ed., São Paulo, SP, 59pág.
- SEPLAN (1995) Plano de Desenvolvimento Sustentável 1995 – 1998. Secretaria de Planejamento – SEPLAN. Governo do Estado do Ceará, CE. *apud* ETTUSA (2001).
- SHAHIN, M. Y. e S. D. Kohn (1979) *Development of Pavement Condition Rating Procedures for Roads, Streets and Parking Lots – Volume 1 – Condition Rating Procedure, Technical Report M-268, Construction Engineering Research Laboratory, USACE*.
- SHAHIN, M. Y. (1994) *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots. Published by Chapman e Hall, New York, USA, 450pág. apud* MOREIRA (2003).
- SHRP (1989) *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies, The Strategic Highway Research Program, National Academy of Science, Washington, D.C., 1989*.
- SMITH, R. E; M. I. DARTER e S. M. HERRIN (1980) *Highway Pavement Distress Identification Manual for Highway Conditions and Quality of Highway Construction Survey, Federal Highway Administration, 1980*.
- USACE (1982) *Technical Manual TM 5-623: Pavement Maintenance Management – 1982. U.S. Army Corps of Engineers, Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 171pág*.
- ZANIEWSKI, J. P.; W. R. HUDSON; R. HIGH e S. W. HUDSON (1985) *Pavement Rating Procedures, Federal Highway Administration Final Report, Contract DTFH61-83-C-00153, Washington, D.C., 1985*.

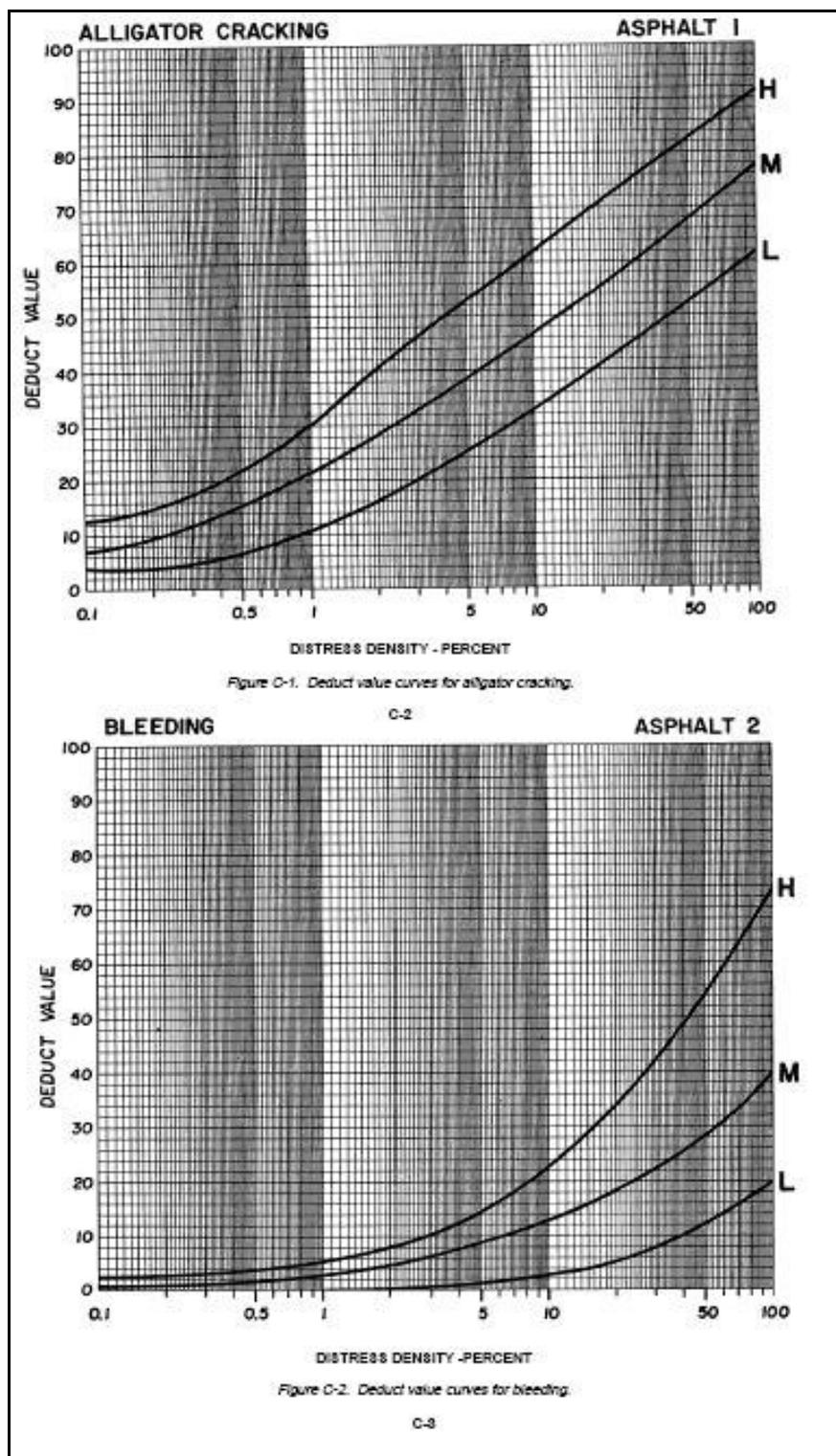
ANEXO 1 – FORMULÁRIOS

Formulário de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos					
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE					
RAMO:			SEÇÃO:		
DATA:			UNIDADE DE AMOSTRA:		
PESQ.:			ÁREA DA AMOSTRA:		
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO		
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo:					
Quantidade e Severidade					
Severidade	B				
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
					Condição:
q =	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT):				
	VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC):				
OBSERVAÇÕES:					

Formulário de Inspeção Para Pavimentos de Paralelepípedos				
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE em Associação com o DNIT				
RAMO:			SEÇÃO:	
DATA:			UNIDADE DE AMOSTRA:	
PESQ.:			ÁREA DA AMOSTRA:	
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO	
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade				
Tipo:				
Área do Defeito				
Severidade	B			
	M			
	A			
CONDIÇÃO DO PAVIMENTO:				
Tipo de Defeito:	Severidade	Área Geral Afetada:	(%) da UA	Classificação da UA, Segundo DNIT (2005b):
Total:				
OBSERVAÇÕES:				

ANEXO 2 – ÁBACOS DE *USACE* (1982)

A2.1 – VALORES DEDUZIDOS PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.



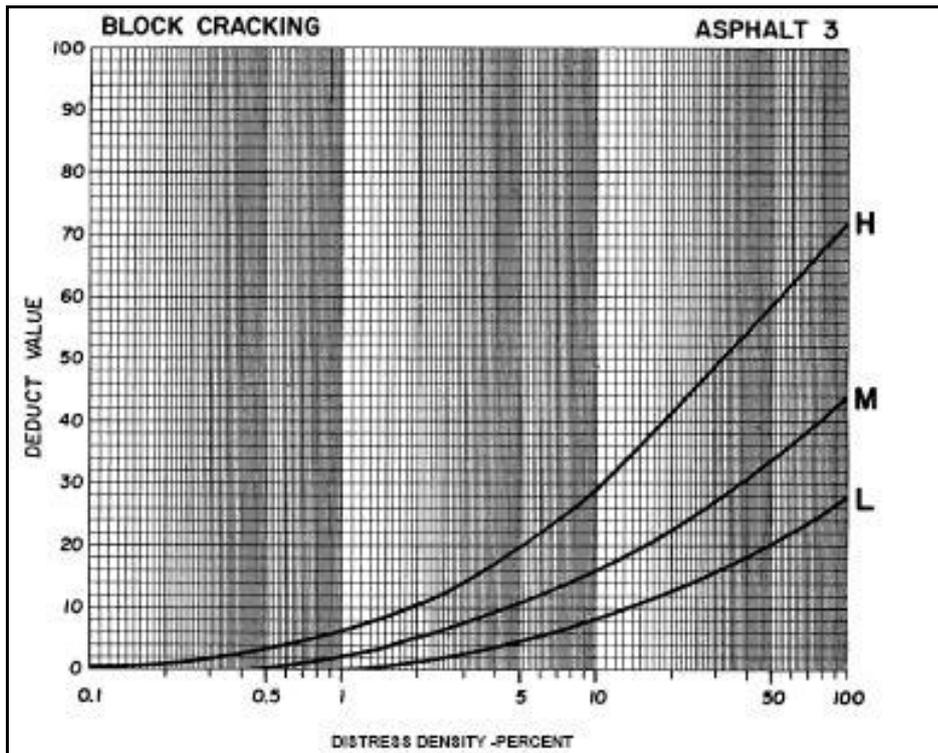


Figure C-3. Deduct value curves for block cracking.

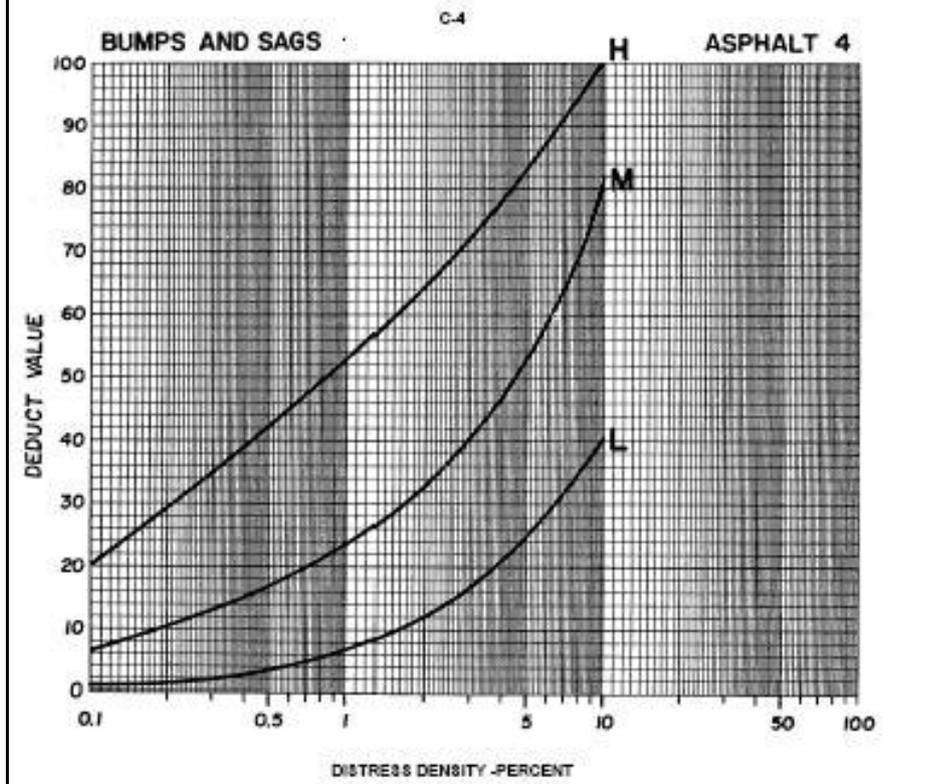


Figure C-4. Deduct value curves for bumps and sags.

C-6

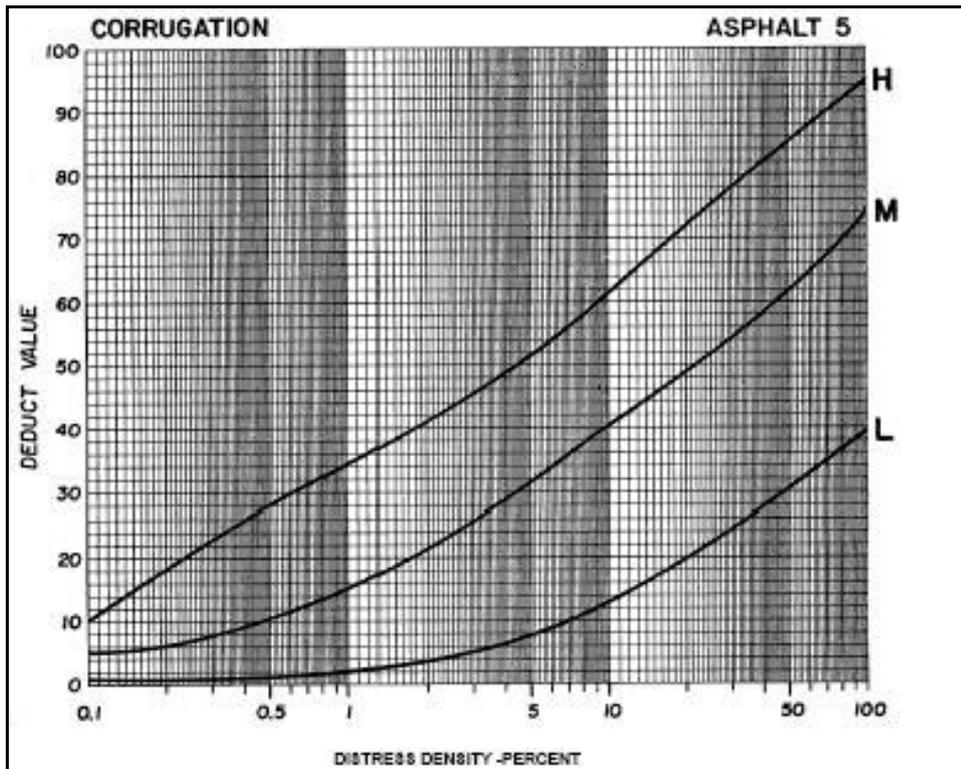


Figure C-5. Deduct value curves for corrugation.

C-6

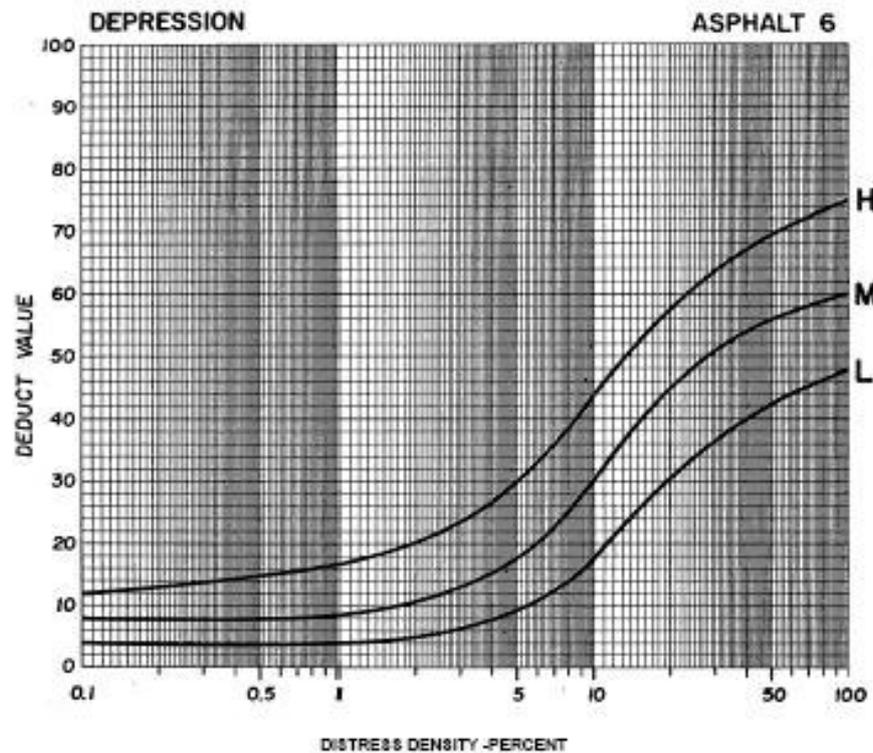


Figure C-6. Deduct value curves for depression.

C-7

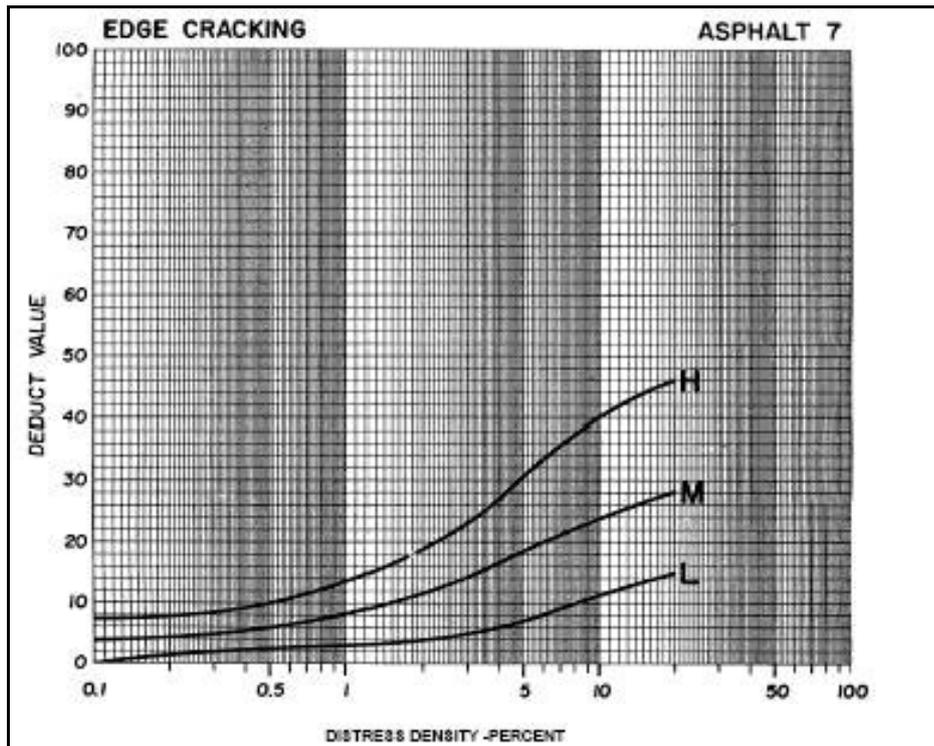


Figure C-7. Deduct value curves for edge cracking.

C-8

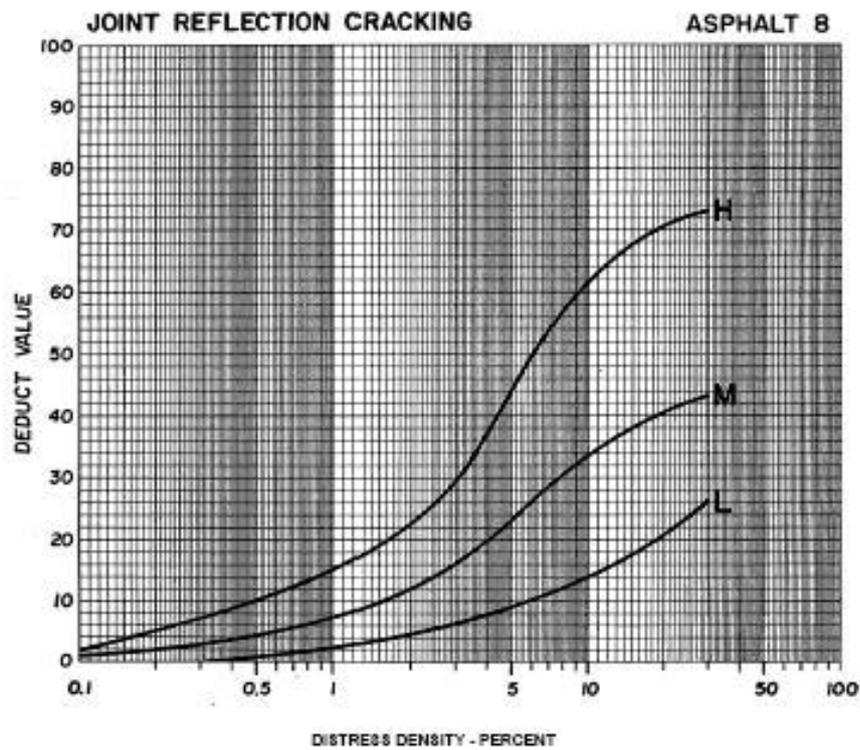


Figure C-8. Deduct value curves for joint reflection cracking.

C-9

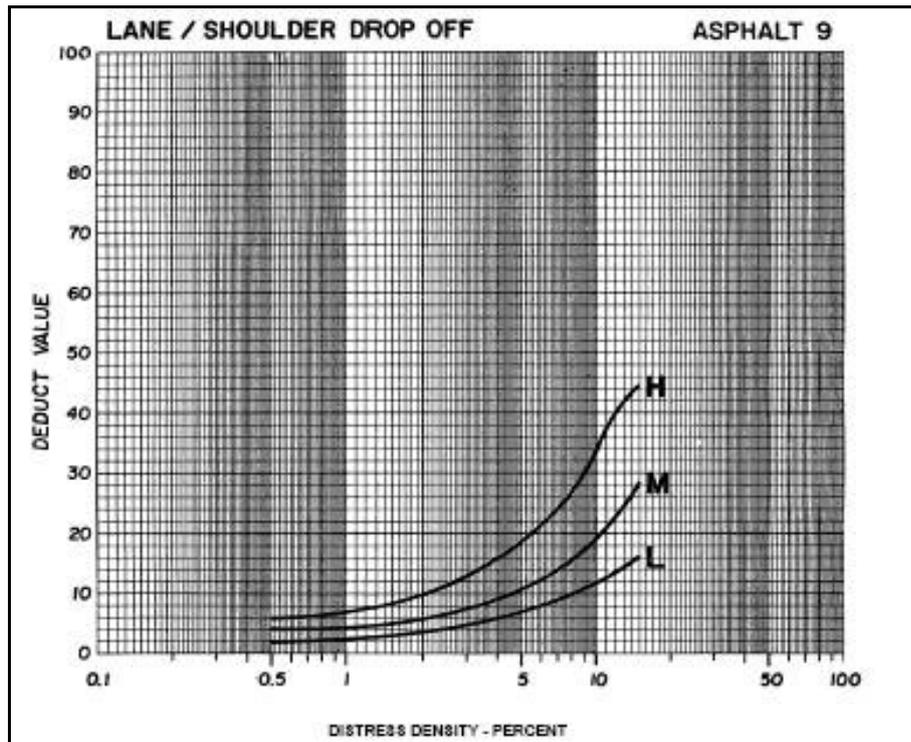


Figure C-9. Deduct value curves for lane/shoulder drop off.

C-10

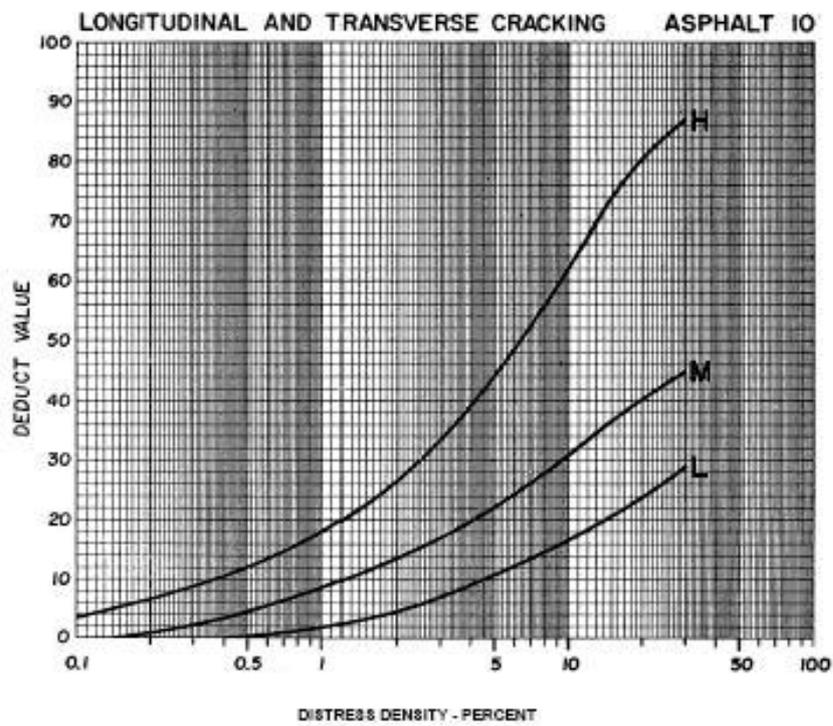


Figure C-10. Deduct value curves for longitudinal and transverse cracking.

C-11

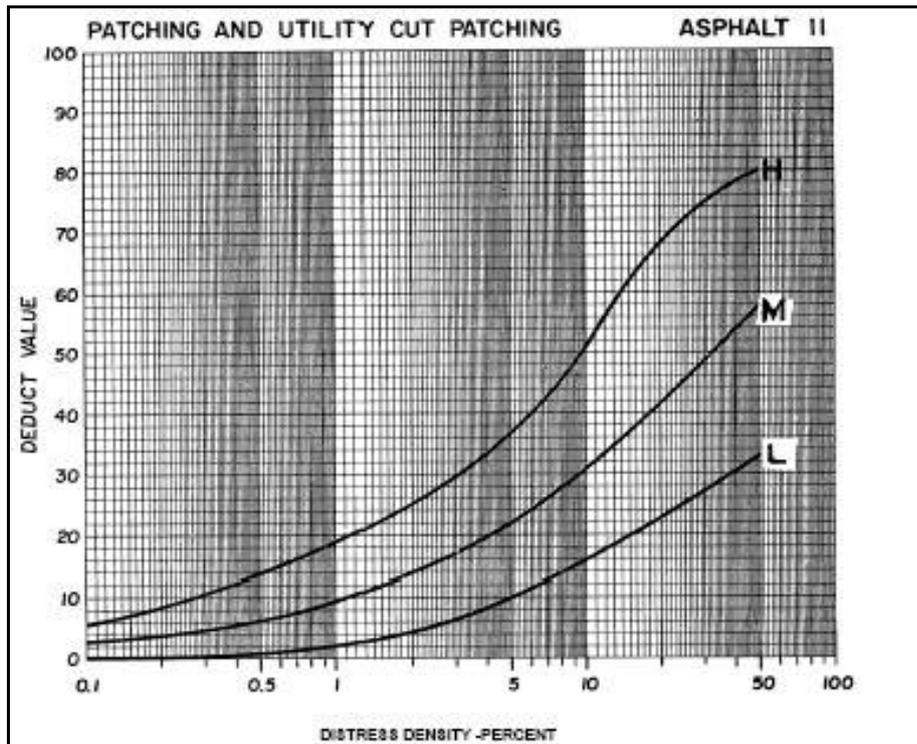


Figure C-11. Deduct value curves for patching and utility cut patching.

C-12

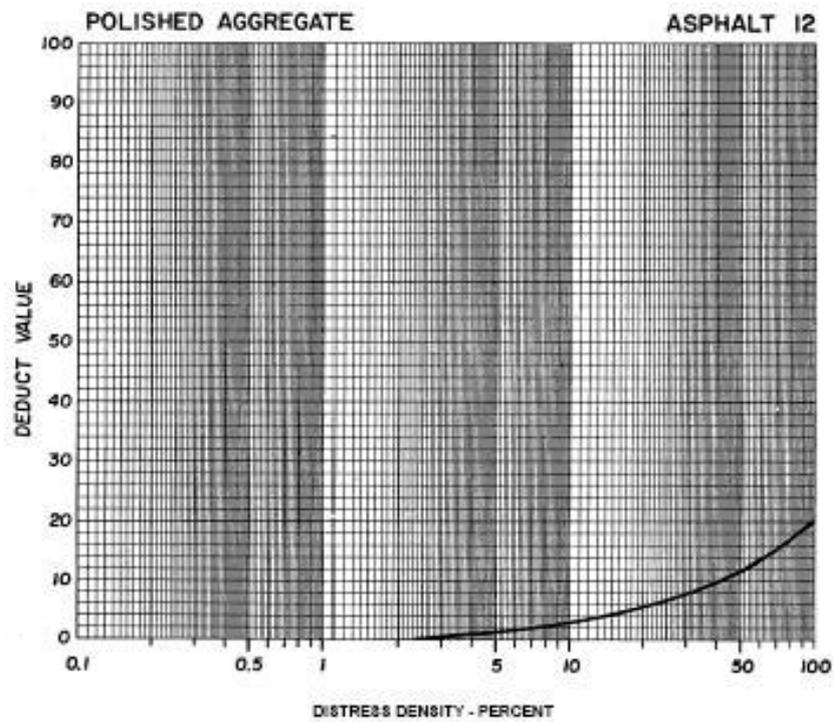


Figure C-12. Deduct value curves for polished aggregate.

C-13

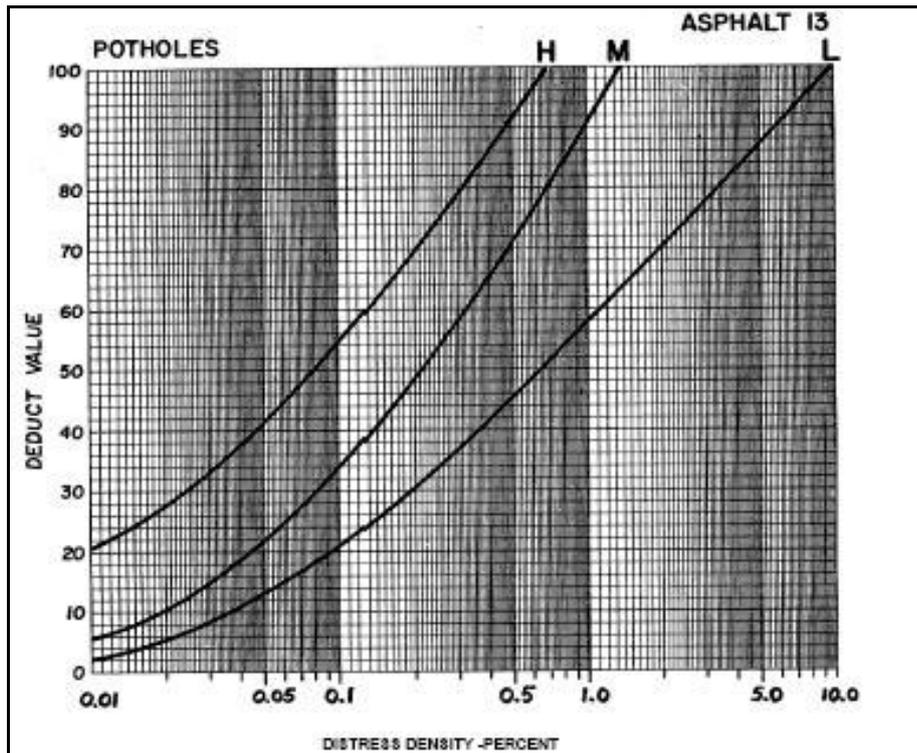


Figure C-13. Deduct value curves for potholes.

C-14

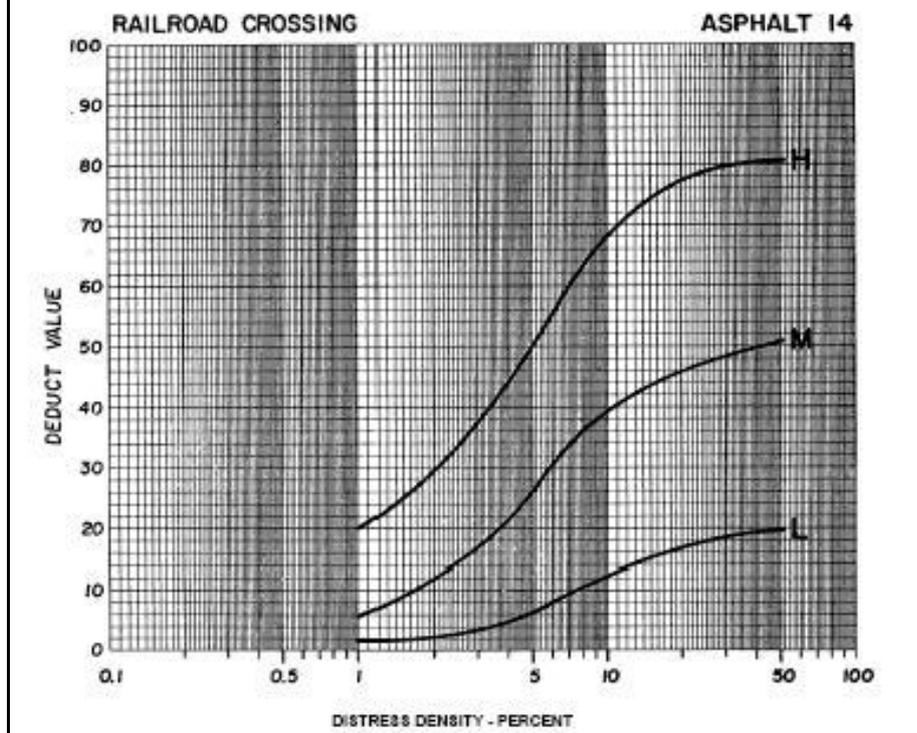


Figure C-14. Deduct value curves for railroad crossing.

C-16

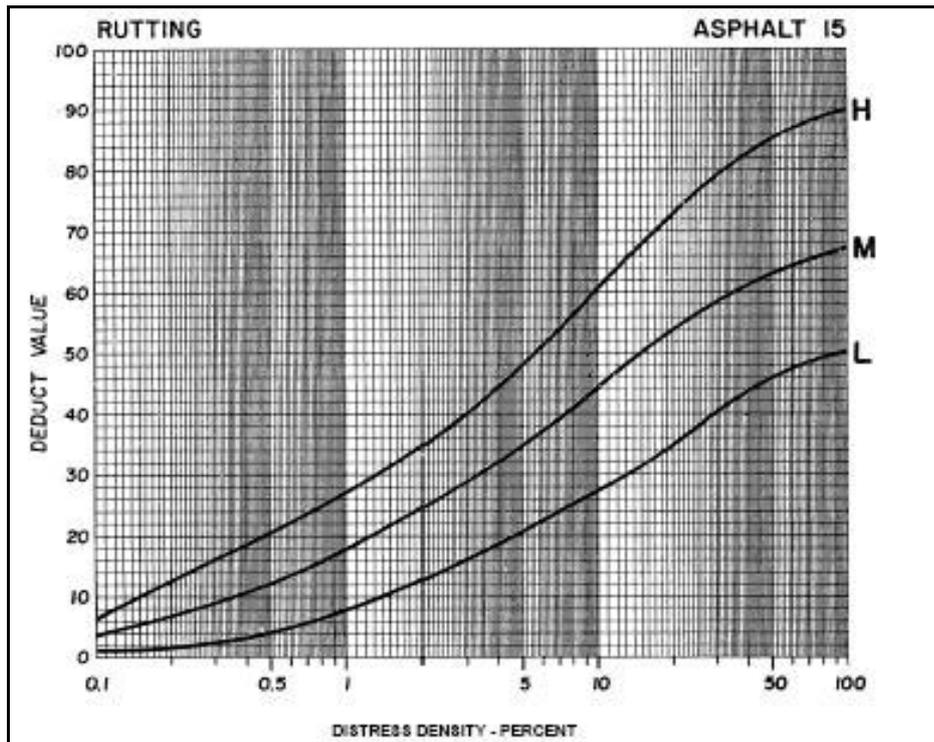


Figure C-15. Deduct value curves for rutting.

C-16

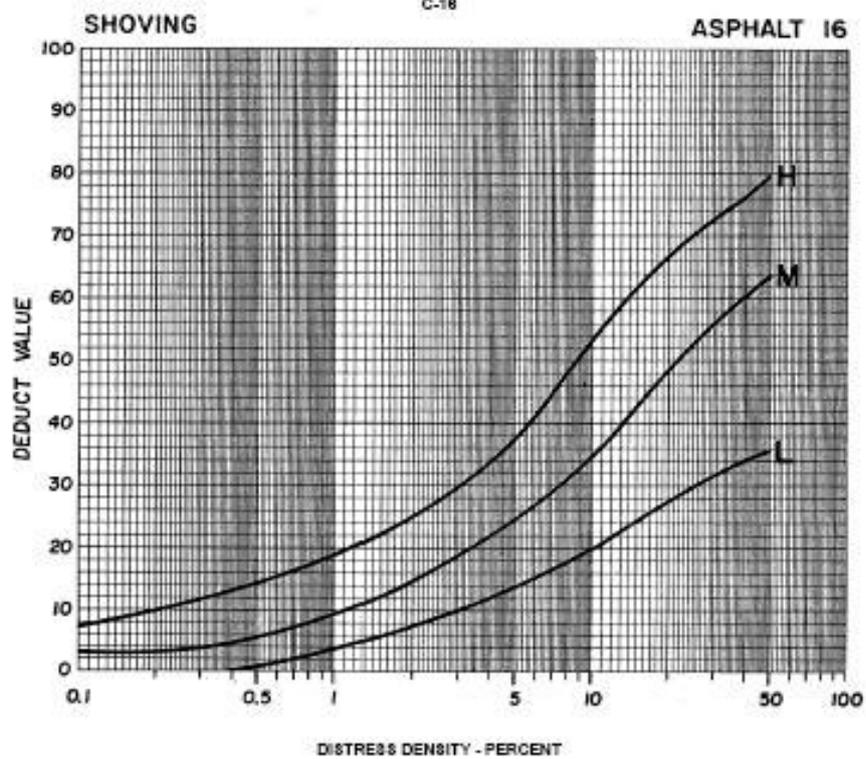


Figure C-16. Deduct value curves for shoving.

C-17

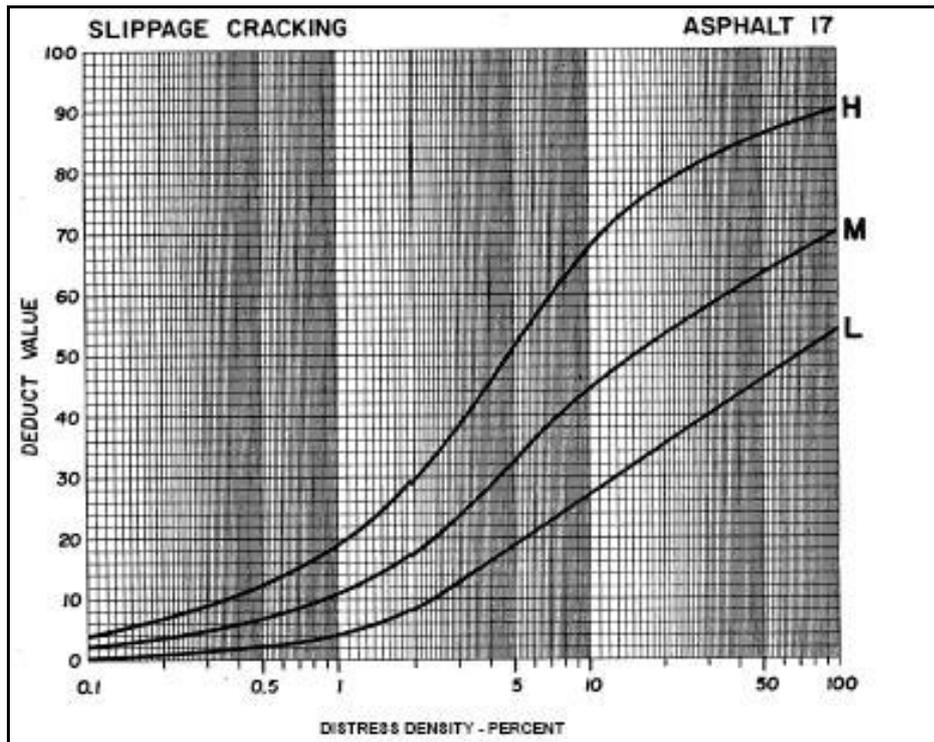


Figure C-17. Deduct value curves for slippage.

C-18

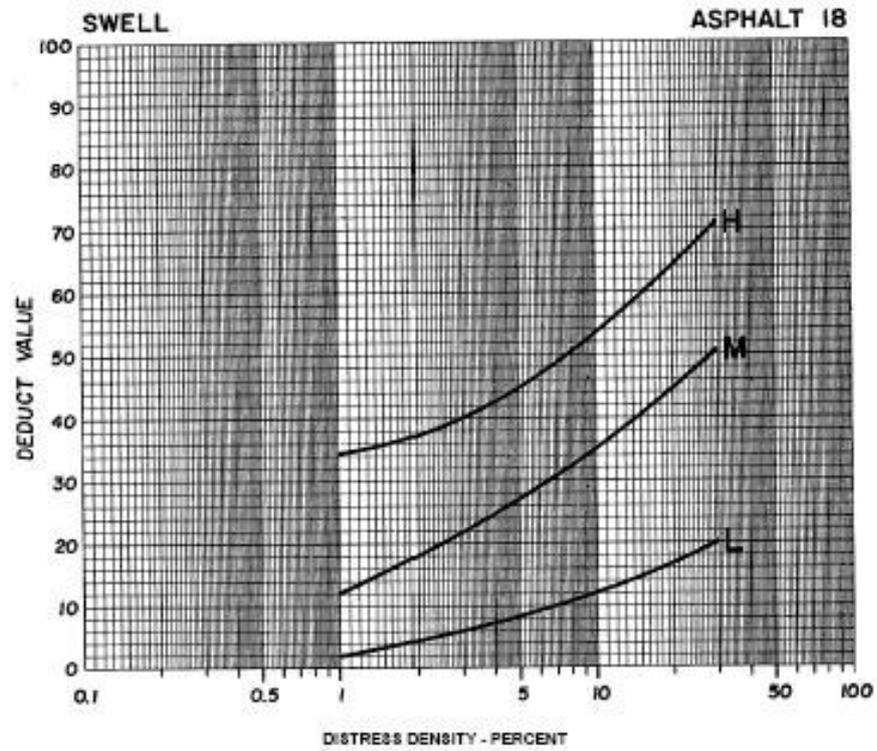
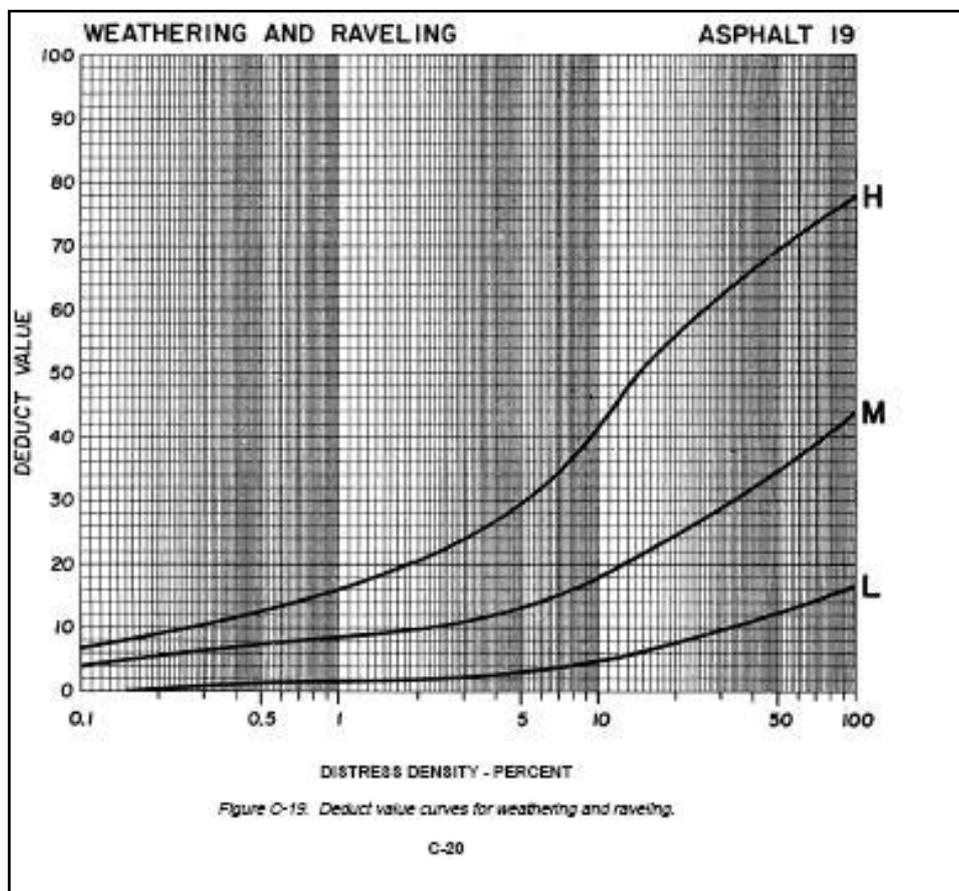


Figure C-18. Deduct value curves for swell.

C-18



A2.2 – VALORES DEDUZIDOS CORRIGIDOS (VDC) PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.

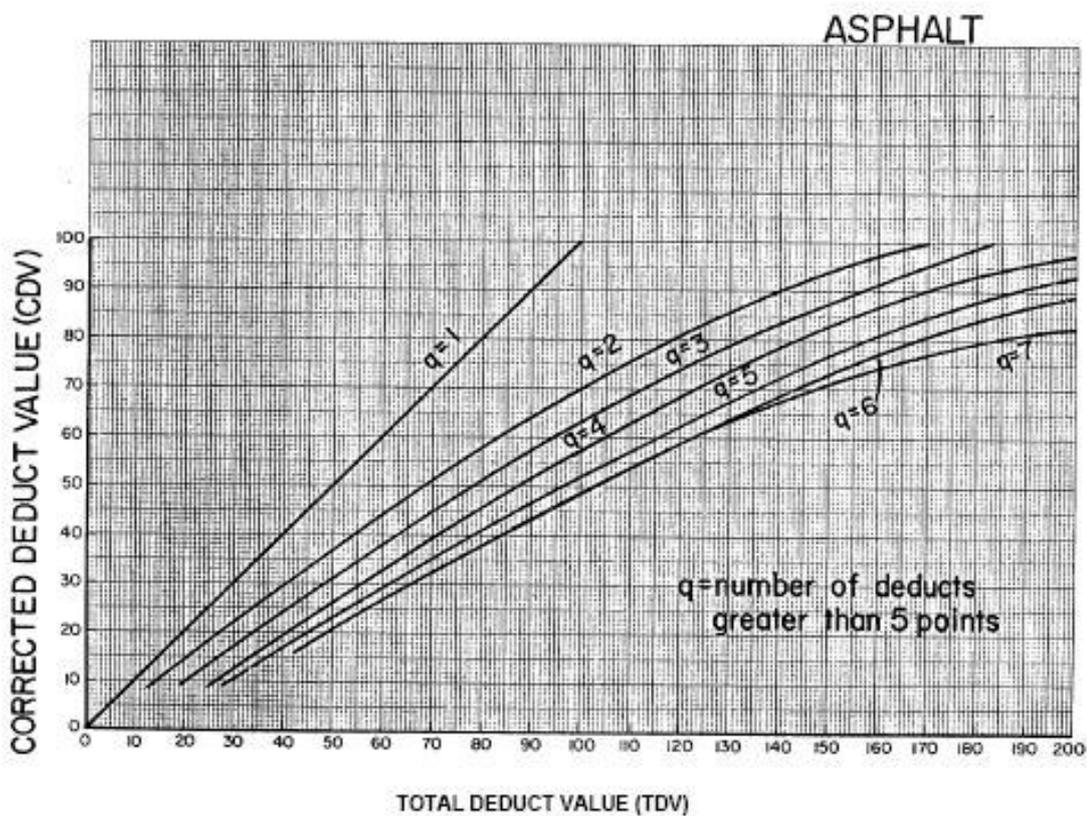
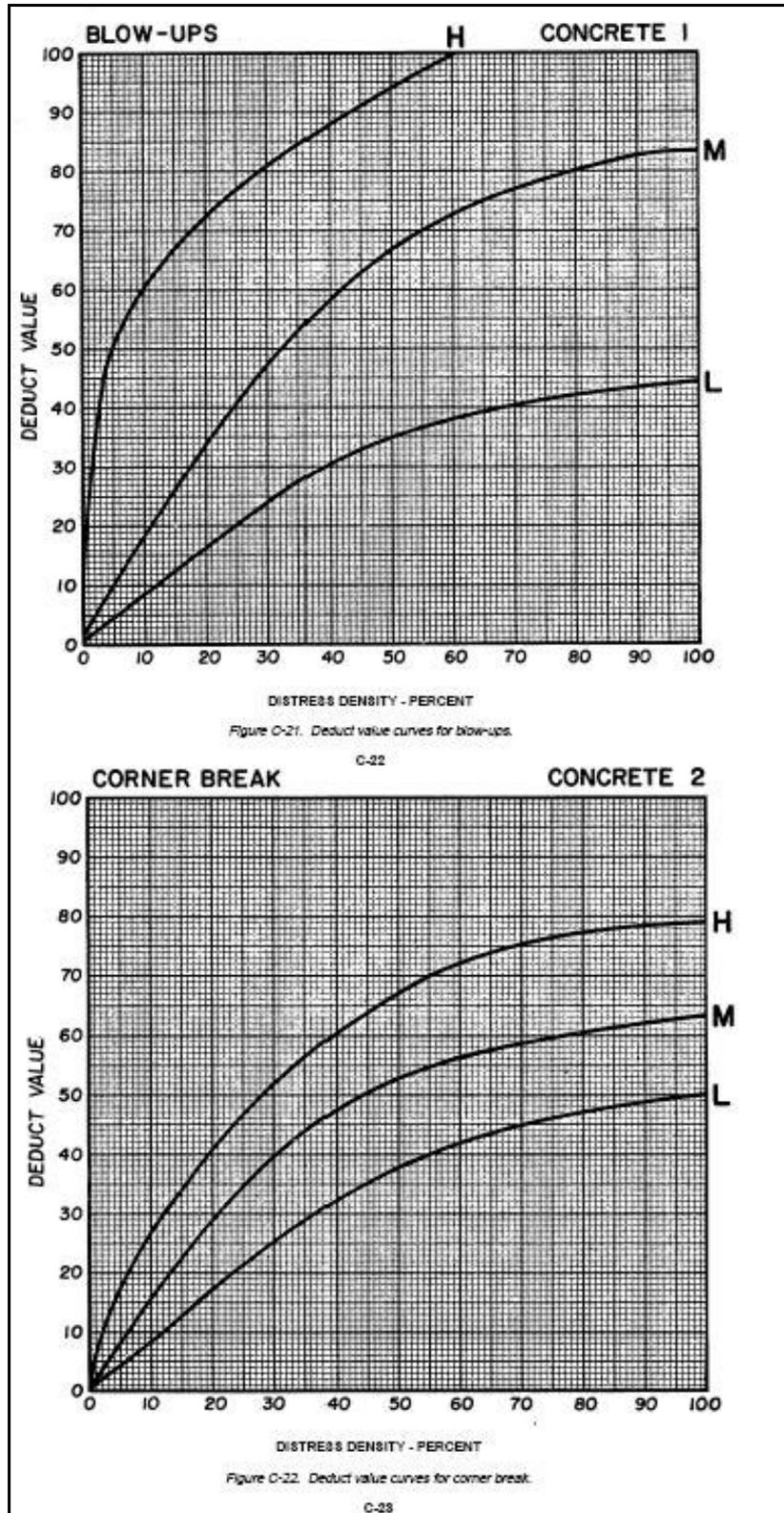


Figure C-20. Corrected deduct value curves for asphalt-surfaced pavements.

A2.3 – VALORES DEDUZIDOS PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO.



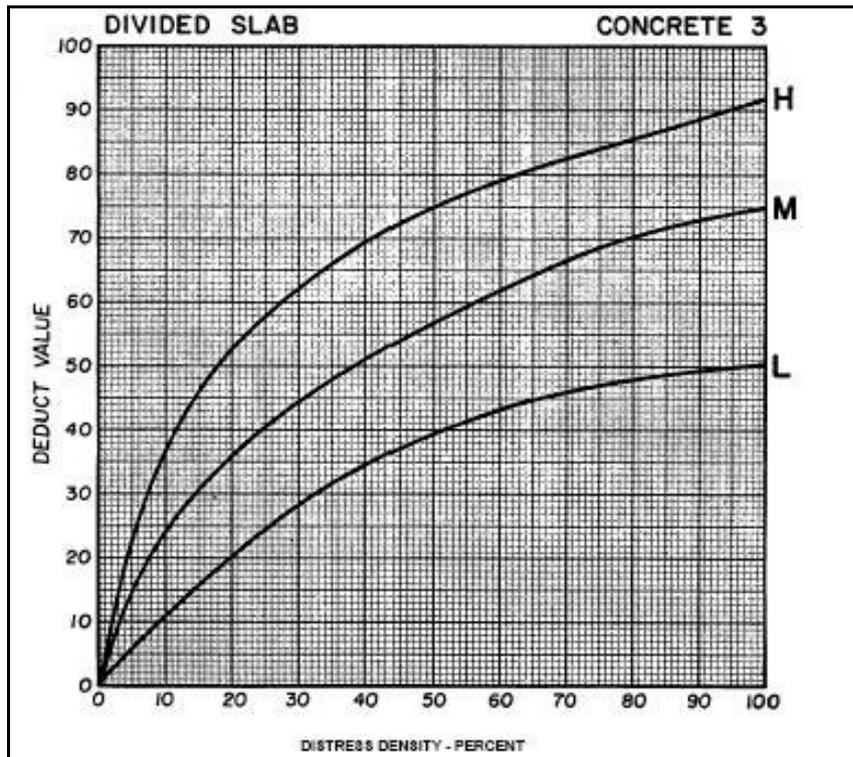


Figure C-23. Deduct value curves for divided slab.

C-24

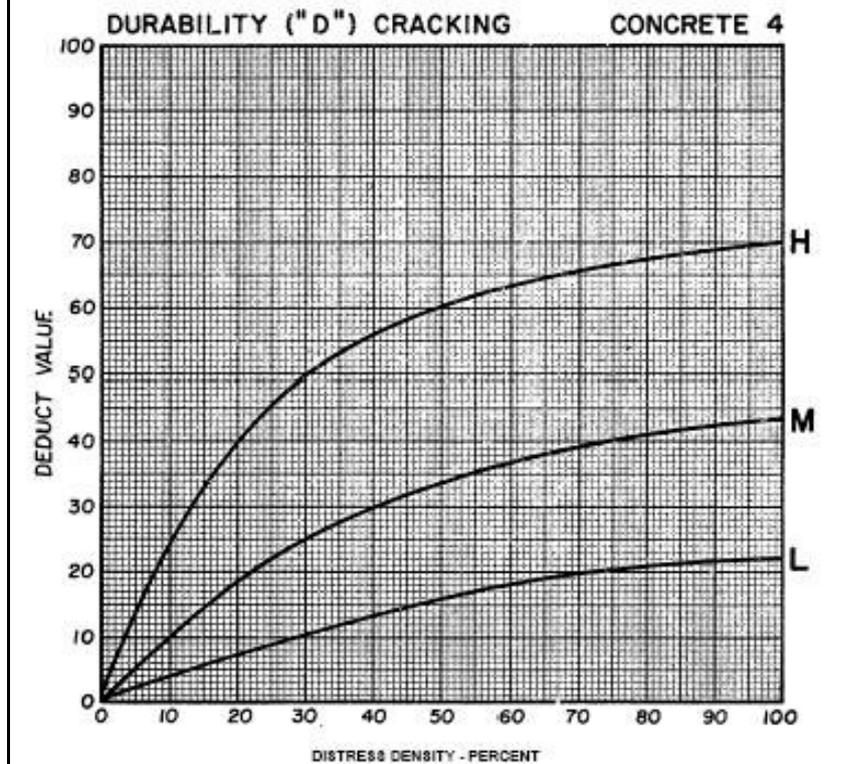


Figure C-24. Deduct value curves for durability ("D") cracking.

C-26

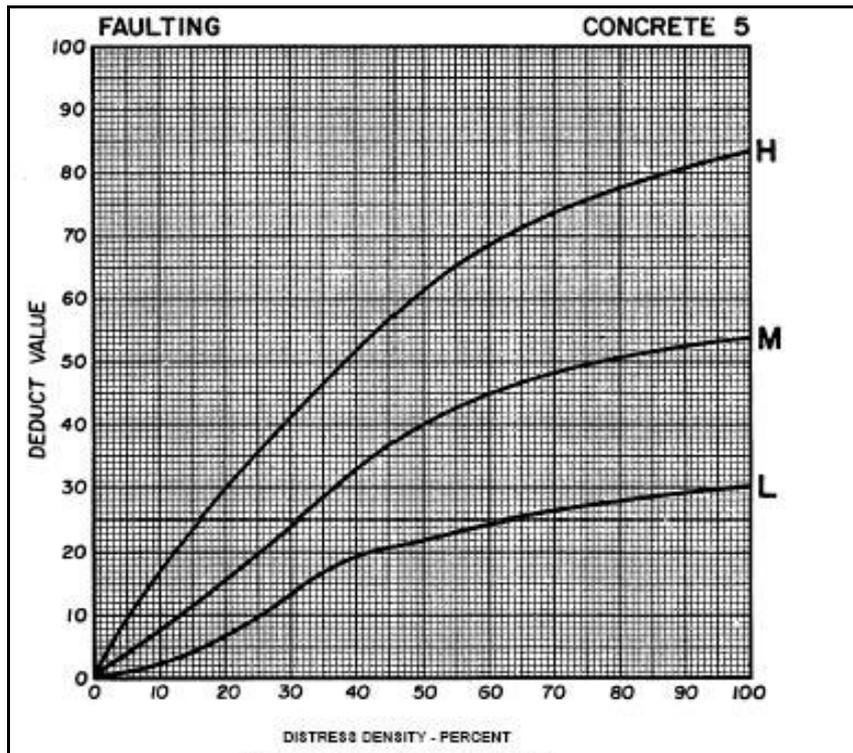


Figure C-26. Deduct value curves for faulting.

C-26

JOINT SEAL DAMAGE CONCRETE 6

The deduct values for the three levels of severity are:

LOW	2 points
MEDIUM	4 points
HIGH	8 points

Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit.

Figure C-26. Deduct values for joint seal damage.

C-27

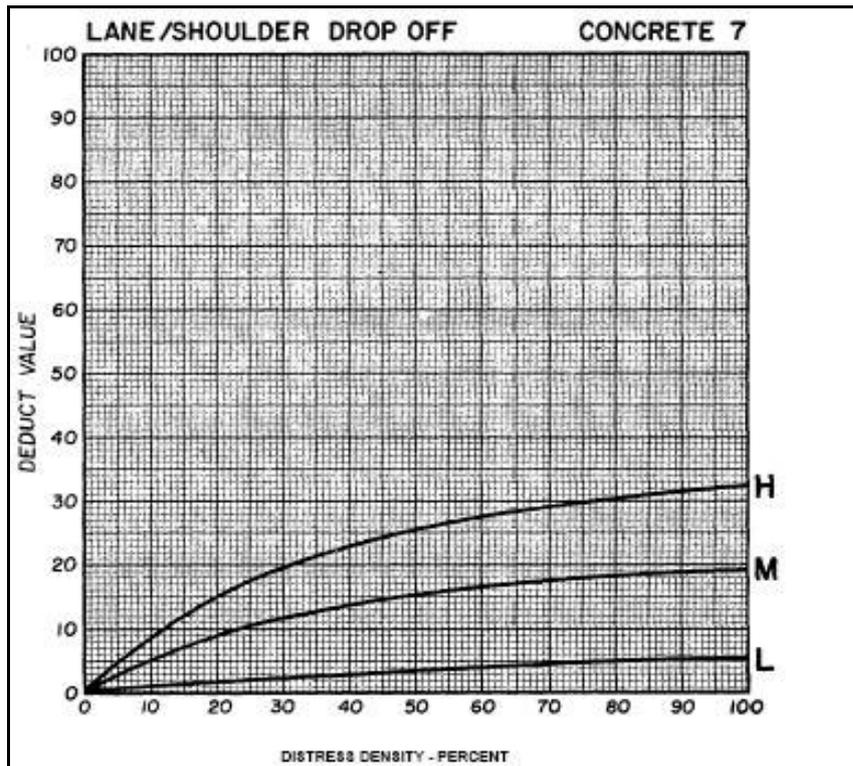


Figure C-27. Deduct value curves for lane/shoulder drop off

C-28

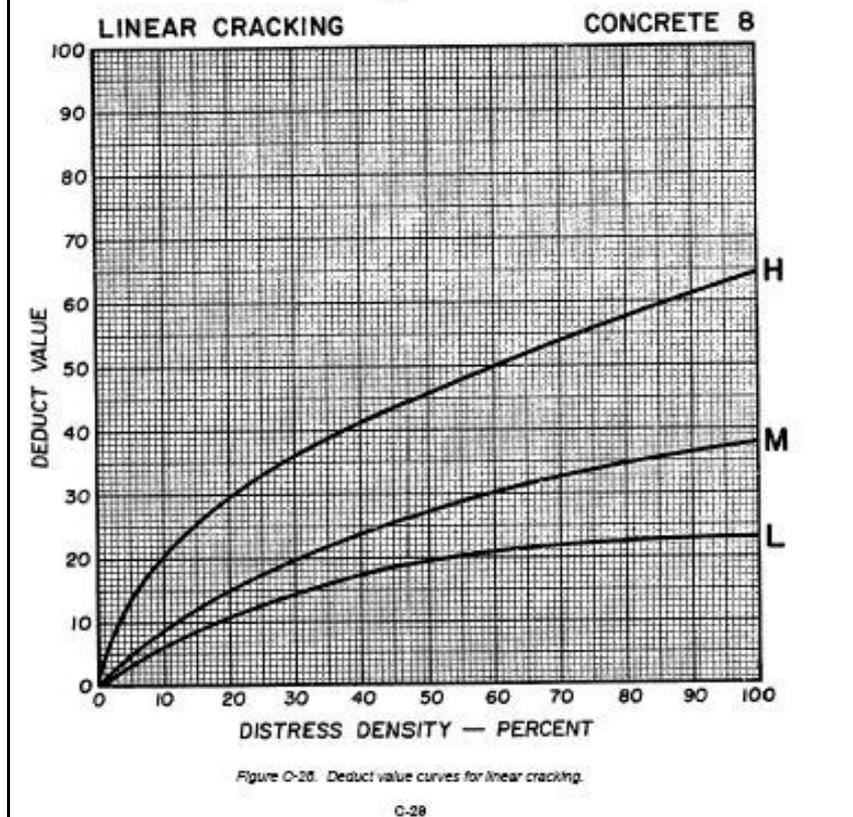


Figure C-28. Deduct value curves for linear cracking.

C-28

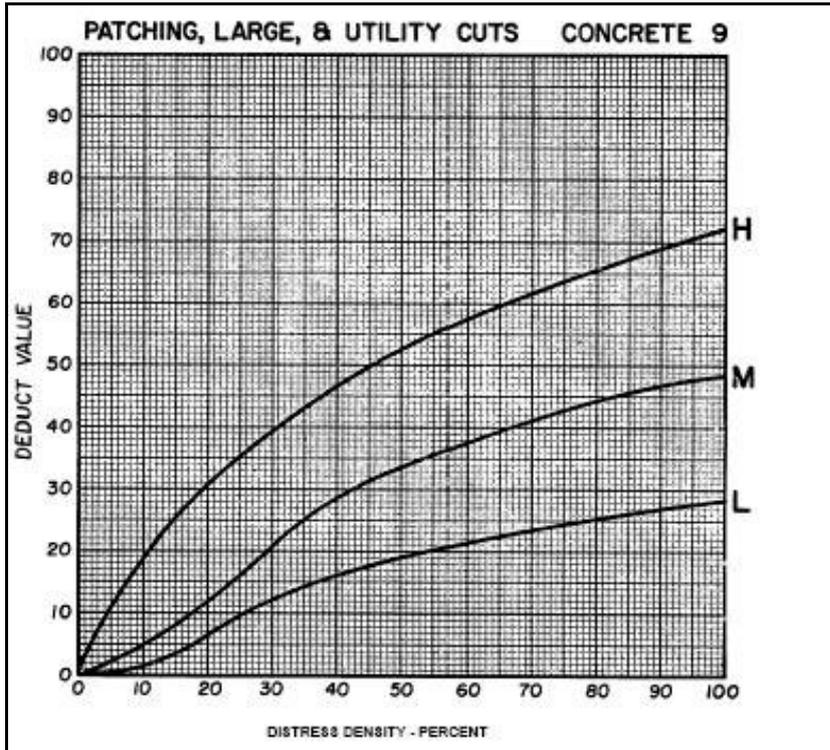


Figure C-29. Deduct value curves for patching large and utility cuts.

C-30

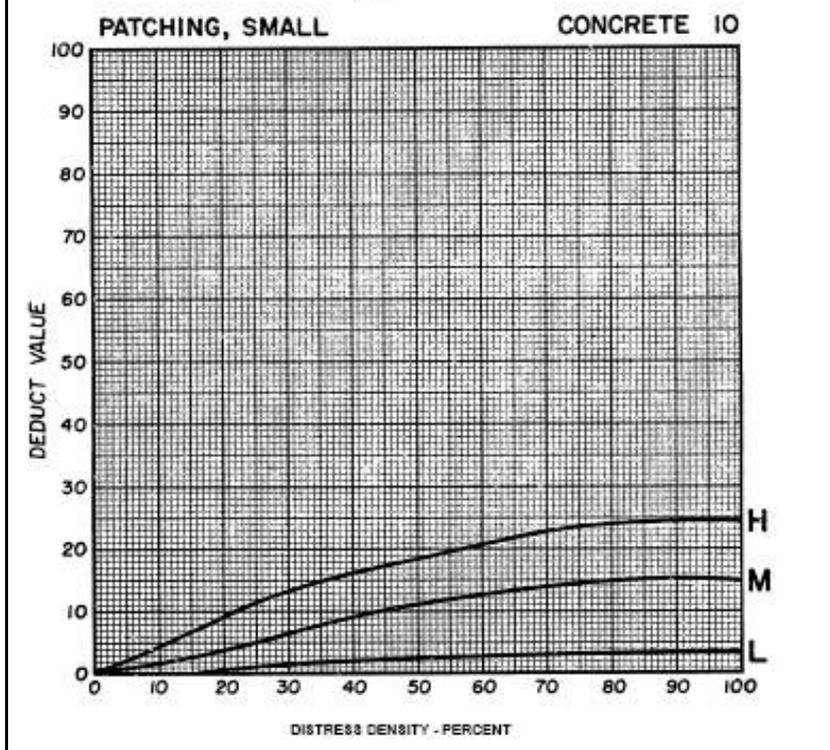


Figure C-30. Deduct value curves for patching small.

C-31

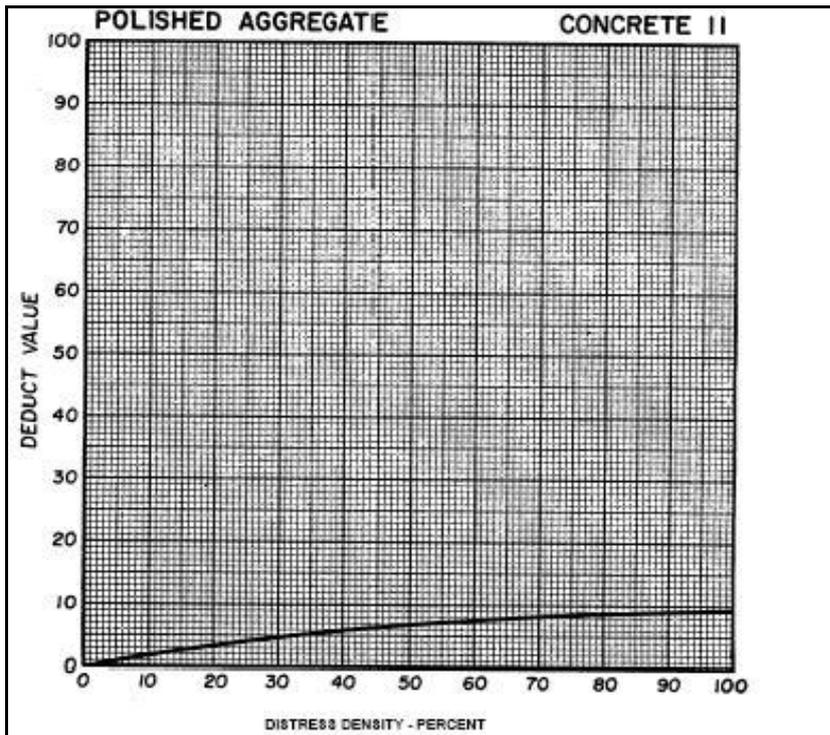


Figure C-31. Deduct value curve for polished aggregate.

C-32

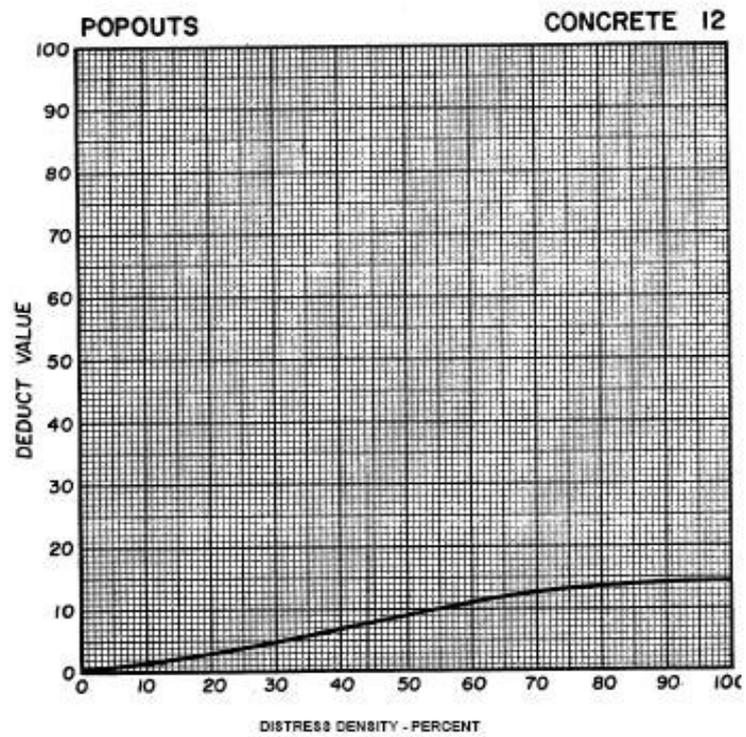


Figure C-32. Deduct value curves for popouts.

C-33

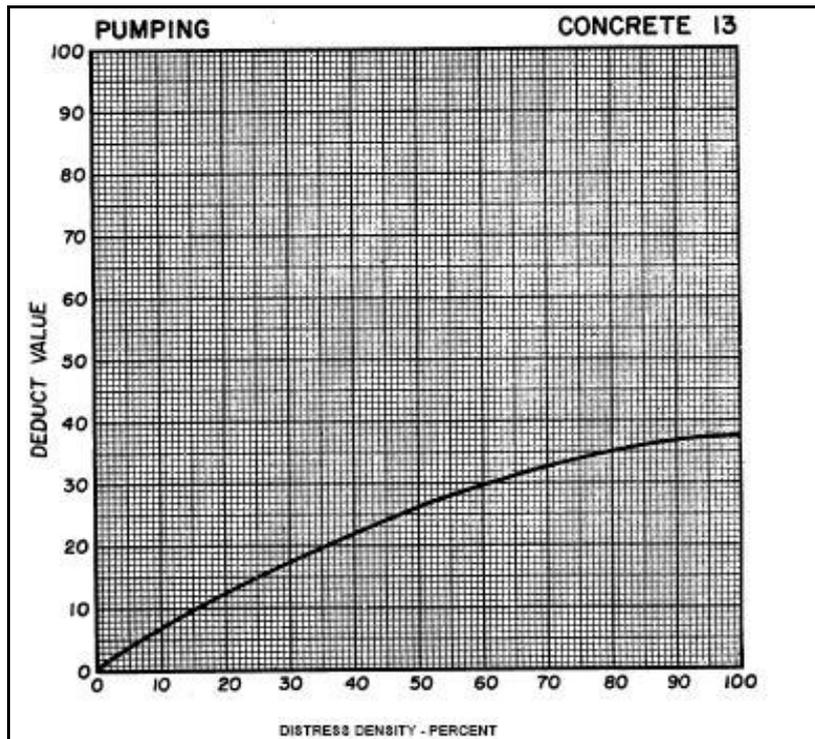


Figure C-33. Deduct value curve for pumping.

C-34

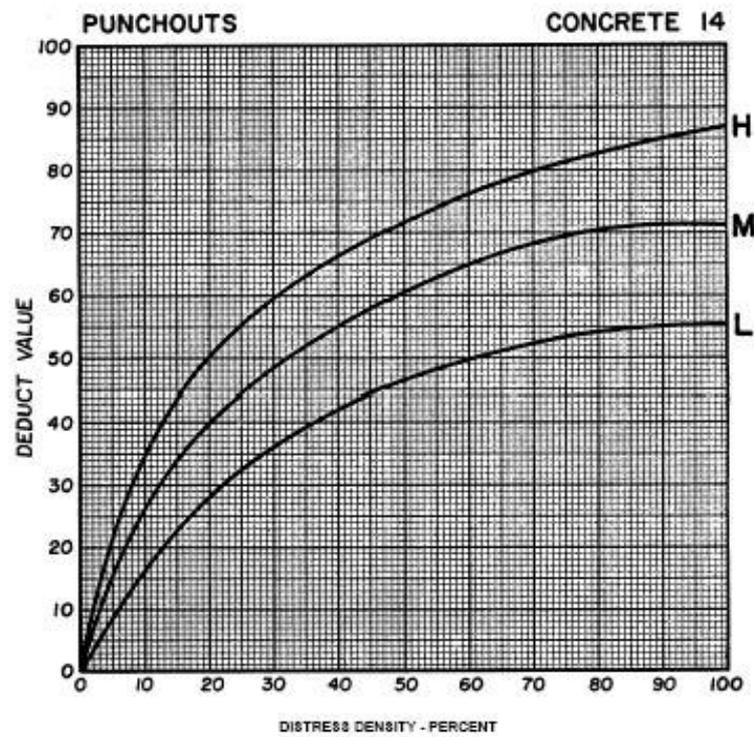


Figure C-34. Deduct value curves for punchouts.

C-36

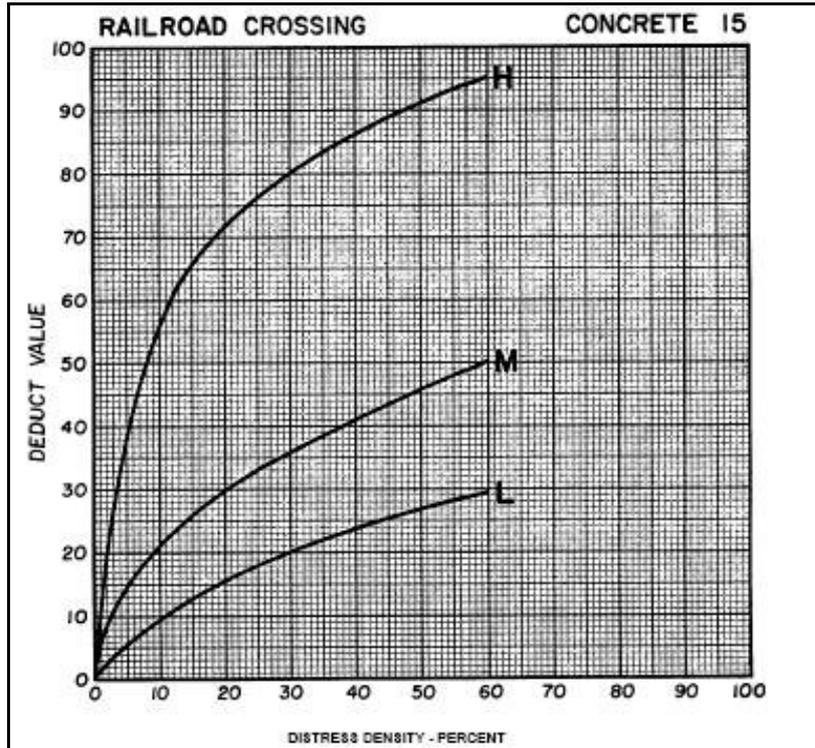


Figure C-35. Deduct value curves for railroad crossing.

C-36

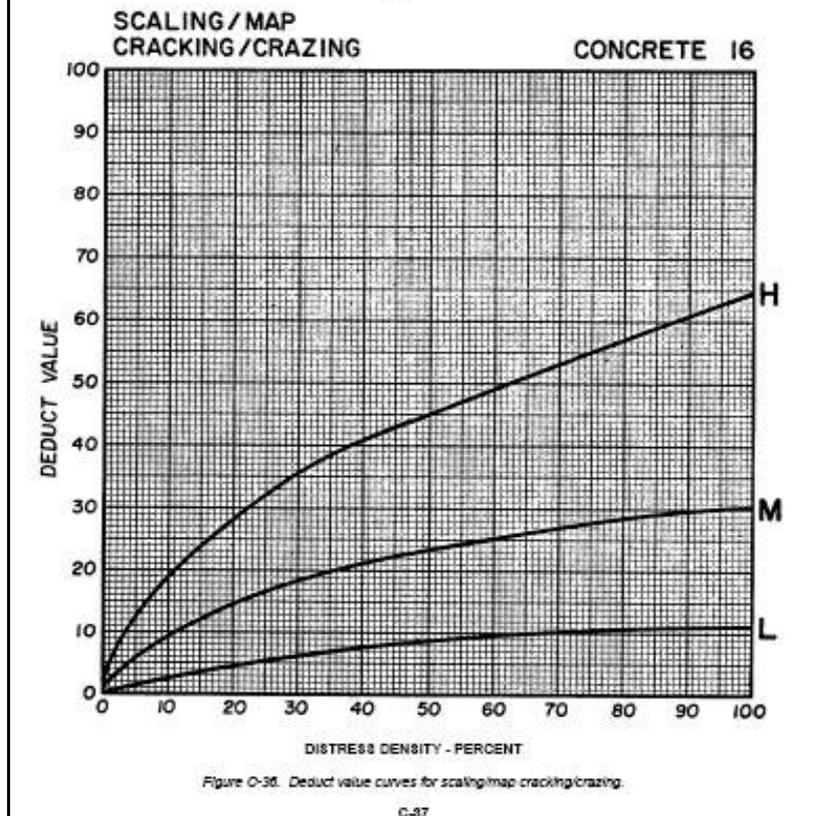


Figure C-36. Deduct value curves for scaling/map cracking/crazing.

C-37

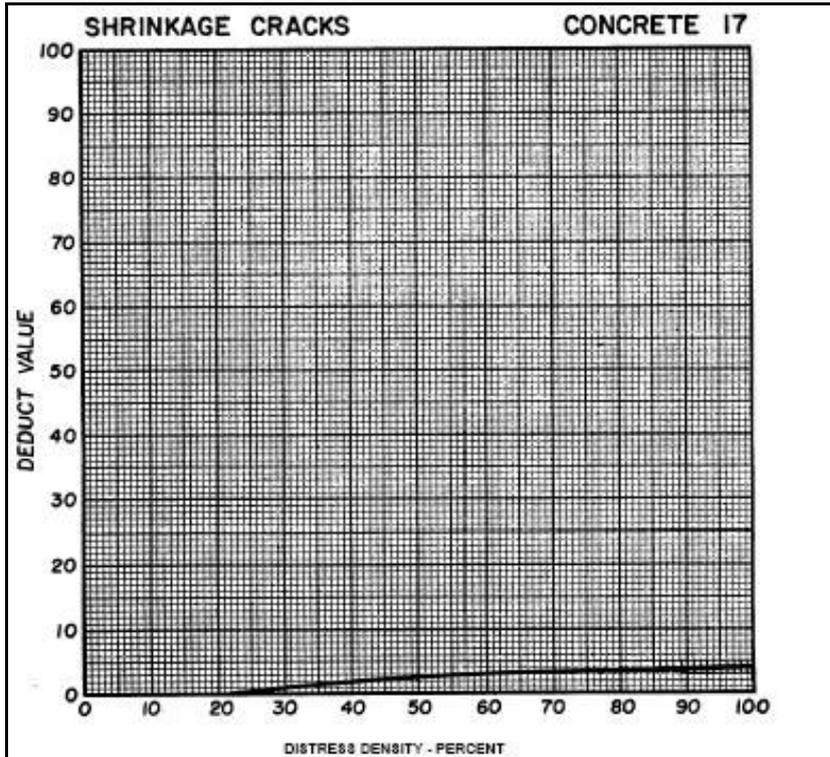


Figure O-37. Deduct value curve for shrinkage cracks.

C-38

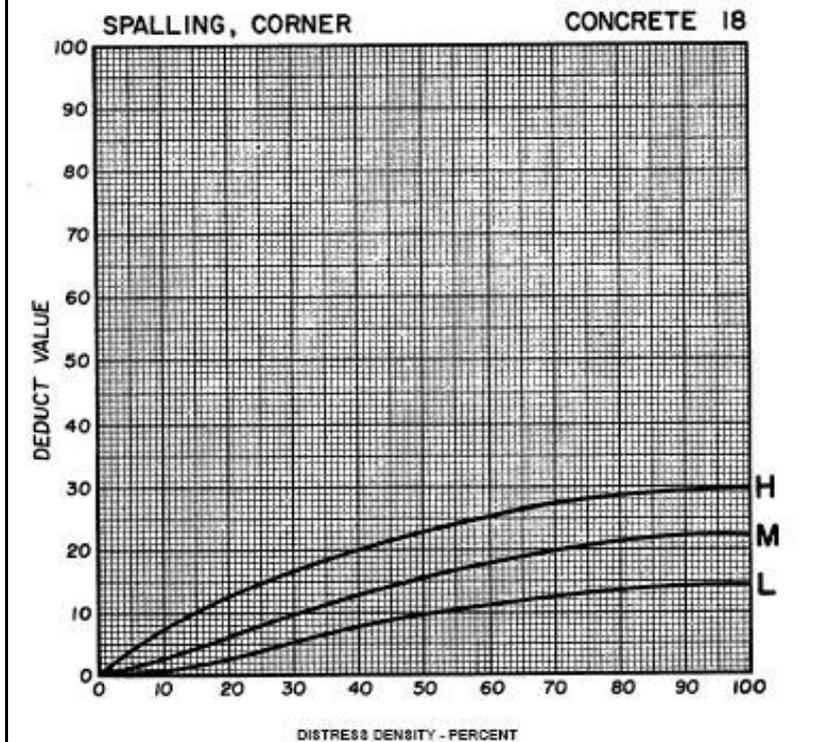
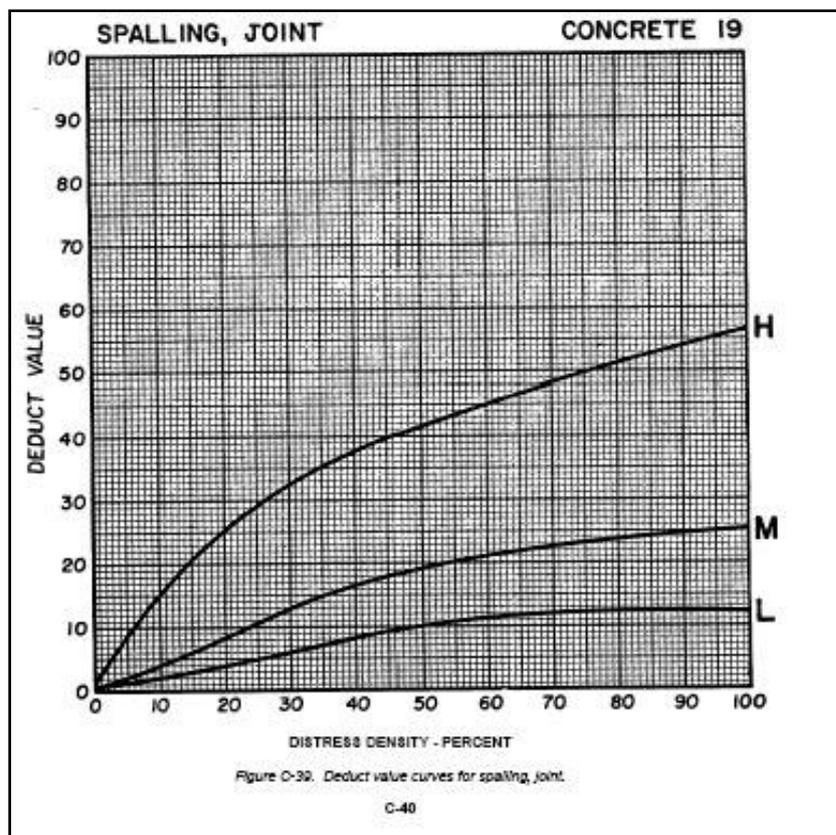


Figure O-38. Deduct value curves for spalling, corner.

C-38



A2.4 – VALORES DEDUZIDOS CORRIGIDOS (VDC) PARA OS DEFEITOS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO.

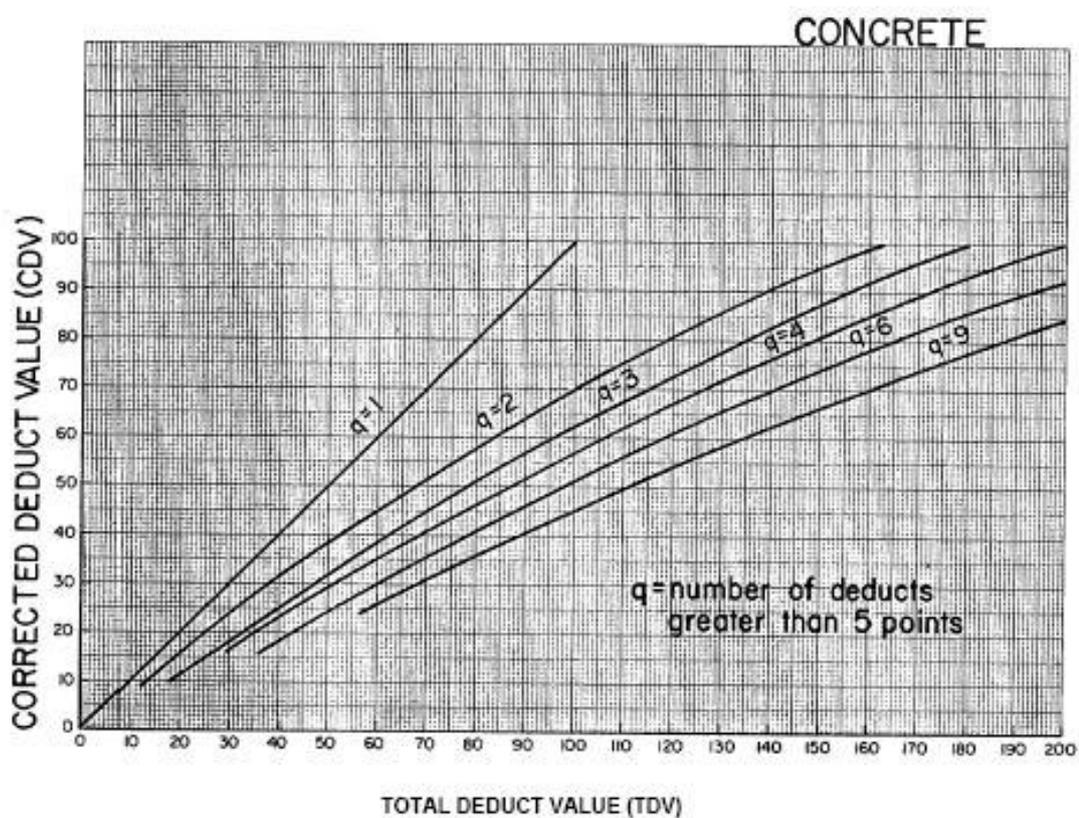


Figure C-40. Corrected deduct value curves for jointed concrete pavements.

ANEXO 3 – RESULTADOS DAS SEÇÕES

A3.1 – DADOS COLETADOS EM CAMPO DA SEÇÃO 01.

Formulário de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos					
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE					
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	01		
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	01		
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	231 m ²		
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO		
01. Trinca Transversal 02. Trinca Longitudinal 03. Trinca Diagonal 04. Trinca em Blocos 05. Afundamento Localizado 06. Buraco ou Panela 07. Afundamento em Trilha de Roda					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo:		01	02	05	
Quantidade e Severidade		2,35 B	1,70 B	1,0 x 0,25 B	
		0,30 B	7,00 B		
		0,85 B			
		0,20 B			
Severidade	B	3,70	8,70	0,25	
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		1,60	Baixa	03	85
02		3,76	Baixa	08	
05		0,11	Baixa	04	
					Condição:
					EXCELENTE
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT):			15
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC):			15
OBSERVAÇÕES:					

Formulário de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos					
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE					
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	01		
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	03		
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	231 m ²		
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO		
01. Trinca Transversal 02. Trinca Longitudinal 03. Trinca Diagonal 04. Trinca em Blocos 05. Afundamento Localizado 06. Buraco ou Panela 07. Afundamento em Trilha de Roda					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo:		01	02	05	
Quantidade e Severidade	0,40 B 0,90 B		2,00 B	8,0 x 0,56 B	
	0,50 B				
	0,54 B				
	0,84 B				
	0,40 B				
	0,70 B				
Severidade	B	4,28	2,00	4,48	
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		1,85	Baixa	04	89
02		0,87	Baixa	01	
05		1,94	Baixa	06	
					Condição:
					EXCELENTE
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT):			11
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC):			11
OBSERVAÇÕES:					

Formulário de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos				
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE				
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	01	
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	06	
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	231 m ²	
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO	
01. Trinca Transversal 02. Trinca Longitudinal 03. Trinca Diagonal 04. Trinca em Blocos 05. Afundamento Localizado 06. Buraco ou Panela 07. Afundamento em Trilha de Roda				
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade				
Tipo:	01	02	03	06
Quantidade e Severidade	5,00 B 2,50 B 2,97 B	9,31 B	2,47 B	1 A
	5,47 B 3,15 B 1,20 B	5,53 B	2,00 B	
	2,00 B 4,20 B 0,30 B	2,44 B		
	3,80 B 1,30 B	3,88 B		
	1,57 B 1,20 B	1,15 B		
	3,49 B 1,20 B			
Severidade	B	39,27	22,31	4,47
	M			
	A			01
CÁLCULO DO PCI				
Tipo de Defeito:	Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01	16,99	Baixa	22	23
02	9,65	Baixa	16	
03	1,93	Baixa	04	
06	0,43	Alta	88	Condição:
				MUITO POBRE
q =	3	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT):		130
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC):		77
OBSERVAÇÕES:				
Por se tratar de um ponto de subida, existe muito esforço de tração neste local, causando um aparecimento maior de defeitos nesta UA.				

Formulário de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos					
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE					
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	01		
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	07		
PESQ.:	Venescau	ÁREA DA AMOSTRA:	231 m ²		
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO		
01. Trinca Transversal 02. Trinca Longitudinal 03. Trinca Diagonal 04. Trinca em Blocos 05. Afundamento Localizado 06. Buraco ou Panela 07. Afundamento em Trilha de Roda					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo:		01	02		
Quantidade e Severidade		0,95 B 0,50 B	1,50 B		
		0,84 B 0,12 B	1,20 B		
		0,50 B 0,75 B	2,00 B		
		0,68 B 0,84 B			
		0,40 B 0,95 B			
		0,45 B			
Severidade	B	6,98	4,70		
	M				
	A				
CÁLCULO DO PCI					
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)
01		3,02	Baixa	07	89
02		2,03	Baixa	04	
					Condição:
					EXCELENTE
q =	1	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT):		11	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC):		11	
OBSERVAÇÕES:					

Formulário de Inspeção Para Pavimentos Asfálticos						
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE						
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	01			
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	09			
PESQ.:	Venescau	ÁREA DA AMOSTRA:	272 m ²			
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO			
01. Trinca Transversal 02. Trinca Longitudinal 03. Trinca Diagonal 04. Trinca em Blocos 05. Afundamento Localizado 06. Buraco ou Panela 07. Afundamento em Trilha de Roda						
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade						
Tipo:	01	02	04	06	07	
Quantidade e Severidade	2,57 B 0,17 B	1,00 B	0,5 x 0,5 B	1 B	6,38 x 0,33 B	
	2,11 B 1,65 B	0,10 B				
	1,29 B 0,08 B					
	1,35 B 1,13 B					
	0,72 B					
	0,20 B					
Severidade	B	11,27	1,10	0,25	01	2,11
	M					
	A					
CÁLCULO DO PCI						
Tipo de Defeito:		Densidade:	Severidade:	Valor Deduzido:	PCI: (100-VDC)	
01		4,14	Baixa	09	66	
02		0,40	Baixa	00		
04		0,09	Baixa	00		
06		0,37	Baixa	41	Condição:	
07		0,78	Baixa	06	BOM	
q =	3	VALOR DEDUZIDO TOTAL (VDT):			56	
		VALOR DEDUZIDO CORRIGIDO (VDC):			34	
OBSERVAÇÕES:						

A3.2 – DADOS COLETADOS EM CAMPO DA SEÇÃO 02.

Formulário de Inspeção Para Pavimentos de Paralelepípedos				
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE em Associação com o DNIT				
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	02	
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	02	
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	227 m ²	
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO	
01. Afundamento Localizado 02. Afundamento em Trilha de Roda 03. Falha na Vedação				
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade				
Typo:		01	02	
Área do Defeito		(2,56 x 2,00) M (2,86 x 1,35) M	(7,00 x 0,50) B	
		(2,27 x 2,10) M		
		(1,00 x 1,00) B		
		(2,29 X 3,30) M		
		(1,22 x 1,00) B		
		(3,29 x 2,15) M		
Severidade	B	2,22	3,50	
	M	28,38		
	A			
CONDIÇÃO DO PAVIMENTO:				
Typo de Defeito:	Severidade	Área Geral Afetada:	(%) da UA	Classificação da UA, Segundo DNIT (2005b):
01	Baixa	2,22	1,0%	REGULAR
01	Média	28,38	12,5%	
02	Baixa	3,50	1,5%	
Total:			15,0%	
OBSERVAÇÕES:				

Formulário de Inspeção Para Pavimentos de Paralelepipedos					
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE em Associação com o DNIT					
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	02		
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	04		
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	227 m ²		
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO		
01. Afundamento Localizado 02. Afundamento em Trilha de Roda 03. Falha na Vedação					
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade					
Tipo:		01	02		
Área do Defeito		(1,05 x 1,58) B	(1,36 x 1,20) B	(8,40 x 1,00) B	
		(2,7 x 1,66) M		(7,98 x 0,70) B	
		(1,53 x 1,34) B			
		(1,4 x 1,77) B			
		(2,85 x 3,40) M			
		(2,20 x 1,00) M			
Severidade	B	7,82	13,99		
	M	16,21			
	A				
CONDIÇÃO DO PAVIMENTO:					
Tipo de Defeito:	Severidade	Área Geral Afetada:	(%) da UA	Classificação da UA, Segundo DNIT	
01	Baixa	7,82	3,4%	PÉSSIMO	
01	Média	16,21	7,1%		
02	Baixa	13,99	6,2%		
Total:			16,8%		
OBSERVAÇÕES:					

Formulário de Inspeção Para Pavimentos de Paralelepípedos				
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE em Associação com o DNIT				
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	02	
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	06	
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	227 m ²	
Tipos de Defeitos Encontrados:		ESBOÇO		
01. Afundamento Localizado 02. Afundamento em Trilha de Roda 03. Falha na Vedação				
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade				
Tipo:		01	02	
Área do Defeito		(1,0 x 1,0) B	(5,50 x 0,91) B	
		(1,80 x 0,60) B		
		(2,20 x 1,0) M		
Severidade	B	2,08	5,01	
	M	2,20		
	A			
CONDIÇÃO DO PAVIMENTO:				
Tipo de Defeito:	Severidade	Área Geral Afetada:	(%) da UA	Classificação da UA, Segundo DNIT
01	Baixa	2,08	0,9%	B0M
01	Média	2,20	1,0%	
02	Baixa	5,01	2,2%	
Total:			4,1%	
OBSERVAÇÕES:				

Formulário de Inspeção Para Pavimentos de Paralelepípedos				
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE em Associação com o DNIT				
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	02	
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	07	
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	227 m ²	
Tipos de Defeitos Encontrados:		ESBOÇO		
01. Afundamento Localizado 02. Afundamento em Trilha de Roda 03. Falha na Vedação				
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade				
Tipo:	01	03		
Área do Defeito	(5,30 x 4,10) M	(6,10 x 0,05) M		
	(2,90 x 1,80) M			
	(1,20 x 1,0) B			
	(2,17 x 0,68) M			
	(1,56 x 2,92) M			
	(5,50 x 3,50) M			
Severidade	B	1,20		
	M	52,30	0,31	
	A			
CONDIÇÃO DO PAVIMENTO:				
Tipo de Defeito:	Severidade	Área Geral Afetada:	(%) da UA	Classificação da UA, Segundo DNIT
01	Baixa	1,20	0,5%	PÉSSIMO
01	Média	52,30	23,0%	
03	Média	0,31	0,1%	
Total:			23,7%	
OBSERVAÇÕES:				
A Falha na Vedação localizada nesta UA é um defeito no encontro da ponte com o calçamento de paralelepípedos que não se encontra totalmente preenchido.				

Formulário de Inspeção Para Pavimentos de Paralelepípedos				
Adaptação do Manual TM 5-623 da USACE em Associação com o DNIT				
RAMO:	Andrade Furtado	SEÇÃO:	02	
DATA:	12/02/06	UNIDADE DE AMOSTRA:	08	
PESQ.:	Marcos Lima	ÁREA DA AMOSTRA:	252 m ²	
Tipos de Defeitos Encontrados:			ESBOÇO	
01. Afundamento Localizado 02. Afundamento em Trilha de Roda 03. Falha na Vedação				
Tipos de Defeitos Encontrados: Quantidade e Severidade				
Tipo:	01			
Área do Defeito	(2,1 x 1,20) M (2,5 x 2,60) M			
	(1,27 x 1,10) B (2,25 x 1,60) M			
	(1,35 x 1,70) B (2,93 x 2,77) M			
	(2,30 x 2,22) M			
	(3,90 x 4,29) M			
	(3,70 x 1,60) M			
Severidade	B	3,69		
	M	57,07		
	A			
CONDIÇÃO DO PAVIMENTO:				
Tipo de Defeito:	Severidade	Área Geral Afetada:	(%) da UA	Classificação da UA, Segundo DNIT
01	Baixa	3,69	1,5%	PÉSSIMO
01	Média	57,07	22,6%	
Total:			24,1%	
OBSERVAÇÕES:				