

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

**PROPOSTA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS E  
ORÇAMENTOS DE SERVIÇOS EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS**

**Luiz Antonio Ferreira de Santana**

**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:**

**Prof. Dr. Ernesto Ferreira Nobre Júnior**

**Fortaleza**

**2006**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SANTANA, LUIZ ANTONIO FERREIRA DE

**Proposta de Composição de Custos Unitários e Orçamentos de Serviços em Vias não Pavimentadas. Fortaleza, 2006.**

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

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Estradas Rurais não Pavimentadas | 2. Sistema de Gerência de Pavimentos |
| 3. Custos Rodoviários               | 4. Composição de Custos Unitários    |

CDD 388

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTANA, L. A. F. (2006). Proposta de Composição de Custos Unitários e Orçamentos de Serviços em Vias não Pavimentadas. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 114 pág.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Luiz Antonio Ferreira de Santana

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Proposta de Composição de Custos Unitários e Orçamentos de Serviços em Vias não Pavimentadas.

Mestre / 2006

É concedida à 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.

---

Luiz Antonio Ferreira de Santana

Rua Farmacêutico João Carvalho, N. ° 4715 – Bairro Morada do Sol

64.055-250 – Teresina/PI – Brasil

e-mail: lafsantana@yahoo.com.br

PROPOSTA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS E ORÇAMENTOS DE  
SERVIÇOS EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS

Luiz Antonio Ferreira de Santana

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

Aprovado por:

---

Prof. Ernesto Ferreira Nobre Júnior, Dr. Eng.  
(Orientador – UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Suelly Helena de Araújo Barroso, Dr.<sup>a</sup> Eng.  
(Examinadora Interna – UFC)

---

Prof. David de Carvalho, Dr. Eng.  
(Examinador Externo – UNICAMP)

FORTALEZA, CE – BRASIL  
DEZEMBRO – 2006

*Muitos são os momentos da vida nos quais tentamos alcançar os nossos sonhos. Experimentemos, então, alcançá-los um de cada vez, assim como fazemos degrau a degrau em uma escalada, e então poderemos saborear cada momento como único em nossa vida, cada instante e toda a glória de uma conquista verdadeiramente merecida.*

(Luiz Antonio F. de Santana)

**DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais, Antonio Luiz e Socorro,  
à minha esposa Sílvia e aos meus  
filhos Aninha e Felipe.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Deus pelo dom da vida e ter a capacidade de discernimento e poder estar aqui hoje.

Aos meus pais Antonio Luiz Vasconcelos de Santana e Maria do Socorro Ferreira de Santana, por terem sido o meio utilizado por Deus para que eu pudesse ter chegado até aqui, e em especial à minha mãe, como ela mesma fala, foi quem me “desarnou”, ensinando-me a ler e a escrever.

À minha esposa Sílvia Cristina Carvalho Sampaio Santana, e seus familiares, por ter participado sempre dos melhores momentos da minha vida.

Aos meus filhos Ana Luisa Carvalho Santana e Luiz Felipe Carvalho Santana, por fazerem parte dos melhores momentos da minha vida e pela compreensão das intermináveis ausências em suas vidas.

Ao professor Dr. Ernesto Ferreira Nobre Júnior, mentor desta dissertação, pelo auxílio prestado no seu desenvolvimento, com sua capacidade, paciência e amizade, incentivando-me e encorajando-me na conclusão desta.

Ao meu irmão Santana Jr. e sua esposa, Ângela, pelo apoio que dispensaram a mim durante toda a minha permanência em Fortaleza.

À Sra. Ivone Sales Aleixo, pela especial atenção dispensada ao corpo de mestrandos do PETRAN e notável acolhimento daqueles que sempre a procuram, demonstrando sempre presteza e dedicação que lhe são peculiares.

Ao grande amigo Fábio Roberto Nunes Garcia, pelo companheirismo e amizade desde o primeiro dia de aula até a conclusão desta dissertação.

Aos amigos Mestres em Engenharia de Transportes, Ricardo Venescau de Oliveira Almeida e Marcos Lima Leandro Sucupira, pelo auxílio dispensado no decorrer dessa jornada e pela ajuda na formatação deste trabalho.

Ao Doutorando Flávio Vasconcelos de Souza pela amizade e auxílio dispensados neste trabalho.

Ao Tribunal de Contas do Estado do Piauí – TCE-PI, pelo auxílio direto para que pudesse dedicar-me exclusivamente na elaboração desta dissertação.

Ao Conselheiro Dr. Luciano Nunes Santos, Presidente do TCE-PI, pelo apoio dispensado que foi fundamental para a conclusão desta dissertação.

Ao Conselheiro Dr. Joaquim Kennedy Nogueira Barros, coordenador geral do Centro de Estudos, Pesquisas e Capacitação – CEPEC, órgão do TCE-PI que estabelece a política de pesquisa e capacitação no Tribunal e disciplina as atividades decorrentes, em nome de quem agradeço a todos os membros que o compõem.

Agradecimentos especiais ao Dr. Carlos Alberto Matão Lemos, Diretor da Inspeção de Obras e Serviços Públicos – IOSP/TCE-PI, que sempre se mostrou prazeroso e incentivador para que eu pudesse continuar neste estudo e chegasse à sua conclusão.

Agradecimentos especiais ao chefe da Divisão de Engenharia – DEN do TCE/PI, engenheiro Francisco José Soares Fernandes, que abriu mão durante todo este tempo de mais um operário para ajudar a erguer sua obra.

Aos colegas e amigos engenheiros da Divisão de Engenharia – DEN/IOSP/TCE-PI, Olívia, Leal, Verônica, Leite, Gustavo, José Nilton, Teresa, Iury, Alberto, Azul, Thaís, Lourival e Msc. Roberto, pelo apoio dado em alguns momentos e pela tolerância ao tempo que tive que me ausentar para a conclusão deste mestrado.

Resumo da Dissertação submetida ao PETRAN / UFC como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências (MSc.) em Engenharia de Transportes.

PROPOSTA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS E ORÇAMENTOS DE SERVIÇOS EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS.

Luiz Antonio Ferreira de Santana

Dezembro/2006

Orientador: Ernesto Ferreira Nobre Júnior

Esta dissertação de mestrado trata de uma proposta de composição de custos unitários para um sistema de alternativas relacionadas às intervenções dos defeitos que possam atingir as vias não pavimentadas. É realizada uma abordagem teórica destas, especialmente quanto aos tipos de defeitos possíveis de afetar o desempenho das vias não pavimentadas. Analisa-se a importância da implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos, especialmente quanto ao seu benefício para o controle das condições das vias em estudo. A descrição dos custos envolvidos nos serviços de intervenção de uma via não pavimentada aborda um estudo financeiro que está envolvido neste processo, especificamente quanto aos custos diretos e indiretos referentes à composição dos custos unitários. Objetivando atingir a finalidade proposta neste trabalho, consideram-se os parâmetros de serviços e preços de alguns órgãos que trabalham com atividades correlatas, em especial aqueles abordados pelo SICRO2. Foram analisadas propostas de intervenção e defeitos sugeridos em trabalhos anteriores, assim como realizadas outras sugestões para o saneamento dos defeitos passíveis de acontecer em uma via não pavimentada. Com as alternativas de solução apresentadas nesta dissertação, sugere-se uma proposta para a composição de custos unitários para aqueles serviços que podem ser realizados nos processos de intervenção de uma via não pavimentada.

Palavras-Chaves: Estradas Rurais Não Pavimentadas; Sistema de Gerência de Pavimentos; Custos Rodoviários; Composição de Custos Unitários.



Abstract of Thesis submitted to PETRAN/UFC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.) in Transportation Engineering.

PROPOSAL OF UNIT COSTS COMPOSITION AND SERVICE BUDGETS IN  
UNPAVED ROADS

Luiz Antonio Ferreira de Santana

December/2006

Advisor: Ernesto Ferreira Nobre Júnior

This master paper is about a proposal of unit costs composition for a system of alternatives related to the interventions of the faults that might affect unpaved roads. It is carried out a theoretical approach on these roads, concerning specially to the kinds of possible faults that might affect unpaved roads performance. It is analyzed the importance of a Pavement Management System implementation, specially as for its benefit for controlling the roads conditions in study. The description of the costs which are involved in the intervention services of a unpaved road deals with a financial study that is involved in this process, specifically as for direct and indirect costs regarding the composition of unit ones. Planning to reach this paper objectives, it has been considered the parameters of services and prices from some organizations that have worked with related activities, specially those ones dealt by SICRO2. The intervention and faults proposals suggested by previous work were analysed as well as it was carried out other suggestions for solving these possible faults on unpaved roads. Through the alternatives of solutions which were presented in this paper, it is suggested a proposal for the composition of unit costs concerning those services that might be carried out within unpaved road intervention processes.

Keywords: Unpaved Rural Roads; Pavement Management System; Road Costs; Unit Costs Composition.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	2
1.3 OBJETIVOS .....	2
1.3.1 Objetivo Geral.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos .....	2
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA .....	2
1.5 ORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
1.5.1 Capítulo 1.....	3
1.5.2 Capítulo 2.....	3
1.5.3 Capítulo 3.....	3
1.5.4 Capítulo 4.....	4
1.5.5 Capítulo 5.....	4
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>5</b>
<b>VIAS NÃO PAVIMENTADAS .....</b>	<b>5</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE UMA VIA NÃO PAVIMENTADA .....	5
2.2 ESTRUTURA RODOVIÁRIA DO BRASIL .....	6
2.3 FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO DAS VIAS NÃO PAVIMENTADAS .....	10
2.4 CATEGORIAS DAS ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS .....	12
2.4.1 Estradas não Conformadas.....	12
2.4.2 Estradas Conformadas .....	12
2.4.3 Estradas Conformadas e Revestidas .....	13
2.5 TIPOS DE DEFEITOS MAIS COMUNS PRESENTES EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS .....	13
2.5.1 Seção Transversal Imprópria (STI).....	15
2.5.2 Drenagem Inadequada .....	17
2.5.3 Corrugações .....	19
2.5.4 Excesso de Poeira .....	21
2.5.5 Buracos .....	24
2.5.6 Trilha de Roda .....	27
2.5.7 Perda de Agregados .....	28
2.5.8 Areiões .....	30
2.5.9 Atoleiro .....	32
2.5.10 Pista Escorregadia.....	33
2.5.11 Erosões.....	33
2.5.12 Facão.....	34
2.5.13 Rocha Aflorante .....	35
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>40</b>

<b>SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS.....</b>	<b>40</b>
3.1 A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE UM SGP EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS .....	43
3.2 CUSTOS E BENEFÍCIOS NA IMPLANTAÇÃO DE UM SGP .....	44
3.3 OS DECISORES DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS..	45
3.3.1 Gestão Legislativa.....	46
3.3.2 Gestão Administrativa .....	47
3.3.3 Gestão Técnica.....	48
3.4 OBJETIVOS DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS .....	50
3.5 NÍVEIS DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS .....	53
3.5.1 Nível de Rede.....	54
3.5.2 Nível de Projeto .....	58
3.6 CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS .....	59
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>61</b>
<b>CUSTOS E COMPOSIÇÃO DE CUSTOS .....</b>	<b>61</b>
4.1 CUSTOS DIRETOS DE CONSTRUÇÃO .....	62
4.1.1 Custo Horário de Utilização de Equipamentos (CEq) .....	62
4.1.2 Custo Horário de Mão-de-Obra Suplementar (CMOS) .....	64
4.1.3 Custo Unitário de Transporte.....	65
4.1.4 Custo Horário Total (CHT).....	65
4.1.5 Produção da equipe (PE).....	66
4.1.6 Custo Direto Total (CD) .....	67
4.1.7 Custo Unitário Total (CUT).....	67
4.2 CUSTOS INDIRETOS DE CONSTRUÇÃO .....	68
4.3 AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	70
4.4 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS .....	72
4.4.1 Parâmetros de Preços .....	72
4.4.2 Recursos Financeiros .....	77
4.4.3 O Controle de Custo .....	77
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>81</b>
<b>PROPOSIÇÃO DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS.....</b>	<b>81</b>
5.1 PROPOSIÇÃO DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA INTERVENÇÃO DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS .....	82
5.1.1 Seção Transversal Imprópria .....	83
5.1.2 Drenagem Inadequada .....	86
5.1.3 Corrugações .....	92
5.1.4 Excesso de Poeira .....	93
5.1.5 Buracos .....	94
5.1.6 Trilha de Roda .....	95
5.1.7 Perda de Agregados .....	96
5.1.8 Areiões .....	98
5.1.9 Atoleiro .....	100
5.1.10 Pista Escorregadia.....	102
5.1.11 Erosões.....	102

5.1.12	Facão.....	105
5.1.13	Rocha Aflorante.....	106
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>		<b>108</b>
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>		<b>108</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>112</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 2.1:</b> EXEMPLO DE UMA VIA NÃO PAVIMENTADA.....	6
<b>FIGURA 2.2:</b> DISTRIBUIÇÃO DAS RODOVIAS PAVIMENTADAS E NÃO PAVIMENTADAS .....	7
<b>FIGURA 2.3:</b> REPRESENTAÇÃO DAS RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS NAS REGIÕES BRASILEIRAS .....	8
<b>FIGURA 2.4:</b> DISTRIBUIÇÃO DA MALHA VIÁRIA NO ESTADO DO CEARÁ.....	9
<b>FIGURA 2.5:</b> ESTRADA COM TRÁFEGO LOCALIZADO, FORMANDO APENAS UMA TRILHA DE RODAS .....	14
<b>FIGURA 2.6:</b> BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – STI (EATON & BEAUCHAM, 1992).....	16
<b>FIGURA 2.7:</b> MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – STI (EATON & BEAUCHAM, 1992) ....	16
<b>FIGURA 2.8:</b> ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – STI (EATON & BEAUCHAM, 1992).....	17
<b>FIGURA 2.9:</b> OCORRÊNCIA (ESQUERDA) E TENTATIVA DE CORREÇÃO DO DEFEITO STI (DIREITA) .....	17
<b>FIGURA 2.10:</b> BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – DRENAGEM INADEQUADA (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	18
<b>FIGURA 2.11:</b> MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – DRENAGEM INADEQUADA (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	18
<b>FIGURA 2.12:</b> ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – DRENAGEM INADEQUADA (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	19
<b>FIGURA 2.13:</b> DRENAGEM INADEQUADA – VISTAS INVERTIDAS DE UM MESMO TRECHO COM DANO .....	19
<b>FIGURA 2.14:</b> BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – CORRUGAÇÕES (EATON & BEAUCHAM, 1992). .....	20
<b>FIGURA 2.15:</b> MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – CORRUGAÇÕES (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	20
<b>FIGURA 2.16:</b> ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – CORRUGAÇÕES (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	21
<b>FIGURA 2.17:</b> EXEMPLO DE CORRUGAÇÃO (BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE).....	21
<b>FIGURA 2.18:</b> BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – EXCESSO DE POEIRA (BAESSO & GONÇALVES, 2003). .....	22
<b>FIGURA 2.19:</b> MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – EXCESSO DE POEIRA (BAESSO & GONÇALVES, 2003). .....	22
<b>FIGURA 2.20:</b> ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – EXCESSO DE POEIRA (BAESSO & GONÇALVES, 2003). .....	23
<b>FIGURA 2.21:</b> EXEMPLO DE EXCESSO DE POEIRA – BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE (CORREIA, 2003) .....	24
<b>FIGURA 2.22:</b> BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – BURACO (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	25
<b>FIGURA 2.23:</b> MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – BURACO (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	25
<b>FIGURA 2.24:</b> ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – BURACO (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	26
<b>FIGURA 2.25:</b> EXEMPLO DE BURACOS (ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE) .....	26
<b>FIGURA 2.26:</b> BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – TRILHA DE RODA (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	27
<b>FIGURA 2.27:</b> MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – TRILHA DE RODA (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	27

<b>FIGURA 2.28:</b> ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – TRILHA DE RODA (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	28
<b>FIGURA 2.29:</b> ESTRADA COM MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE (AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA) .....	28
<b>FIGURA 2.30:</b> BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – PERDA DE AGREGADOS (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	29
<b>FIGURA 2.31:</b> MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – PERDA DE AGREGADOS (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	29
<b>FIGURA 2.32:</b> ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – PERDA DE AGREGADOS (EATON & BEAUCHAM, 1992) .....	29
<b>FIGURA 2.33:</b> ESTRADA COM BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE (PERDA DE AGREGADOS) ....	30
<b>FIGURA 2.34:</b> ESTRADA COM ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE (AREIÕES) .....	31
<b>FIGURA 2.35:</b> ESTRADA SUJEITA A ATOLEIRO .....	32
<b>FIGURA 2.36:</b> EXEMPLO DE PISTA ESCORREGADIA .....	33
<b>FIGURA 2.37:</b> ESTRADA ROMPIDA DEVIDO À EROSIÃO (ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE).....	34
<b>FIGURA 2.38:</b> EXEMPLO DE FACÃO (BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE) .....	35
<b>FIGURA 2.39:</b> EXEMPLO DE ROCHA AFLORANTE (IPT, 1988) .....	36
<b>FIGURA 3.1:</b> GRÁFICO CONDIÇÃO X CUSTO X TEMPO (ADAPTADO DE CORREIA, 2003)	45
<b>FIGURA 3.2:</b> PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM SGP (HAAS ET AL.,1994).....	52
<b>FIGURA 3.3:</b> NÍVEIS BÁSICOS OPERACIONAIS DA GERÊNCIA DE PAVIMENTOS E PRINCIPAIS ATIVIDADES (ADAPTADO DE HAAS ET AL., 1994) .....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 2.1:</b> RODOVIAS PAVIMENTADAS E NÃO PAVIMENTADAS NO BRASIL .....	7
<b>TABELA 2.2:</b> EXTENSÃO TOTAL DAS VIAS NÃO PAVIMENTADAS EM CADA REGIÃO BRASILEIRA .....	8
<b>TABELA 2.3:</b> EXTENSÃO TOTAL DAS RODOVIAS NO ESTADO DO CEARÁ .....	8
<b>TABELA 2.4:</b> NÍVEIS DE SEVERIDADE DO DEFEITO BURACO .....	25
<b>TABELA 4.1:</b> EQUIPAMENTOS APROPRIADOS PARA CADA SERVIÇO REQUERIDO EM UMA VIA NÃO PAVIMENTADA .....	63
<b>TABELA 4.2:</b> ESCALA SALARIAL DA MÃO-DE-OBRA .....	65
<b>TABELA 4.3:</b> COMPOSIÇÃO DO LDI (LUCRO E DESPESAS INDIRETAS).....	69
<b>TABELA 5.1:</b> CUSTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL IMPRÓPRIA – SEVERIDADE BAIXA .....	83
<b>TABELA 5.2:</b> CUSTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL IMPRÓPRIA – SEVERIDADE MÉDIA.....	84
<b>TABELA 5.3:</b> CUSTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL IMPRÓPRIA – SEVERIDADE ALTA.....	85
<b>TABELA 5.4:</b> CUSTO DA DRENAGEM INADEQUADA – LIMPEZA DE VALETAS .....	86
<b>TABELA 5.5:</b> CUSTO DA DRENAGEM INADEQUADA – LIMPEZA DE BUEIRO .....	87
<b>TABELA 5.6:</b> CUSTO DA DRENAGEM INADEQUADA – RECONFORMAÇÃO E/OU CONSTRUÇÃO DE VALETAS.....	88
<b>TABELA 5.7:</b> CUSTO DA DRENAGEM INADEQUADA – INSTALAÇÃO DE DRENO PROFUNDO .....	89
<b>TABELA 5.8:</b> CUSTO DA DRENAGEM INADEQUADA – AUMENTO DE BUEIROS .....	90
<b>TABELA 5.9:</b> CUSTO DA DRENAGEM INADEQUADA – PROTEÇÃO <i>RIP RAP</i> .....	91
<b>TABELA 5.10:</b> CUSTO DO EXCESSO DE POEIRA – SEVERIDADE BAIXA .....	93
<b>TABELA 5.11:</b> CUSTO DE AREIÕES – SEVERIDADE BAIXA.....	98
<b>TABELA 5.12:</b> CUSTO DE AREIÕES – SEVERIDADE MÉDIA E ALTA.....	99
<b>TABELA 5.13:</b> CUSTO DO ATOLEIRO – CONSTRUÇÃO DE BUEIRO.....	101
<b>TABELA 5.14:</b> CUSTO DAS EROSÕES – RECOMPOSIÇÃO MANUAL .....	103
<b>TABELA 5.15:</b> CUSTO DAS EROSÕES – RECOMPOSIÇÃO MECÂNICA .....	104
<b>TABELA 5.16:</b> CUSTO DA ROCHA AFLORANTE .....	106
<b>TABELA 5.17:</b> RESUMO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS .....	107

**LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES**

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ALYNO	Método de Avaliação das Condições de Superfície
ALYNOMO	Método de Previsão de Desempenho
BR	Rodovia Federal
CEF	Caixa Econômica Federal
CF	Constituição Federal
COHAB	Companhia de Habitação do Ceará
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CNT	Código Nacional de Trânsito
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DEP	Massachusetts Department of Environmental Protection
DER-SC	Departamento de Estradas de Rodagem – Santa Catarina
DERT	Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISS	Impostos Sobre Serviços
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
MCDA	Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão
MLP	<i>Multilayer Perceptron</i>
OGU	Orçamento Geral da União
PIS	Programa de Integração da Seguridade Social



PCPR	Programa de Combate à Pobreza Rural
PNV	Plano Nacional de Viação
RNA	Redes Neurais Artificiais
SDU	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SEDURB	Superintendência do Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará
SEINFRA	Secretaria da Infra Estrutura
SETECO	Secretaria de Transportes, Energia, Comunicação e Obras
SICRO2	Sistema de Custos Rodoviários
SINAPI	Sistema Nacional de Índices e Preços da Construção Civil
SOEC	Superintendência de Obras do Estado do Ceará
SUTERCE	Superintendência de Transportes Intermunicipais e Terminais Rodoviários do Ceará.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve todas as etapas desenvolvidas a partir do projeto de pesquisa, as quais serviram de base para a realização dessa dissertação elaborada em seis capítulos.

### 1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, não foram poucos os esforços do poder público em promover o crescimento e desenvolvimento econômico do país e sua crescente participação no mercado global. Para tanto, tem-se observado uma re-estruturação de vários setores produtivos, verificando-se, entre tantos elementos coesos, a necessidade de melhorias na infra-estrutura dos modais de transportes. Dentre os quais, o modal rodoviário tem se destacado, embora o gerenciamento adequado da infra-estrutura rodoviária ainda não tenha se efetivado.

A gerência de pavimentos, que se refere a todo um sistema responsável pela gestão de uma malha viária, traduz-se basicamente em macro-planos que se concentram essencialmente nas rodovias federais e estaduais, por vezes pavimentadas, levando o gestor a realizar tarefas de manutenção em suas jurisdições, sob condições técnicas e orçamentárias eminentemente restritas às necessidades operacionais.

Quanto às rodovias não pavimentadas, pouco se discute sobre o seu gerenciamento, padrões e normas que disciplinem clara e corretamente as intervenções quando de suas obras. Tais fatores têm sido traduzidos em perdas financeiras e na má qualidade das superfícies de rolamento, muitas vezes devido ao processo de intervenção inadequado aos quais são submetidas as vias, o que reflete nos custos associados as operações de transportes e na própria segurança dos usuários que trafegam nestas vias.

Como proposta de intervenção nestas vias, este trabalho apresenta alternativas que possibilitam dimensionar equipes de trabalho, de forma adequada, definindo quantitativa e qualitativamente os insumos a serem empregados em cada um dos serviços sugeridos, contemplando os custos envolvidos em cada intervenção.

Portanto, será apresentada uma sistematização de técnicas de manutenção de serviços, satisfatórias e adequadas às vias não pavimentadas, as quais permitirão ao gestor aplicá-las visando obter intervenções satisfatórias.

## **1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA**

O tomador de decisão para gerenciar a manutenção de vias não pavimentadas, necessita identificar os defeitos existentes na rodovia, dimensionar o pessoal e os equipamentos necessários, para poder definir os custos envolvidos nas operações. Atualmente não se encontra disponível, no meio técnico, uma solução sistematizada que possa ser utilizada como um apoio efetivo para a realização deste tipo de atividade.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Produzir os meios para que o tomador de decisão possa gerenciar orçamentos e custos unitários, de vias não pavimentadas, aplicando metodologia que permita avaliar a viabilidade técnico-econômica dos processos de intervenção aos quais estas serão submetidas.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Desenvolvimento de metodologia para avaliar a viabilidade técnico-econômica na elaboração de reparos em vias não pavimentadas, propondo as soluções relativas a orçamentos e custos, dos diversos tipos de intervenções, com a finalidade específica de sistematizar a solução dos problemas detectados, através de aparato técnico para que as intervenções possam ser realizadas de forma adequada, permitindo a verificação quanto ao dimensionamento de pessoal e equipamentos envolvidos no processo de intervenção.

## **1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado o levantamento do material bibliográfico disponível que contemplasse as fontes de consultas de livros, revistas,

boletins, panfletos, jornais, internet e outras publicações pertinentes ao tema em estudo, contemplando uma revisão sobre a Gerência de Pavimentos (GP), no Brasil e no Exterior.

Elaboraram-se alternativas para a intervenção dos defeitos que afetam o desempenho das vias não pavimentadas, especialmente daqueles verificados na literatura e em campo, adotando-se propostas para a realização dos serviços e as devidas composições dos custos envolvidos nos processos.

Apresentam-se as análises realizadas, buscando viabilizar a funcionalidade das soluções aplicadas recomendáveis para cada tipo de defeito identificado na via, conforme o nível de severidade, e adotando os insumos e equipamentos necessários para a realização das intervenções.

## **1.5 ORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO TRABALHO**

### **1.5.1 Capítulo 1**

O Capítulo 1 relata a estrutura geral desta dissertação, descrevendo a importância e o motivo pela opção de estudo do tema proposto. No desenvolver deste capítulo são descritos os objetivos geral e específico do trabalho, a identificação do problema de pesquisa e a descrição sucinta de cada capítulo que faz parte desta dissertação.

### **1.5.2 Capítulo 2**

O Capítulo 2 descreve o embasamento teórico das vias não pavimentadas, abordando a caracterização geral dessas vias, a estrutura rodoviária no Brasil, os fatores que afetam seu desempenho, suas categorias e os tipos de defeitos presentes em vias não pavimentadas.

### **1.5.3 Capítulo 3**

O Capítulo 3 enfatiza o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), abordando a definições, a importância de sua utilização em vias não pavimentadas, os custos e

benefícios na implantação desse sistema, a importância de um aparato técnico na concepção e execução de um SGP, seus objetivos, com uma abordagem quanto aos níveis de um sistema de gerência de pavimentos e as características essenciais de um sistema de gerência de pavimentos.

#### **1.5.4 Capítulo 4**

O Capítulo 4 descreve uma abordagem sobre os custos e composição de custos. Quanto aos custos envolvidos no processo construtivo enfocam-se os custos diretos e indiretos, realizando-se uma abordagem sobre a avaliação econômica, tendo sido esta feita com base em parâmetros determináveis que pudessem auxiliar na comparação de alternativas sobre o valor investido.

No tocante à composição dos custos envolvidos no processo de intervenção de uma via não pavimentada, leva-se em consideração o parâmetro de preços de alguns órgãos que trabalham com atividades correlatas ao tema em estudo. Este capítulo aborda, ainda, os agentes financiadores dos recursos destinados às intervenções dos serviços a serem executados em uma via não pavimentada, assim como o controle de custo envolvido neste processo.

#### **1.5.5 Capítulo 5**

O capítulo 5 enfoca a proposição de composição de custos, especialmente quanto às composições de custos para a intervenção nas vias não pavimentadas, sendo os quantitativos, os materiais, os equipamentos e a mão-de-obra, empregados de acordo com as tabelas SICRO2 na estruturação das tabelas apresentadas neste trabalho.

Nas considerações das intervenções nas vias não pavimentadas, trabalhou-se com as sugestões de EATON & BEAUCHAM (1992), ODA (1995) e IPT (1988).

## CAPÍTULO 2

### VIAS NÃO PAVIMENTADAS

Devido à existência de diversas áreas favoráveis à produção de alimentos em várias partes do Brasil, estas áreas têm sido ocupadas ao longo do tempo, pelo homem, para a construção de moradia e a produção de alimentos para sua subsistência, resultando no surgimento de pequenos povoados.

A falta de ordem na ocupação de áreas rurais tem provocado um crescimento desordenado, dificultando a interligação entre comunidades, necessária para permitir o escoamento da produção e o acesso a outras atividades.

Estas interligações são construídas tendo como ponto de partida veredas utilizadas para pequenos deslocamentos a pé, que evoluem para estradas de terra, onde posteriormente são construídas rodovias pavimentadas.

#### 2.1 DEFINIÇÃO DE UMA VIA NÃO PAVIMENTADA

Segundo o Código Nacional de Trânsito (CNT, 1999), rodovia refere-se a uma via rural pavimentada, enquanto estrada refere-se a uma via rural não pavimentada. Neste caso, devido à particularidade do tema em estudo, tratar-se-ão os elementos de ligação entre localidades quaisquer como Vias não Pavimentadas, tendo em vista estas serem criadas, na maioria das vezes, de forma aleatória pela população que as utiliza com o objetivo de interligar comunidades circunvizinhas, conforme se vê na Figura 2.1.

Conforme a sua implantação, as características geométricas das vias não pavimentadas não obedecem a nenhuma norma para projeto geométrico, ou seja, simplesmente acompanha a topografia natural do terreno, principalmente no sentido longitudinal.

Devido à influência da vegetação, limites de propriedades vizinhas, conveniência de adequação de drenagem e ao tráfego, dentre outros fatores, a largura

das vias não pavimentadas sofre modificação ao longo de sua extensão, sendo esta na maioria das vezes realizada sem um acompanhamento técnico adequado.



**FIGURA 2.1:** EXEMPLO DE UMA VIA NÃO PAVIMENTADA

De uma maneira geral, existe uma grande extensão de vias rurais em todo o mundo, sendo estas enquadradas, na maior parte das vezes, na categoria de rodovias de baixo volume de tráfego, tendo em vista atender primordialmente o tráfego local. Do total dessa malha viária, significativa parcela é constituída por vias não pavimentadas, ocasionada, sobretudo, pela grande expansão do povoamento de áreas em uma vasta extensão territorial.

## **2.2 ESTRUTURA RODOVIÁRIA DO BRASIL**

A partir da segunda metade do século XX, a política de transportes do Brasil adotou o modal rodoviário como o mais importante meio de transporte do país, incluindo passageiros e cargas, ocasionado, sobremaneira, pelo incentivo da instalação de montadoras estrangeiras e a proliferação do uso do petróleo. Para tanto, foi urgente a necessidade de implantação de rodovias que ligassem os principais centros urbanos do país, sendo estas primariamente executadas pelo governo federal, denominadas pelo Plano Nacional de Viação (PNV) de Rodovia Brasileira (BR).

Segundo VIVIANE (1998), quanto à finalidade das vias não pavimentadas, estas possuem importância notória, tendo em vista serem o primeiro caminho percorrido por

toda a produção da zona rural. São fundamentais para a economia, por serem as primeiras responsáveis pelo escoamento dos produtos agropecuários, podendo ser assim denominadas como rede viária secundária, coletora ou alimentadora.

Além da sua importância econômica tem-se também a finalidade social, onde elas são a ligação que a comunidade rural dispõe para o acesso aos centros urbanos, na busca de educação, saúde, comércio, bancos, meios de comunicação, dentre outros.

No entanto, apesar de existirem vias não pavimentadas de grande importância regional, na maioria das vezes as mesmas não possuem tráfego suficiente que justifique a sua pavimentação, dificultando a melhoria da malha viária.

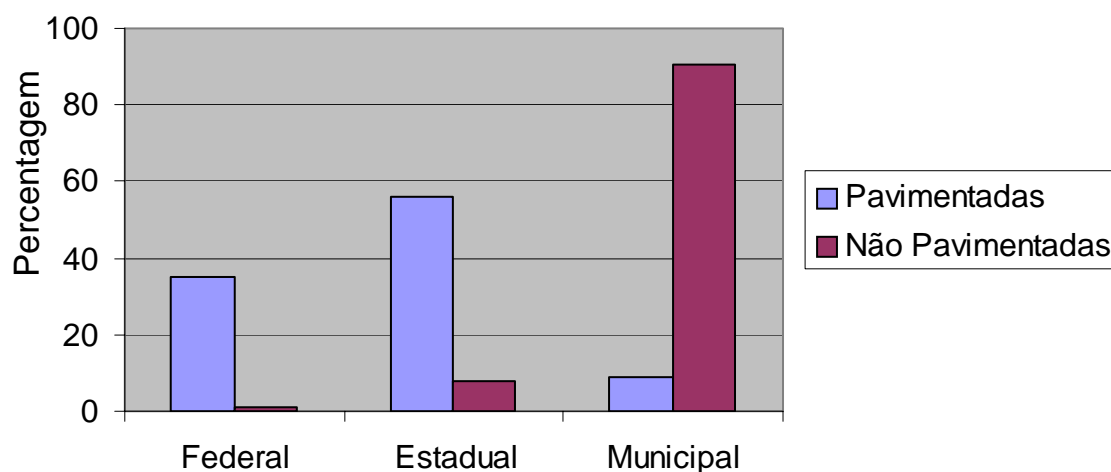
Quanto à rede rodoviária nacional, apresenta-se na Tabela 2.1 a discriminação das rodovias pavimentadas e não pavimentadas no país, consoante a sua jurisdição.

**Tabela 2.1:** Rodovias pavimentadas e não pavimentadas no Brasil

Rodovias pavimentadas e não pavimentadas no Brasil					
Estradas	Jurisdição (%)			Extensão	(%)
	Federal	Estadual	Municipal		
Pavimentadas	35,10	56,10	8,90	148.247	9,0
Não Pavimentadas	1,10	8,10	90,80	1.500.925	91,0

**Fonte:** Viviani – 1998, adaptada.

A Figura 2.2 retrata a distribuição espacial apresentada na Tabela 2.1 das rodovias pavimentadas e não pavimentadas no Brasil conforme sua jurisdição.



**FIGURA 2.2:** DISTRIBUIÇÃO DAS RODOVIAS PAVIMENTADAS E NÃO PAVIMENTADAS  
(VIVIANE, 1998, ADAPTADA)



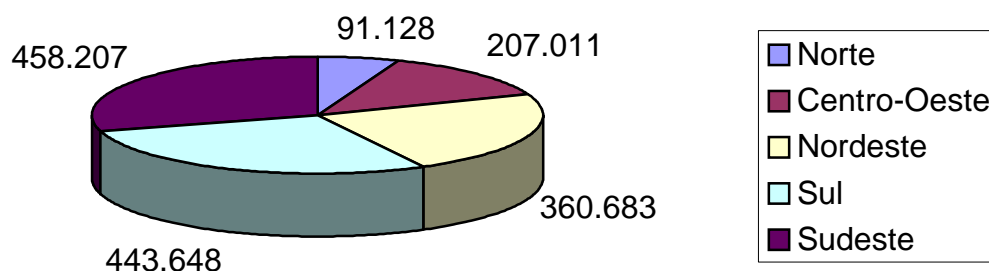
Na Tabela 2.2, segundo o GEIPOT (2000), são apresentadas as distribuições das extensões totais das vias não pavimentadas em cada região brasileira.

**Tabela 2.2:** Extensão total das vias não pavimentadas em cada região brasileira

Extensão das rodovias não pavimentadas	
Região	Extensão (Km)
Norte	91.128
Centro-Oeste	207.011
Nordeste	360.683
Sul	443.648
Sudeste	458.207
<b>Total</b>	<b>1.560.677</b>

**Fonte:** GEIPOT – 2000, adaptada.

A Figura 2.3 demonstra a distribuição das rodovias não pavimentadas de acordo com as regiões brasileiras, conforme apresentada na Tabela 2.2.



**FIGURA 2.3:** REPRESENTAÇÃO DAS RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS NAS REGIÕES BRASILEIRAS (GEIPOT, 2000, ADAPTADA)

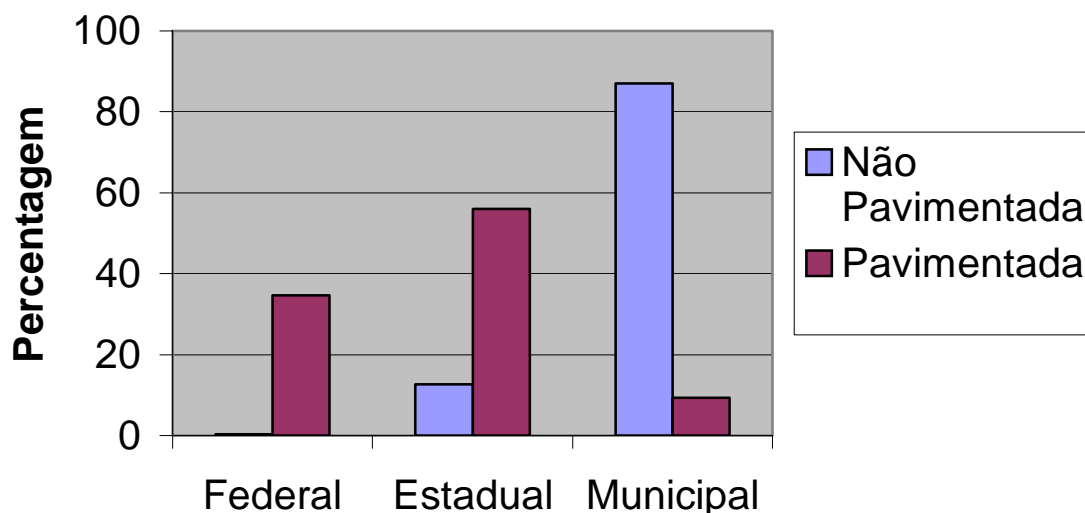
Na tabela 2.3, conforme informativo gerencial do DERT (2000), é apresentada a distribuição da malha rodoviária do estado do Ceará.

**Tabela 2.3:** Extensão total das rodovias no estado do Ceará

Rede	Não Pavimentada (km)	Pavimentada (km)	Total (km)
Federal	118,50	2.653,50	2.742,00
Estadual	5.541,90	4.280,20	9.822,10
Municipal	38.179,50	709,10	38.888,60
<b>Total</b>	<b>43.839,90</b>	<b>7.642,80</b>	<b>51.452,70</b>

**Fonte:** Informativo Gerencial – DERT (1999/2000).

Observa-se na Figura 2.4 a ilustração das jurisdições das rodovias que compõem a malha viária do estado do Ceará, conforme disposto na Tabela 2.3. Ressalta-se a grande relevância das vias não pavimentadas de competência municipal, acompanhando os dados mostrados em nível nacional.



**FIGURA 2.4:** DISTRIBUIÇÃO DA MALHA VIÁRIA NO ESTADO DO CEARÁ (DERT, 1999/2000)

Diante do exposto, observa-se da Tabela 2.1 a relevância das vias não pavimentadas no contexto nacional, representando em torno de 91% das vias existentes no país, sendo a grande maioria pertencente à competência municipal. Logo, trata-se de um grave problema na conservação e manutenção dessas rodovias, pois, além de serem mais numerosas, estão submetidos à gestão dos municípios, detentores dos menores recursos financeiros.

Da análise da tabela 2.2, observa-se uma maior extensão da malha viária das vias não pavimentadas nas regiões Sudeste e Sul que, apesar de serem as menores do País, possuem a maior densidade populacional, corroborando com a idéia da necessidade da população ocupar novas áreas e a essencialidade do incremento de vias para o escoamento da produção e interligação entre as diversas comunidades existentes. Por outro lado, observa-se uma menor extensão da malha viária nas demais regiões, ocasionada, ainda, por uma baixa exploração demográfica dessas áreas.

Observe-se a malha viária do estado do Ceará onde as rodovias não pavimentadas predominam com cerca de 85% do total. Deste percentual, 87% pertencem ao âmbito municipal conforme observado na tabela 2.3.

De acordo com VIVIANE (1998), uma solução que abre enormes perspectivas para os problemas das vias não pavimentadas encontra-se, sem dúvida, na implantação de sistemas de gerência, através dos quais se consiga realizar atividades de conservação não apenas de caráter curativo ou emergencial, mas também de caráter preventivo.

Portanto, é preciso conhecer a realidade local que envolve desde aspectos tidos como óbvios, como a localização das estradas, até atributos bem mais específicos, como por exemplo, a natureza do solo e o relevo em cada microrregião. Com isso, a partir de levantamentos detalhados, que gerem dados confiáveis, podem-se conduzir análises capazes de antever os tipos de defeitos decorrentes da reunião dos fatores que possam comprometer o desempenho das vias não pavimentadas.

### **2.3 FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO DAS VIAS NÃO PAVIMENTADAS**

Segundo o *Massachusetts Department of Environmental Protection* (DEP, 2001), são cinco os fatores que afetam a vida de uma estrada não pavimentada e sua serventia à população durante toda sua vida útil:

a) *cargas provenientes do tráfego*: os danos da estrada dependem tipicamente do número e do peso de caminhões que trafeguem pela via, não quanto ao número de veículos leves;

b) *qualidade do subleito*: rodovias não pavimentadas necessitam de um subleito de boa qualidade para ajudar a suportar o tráfego pesado. Um subleito construído adequadamente influencia sobremaneira o desempenho e a vida da estrada;

c) *processo construtivo*: o uso de materiais de qualidade e uma técnica construtiva adequada podem aumentar sensivelmente a vida de uma via não pavimentada;

d) *programa de manutenção*: as vias não pavimentadas requerem uma manutenção rotineira e preventiva regulares, tendo por base o ideal de prevenir situações mais danosas, o que aumentaria os custos de reabilitação;

e) *presença da água em excesso*: diz-se que 80% dos problemas sofridos pelas vias não pavimentadas são ocasionados devido à presença de água decorrente de uma drenagem deficiente. Entretanto, nem toda a água é má para uma via não pavimentada. Logo, têm-se como alguns efeitos positivos da presença de água o auxílio na compactação da superfície da via, auxiliando no controle de erosões com o nascimento de vegetação lindeira, e na re-conformação da plataforma com o emprego de equipamentos apropriados.

A Tabela 2.1 mostra que a grande maioria das vias não pavimentadas encontra-se sob a jurisdição dos municípios. Aliado à considerável extensão dessas rodovias, observa-se a falta de recursos, tanto técnicos quanto financeiros para destiná-los a uma manutenção eficiente desta malha viária.

Na contramão do conhecimento técnico que poderia ser aplicado na manutenção das vias não pavimentadas, atualmente realizada quase sempre de maneira empírica e sem planejamento, faz-se necessário o emprego de uma postura gerencial mais adequada.

O que se observa quanto à manutenção das vias interioranas é que esta é realizada por pessoas sem formação técnica, que se valem apenas da prática local para a definição dos procedimentos e aplicação de materiais a serem utilizados, sem evoluírem nos processos construtivos e muitas vezes causando danos muito mais severos à via.

Segundo VIVIANE (1998), embora haja interesse para os municípios em manter as estradas rurais em boas condições de tráfego, todos os problemas nelas existentes conduzem a atividades de conservação apenas para a solução de problemas emergenciais. Em geral, não se consegue quantificar o desperdício de recursos, nem a dificuldade de circulação imposta à região pela falta de uma manutenção regular e preventiva das vias.

## **2.4 CATEGORIAS DAS ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS**

Segundo o AUSTROADS (1991), apud FONTENELE (2001), as estradas não pavimentadas podem ser separadas em três categorias: estradas não conformadas, conformadas e conformadas e revestidas.

### **2.4.1 Estradas não Conformadas**

Este tipo pode variar desde uma trilha de rodas a uma estrada aberta sobre os materiais naturalmente ocorrentes no local. Com a ação do tráfego sobre essas estradas, ocorre o aparecimento de patologias e a intervenção inadequada ocasionada pelo rebaixamento do leito natural através do emprego da motoniveladora, tornam confinadas as suas laterais, erradicando a drenagem e prejudicando o escoamento durante o período chuvoso. Tal ação torna-se mais grave se o material de que é constituída a estrada for argiloso e de baixo suporte, inviabilizando totalmente o tráfego na região.

BAESSO & GONÇALVES (2003) referem-se às estradas não conformadas como estradas rurais em leito natural, pela característica que lhe é peculiar. Dependendo da importância da via local, do tipo e volume de tráfego, do volume de recursos financeiros disponíveis e da mobilização das comunidades atingidas, tais circunstâncias podem induzir o órgão responsável a elevar o padrão operacional dessas estradas, tendo em vista a necessidade de atendimento a um número maior de pessoas.

Por outro lado, ao permanecerem inalteradas as condições estruturais da estrada, os impactos sociais e econômicos sob as comunidades atingidas e decorrentes da precariedade de tal infra-estrutura são bastante altos e as restrições de acessibilidade geradas certamente comprometerão o desenvolvimento da região.

### **2.4.2 Estradas Conformadas**

Referem-se a estradas que, devido à necessidade de fornecer condições de rolamento à via, são conformadas com uma motoniveladora sem a adição de materiais, ou seja, é utilizado apenas o material local na tentativa de elevar o greide e favorecer o

escoamento das águas, fazendo com que haja uma melhor condição de rolamento e drenagem da estrada.

BAESSO & GONÇALVES (2003) enquadraram estas estradas como parcialmente revestidas, tendo em vista haver uma grande parte de sua extensão constituída por leito natural, intercalado com material melhorado em trechos críticos, com o intuito de proporcionar razoáveis condições de tráfego ao longo de toda a sua extensão.

Tendo em vista a expressividade da malha viária não pavimentada nos municípios brasileiros, BAESSO & GONÇALVES, 2003, consideram esse o panorama que se apresenta para a grande maioria das estradas rurais, uma vez que os recursos financeiros são limitados para fazer frente a iniciativas que contemplem a implantação de trabalhos visando a adequação dessas estradas ou até mesmo a pavimentação de baixo custo.

#### **2.4.3 Estradas Conformadas e Revestidas**

Neste caso, as vias não pavimentadas apresentam-se conformadas com uma motoniveladora, da mesma maneira empregada nas estradas conformadas, com o incremento de material granular, de suporte superior ao apresentado no leito da via, que é lançado no corpo estradal a fim de fornecer melhor suporte à camada de rolamento.

Para estradas, cujo volume de tráfego não comporte a implantação de melhoramentos de pavimentação tradicional ou de baixo custo, esse é o padrão ideal ao qual devem ser elevadas as estradas rurais. Uma vez sendo executados preliminarmente todos os serviços considerados básicos para essa infra-estrutura, o nível de operação da estrada pode ser avaliado como altamente satisfatório segundo BAESSO & GONÇALVES, 2003.

### **2.5 TIPOS DE DEFEITOS MAIS COMUNS PRESENTES EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS**

Em uma via não pavimentada, de uma maneira geral, é comum o tráfego formar apenas uma trilha de roda, geralmente no centro da estrada (ROLT & JONES, 1975),

isto é proveniente do fato de que o motorista busca segurança e conforto quanto à utilização da via. Essa situação particular gera uma maior predisposição de ocorrência de defeitos, tendo em vista que uma única área do pavimento é submetida à ação do tráfego, levando a uma maior possibilidade de ocorrência de dano.

A Figura 2.5 ilustra a presença de uma série de defeitos comuns a uma via não pavimentada, como por exemplo: afundamento de trilha de roda, seção transversal imprópria, drenagem inadequada, segregação de agregados etc., os quais, dentre outros, serão descritos nos itens seguintes.



**FIGURA 2.5:** ESTRADA COM TRÁFEGO LOCALIZADO, FORMANDO APENAS UMA TRILHA DE RODAS

EATON & BEAUCHAM (1992) identificam e analisam os defeitos mais comuns presentes em uma via não pavimentada, quais sejam: seção transversal imprópria; drenagem inadequada; corrugações; excesso de poeira; buracos; trilha de roda e perda de agregados. Os detalhes quanto à natureza de cada uma dessas situações, suas prováveis causas e as alternativas de solução serão analisados, nesta dissertação, segundo EATON & BEAUCHAM (1992).

Outros defeitos a que estão passivas as vias não pavimentadas serão analisados conforme sugere ODA (1995), quais sejam: areiões; pista escorregadia; atoleiro; erosão e facão. Para tanto, são apresentadas situações diversas englobando todos os defeitos descritos e algumas sugestões de intervenção em uma via não pavimentada.

De acordo com IPT (1988) será visto o defeito rocha aflorante.

Todos os defeitos possíveis de acontecer em uma via, seja ela pavimentada ou não, são compostos por três níveis de severidade: baixo, médio e alto e para cada situação deve ser adotada a intervenção apropriada à sua necessidade. Logo, pode-se concluir que quanto mais demorado for o processo de intervenção, maior será o nível de severidade do dano que atinge o pavimento, o que reforça a idéia da manutenção preventiva rotineira, empregada com o objetivo de manter a via em boas condições e a custos baixos.

De posse dos dados de cada defeito, a que se encontra submetida a via não pavimentada, e das sugestões de intervenção, será elaborada a composição de custos unitários dos diversos serviços a serem realizados, a qual auxiliará o gestor público na alocação dos recursos disponíveis.

Ressalta-se que as fotos que ilustram esta dissertação foram tiradas pelo autor para o fim específico de apresentar os defeitos característicos de vias não pavimentadas, exceto quanto ao defeito excesso de poeira. Os defeitos ilustrados foram demarcados a fim de permitir ao leitor melhor visualização quanto às suas características.

### **2.5.1 Seção Transversal Imprópria (STI)**

A superfície de rolamento de uma estrada rural não pavimentada deve ser conformada de tal modo que permita a drenagem eficiente das águas superficiais que se precipitam sobre a plataforma para os dispositivos de captação e escoamento, como sarjetas, bigodes, dissipadores de energia, valetas etc. Estradas rurais apresentando gabaritos muito aquém do requerido são mais factíveis de sofrerem deterioração da pista de rolamento, tendo em vista não estar efetivamente preparada para o suporte do tráfego a que for solicitada.

A seção transversal deve ser construída, conforme recomenda BAESSO & GONÇALVES, com abaulamento da faixa de tráfego em percentual de declividade da ordem de 4%, provendo o ordenamento de condução das águas, sem o que a superfície da pista sofrerá um processo progressivo de deterioração, mesmo em casos de pequenas precipitações.

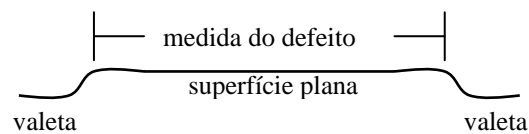


EATON & BEAUCHAM (1992) consideram para um baixo nível de severidade, como alternativa de solução, o simples nivelamento. Para um nível médio de severidade, sugere realizar o nivelamento com adição de material, colocando-o na umidade desejada, e feita em seguida a compactação, com o cuidado de adequar a seção transversal da plataforma. Para um nível alto de severidade indica que seja feito o corte da base, adicionando material granular e executando a compactação.

Estas intervenções dependem do grau de deterioração da via a qual se encontra submetido o pavimento.

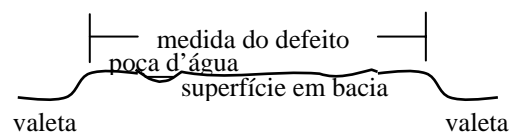
A seguir serão descritos e ilustrados os diversos níveis de severidade deste defeito.

a) Baixa severidade: superfície sem abaulamento (Figura 2.6 e 2.9-direita).



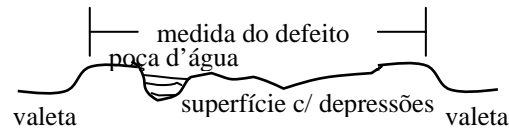
**FIGURA 2.6:** BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – STI (EATON & BEAUCHAM, 1992)

b) Média severidade: superfície com depressões localizadas (Figura 2.7).



**FIGURA 2.7:** MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – STI (EATON & BEAUCHAM, 1992)

c) Alta severidade: presença de depressões consideráveis nas trilhas de rodas presentes na plataforma (Figura 2.8 e 2.9-esquerda).



**FIGURA 2.8:** ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – STI (EATON & BEAUCHAM, 1992)



**FIGURA 2.9:** OCORRÊNCIA (ESQUERDA) E TENTATIVA DE CORREÇÃO DO DEFEITO STI (DIREITA)

### 2.5.2 Drenagem Inadequada

Esse tipo de defeito caracteriza-se pelo acúmulo de água na plataforma, ocasionado pelo mau funcionamento dos dispositivos de drenagem superficial, inexistência de elementos de drenagem profunda, como também pela falta de manutenção das obras de arte correntes, caso dos bueiros tubulares, meios-fios, sarjetas, valetas de proteção de corte e de aterros e descidas d'água.

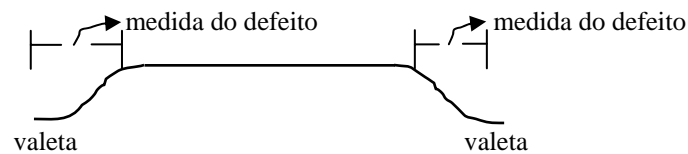
Para EATON & BEAUCHAM (1992), dependendo do grau de deterioração do pavimento, a manutenção da drenagem deve ser realizada com a limpeza das valetas no máximo a cada dois anos, para uma baixa severidade deste defeito. Na média severidade, deverá ser feita a limpeza dos bueiros, quanto às valetas estas deverão ser reconformadas, construídas ou compactadas, já para um alto nível de severidade deverá ser instalado dreno profundo, aumentado os bueiros, ou empregada a proteção com *rip rap* ou geotêxteis.

BAESSO & GONÇALVES (2003) recomendam que no caso de haver um elevado nível de umidade na camada de rolamento, os serviços de drenagem profunda

devem ser realizados. No caso de não haver essa necessidade, a drenagem superficial adequada torna-se a solução viável para o bom desempenho da via.

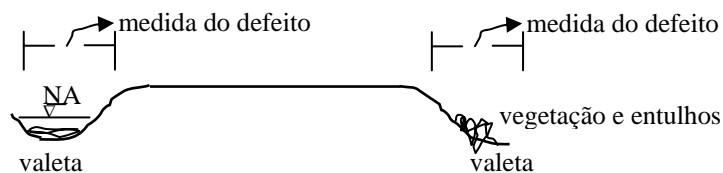
A seguir serão descritos e ilustrados os diversos níveis de severidade deste defeito.

- a) Baixa severidade: pequena quantidade de água empoçada nas valetas e valetas sem vegetação ou entulho (Figura 2.10).



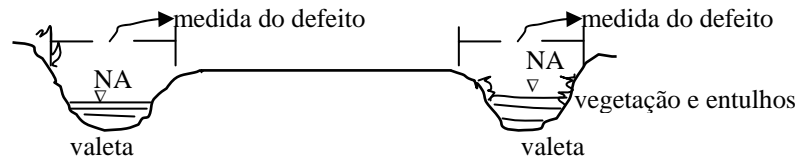
**FIGURA 2.10:** BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – DRENAGEM INADEQUADA (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- b) Média severidade: quantidade moderada de água empoçada na valeta; valetas com pequena quantidade de vegetação e entulhos e evidência de erosão das valetas do lado de dentro da estrada (Figura 2.11 e 2.13).



**FIGURA 2.11:** MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – DRENAGEM INADEQUADA (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- c) Alta severidade: grande quantidade de água nas valetas; valetas cobertas de vegetação e entulho e erosão das valetas do lado de dentro da estrada (Figura 2.12).



**FIGURA 2.12:** ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – DRENAGEM INADEQUADA (EATON & BEAUCHAM, 1992)



**FIGURA 2.13:** DRENAGEM INADEQUADA – VISTAS INVERTIDAS DE UM MESMO TRECHO COM DANO

### 2.5.3 Corrugações

Esse tipo de situação-problema é caracterizado por deformações que aparecem na pista de rolamento das estradas rurais, posicionadas em intervalos regulares, perpendicularmente ao sentido de fluxo do tráfego. Sua origem é ocasionada pela ação contínua do tráfego, perda de agregados finos da superfície de rolamento, deficiências de suporte do material do subleito, abaulamento insuficiente aliado a períodos longos de seca. As corrugações constituem-se em grave problema na manutenção das estradas de terra, principalmente em épocas de seca, causando trepidação nos veículos e desconforto aos usuários.

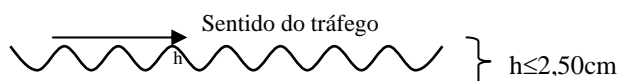
Para EATON & BEAUCHAM (1992), as corrugações podem ser sanadas apenas com o nivelamento da superfície, no caso de baixa severidade. Para média severidade pode-se realizar o nivelamento da rodovia, com adição ou não de material. Para

situações mais severas é sugerido que seja feito o corte da plataforma, acrescentado material granular, conformando-os na superfície e compactando-os adequadamente.

Para o simples nivelamento da via, sugere-se que esse reparo seja realizado em período de chuvas, tendo em vista a estabilidade requerida pelo material da superfície, ou seja, para que o mesmo não fique desagregado devido à fuga dos finos da camada de rolamento.

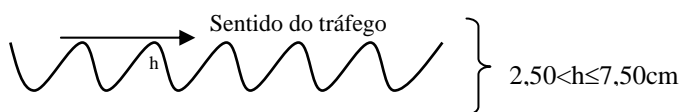
A seguir serão descritos e ilustrados os diversos níveis de severidade deste defeito.

- a) Baixa severidade: corrugações com profundidades menores que 2,50cm ou inferiores a 10% da área total da superfície da estrada (Figura 2.14 e 2.17).



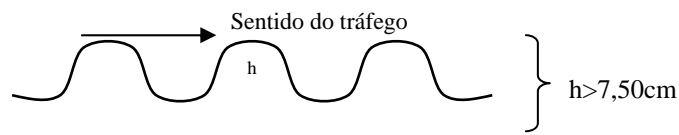
**FIGURA 2.14:** BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – CORRUGAÇÕES (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- b) Média severidade: corrugações com profundidade entre 2,50 e 7,50cm ou entre 10% e 30% da área total da superfície da estrada (Figura 2.15).

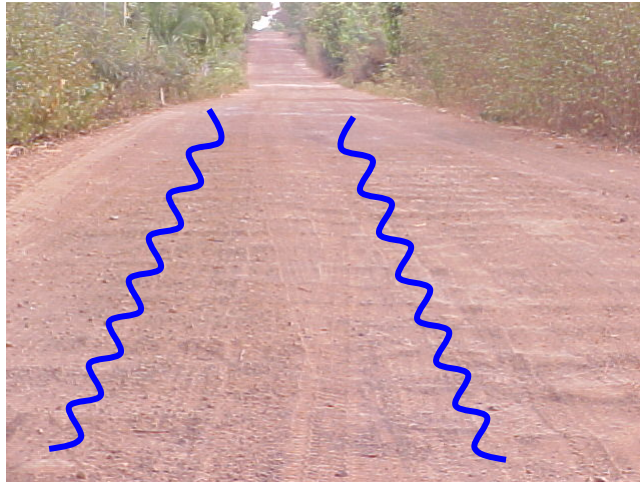


**FIGURA 2.15:** MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – CORRUGAÇÕES (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- c) Alta severidade: corrugações mais profundas que 7,50cm ou mais que 30% da área total da superfície da estrada (Figura 2.16).



**FIGURA 2.16:** ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – CORRUGAÇÕES (EATON & BEAUCHAM, 1992)



**FIGURA 2.17:** EXEMPLO DE CORRUGAÇÃO (BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE)

Para BAESSO & GONÇALVES (2003) um material de revestimento apresentando composição granulométrica adequadamente balanceada, contando com a presença de fração plástica que confira poder de aglutinação à mistura, esta resistirá à formação de corrugações.

Segundo BAESSO & GONÇALVES (2003), teoricamente, qualquer tipo de superfície desenvolve leves níveis de corrugações sob a ação do tráfego e o segredo consiste na manutenção da mistura da camada de rolamento em proporções ideais.

#### 2.5.4 Excesso de Poeira

BAESSO & GONÇALVES (2003) considera que a formação de pó na superfície de rolamento das estradas ocorre em função da perda da fração fina de partículas de sua camada de rolamento, cuja presença na mistura possui teor excessivo.

A formação de nuvem de pó nas estradas deve ser considerada não apenas como um simples desconforto a seus usuários, tendo em vista dificultar a visão dos motoristas,

elevando a probabilidade de ocorrência de acidentes, causando danos às propriedades vizinhas, problemas de saúde às pessoas, danos aos motores dos veículos devido as partículas em suspensão, além de encarecer a manutenção da via, tendo em vista a necessidade de acréscimo de materiais decorrentes da fuga contínua, especialmente dos finos que compõem o corpo estradal.

EATON & BEAUCHAM (1992) afirmam que para um nível de severidade baixa a correção é feita apenas com a adição de água na pista, especificamente com carro pipa e para um nível de severidade média deve haver adição de um estabilizante. Ocorrendo uma severidade alta, podem-se efetuar três procedimentos: aumentar o uso de estabilizante; efetuar o corte da plataforma, adicionar estabilizante e compactar; cortar a plataforma, adicionar agregado e estabilizante e compactar.

A seguir serão descritos e ilustrados os diversos níveis de severidade deste defeito.

- a) Baixa severidade: nuvem pouco densa, não obstruindo a visibilidade. Possui altura máxima de 1m (Figura 2.18 e 2.21).



**FIGURA 2.18:** BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – EXCESSO DE POEIRA (BAESSO & GONÇALVES, 2003)

- b) Média severidade: nuvem densa que obstrui parcialmente a visibilidade, causando tráfego lento. Possui altura variando de 1m a 2m (Figura 2.19).



**FIGURA 2.19:** MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – EXCESSO DE POEIRA (BAESSO & GONÇALVES, 2003)



c) Alta severidade: nuvem muito densa que obstrui severamente a visibilidade, causando tráfego muito lento ou parado. Possui altura superior a 2 metros (Figura 2.20).



**FIGURA 2.20:** ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – EXCESSO DE POEIRA (BAESSO & GONÇALVES, 2003).

BAESSO & GONÇALVES (2003) ressaltam o emprego de algumas alternativas para a solução deste problema baseadas em experiências realizadas nos Estados Unidos para a utilização de alguns produtos químicos, tais como lino-sulfatos, cloreto de Cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e cloreto de magnésio ( $\text{MgCl}_2$ ).

Quanto aos métodos de aplicação dos redutores de pó aplicados no estudo supracitado, os mesmos referem-se às seguintes etapas: escarificação da camada final de rolamento; regularização e re-conformação da superfície escarificada, envolvendo passadas da motoniveladora objetivando o revolvimento e mistura dos materiais; aplicação do redutor pelo método de espargimento sob alta pressão em quantidades suficientes ao efetivo controle da formação de pó (taxa de  $2,3 \text{ litros/m}^2$ ); operações finais envolvendo o abaulamento da superfície de rolamento, compactação na umidade ótima e restauração da drenagem superficial.

No entanto, dado o custo elevado na aquisição dos estabilizantes, aliado à forma não convencional de sua aplicação, sugere-se neste trabalho que seja realizada a escarificação da plataforma, adicionado material granular e feita a devida homogeneização e compactação, para o caso de uma via não pavimentada sujeitar-se aos níveis médio e alto de severidade quanto ao excesso de poeira.

Ressalta-se a necessidade da superfície de rolamento de uma via não pavimentada possuir o abaulamento recomendado, da ordem de 4%, conforme BAESSO & GONÇALVES (2003) ou 5%, de acordo com ABRAM & ROCHA (2002).





**FIGURA 2.21:** EXEMPLO DE EXCESSO DE POEIRA – BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE (CORREIA, 2003)

### 2.5.5 Buracos

Várias são as causas da formação de buracos na superfície de rolamento das estradas, entre elas a inexistência de camada de revestimento primário ou deficiências quanto à composição de sua mistura, a ausência de partículas aglutinantes na composição dos materiais da camada e a plataforma da estrada mal drenada e sem abaulamento transversal.

Ressalta-se que a inexistência do abaulamento transversal é um dos principais responsáveis pela deterioração da camada que compõe o revestimento e conseqüente aparecimento de buracos, tendo em vista uma drenagem inadequada contribuir sobremaneira para a danificação do pavimento.

EATON & BEAUCHAM (1992) sugere que para um nível baixo de severidade necessita-se apenas um nivelamento da superfície da via. Para um nível médio de severidade este problema pode ser solucionado com um nivelamento, ou com nivelamento e adição de material, dependendo das condições da via, homogeneizando-o e compactando-o adequadamente. Ocorrendo uma severidade alta, a plataforma deve ser cortada, adicionado material granular, homogeneizado e compactado. A Tabela 2.4 lista a identificação de tais níveis de severidade.

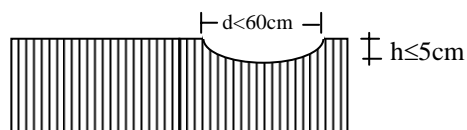
**Tabela 2.4:** Níveis de Severidade do Defeito Buraco

PROFUNDIDADE MÁXIMA (cm)	DIÂMETRO MÉDIO			
	< 30 cm	30 – 60 cm	60 – 90 cm	> 90 cm
< 5	Baixo	Baixo	Médio	Médio
5 – 10	Baixo	Médio	Alto	Alto
> 10	Médio	Alto	Alto	Alto

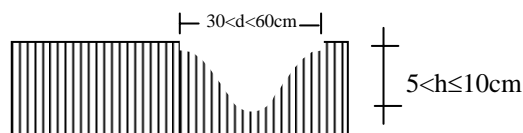
Fonte: EATON & BEAUCHAM, 1992

A seguir serão descritas e ilustrados os diversos níveis de severidade deste defeito.

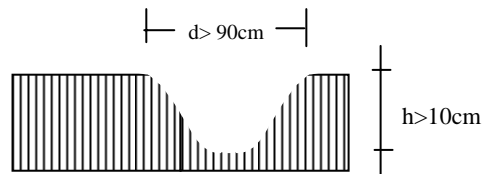
- a) Baixa severidade: buracos com a profundidade máxima menor que 5 cm, com diâmetro máximo de 60 cm (Figura 2.22).

**FIGURA 2.22:** BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – BURACO (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- b) Média severidade: buracos com profundidade entre 5 e 10 cm, e diâmetro máximo de 60 cm (Figura 2.23).

**FIGURA 2.23:** MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – BURACO (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- c) Alta severidade: buracos com a profundidade máxima maior que 10 cm, com diâmetro máximo de 90 cm, ou mais (Figura 2.24 e 2.25).



**FIGURA 2.24:** ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – BURACO (EATON & BEAUCHAM, 1992)



**FIGURA 2.25:** EXEMPLO DE BURACOS (ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE)

Para BAESSO & GONÇALVES (2003) uma estratégia de intervenção pode envolver desde uma simples operação de tapa-buraco, para segmentos de baixa severidade. Uma leve regularização por meio da motoniveladora, que realizará uma espécie de nivelamento da superfície de rolamento, sem descuidar quanto à configuração do abaulamento ideal para a pista, situando-se em torno de 4%, para o caso de uma severidade média.

Para uma via ou segmento desta, com um elevado número de buracos é sugerido o corte da plataforma, utilizando uma motoniveladora, a uma profundidade não menor que aquela das depressões, devendo ser realizada uma re-conformação da plataforma utilizando o material existente na via. Caso necessário deverá ser acrescentado material para que não fique muito esbelta a camada a ser trabalhada.

### 2.5.6 Trilha de Roda

A trilha de roda se caracteriza por depressões longitudinais ao eixo da estrada que se formam nas faixas de tráfego dos veículos e se originam da deformação permanente da camada de rolamento, resultantes das repetidas passadas dos veículos, particularmente quando os materiais que os constituem possuem baixa capacidade de suporte ou quando a drenagem da plataforma é deficiente.

EATON & BEAUCHAM (1992) consideram que uma via com uma baixa severidade quanto à formação das trilhas de roda deve ser apenas nivelada para permitir a recomposição do material do corpo da estrada. Para um nível médio de severidade é sugerido o simples nivelamento ou a adição de material para balanceamento da mistura, com espalhamento e compactação. Para o caso de nível alto de severidade ocasionado em consequência de um baixo suporte do material presente na via, a plataforma deverá ser cortada, adicionado material granular, homogeneizado e compactado.

A seguir serão descritos e ilustrados os diversos níveis de severidade deste defeito.

- a) Baixa severidade: sulcos formados com profundidade menor que 2,5cm e menor que 10% da área total da superfície da estrada coberta por afundamentos (Figura 2.26).



**FIGURA 2.26:** BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – TRILHA DE RODA (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- b) Média severidade: sulcos formados com profundidade entre 2,5 e 7,5cm e entre 10% e 30% da área total da superfície da estrada coberta por afundamentos (Figura 2.27 e 2.29).



**FIGURA 2.27:** MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – TRILHA DE RODA (EATON & BEAUCHAM, 1992)

c) Alta severidade: sulcos formados com profundidade maior que 7,5cm e mais que 30% da área total da superfície da estrada coberta por afundamentos (Figura 2.28).



**FIGURA 2.28:** ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – TRILHA DE RODA (EATON & BEAUCHAM, 1992)



**FIGURA 2.29:** ESTRADA COM MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE (AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA)

### 2.5.7 Perda de Agregados

A intensa passagem dos veículos sobre a superfície de rolamento das estradas rurais provoca em muitos casos a segregação da fração grossa de agregados, levando ao acúmulo de materiais nas áreas laterais e central da via. Este problema ocorre, sobretudo, pela ausência de material fino aglutinador.

Para EATON & BEAUCHAM (1992) quando uma via não pavimentada encontra-se sujeita a um baixo nível de severidade, quanto à segregação de materiais, esta deve ser apenas nivelada, retirando e reconformando o excesso do material solto. Para um nível médio de severidade é sugerido o simples nivelamento para remoção do excedente ou a adição de material e compactação. Para um nível alto de severidade, a intervenção deverá ser realizada com o corte da plataforma, adição de material para

correção da granulometria existente, homogeneização e compactação. Tal alternativa devolve ao pavimento condições de trafegabilidade e segurança para a via.

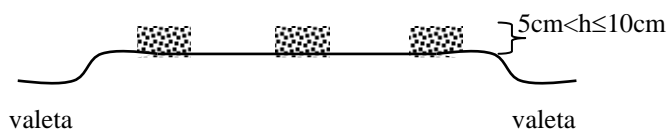
A seguir serão descritos e ilustrados os diversos níveis de severidade deste defeito.

- a) Baixa severidade: agregados soltos na superfície da via ou uma berma de agregados de menos de 5 cm de altura no acostamento e no eixo da via e menos de 10% da área total da superfície da estrada coberta por agregados soltos (Figura 2.30 e 2.33).



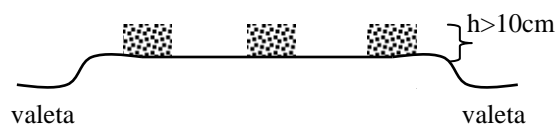
**FIGURA 2.30:** BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE – PERDA DE AGREGADOS (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- b) Média severidade: agregados soltos formando uma berma de agregados de 5 a 10 cm de altura no acostamento e no eixo da via e entre 10% e 30% da área total da superfície da estrada coberta por agregados soltos (Figura 2.31).



**FIGURA 2.31:** MÉDIO NÍVEL DE SEVERIDADE – PERDA DE AGREGADOS (EATON & BEAUCHAM, 1992)

- c) Alta severidade: agregados soltos em demasia ou uma berma de agregados com mais de 10 cm de altura no acostamento e no eixo da via e mais de 30% da área total da superfície da estrada coberta por agregados soltos (Figura 2.32).



**FIGURA 2.32:** ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE – PERDA DE AGREGADOS (EATON & BEAUCHAM, 1992)



**FIGURA 2.33:** ESTRADA COM BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE (PERDA DE AGREGADOS)

### 2.5.8 Areiões

Os areiões são formados em regiões de solos arenosos, onde não há a presença de material fino (argila), que funcionam como ligante entre as partículas do solo. Esta característica ocorre geralmente em terrenos planos. Havendo homogeneidade dos elementos que compõem um solo arenoso, o material fica solto e com a ação do tráfego acabam formando bermas laterais longitudinais ao sentido do tráfego e entre as trilhas das rodas, dificultando sobremaneira o tráfego pela via.

Na formação dos areiões, estes comumente podem ser confundidos com outros defeitos a que o pavimento está sujeito, como afundamento de trilhas de rodas, facão ou segregação de agregados. No entanto, segundo ODA (1995), são considerados areiões quando o material solto é proveniente da própria constituição geológica do terreno, podendo, por exemplo, a segregação de agregados ocorrer quando o material da superfície da estrada que fica solto é importado.

Portanto, a solução ideal para este tipo de defeito está na implantação de uma solução desde o início da utilização da via não pavimentada, devendo ser executado um revestimento primário da camada de rolamento com material granular, com pelo menos 10 cm de espessura, para que esta possa resistir ao tráfego. Quando esta técnica não é aplicada será inevitável a formação de bermas, já que haverá a segregação natural das camadas do pavimento, culminando com a situação mostrada na Figura 2.34.

As intervenções inadequadas, especificamente a retirada do material solto para as laterais da via, através do uso da motoniveladora, enterrando o greide, aumentam com o tráfego dos veículos a formação das bermas.

No entanto, caso seja atingido esse extremo que geralmente ocorre devido principalmente à ausência de uma manutenção adequada, conforme observado na Figura 2.34, sugere-se que a estrada sofra a intervenção apenas no período chuvoso, tendo em vista que as chuvas proporcionarão uma estabilidade regular ao material arenoso, adensando suas partículas.

Logo, deverá ser realizado um “bota-dentro”, do material arenoso existente nas laterais, com o objetivo de recompor o greide da estrada, aproveitando o período chuvoso. Posteriormente, deve-se nivelar a plataforma adequadamente, para em seguida lançar material granular com espessura mínima de 15 cm visando uma estabilidade mínima aceitável. A execução desta camada deve ser realizada adicionando-se água, homogeneizando e compactando, a fim de que esta possa oferecer boas condições de trafegabilidade.

Os níveis de severidade dos areiões, segundo descrição de ODA (1995) são:

- a) baixa: bermas menores que 5 cm de altura;
- b) média: bermas entre 5 e 15 cm de altura;
- c) alta: bermas maiores que 15 cm de altura.



**FIGURA 2.34:** ESTRADA COM ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE (AREIÕES)



### 2.5.9 Atoleiro

Refere-se a uma camada da superfície, geralmente composta de material fino que foi submetida à ação das chuvas, vindo a formar uma camada de lama, e impedindo o tráfego de veículos. Esta situação é observada devido à ausência ou deficiência do sistema de drenagem, de greide inapropriado, as quais permitem o acúmulo da água das chuvas no leito da estrada, dando origem aos atoleiros. Estes por sua vez são ocasionados, sobretudo, devido à declividade transversal invertida, que impossibilita o escoamento da água para as laterais. Portanto, a falta de declividade transversal adequada, contribui para a formação de poças d'água na superfície da via e, ficando com a incidência das chuvas, constantemente cheias d'água, deixando o solo saturado e reduzindo sua resistência.

Como sugestão de intervenção deste defeito, no caso de haver um baixo nível de severidade, deve-se regularizar a plataforma adequando-a para que possa drenar a superfície da via.

Ocorrendo um agravamento da severidade do defeito, sugere-se que seja construído um bueiro na seção e feito o levantamento do greide, da via, a fim de que haja o escoamento adequado da água.

Observe-se que em determinadas situações, como a apresentada na Figura 2.35, é importante observar a área num período chuvoso, constatar o problema e realizar as devidas correções no período de estiagem, eliminando as possíveis causas que originaram o problema.



**FIGURA 2.35:** ESTRADA SUJEITA A ATOLEIRO

### 2.5.10 Pista Escorregadia

Este problema ocorre em trechos onde a constituição geológica do solo é muito argilosa, havendo a predominância de material muito fino, que ficam praticamente sem atrito e aderência com a incidência das chuvas. Geralmente isto ocorre em estradas não conformadas, de leito natural com baixo suporte da camada de rolamento, conforme observado na Figura 2.36.

A solução para este problema pode ser a adição de material granular, fator que aumenta o atrito entre os pneus dos veículos e a via não pavimentada.

Uma outra solução é o melhoramento do trecho através da adição da cal, visando corrigir o excesso de plasticidade do solo.

Com o intuito de amenizar este problema, recomenda-se que a correção deste defeito seja realizada, preferencialmente, no período de estiagem, favorecendo uma maior estabilidade do material lançado e conseqüente melhoria das condições de rolamento.



**FIGURA 2.36:** EXEMPLO DE PISTA ESCORREGADIA

### 2.5.11 Erosões

Tratam-se as erosões de sulcos provenientes de uma drenagem inadequada da estrada, ocasionada pela ação das chuvas nos solos de baixo suporte. Observa-se o agravamento do problema nas localidades que possuem grandes precipitações. Se não

forem contidas adequadamente, os sulcos aumentam com a chuva e poderão evoluir até a formação de grandes ravinas, ocasionadas pelo carreamento de materiais que compõem o corpo estradal, conforme mostrado na figura 2.37.

Para a contenção do problema da erosão é necessário que seja implantado um sistema de drenagem eficiente, objetivando o escoamento adequado da água. Ressalta-se a necessidade de medidas preventivas no sistema de drenagem, tais como a manutenção da declividade transversal (de 3 a 5%), a implantação de meios-fios em pontos críticos, descidas d'água, sarjetas e contenção de taludes com a plantação de vegetação nativa.

Os níveis de severidade das erosões, segundo descrição de ODA (1995) são:

- a) baixa: sulcos com profundidades menores que 20 cm e largura menor que 10 cm;
- b) média: sulcos com profundidades entre 20 e 60 cm e largura entre 10 e 30 cm;
- c) alta: sulcos com profundidades maiores que 60 cm e largura maior que 30 cm.



**FIGURA 2.37:** ESTRADA ROMPIDA DEVIDO À EROSIÃO (ALTO NÍVEL DE SEVERIDADE)

### 2.5.12 Facão

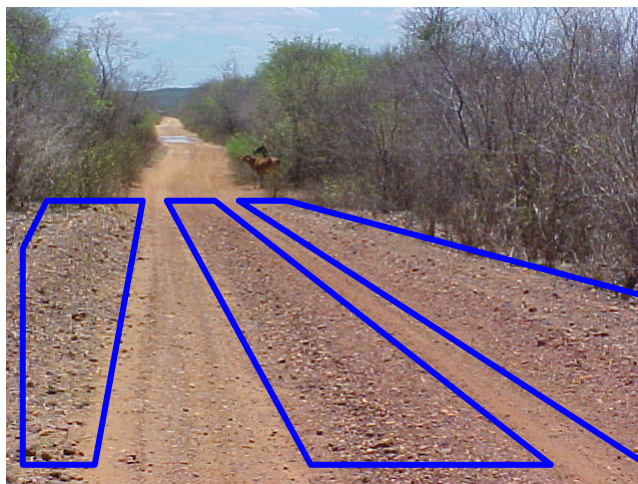
Com a ação do tráfego as partículas desprendidas da superfície são lançadas para os acostamentos e para o eixo da estrada. Em algumas situações, o facão é formado devido ao pouco tráfego e à falta de manutenção da via, o que contribui para o crescimento de vegetação no centro da pista de rolamento, dificultando a passagem dos veículos nesses locais.

O facão é diferente do defeito ocasionado pelas trilhas das rodas porque é formado pelo material que é lançado pelas rodas dos veículos para as laterais e para o centro, enquanto as trilhas resultam do afundamento devido à baixa capacidade de suporte do solo (ODA, 1995).

Os níveis de severidade dos facões, segundo descrição de ODA (1995) são:

- a) baixa: profundidades das trilhas menores que 5 cm (Figura 2.38);
- b) média: profundidades das trilhas entre 5 e 10 cm;
- c) alta: profundidades das trilhas maiores que 10 cm.

Sugere-se o nivelamento da plataforma como alternativa de solução das vias não pavimentadas sujeitas aos níveis baixo e médio de severidades quanto aos facões. Quanto aos defeitos mais graves, ou seja, com profundidades das trilhas maiores que 10 cm, tendo em vista o excesso do agregado graúdo, a via deve ser escarificada, adicionado material granular, água, homogeneizado e compactado, a fim de devolver as condições ideais de trafegabilidade.



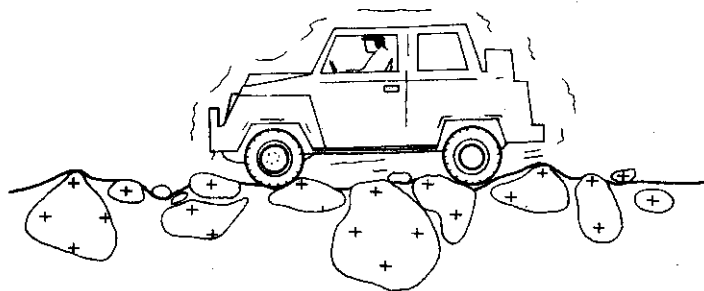
**FIGURA 2.38:** EXEMPLO DE FACÃO (BAIXO NÍVEL DE SEVERIDADE)

### 2.5.13 Rocha Aflorante

Segundo IPT (1988), em regiões onde a camada de solo é pouco espessa ou onde ocorre grande quantidade de blocos disseminados no solo, a ação de processos erosivos ou a constante patrolagem pode expor o leito rochoso, conforme observado na Figura

2.39. Neste caso, a plataforma torna-se bastante irregular, prejudicando ou mesmo inviabilizando o tráfego.

A correção deste problema deve ser feita com uma camada de revestimento primário de cobertura, a fim de proporcionar as devidas condições de tráfego da plataforma.



**FIGURA 2.39:** EXEMPLO DE ROCHA AFLORANTE (IPT, 1988)

## 2.6 TÉCNICAS DE INTERVENÇÃO

SENÇO (2001) observa que as intervenções realizadas nos serviços de conservação devem ser perfeitamente equacionadas, tendo em vista a grande variedade dos trabalhos. Porém, para o atendimento desses serviços é necessário o estabelecimento de turmas devidamente equipadas, de tal sorte que principalmente os reparos na pista sejam executados imediatamente a fim de que não haja um maior comprometimento na qualidade da superfície de rolamento. Nesse particular, os trechos deverão ser objetos de vistorias permanentes, devendo obedecer três etapas de desenvolvimento imediato, tais como: a localização do defeito; a determinação da causa; e a execução do reparo.

É recomendável uma supervisão constante, da superfície de rolamento, a fim de que se possa evitar falhas perfeitamente sanáveis que contribuam para dar impressão de descaso ou desleixo no gerenciamento das vias não pavimentadas.

SENÇO (2001) recomenda o cuidado rotineiro de conservação das vias não pavimentadas, a seguir listadas:

- manter a seção transversal abaulada, permitindo o fácil escoamento da água para as valetas;

- eliminar as ondulações, através da raspagem da superfície com motoniveladora;
- recobrir os sulcos deixados pelas rodas dos veículos, principalmente após as chuvas;
- recobrir a pista de rolamento com material de algum poder aglutinante, quando houver excesso de material solto na superfície, ou prover a retirada desses materiais soltos, com motoniveladora;
- executar e manter sangrias laterais para evitar o aparecimento de poças d'água, que possam permanecer na pista por muito tempo após as chuvas;
- remover qualquer cordão de terra existente entre a pista e as valetas, que possa impedir o livre escoamento transversal da água;
- executar adequadamente o revestimento da superfície, procurando realizar o trabalho por toda a seção transversal, impedindo o aparecimento de valetas laterais secundárias ao longo da pista, que dificultem a drenagem;
- evitar, como regra geral, a raspagem dos materiais da superfície quando a mesma estiver seca. Essa raspagem, além de comprometer desnecessariamente o equipamento, pode afetar a qualidade da superfície de rolamento. Os períodos de estiagem devem ser aproveitados para a realização de serviços complementares, principalmente para a melhoria da drenagem.

O DER-SC considera as seguintes operações dentro das intervenções para a manutenção das rodovias não pavimentadas:

a) manutenção de rotina

Trata-se de uma operação rotineira, realizada manualmente ou com pouco artifício mecânico, que consiste em tapar buracos, aplicando pontualmente pequenas quantidades de materiais não compactados ou levemente compactados, assim como a limpeza e execução de pequenos reparos nos dispositivos de drenagem – valetas, bueiros, descidas d'água etc. – corte da vegetação dos acostamentos, além de outras tarefas de pouca complexidade mas que são importantes para o perfeito funcionamento de uma via não pavimentada.

b) tapa-buracos

Trata-se esta de uma tarefa realizada pontualmente, especificamente onde aparecem buracos localizados, com o objetivo de evitar a proliferação destes e fornecer uma boa condição de trafegabilidade à via.

c) reperfilagem leve

Trata-se de uma operação mecanizada – nivelamento – a fim de retornar os materiais deslocados para a faixa de rolamento, permitindo com isso melhorar a circulação dos veículos. Esta operação é realizada por uma motoniveladora ou por uma lâmina acoplada a um veículo sem aplicação de material e sem compactação, podendo ser precedida da operação de tapa-buracos e acompanhada por um melhoramento das valetas. Tal técnica se executa em detrimento da estrutura do revestimento – redução da espessura – e da largura de circulação.

d) reperfilagem pesada

Trata-se de uma operação mecanizada que consiste em refazer o revestimento superficial da estrada por escarificação, humidificação e compactação do material de forma a repor a geometria inicial da via – perfil transversal, largura, valetas, etc. –. Esta operação pode ser precedida de tapa-buracos e compreende um acréscimo de material da ordem de 8 cm de espessura.

e) recarga

Trata-se esta de uma operação cujo princípio é o mesmo da perfilagem pesada, sendo que a aplicação de material é feita de forma a restabelecer a espessura inicial da rodovia, devendo ser realizada com reformas nas valetas e nos bueiros. A recarga é dita parcial quando ela é aplicada apenas a uma parte do itinerário.

f) reconstrução

Estando a via não pavimentada sujeita a péssimas condições de trafegabilidade, sendo inviável a execução de intervenções localizadas para o reparo dos danos, deve-se proceder a uma operação de reconstrução, que consiste na intervenção em nível

estrutural do pavimento, podendo ser acompanhada de modificação do perfil transversal tipo ou mesmo do traçado existente.

Portanto, essas operações anteriormente descritas constituem as intervenções programáveis de manutenção e a sua combinação forma uma estratégia de manutenção, devendo ser realizada cotidianamente a fim de promover uma gerência adequada sobre os pavimentos de uma malha viária.



## CAPÍTULO 3

### SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Na concepção de HAAS *et al.* (1994), gerência de pavimentos não se trata de um conceito novo, sendo as decisões de gerência tomadas como uma parte de operações normais diárias realizadas pelos órgãos que trabalham na gestão dos pavimentos. A idéia que impulsiona o sistema de gerência de pavimentos é para melhorar a eficiência na tomada de decisão, expandindo seu alcance, fornecendo *feedback* como conseqüência das decisões, vindo a garantir a consistência das decisões tomadas em setores diferentes dentro de uma mesma organização.

HAAS *et al.* (1994) considera que um bom sistema de gerência não é algo tão usual, requerendo uma equipe técnica para pensar, responder às informações e tomar decisões lógicas, efetivas e saber coordenar a melhor escolha. Com a dificuldade apresentada, geralmente mudanças são requeridas. Algumas pessoas são relutantes a mudanças, o que acarreta dificuldades na aplicação de um adequado sistema de gerência de pavimentos.

No entanto, segundo CORREIA (2003), um sistema de gerência de pavimentos pode ser compreendido como um sistema que não toma decisões por si só, mas que é capaz de auxiliar ao processo de tomada de decisões sobre ações eficientes e eficazes ao pavimento, possibilitando o conhecimento de alternativas ótimas para quando, como e onde intervir. Deve, portanto, ser projetado para fornecer informações claras e atuais aos tomadores de decisão, conforme a eficácia dos dados disponíveis sobre o pavimento, custos e recursos financeiros.

O planejamento, a priorização e a racionalização da alocação e aplicação dos recursos financeiros tratam-se dos principais objetivos de um Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP, sendo uma de suas principais funções a otimização do processo utilizado para a tomada de decisões.

Segundo ALMEIDA (2006), “poucos são os Sistemas de Gerência de Pavimentos que contemplam as vias não-pavimentadas brasileiras. No Ceará, não há indícios de aplicação de um SGP”.

No entanto, na tentativa de reverter esse quadro, alguns trabalhos foram realizados em vias cearenses e algumas etapas de um SGP foram desenvolvidas em dissertações do Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes (PETRAN) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

CORREIA (2003) discorreu sobre “um modelo de análise de defeitos em estradas não pavimentadas de suporte à concepção de um sistema de gerência de pavimentos”. Este modelo foi desenvolvido devido à necessidade de se ter um método capaz de prover a avaliação das condições de estradas não pavimentadas e que pudesse ser aplicado de forma conveniente, independente da região de aplicação, propiciando o desenvolvimento de um sistema de gerência para uma malha viária não pavimentada.

Na realização de seu trabalho, CORREIA (2003) realizou levantamentos de campo no município de Aquiraz (CE), desenvolvendo atividades de coleta de dados para uma aplicação piloto, em nível de projeto. O modelo baseou-se na análise topológica dos defeitos presentes nas estradas não pavimentadas, verificando a influência de cada um, segundo o tipo e o nível de severidade, para a serventia dos trechos de estradas selecionadas. Como resultado de seu trabalho, foi proposto o método ALYNO, tratando-se esta de uma metodologia de avaliação das condições de superfície.

MOREIRA (2003) aperfeiçoou o método sugerido por CORREIA (2003), estudando a mesma malha viária, especialmente quanto à influência do intemperismo, tráfego, tipo de solo e relevo na queda de serventia, avaliando a evolução dos defeitos das vias não pavimentadas. De posse desses dados, determinou equações de previsão de desempenho quanto à serventia de tais estradas de terra.

Foram realizadas considerações a respeito da evolução geométrica dos defeitos que prejudicam a serventia do trecho estudado e os principais métodos de avaliação das condições da superfície de rolamento para estradas não pavimentadas.

Como resultado do seu trabalho, MOREIRA (2003) desenvolveu um modelo matemático para a modelagem de previsão de desempenho para as vias não pavimentadas, resultando no método modificado intitulado ALYNOMO.

NUNES (2003) realizou uma pesquisa experimental, onde desenvolveu um método de previsão de defeitos em estradas de terra com base no uso de redes neurais

artificiais (RNA) utilizando dados coletados nas mesmas vias trabalhadas por CORREIA (2003) e MOREIRA (2003). O método desenvolvido buscou possibilitar a previsão dos defeitos e das respectivas severidades, a partir de atributos locais selecionados, a fim de subsidiar as atividades de um sistema de gerência de vias, em especial o processo de tomada de decisão quanto às intervenções a se executar com vista à melhor alocação dos recursos financeiros disponíveis.

No método empregado por NUNES (2003), foram utilizados procedimentos experimentais que envolveram a seleção e identificação dos atributos, a identificação e avaliação das espécies de defeitos quanto aos graus de severidade com base nos métodos indicados e adaptações desenvolvidas no decorrer do trabalho, a ordenação das variáveis de entrada e saída para a aplicação da RNA, a formação das partições de dados, a definição da topologia *Multilayer Perceptron* (MLP) e dos parâmetros de treinamento da RNA, culminando com os processos de treinamento, validação e teste.

LIMA (2003) desenvolveu um modelo matemático que relaciona os dados geométricos de uma obra rodoviária com a distribuição dos materiais, visando um custo mínimo de execução. Na sua dissertação de mestrado é proposto um modelo de programação linear para otimizar tanto os serviços de terraplenagem como os de pavimentação. Com esse modelo, pode-se viabilizar a realização dos serviços, reduzindo os custos das obras através da alocação racional dos materiais.

ALMEIDA (2006) em seu trabalho procura conceber um Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP, específico para estradas de terra, visando adaptar um método norte-americano de avaliação de condições de rolamento de superfícies não pavimentadas a ser utilizada em estradas de terra no município de Aquiraz (CE). Definida as condições de rolamento da superfície, ALMEIDA (2006) aplica um método baseado em metodologia multicritério de apoio à decisão (MCDA) no processo de priorização de intervenção em estradas de terra, considerando um conjunto de variáveis que influenciam no funcionamento das vias não pavimentadas.

O presente trabalho fornece subsídio para que seja realizada a composição dos custos unitários dos serviços a serem executados nos processos de intervenção das vias não pavimentadas, tendo como base os trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores anteriormente citados.

Portanto, a implantação de um SGP auxilia satisfatoriamente os gestores rodoviários a encontrar estratégias eficientes na manutenção da qualidade dos pavimentos para que haja uma maior durabilidade possível, já que norteará a gestão adequada da aplicação dos recursos financeiros disponíveis, evitando desperdício do erário público com uma maior eficiência na sua aplicação.

### **3.1 A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE UM SGP EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS**

A malha viária nacional é composta por sua grande maioria, cerca de 91% do total, por rodovias não pavimentadas, conforme observado na tabela 2.1 do capítulo 2, e a grande maioria concentra-se nas regiões sudeste e sul do país, sendo estas as mais populosas, observando-se a necessidade do homem que habita o campo em interligar as comunidades e para o escoamento da sua produção, como visto no item 2.2.

As vias rurais não pavimentadas possuem características físicas que lhe são peculiares. De acordo com FONTENELE (2001), geralmente apresentam um tipo de solo de baixo suporte, traçado horizontal muitas vezes inconveniente e greides colados, havendo apenas o tráfego proveniente do transporte de produtos, bens e de pessoas da própria região, fazendo com que a via seja considerada de baixo volume de tráfego, já que possui volume médio diário abaixo de 400 veículos por dia.

Segundo MOREIRA (2003), estradas com estas características necessitam da implementação de sistemas de gerência, de tal forma que haja um programa contínuo de manutenção e reabilitação da malha viária. Com a implementação desse sistema, abre-se um leque de perspectivas de soluções que possam garantir uma adequada funcionalidade, com segurança e qualidade para seus usuários durante o ano inteiro, a um custo financeiro e ambiental bastante reduzido.

Observa-se que a tendência natural da qualidade da superfície de rolamento de uma via não pavimentada é que haja deterioração, ocasionada, sobretudo, pelo incremento constante do tráfego a que está submetida e das precipitações. Portanto, a fim de evitar um colapso total nos vários trechos que compõem uma malha viária, necessário se faz a implantação de um SGP para que haja um processo contínuo de

manutenção dessas vias, evitando, portanto, que gastos maiores venham a ser necessários na reconstrução dessa malha viária.

### **3.2 CUSTOS E BENEFÍCIOS NA IMPLANTAÇÃO DE UM SGP**

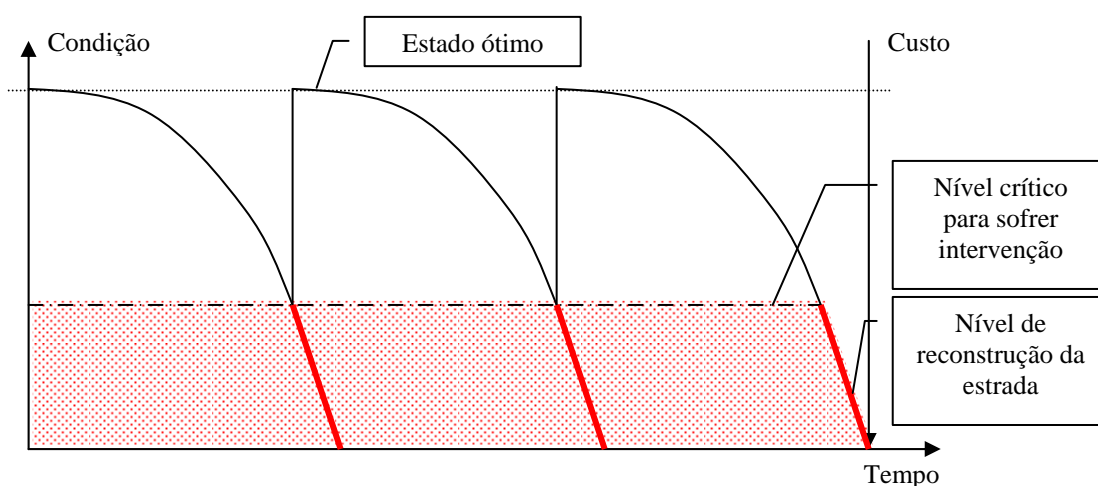
A implantação de um sistema de gerência de pavimentos, segundo MARCON (1996), na parte inicial de sua implantação, correspondente à coleta de dados, trata-se de uma atividade prolongada e dispendiosa, sendo aconselhável que inicialmente os dados levantados sejam os estritamente necessários. Além disso, é necessário que se analise a importância dos dados existentes, tais como o processo construtivo, materiais empregados, tráfego existente, quantidade de chuvas etc.

Os benefícios decorrentes das informações disponíveis vão aumentando na medida em que o órgão gerenciador obtenha séries históricas de dados confiáveis e um adequado procedimento de análise. Logo, o órgão responsável pela gestão de vias não pavimentadas deve estar apto a identificar qualitativamente os custos e benefícios da implementação e manutenção de um sistema de gerência de pavimentos.

Segundo CORREIA (2003), alguns dos principais benefícios referentes à implantação de um sistema de gerência de pavimentos são: o auxílio à tomada de decisão; o fornecimento de informações precisas conforme as necessidades para avaliações; o provimento de uma forma para analisar as conseqüências de vários níveis de financiamento; a capacidade de oferecer melhores alternativas na alocação de recursos segundo as necessidades avaliadas; a capacidade de prover meios na avaliação de estratégias para reabilitação e manutenção. Além destes, o SGP permite aos gestores a capacidade de encontrar respostas técnicas apropriadas para cada necessidade.

A implementação e a manutenção de um SGP são fatores diretos dos custos de sua implantação, sendo que nesta há a inclusão dos custos com a licença do *software* utilizado, treinamento de pessoal, aquisição de hardware, coleta de dados, custo para processamento e análise dos dados, custo com a manutenção e treinamento de pessoal e gastos inerentes à malha viária.

Verifica-se a existência de um custo inicial fixo com a infra-estrutura na implementação do sistema, quantificado os custos e os benefícios do SGP, os custos para a manutenção do pavimento são bastante inferiores aos necessários para a sua reconstrução (CORREIA, 2003). A curva de desempenho de uma via não pavimentada pode ser observada na Figura 3.1.



**FIGURA 3.1:** GRÁFICO CONDIÇÃO X CUSTO X TEMPO (ADAPTADO DE CORREIA, 2003)

Da análise da figura 3.1, observa-se o aumento significativo do custo para a intervenção de uma via não pavimentada caso não haja a devida manutenção de forma rotineira, fator que onera substancialmente os cofres públicos.

### 3.3 OS DECISORES DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Segundo HAAS *et al.* (1994), não será sempre possível confiar inteiramente em critérios e em regras estabelecidas pelos projetos de engenharia. O julgamento qualitativo é um elemento importante em todas as ações humanas, assim, o sistema ou o computador usado na operação não toma decisões, executa apenas os comandos que lhe foram atribuídos. Mais precisamente, ele processa a informação para o uso por responsáveis pela gestão rodoviária. Assim, é o responsável pelo uso do sistema de gerência de pavimentos que assume a responsabilidade pela tomada de decisão.

Com o objetivo de uma tomada de decisão eficaz, todos os responsáveis pelo funcionamento de um sistema de gerência de pavimentos, ou seja, os técnicos

diretamente envolvidos, o poder legislativo e o gestor, devem agir de maneira racional para um funcionamento eficaz deste sistema. Tais decisões podem diferenciar no foco e no espaço, dependendo do nível de importância de uma via e do nível de gerência envolvido. Tecem-se comentários acerca daqueles responsáveis diretos na gestão de uma rede viária, conforme sugerido por HAAS *et al.* (1994).

Para um bom funcionamento de um SGP é necessária a interação entre os três segmentos responsáveis pela aplicação do recurso público, conforme desenvolvido nos itens que se seguem.

### 3.3.1 Gestão Legislativa

As questões no âmbito legislativo são razoavelmente amplas, devendo ser previamente embasadas pelos setores técnicos e administrativos incluindo os seguintes pontos (HAAS *et al.*, 1994):

- a) *justificar o pedido de orçamento*: os legisladores são submetidos a uma variedade de demandas e aquelas melhor fundamentadas possuem melhores chances de serem acatadas;
- b) *escassez de recursos*: os legisladores podem questionar acerca das alocações dos recursos, levando-se em consideração a sua aplicação em segmentos de boa servicibilidade da via, caso estes segmentos ainda ofereçam condições de tráfego sem necessidade de manutenção, devendo estes recursos ser alocados nos segmentos que apresentem a real necessidade de intervenção.
- c) *efeitos no adiamento das intervenções ou diminuição dos padrões recomendados*: o problema da aplicação de poucos recursos relaciona-se ao adiamento da manutenção e reabilitação, baixando os padrões recomendados de intervenção, aumentando os custos de manutenção extra, custos eventuais, com o conseqüente aumento dos custos operacionais para o usuário da via.
- d) *efeitos de solicitações orçamentárias ao nível da rede*: uma vez aprovada a solicitação de recursos para a intervenção de uma via, uma questão chave relaciona-se ao efeito que esta terá ao nível da rede, se a servicibilidade irá diminuir, aumentar ou

ficar estável. Neste caso, o questionamento pode ser feito sobre a viabilidade da alocação dos recursos requeridos para manter a rede em seu estado atual;

e) *efeitos do aumento dos limites de carga*: este é um exemplo do tipo de problema que enfrenta muitos corpos legislativos. Obviamente um eficiente sistema de gerência de pavimentos deve fornecer as respostas técnicas e econômicas para as intervenções de uma malha viária.

### **3.3.2 Gestão Administrativa**

Para HAAS *et al.* (1994), os responsáveis pelo desenvolvimento dos gastos de capital e programas de manutenção, em geral as secretarias ou os órgãos que compõem o poder executivo, detentores da gestão viária, necessitam fornecer subsídios aos quesitos formulados em nível da alocação dos recursos, a gestão legislativa. Somado a isso, devem requerer algumas respostas do setor técnico para que seja viabilizada uma proposta de intervenção de certa malha viária. Portanto, refere-se ao elo de ligação entre os setores técnico e legislativo. Alguns questionamentos devem ser resolvidos neste nível, a fim de que haja agilidade de um SGP, tais como:

- a) mostrar objetividade do programa a fim de fornecer uma justificativa eficaz para a alocação do recurso via orçamentária;
- b) fazer a avaliação da evolução do SGP em nível de rede, contendo informações baseadas em seu banco de dados;
- c) considerar os meios para determinar quantitativamente os efeitos de baixos níveis de investimento e aqueles requeridos para manter uma via em um nível aceitável de condição;
- d) demonstrar quantitativamente os efeitos de adiar as intervenções de manutenção ou reabilitação, dependendo da condição requerida;
- e) estimar o *status* futuro da rede – em termos de servicibilidade, da condição, da segurança etc. – para expectativa da aplicação dos recursos;



- f) mostrar os benefícios de um sistema de gerência de pavimentos, com suas características principais e sua importância para a gestão de uma malha viária;
- g) estabelecer os custos para a implementação de um SGP, incluindo o desenvolvimento de um banco de dados, mão-de-obra necessária, desenvolvimento do sistema e implantação e treinamento do corpo técnico;
- h) implementar usando modelos similares de outros órgãos, a fim de implantar um SGP com maior eficácia e um menor custo;
- i) prover um relacionamento entre a gerência de pavimentos e outros sistemas, incluindo as atividades de manutenção;
- j) sugerir a interface entre um sistema de gerência de pavimentos, a gerência de transportes em geral e as demais concessionárias responsáveis pelas *utilities* (redes de tubulações de gás, fibra ótica, água, esgoto etc.) implantadas nas vias públicas, que também interagem com o sistema de gerência de pavimentos.

### 3.3.3 Gestão Técnica

Segundo HAAS *et al.* (1994), para uma perspectiva técnica, a gerência de pavimentos envolve uma série de problemas, desde a avaliação de uma malha viária, a funcionalidade de um SGP, o corpo técnico envolvido e a alternativa de intervenção adotada. Somado a isso, as questões levantadas nos níveis administrativo e legislativo devem ser apreciadas e justificadas para que haja um eficaz funcionamento de um SGP, inclusive quanto ao *feedback* das informações e intervenções realizadas.

A seguir apresentam um conjunto de exemplos sobre questionamentos realizados na área técnica envolvendo os níveis de rede e de projeto (HAAS *et al.*, 1994):

- a) projeto e operação do banco de dados, somados aos métodos, procedimentos e equipamentos para a aquisição dos dados;
- b) assegurar a suficiência do banco de dados;

- c) prognóstico contendo informações do tráfego, do desempenho da via, desconforto do usuário, a condição da superfície – confiabilidade, aceitabilidade e deficiências – dos dados;
- d) critérios para: a) a servicibilidade mínima, menor superfície de atrito, máximo desconforto, menor adequação estrutural, aceitabilidade, efeitos de mudança dos critérios de intervenção etc.;
- e) modelos para análise de prioridade e otimização da rede;
- f) verificação dos modelos;
- g) relação do previsto em projeto com a otimização da rede;
- h) métodos para caracterizar materiais e uso adequado dos resultados;
- i) sensibilidade do modelo de análise: variação de fatores e a circunstância como será utilizado o modelo;
- j) relação entre o custo de operação do veículo com as características do pavimento;
- k) controle de qualidade da construção;
- l) efeitos da construção e da manutenção no desempenho do pavimento;
- m) uma interface entre projeto, construção e manutenção, dentro da estrutura organizacional;
- n) modelo para a implementação de um sistema de gerência de pavimentos;
- o) relação entre a gerência de pavimentos com a gerência de manutenção;
- p) melhora da tecnologia da gerência de pavimentos e implementação de projetos para esta finalidade.

Portanto, observa-se a importância de incremento de dados confiáveis no sistema para que as informações geradas sejam as mais racionais possíveis e que possam ser aplicadas com maior segurança pelos gestores da malha viária.

Para a tomada de decisões, os níveis legislativo, administrativo e técnico de um sistema de gerência de pavimentos enfrentam determinadas situações peculiares que podem trazer dúvidas quanto à alternativa a ser adotada. As situações apresentadas podem diferir quanto ao foco e matéria, dependendo da agência – federal, estadual ou municipal – e do nível de gerência envolvido.

### **3.4 OBJETIVOS DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS**

MARCON (1996) considera que um sistema de gerência de pavimentos é um instrumento de decisão utilizado pelos órgãos rodoviários e como tal deve fornecer aos administradores os elementos necessários, que lhes permitam optar por estratégias adequadas de manutenção das rodovias e conhecer as respectivas conseqüências das escolhas.

Ressalta-se que um SGP não fornece as decisões prontas e finalizadas, mas uma base de conhecimento das possíveis conseqüências dos métodos alternativos relacionados à preservação de uma rede de pavimentos (AASHTO, 1990).

Segundo HAAS *et al.* (1994), um sistema, de modo geral, consiste de um conjunto de componentes que são afetados por algum fator externo ou algum dado de entrada. Na estrutura de um pavimento, os componentes que geralmente compõem uma via são a camada da superfície, incluindo a pista de rolamento e os acostamentos, camada de base, sub-base e subleito. Os fatores externos que afetam o pavimento são o ambiente, tráfego e manutenção. A manutenção é realizada para reduzir a taxa da deterioração do pavimento dos impactos negativos do tráfego e dos efeitos ambientais, especialmente quanto à incidência das chuvas.

Um sistema de gerência do pavimento, por outro lado, consiste em alguns componentes mutuamente interativos, tais como o planejamento, a programação, o projeto, a construção, a manutenção e a reabilitação. Os fatores externos que afetam um sistema de gerência de pavimentos incluem os orçamentos e as políticas administrativas.

Um sistema de gerência de pavimentos ideal produziria uma melhor eficiência na aplicação dos recursos financeiros disponíveis com uma boa qualidade na

manutenção de uma via, com o melhor custo-benefício. As exigências mínimas desse sistema incluiriam a adaptabilidade, uma operação eficiente, operações práticas, baseadas na tomada de decisão e um bom *feedback* das operações realizadas. Não há um simples SGP padrão que possa ser utilizado por todos que trabalham com a gerência de pavimentos, tendo em vista a peculiaridade de cada situação, havendo necessidades específicas para cada caso. Conseqüentemente cada agência deve definir com cuidado o que quer de um sistema de gerência do pavimento.

Para MARCON (1996), os principais objetivos de um sistema de gerência de pavimentos podem ser reunidos em três grupos:

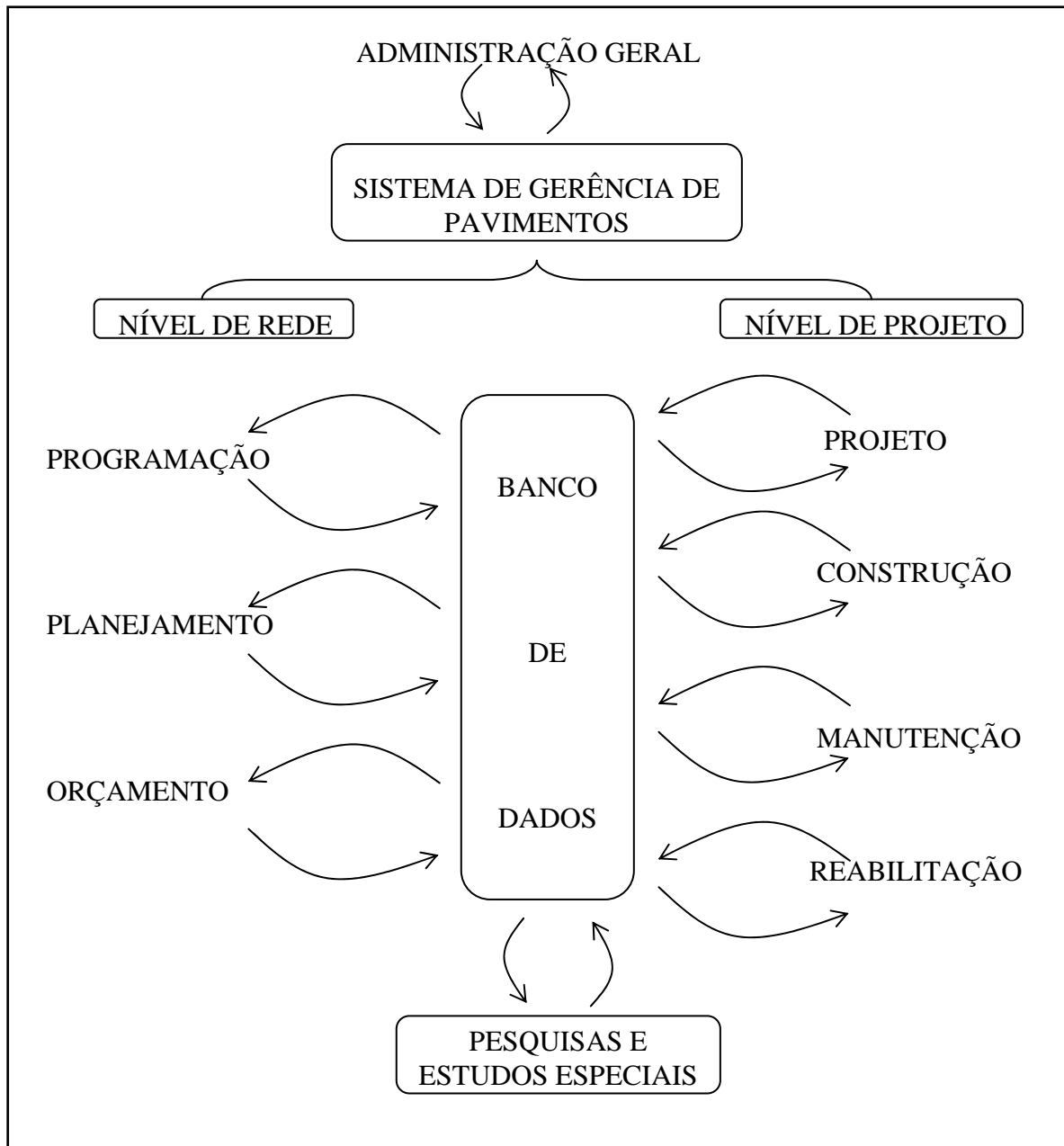
a) auxiliar a administração superior na tomada de decisão através de um conjunto de informações confiáveis;

b) permitir à equipe técnica do órgão rodoviário a seleção e priorização das intervenções a serem executadas em uma rede de pavimentos, através de métodos sistemáticos e consistentes, baseada em critérios técnicos, econômicos e administrativos;

c) proporcionar ao usuário condições seguras e confortáveis de tráfego, com redução dos custos de operação dos veículos.

No tocante à equipe técnica que trabalhará com as informações de entrada, ressalta-se a importância da mesma possuir a devida capacidade técnica para que seja realizado com sucesso todo o processo do sistema de gerência e as alternativas de intervenção sejam realizadas de acordo com a situação real requerida.

Na Figura 3.2 são apresentados os principais componentes de um sistema de gerência de pavimentos (HAAS *et al.*, 1994).



**FIGURA 3.2:** PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM SGP (HAAS ET AL.,1994)

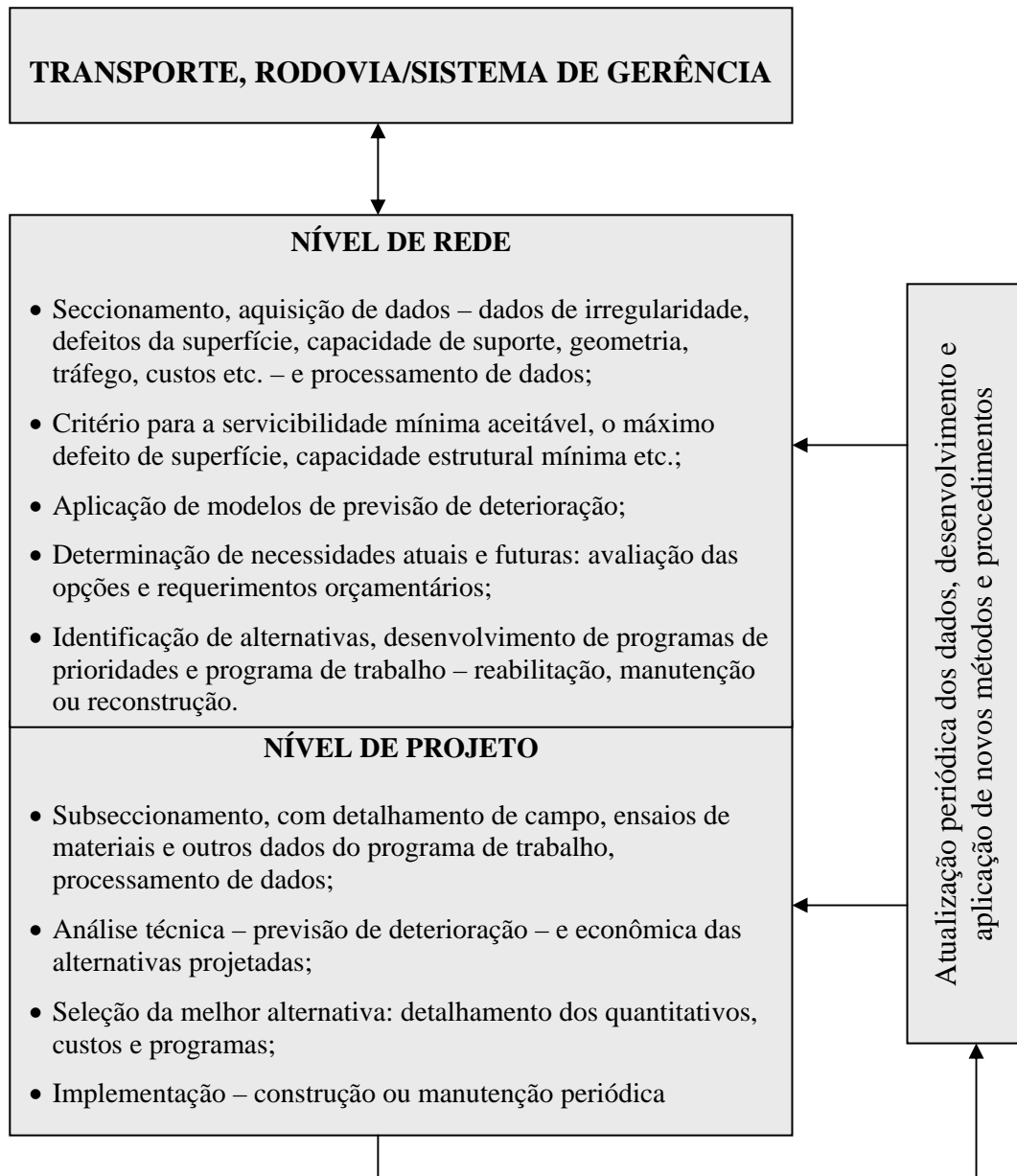
Conforme observado na Figura 3.2, um sistema de gerência de pavimentos está subordinado a uma administração geral, a qual é responsável pelo funcionamento de um órgão ou entidade responsável pela gestão de um sistema viário, devendo, para tanto, possuir um plano de ação capaz de manter viável o funcionamento de toda a malha de rodovias pela qual é responsável. Para tanto, um SGP, conforme observado no modelo de HAAS *et al.* (1994), subdivide-se em nível de rede e em nível de projeto.

### 3.5 NÍVEIS DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Segundo AASHTO (1990), um sistema de gerência de pavimentos é projetado para fornecer a informação objetiva, assim como os dados úteis para a análise. Dessa forma, os responsáveis pela tomada de decisão poderão optar por uma intervenção mais consistente, com um custo menor e decisões precisas relacionadas à preservação de uma rede de pavimentos. Enquanto um sistema de gerência de pavimentos não puder tomar as decisões finais, este poderá fornecer a base para uma boa compreensão das possíveis conseqüências de uma política adotada.

Os níveis de rede e projeto referem-se aos dois níveis principais de decisão da gerência de pavimentos que devem ser incluídos em um SGP. As decisões do nível de rede são concebidas como as edições programáticas e políticas para toda a rede. Estas circunstâncias incluem: estabelecimento de políticas de manutenção do pavimento, identificando prioridades, estimando necessidades financeiras e alocando orçamentos para a manutenção, reabilitação e reconstrução (AASHTO, 1990).

Na concepção de HASS *et al.* (1994), a gerência em nível de rede consiste em um conjunto de considerações e atividades mais amplas que em nível de projeto, pois deve prover programas prioritários para toda uma malha ou rede rodoviária, conforme suas restrições orçamentárias. Os níveis de gerência de pavimentos ocorrem em períodos apropriados, seguindo um planejamento prévio, esquematicamente representado na Figura 3.3.



**FIGURA 3.3:** NÍVEIS BÁSICOS OPERACIONAIS DA GERÊNCIA DE PAVIMENTOS E PRINCIPAIS ATIVIDADES (ADAPTADO DE HAAS ET AL., 1994)

### 3.5.1 Nível de Rede

Segundo CORREIA (2003), a gerência em nível de rede envolve a avaliação de todos os pavimentos sob a jurisdição de uma entidade ou órgão gestor e tem como principais propósitos o desenvolvimento de um programa prioritário e o planejamento de atividades de acordo com as restrições orçamentárias deste órgão. A gerência neste nível não possui o grau de detalhamento necessário e próprio para uma intervenção

local, desenvolvendo-se esta particularidade em nível de projeto e ocorrendo em período apropriado, representando a implementação física real das decisões de rede.

Para MARCON (1996) a sofisticação e o nível tecnológico de um sistema estão vinculados primordialmente aos recursos humanos, financeiros e de equipamentos. Isto pode ensejar uma boa ou má qualidade na gestão das rodovias de determinadas localidades, tendo em vista a própria política de intervenção dessas vias, dependerem dos gestores dos recursos financeiros e um aparato técnico, que engloba pessoal qualificado, materiais a serem utilizados e equipamentos que influenciam sobremaneira na eficiência de um SGP.

Para a ASSHTO (1990) as decisões do nível de rede são concebidas como as edições programáticas e políticas para toda a rede, incluindo o estabelecimento de políticas de manutenção do pavimento, identificando prioridades, estimando necessidades financeiras e alocação orçamentária.

Tratando-se de um SGP em nível de rede o responsável por políticas amplas de gerência para toda a rede, apresentam-se a seguir os componentes julgados básicos e geralmente incluídos nos sistemas de gerência de pavimentos:

a) coleta e depuração de dados

Refere-se à primeira e principal etapa para que um sistema de gerência de pavimentos possua a eficiência para o qual foi programado, tendo em vista representar todas as informações referentes à malha viária. Logo, a eficácia da análise e da intervenção adequada dependerá da confiabilidade dos dados levantados.

Segundo MARCON (1996) a coleta dos dados é uma atividade prolongada, por se repetir periodicamente, e dispendiosa, por isso é aconselhável que, inicialmente, os dados levantados sejam os estritamente necessários. Além disso, a depuração dos dados deve ser realizada, sendo este um processo de filtragem, através do qual se procura melhorar a confiabilidade e representatividade das informações coletadas.

b) base e banco de dados

Trata-se a base de dados de todo o universo das informações relativas aos pavimentos de uma determinada rede, colhidos com o objetivo de fundamentar as



análises e as tomadas de decisão relacionadas a um sistema de gerência de pavimentos. Quanto ao banco de dados, este se refere à reunião organizada dos dados disponíveis, facilitando o estudo e análise. Um banco de dados objetiva o armazenamento e o fácil acesso aos elementos que o compõem.

Sendo a depuração dos dados uma etapa teórica no procedimento, podendo ser por demais subjetiva, torna-se necessário um eficiente processo na sua coleta, necessitando de pessoal qualificado na sua obtenção, o qual observará as principais categorias de dados: i) inventário, ii) informações relativas às condições do pavimento, iii) tráfego e iv) custos, conforme AASHTO (1990). Somado a isso, deve ser levada em consideração a importância dos dados existentes, eventualmente obtidos em levantamentos rotineiros ou alheios ao SGP, tais como o histórico da construção e procedimento de manutenção e reabilitação a que foram submetidas as vias em estudo.

No decorrer do tempo, as informações disponíveis aumentam na medida em que o órgão gerenciador obtenha séries históricas de dados confiáveis e um adequado procedimento de análise.

Atualmente, com a grande facilidade no manuseio e implantação do SGP, não se admite a implementação de um sistema desses sem o uso de programas computacionais, tendo em vista a agilidade na concepção de um sistema e a eficácia na obtenção dos resultados.

Para tanto, recomenda-se o emprego de análises e técnicas de modelagem, tendo por objetivo a geração de modelos distintos, que permitam verificar aquele mais adequado para definir a ordem de prioridade de seleção das vias analisadas para receberem intervenções, assim como a sugestão do processo de intervenção a que será submetida a via.

c) modelo de previsão

Segundo AASHTO (1990) a previsão é a descrição matemática dos valores esperados, que uma característica do pavimento adquirirá durante um período de análise especificado.

Para MARCON (1996) a previsão é feita com base nos dados existentes, por isso é crucial que estes tenham boa representatividade e corresponda fielmente à realidade para que haja o sucesso dos modelos e, conseqüentemente, do sistema de gerência de pavimentos.

d) critérios de decisão

Referem-se aos valores limites adotados para cada parâmetro do pavimento, através dos quais se decide que tipo de atividade ou intervenção vai ser implementada. O estabelecimento destes limites é peculiar à classe da rodovia e ao tipo de pavimento, dentre outros fatores. Ressalta-se que muitas vezes o aspecto técnico apenas não é preponderante na tomada de decisão para que uma via sofra intervenção. Sabe-se, no entanto, que por vezes sobressai-se o aspecto político, tendo em vista o gestor financeiro intencionar o favorecimento de uma determinada malha viária em detrimento das demais.

No caso de gerência em nível de projeto, utilizando o parâmetro de base econômica, a relação custo/benefício, o valor presente líquido ou a taxa interna de retorno, esses fatores são levados em consideração para a determinação daquelas vias que sofrerão intervenção. Pode haver, ainda, a divisão de recursos por zona geográfica ou a distribuição em percentuais para projeto, pesquisa, construção e manutenção, sendo estes fatores que também poderão interferir na tomada de decisão para que uma via venha a sofrer intervenção.

e) geração de alternativas

A geração de alternativas, segundo MARCON (1996) é um processo através do qual são estabelecidas as intervenções possíveis em um pavimento, dentro de um determinado período de tempo. A intervenção a ser executada é definida com o auxílio dos modelos de previsão de desempenho. Para a geração de alternativas, somado à seleção das intervenções, é necessário saber os respectivos custos dos serviços de manutenção e reabilitação a que será submetida uma determinada via, sendo que estes aspectos serão abordados proficuamente no decorrer deste trabalho.

f) otimização e análise de conseqüências

A otimização refere-se ao espelho da eficácia do sistema. Segundo MARCON (1996), tem por finalidade maximizar os benefícios ou minimizar os custos sob restrições. Esta tarefa é executada comparando-se as várias estratégias de manutenção possíveis de serem executadas. Os critérios de análise podem ser a obtenção do máximo custo/benefício ou o valor mínimo de investimento para alcançar um determinado padrão de qualidade da rede, tornando-se eficiente a adoção de um sistema onde se possa analisar toda a malha viária em estudo.

Quanto à análise de conseqüências, esta se refere a uma avaliação feita com o intuito de verificar a evolução das condições da rede ao se adotar uma determinada estratégia de manutenção. É feita com o uso de modelo de previsão do parâmetro escolhido, podendo este ser quaisquer tipos de defeitos a que um pavimento possa sujeitar-se, de acordo com MARCON (1996).

g) relatórios

Refere-se à geração dos resultados decorrentes da série de informações e dados utilizados na geração do sistema.

Para uma informação gerada apresentar-se segura e ser utilizada como base de decisão para o gestor dos recursos e do tomador de decisão sobre quais atividades deverão ser executadas é importante que o sistema seja alimentado retratando com fidelidade as peculiaridades a que estão sujeitas o pavimento.

### **3.5.2 Nível de Projeto**

Basicamente, em nível de projeto o sistema de gerência de pavimentos possui os mesmos componentes daqueles presentes em nível de rede, diferindo quanto à coleta de dados ser mais intensa em nível de projeto, tendo em vista haver necessidade de um maior detalhamento para a análise do pavimento avaliado. Outra diferença, segundo MARCON (1996), refere-se quanto ao detalhamento das informações sobre as condições da via, tendo em vista a intervenção a ser executada dever ser mais adequada ao pavimento do trecho analisado, tendo como restrição os recursos financeiros alocados na fase de análise em nível de rede.

Para a ASSHTO (1990), as decisões em nível de projeto referem-se à engenharia e aos aspectos técnicos da gerência do pavimento, isto é, a seleção de ações dirigidas para as ações de manutenção, reabilitação e reconstrução.

Segundo HAAS *et al.* (1994), o trabalho em nível de projeto aparece em etapas conforme a programação e representa a implementação física originada das decisões de rede.

Os modelos de sistema de gerência de pavimentos em nível de projeto tratam dos interesses técnicos, conforme detalhados pelos projetistas, isso para um projeto específico. Dessa forma, são requeridas informações detalhadas em seções ou em subseções específicas do pavimento.

As entradas de modelos em nível de projeto incluem a carga, fatores ambientais, características dos materiais, propriedades do subleito, variáveis da construção e da manutenção e custos. O tipo de dados específicos e seu formato dependem da natureza dos modelos. A saída típica de tais modelos formaria um conjunto das estratégias que minimizariam os custos totais, incluindo a construção, a manutenção, os custos dos usuários, o nível de satisfação do usuário, qualidade física do pavimento, e os paradigmas administrativos, tais como as exigências de desempenho, espessura mínima ou máxima, e disponibilidade financeira.

### **3.6 CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS**

Segundo HAAS *et al.* (1994) gerência de pavimentos é um instrumento a ser utilizado no todo ou em parte por vários níveis técnicos e administrativos da gerência, sendo essencial no auxílio da tomada de decisão. Todas as decisões devem ser incorporadas no processo, como por exemplo: as deficiências dos projetos ou necessidades da melhoria para a rede de uma maneira geral; a programação orçamentária; o projeto; a construção e manutenção; as exigências de recursos; o monitoramento e a pesquisa; além daquelas relacionadas às necessidades de informação.

Todas as funções envolvidas com o pavimento são essenciais à compreensão de um SGP, mas não necessitam estar ativas ao mesmo tempo. No planejamento futuro da construção, por exemplo, é necessário considerar o projeto individual somente em uma forma muito aproximada. Assim, um sistema de gerência de pavimento pode ser visto como um conjunto de módulos ou “blocos construtivos”. Neste sentido, um sistema de gerência de pavimentos pode ser comparado a um caleidoscópio: a coisa inteira existe em todos os momentos, mas uma parte dela, que alguém veja, pode ser vista de forma diferente, dependendo da maneira de olhar, HAAS *et al.* (1994).

Para HAAS *et al.* (1994), além de definir a gerência do pavimento, é útil listar algumas das exigências essenciais:

- a) a aptidão de o sistema ser atualizado ou modificado com uma nova informação, disponibilizando modelos melhores;
- b) potencialidade de considerar estratégias alternativas;
- c) potencialidade de identificar a melhor estratégia ou alternativa;
- d) aptidão para a tomada de decisão em procedimentos racionais com atributos quantificados, critérios e quebra de paradigmas;
- e) potencialidade para o uso do *feedback* da informação a respeito das conseqüências das decisões.

De acordo com HAAS *et al.* (1994) os pavimentos são estruturas complexas que envolvem muitas variáveis, por exemplo, combinações de carga, do meio ambiente, do desempenho, da construção, da manutenção, dos materiais, e da economia. A fim de projetar, construir e manter pavimentos é necessário que os vários fatores técnicos e econômicos estejam bem compreendidos. Logo, sendo o pavimento a parte onerosa da infra-estrutura do transporte, tem-se que as melhorias marginais nas tecnologias da gerência do pavimento e no seu próprio processo de gerência podem resultar em uma economia considerável, tendo em vista a racionalidade a ser empregada quando dos processos de intervenção em um pavimento.

## CAPÍTULO 4

### CUSTOS E COMPOSIÇÃO DE CUSTOS

Custo refere-se ao valor pelo qual é obtido um bem ou um serviço, sendo considerado quando existir consumo ou aplicação de um determinado insumo. No entanto, o dinheiro gasto na compra de um equipamento não se refere a um custo, mas um investimento, tendo em vista o desembolso de certa quantia na obtenção de um bem. Por outro lado, toda despesa realizada com este equipamento em função de seu uso trata-se de um custo, tendo em vista haver a deterioração do bem, havendo conseqüentemente um consumo.

Na composição dos custos unitários, a produção refere-se a um importante elemento na determinação do custo final do serviço, podendo variar conforme o porte da empresa e das condições de operação. Segundo DNER (1995), produção é a quantidade de serviço realizada em um determinado período de tempo, representando o número de unidades de serviço produzidas pela aplicação dos insumos – materiais, equipamentos e mão-de-obra – na realização dos serviços. Logo, o custo unitário refere-se à relação direta entre o custo e a produção, devendo ser calculado na mesma unidade de medição do serviço.

$$\text{CustoUnitário} = \frac{\text{Custo}}{\text{Pr odução}} \quad (4.1)$$

Tem-se que o custo total é representado pelo somatório dos custos diretos de utilização de equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários para a realização de um determinado serviço, acrescidos dos impostos e demais custos indiretos e do lucro do empreendedor.

Portanto, para a definição do custo unitário de um serviço é necessário o conhecimento do seu sistema de produção, levando-se em consideração os tipos de equipamentos empregados, os materiais e a mão-de-obra necessários, devendo-se observar que o desconhecimento da tecnologia da produção pode conduzir ao cálculo inapropriado dos custos unitários de construção.

## 4.1 CUSTOS DIRETOS DE CONSTRUÇÃO

Partindo do conhecimento da tecnologia da produção de um determinado serviço, podem-se equacionar todos os insumos a serem utilizados, tais como os equipamentos, mão-de-obra e materiais empregados. No caso dos materiais, deve-se realizar uma pesquisa de preços de mercado.

Para a execução dos serviços de intervenção, o mesmo deverá ser caracterizado, e em seguida ser elaborada a listagem de equipamentos, materiais e mão-de-obra que serão empregados na composição dos custos unitários dos serviços. Somado a isso, deverão ser constituídas as equipes para a realização dos serviços sugeridos no processo de intervenção.

Portanto, os custos diretos relacionam-se à remuneração dos fatores que podem ser diretamente atribuídos à execução de um determinado tipo de serviço, sendo proporcionais à quantidade dos serviços executados.

### 4.1.1 Custo Horário de Utilização de Equipamentos (CEq)

As intervenções a serem realizadas em obras viárias, tendo em vista o volume de material envolvido, a sua complexidade e a variedade das soluções possíveis, exige o emprego de equipamentos pesados, a seguir são exemplificados empregos destes equipamentos para os serviços apresentados na Tabela 4.1.

$$CEq = D\&J + CM + CMat + CMO \quad (4.2)$$

Onde:

CEq: custo horário de utilização de equipamentos;

D&J: custo horário de depreciação e juros;

CM: custo horário de manutenção;

CMat: custo horário de materiais;

CMO: custo horário de mão-de-obra.

**Tabela 4.1:** Equipamentos apropriados para cada serviço requerido em uma via não pavimentada

Serviços	Equipamentos utilizados
Desmatamento e limpeza	Trator de esteira com lâmina
Escavação de solos	Trator de esteira com lâmina ou escavadeira
Carga de materiais	Carregadeira, escavadeira
Transporte de materiais	Caminhão de carrocera, caminhão basculante
Espalhamento de materiais terrosos e raspagem do pavimento	Motoniveladora, trator de esteira com lâmina
Umedecimento de solos na pista	Caminhão tanque
Mistura de solos e homogeneização de umidade na pista	Pulvi-misturadora, arado e grade de disco, motoniveladora
Compactação de solos	Rolo pé-de-carneiro auto-propelido, rolo de pneus (pressão variável), rolo vibratório liso

**Fonte:** adaptada de DNER, 1996.

Na determinação do custo com equipamentos devem ser levados em consideração os seguintes fatores:

a) custo horário de depreciação e juros durante a vida útil (D&J)

A depreciação é a desvalorização de um equipamento com o passar do tempo, tendo em vista o seu desgaste pelo uso e pelo intemperismo e a tendência a ficar obsoleto devido a avanços tecnológicos.

Quanto aos juros, estes se referem à remuneração do capital investido na compra do equipamento. Portanto, esta parcela depende do valor de aquisição, da vida útil, do valor residual e da taxa anual de juros considerada, conforme observa LIMA, 2003.

b) custo horário de manutenção (CM)

A manutenção é o trabalho necessário para manter o equipamento nas mesmas condições de eficiência para as quais foi projetado e construído (DNER, 1995). Na composição do seu custo, deverão estar incluídos os custos da manutenção preventiva – realizada rotineiramente a fim de prolongar a vida útil do equipamento – e corretiva – realizada para reparar um dano sofrido pelo equipamento.

De acordo com DNER (1995), este custo deve levar em consideração os reparos de pequena ou grande monta, materiais, peças e acessórios de reposição, gastos de



oficina e mão-de-obra necessários, os custos com regulagens, reapertos, limpeza, pintura e lavagem. Adicionado a estes, os custos com a substituição de peças de desgaste efetivo, tais como câmaras de ar, pneus, lâminas, esteiras, rodas motrizes, correias etc.

c) custo horário de materiais (CMat)

Neste caso, devem ser considerados os custos com os materiais necessários à operação dos equipamentos – combustíveis, óleos lubrificantes, graxas, filtros etc.

O manual de manutenção de cada equipamento sugere os quantitativos de materiais que são consumidos durante a sua operação.

d) custo horário de mão-de-obra (CMO)

Para a determinação do custo de utilização de mão-de-obra referente à operação do equipamento, deve ser considerado o valor do salário horário do operador, acrescido dos encargos sociais correspondentes, sendo este um valor que pode variar conforme a atividade econômica da empresa.

#### **4.1.2 Custo Horário de Mão-de-Obra Suplementar (CMOS)**

Observou-se no item anterior a consideração feita acerca da mão-de-obra empregada na composição direta do custo de equipamentos, tendo em vista a necessidade de um operador para cada um daqueles equipamentos que irão compor uma planilha de custo unitário, ou seja, a mão-de-obra referente aos equipamentos já deverá estar inclusa no seu custo final de operação.

No entanto, para o emprego da mão-de-obra suplementar, esta se refere ao pessoal de apoio, que também faz parte da composição de uma planilha de custo unitário, como engenheiros, encarregados, ajudantes, topógrafos, pedreiros etc. Trata-se, portanto, da mão-de-obra direta que atua na execução dos serviços, sendo este um insumo de grande valia na manutenção e conservação de uma obra viária.

Na composição dos custos referentes à mão-de-obra suplementar, segundo DNER (1996), é adotada a escala salarial da Tabela 4.2, onde K representa o coeficiente

multiplicador do salário mínimo vigente no país, ressaltando-se que os encargos sociais encontram-se incluso sobre o valor da mão-de-obra.

**Tabela 4.2:** Escala salarial da mão-de-obra

Função	K
Engenheiro	40,0
Encarregados	12,0
Técnico de nível médio	6,0
Auxiliares	2,5
Operador de máquina	3,0
Profissionais em geral	2,5
Ajudantes de operação em geral	2,0
Operários não qualificados	1,5

**Fonte:** DNER, 1996.

#### 4.1.3 Custo Unitário de Transporte

O custo unitário de transporte pode alterar os valores envolvidos no processo construtivo. O seu valor é obtido através do quociente entre o custo horário de utilização do equipamento e a sua produção horária, sendo esta uma função do tipo de rodovia e da distância a ser transportada.

Ressalta-se que nas planilhas de composições de custos unitários propostas nesta dissertação, os custos de transportes estão incluídos para aqueles serviços que englobam as operações de escavação, carga e transporte de materiais de jazida. No entanto, outros materiais que compõem as planilhas de custos unitários, como por exemplo areia, brita, cimento, tubos de concreto etc. são considerados postos na obra, ou seja, o transporte é considerado por fora, tendo em vista a variação da distância entre os fornecedores e os locais onde serão aplicados.

#### 4.1.4 Custo Horário Total (CHT)

Para a determinação do custo horário total, deve-se levar em consideração o somatório de cada custo individual necessário para a execução de um determinado serviço. Neste caso, têm-se os valores referentes ao custo horário dos equipamentos, dos materiais e da mão-de-obra que integram a execução de um determinado serviço.

$$CHT = CEq + CMOS \quad (4.3)$$

Onde:

CHT: custo horário total;

CEq: custo horário de utilização de equipamentos;

CMOS: custo horário de mão-de-obra suplementar.

#### **4.1.5 Produção da equipe (PE)**

A equipe de trabalho é formada por equipamentos, pessoal envolvido no processo construtivo, necessários para a execução dos serviços. Determinadas equipes são dimensionadas a fim de haver uma melhor interação entre estes elementos, objetivando uma maior eficácia na execução dos serviços, minimizando os custos e conferindo uma maior produtividade em todo o processo.

A produção dos equipamentos pode ser determinada de duas maneiras, teoricamente, conforme indicações dos manuais dos fabricantes e empiricamente através de apropriações dos custos envolvidos na operação dos equipamentos.

Para que se possa exercer um controle efetivo sobre a produção é preciso confrontar os quantitativos previstos com aqueles efetivamente executados.

Segundo DNER (1995), necessário se faz que contratante e contratado estejam cientes das grandes implicações dos dados de produção na elaboração dos custos unitários dos serviços a serem realizados.

Teoricamente, o valor estimado da produção dos equipamentos é determinado com base na sua capacidade produtiva e nos elementos constantes dos manuais de produção fornecidos pelos próprios fabricantes, ainda levando-se em consideração as condições ambientais e as características próprias dos materiais a serem trabalhados.

Na execução de intervenções em vias não pavimentadas, observa-se a existência de empirismo com relação à produção dos equipamentos, originando controvérsias na avaliação do desempenho operacional, no planejamento e na determinação dos custos envolvidos. Este fator também pode ser levado em consideração na determinação dos custos da produção das equipes, podendo ser estes valores checados.

#### 4.1.6 Custo Direto Total (CD)

A determinação do custo direto total é obtida pelo quociente entre o custo horário total e a produção da equipe, fornecendo o valor financeiro para uma unidade de medida dos serviços.

O custo horário total é obtido em função dos insumos envolvidos na produção, tais como equipamentos, materiais e mão-de-obra, conforme visto no item 4.1.4, tratando-se de valores reais mensuráveis para cada tipo de serviço.

No tocante à produção da equipe, conforme observado no item 4.1.5, esta depende de vários fatores, como as condições ambientais, as características do equipamento, seu tempo de ciclo, as condições de transporte da via, o fator de eficiência, as características do material transportado etc.

$$CD = \frac{CHT}{PE} \quad (4.4)$$

Onde:

CD: custo direto total;

CHT: custo horário total;

PE: produção da equipe.

#### 4.1.7 Custo Unitário Total (CUT)

O custo unitário total é o custo propriamente dito do serviço, contemplando todos os insumos necessários para a sua produção. É obtido pela adição do percentual correspondente ao lucro e despesas indiretas – LDI – incidente sobre o custo direto total do serviço.

$$CUT = CD \times LDI \quad (4.5)$$

Onde:

CUT: custo unitário total;

CD: custo direto total;

LDI: lucros e despesas indiretas.

## 4.2 CUSTOS INDIRETOS DE CONSTRUÇÃO

Os custos indiretos são os custos que decorrem da execução dos serviços, mas que não fazem parte da composição dos custos diretos dos mesmos, acrescidos das despesas financeiras, de riscos e imprevistos, lucro líquido e impostos (DNER, 1995).

Custos indiretos referem-se àqueles decorrentes do porte da obra e da empresa, sendo que o mesmo pode variar dependendo da estrutura operacional envolvida no processo.

Segundo o DNER (1995), em serviços rodoviários, os custos indiretos possuem a seguinte classificação:

### a) mobilização e desmobilização de equipamentos

Refere-se ao custo de transporte de equipamentos a serem utilizados na obra, desde o local de origem até o canteiro do serviço, e seu conseqüente retorno.

### b) montagem e desmontagem do canteiro de serviços

Trata-se do custo das construções necessárias ao apoio administrativo da obra, tais como o escritório, o alojamento de pessoal e refeitórios, a oficina e depósitos de materiais, dentre outros.

### c) serviços técnicos complementares

São os custos das sondagens, ensaios de laboratórios e testes complementares, levantamentos topográficos adicionais, estudos e projetos não previstos, dentre outros.

### d) despesas administrativas

➤ local: são despesas com pessoal técnico e administrativo diretamente envolvido nos serviços, incluindo-se todos os equipamentos de escritórios e materiais, bem como os veículos necessários e todos os demais gastos com este fim.

➤ central: são despesas com pessoal técnico e administrativo que atuam no escritório central da empresa e que dão apoio à obra e todos os gastos daí decorrentes.

## e) custos financeiros

Referem-se às despesas com o financiamento da produção dos serviços, desde a data da sua efetiva realização – data do pagamento das despesas – até a data do recebimento da fatura referente ao serviço produzido.

## f) impostos

Tratam-se das despesas com o pagamento dos impostos sobre os serviços – ISS – do programa de integração da seguridade social – PIS – e da contribuição para o financiamento da seguridade social – COFINS – que são calculados sobre o valor global da obra, assim como o imposto de renda que é calculado sobre o lucro líquido.

## g) lucro

Até 2003 o DNER admitia um percentual de 12% incidente sobre todos os custos envolvidos na realização dos serviços como sendo a margem de lucro (DNER,1995). No entanto, com o novo estudo realizado pelo DNIT (2003), admite-se a margem de lucro da empresa como sendo 7,20% do preço final da obra.

O DNIT (2003) apresenta os elementos que integram os custos indiretos que incidirão sobre os demais valores da composição dos custos unitários, conforme observado na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3: COMPOSIÇÃO DO LDI (Lucro e Despesas Indiretas)**

IMPOSTOS E TAXAS	INCIDÊNCIA	% sobre CD <sup>1</sup>
<b>IMPOSTOS OBRIGATÓRIOS</b>		
A – PIS	0,65 % de PV <sup>2</sup>	0,81
B – COFINS	3,00 % de PV	3,72
C – CPMF	0,38 % de PV	0,47
<i>Sub - total</i>		<b>5,00</b>
<b>IMPOSTO E TAXAS VARIÁVEIS<sup>3</sup></b>		
D – ISS	3,50 % de PV	4,34
E – Administração <sup>4</sup>	4,00 % de CD	4,00
F – Custos financeiros	SELIC/12 do (PV - Margem)	1,64
G – Margem	7,20 % de PV	8,92
<i>Sub - total</i>		<b>18,90</b>
<b>LDI</b>		<b>23,90</b>

Fonte: DNIT, 2003

<sup>1</sup>CD = Custo Direto

<sup>2</sup>PV = Preço de Venda

<sup>3</sup>Imposto e Taxas Variáveis com o Local, Tipo de Obra ou Serviço

<sup>4</sup>E = Administração Central + Administração Local

### 4.3 AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Segundo HAAS *et al.* (1994) na engenharia rodoviária a avaliação econômica é aplicada em nível de rede e em nível de projeto, aquele como critério de decisão para seleção de projetos a serem executados e este sendo utilizado para seleção da alternativa de intervenção que satisfaça aos requisitos gerais do projeto.

Para HAAS *et al.* (1994) a avaliação econômica de projetos rodoviários fundamenta-se nos seguintes princípios básicos:

- definição do nível de avaliação - em nível de projeto ou nível de rede;
- *avaliação econômica*: trata-se de uma ferramenta para tomada de decisão, não tendo relação com o método ou a fonte de financiamento do projeto, devendo incluir sempre que possível os custos da instituição e os custos e benefícios dos usuários;
- *critérios, regras e guias para decisões*: determinados previamente à avaliação econômica;
- *alternativas de intervenções possíveis*: devem ser consideradas na análise econômica, a fim de que seja adotada a melhor alternativa. As alternativas devem ser comparadas ao longo de um mesmo período. A duração do período de análise deve considerar o grau de confiabilidade dos dados e os modelos de desempenho, assim como eventuais incertezas quanto às futuras políticas de atuação ou as disponibilidades para aplicação dos recursos financeiros.

Segundo DICKEY & MILLER, 1984; WATANADA *et al.*, 1987 e HAAS *et al.*, 1994, apud MARCON (1996), a avaliação econômica de projetos de pavimentos é feita com base em parâmetros que permitam a comparação de alternativas de investimento. O procedimento de análise é executado através da comparação de uma alternativa básica com outras que se queira estudar, utilizando parâmetros como:

- a) *custos da instituição*;
- b) *custos dos usuários*;

- c) *benefícios dos usuários*: correspondem às diminuições dos custos provocados pelas melhorias das condições do pavimento. Por exemplo, a diminuição da irregularidade obtida pela colocação de uma camada espessa de reforço, proporcionando a diminuição dos custos operacionais dos veículos e aumentando o conforto;
- d) *período de análise*: corresponde ao tempo ao longo do qual é feita a avaliação econômica. O período pode durar 20, 30 ou mais anos, considerando os custos e os benefícios de várias intervenções e caracterizando assim o ciclo de vida completo de um pavimento;
- e) *taxa de desconto*: é um percentual utilizado para reduzir, a valores atuais, custos e benefícios futuros. A taxa de juro, por outro lado, é um percentual utilizado para corrigir dinheiro emprestado;
- f) *valor residual*: corresponde ao valor do pavimento ao final do período de análise;
- g) *inflação*: corresponde ao percentual a ser aplicado sobre os valores de custos e benefícios quando os valores reais dos mesmos se alteram.

Especificamente quanto aos benefícios dos usuários estes serão definidos conforme os mesmos sejam diretos ou indiretos, baseados nas potencialidades de cada alternativa estudada e na metodologia adotada nas projeções de tráfego. Os primeiros são resultantes de investimentos que impliquem em minimização dos custos de transporte, considerando a redução dos custos operacionais dos veículos, tempo de viagem, custos de manutenção e número de acidentes, sendo os mesmos aplicados aos tráfegos normal, desviado e gerado de acordo com DNER (1999).

Quanto aos benefícios indiretos os mesmos são decorrentes do desenvolvimento social e econômico da região em face dos investimentos rodoviários realizados. Estes são expressos em termos do crescimento líquido da produção local, da valorização real das propriedades localizadas na área de influência da rodovia, da maior arrecadação fiscal, e, sobretudo, da evolução social, da renda e da redistribuição adequada da população domiciliada na região estudada conforme DNER (1999).



## **4.4 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS**

Para as intervenções a serem realizadas em vias não pavimentadas, deve-se observar o defeito a que esta se encontra submetida e o seu nível de deterioração.

Caracterizados os defeitos das vias não pavimentadas como: segregação de agregados; trilhas de roda; seção transversal imprópria; corrugações; excesso de poeira; drenagem inadequada; buracos; areiões; atoleiro; pista escorregadia; erosões; facão e afloramento de rochas, com seus respectivos graus de severidade, conforme definidos no capítulo 3, buscar-se-á adequar o processo de intervenção a que será submetida a via.

Deverá o tomador de decisão priorizar as vias que compõem a malha viária de uma determinada região, conforme o seu nível de importância, à luz da gerência de pavimentos, a fim de proporcionar um efetivo processo de intervenção a que essas vias serão submetidas.

Uma vez identificadas as intervenções necessárias na malha viária, deverá ser efetivado o processo de composição dos custos das intervenções para que seja possível compatibilizar os recursos disponíveis e os serviços requeridos.

### **4.4.1 Parâmetros de Preços**

Na execução da composição dos custos unitários de uma via não pavimentada, deve ser levada em consideração o tipo de defeito envolvido, a intervenção necessária, os equipamentos disponíveis, o pessoal e o material a ser utilizado, conforme padronização do órgão responsável pela obra. Estes são parâmetros capazes de fornecer resultados confiáveis na formação de preços.

Tendo em vista os recursos públicos serem alvos de fiscalização rotineira do controle externo, especialmente pelo poder legislativo, seja federal, estadual ou municipal, utilizando-se dos Tribunais de Contas para este fim, existe a necessidade dos responsáveis pelo erário público terem como base os parâmetros propostos por entidades técnicas como o Sistema Nacional de Índices e Preços da Construção Civil – SINAPI; Secretaria da Infra-Estrutura – SEINFRA; Departamento de Edificações,

Rodovias e Transportes – DERT; Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2; Revista Construção; Tribunais de Contas, para que possam se respaldar nestes procedimentos.

a) Sistema Nacional de Índices e Preços da Construção Civil – SINAPI

O SINAPI é um sistema de pesquisa mensal que informa custos e índices da construção civil, sendo que as suas informações resultam de trabalhos técnicos conjuntos da Caixa Econômica Federal – CEF e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, amparados em convênio de cooperação técnica. A rede de coleta do IBGE pesquisa mensalmente preços de materiais e equipamentos de construção, assim como os salários das categorias profissionais junto a estabelecimentos comerciais, industriais e sindicatos da construção civil, em todas as capitais dos estados.

A CEF e o IBGE são responsáveis pela divulgação oficial dos resultados do SINAPI e pela manutenção atualizada e aperfeiçoamento do cadastro de referências técnicas dos métodos de cálculo e do controle de qualidade dos dados disponibilizados.

Mais recentemente, a partir da edição da Lei 10.524/2002 de 25 de Julho de 2002 (LDO 2003), o SINAPI passou a ser o indicador oficial para aferição da razoabilidade dos custos das obras públicas executadas, em especial daquelas com recursos do Orçamento Geral da União – OGU.

A pesquisa pode ser feita diretamente às informações referentes a um Estado específico. Escolhido o Estado, estarão disponíveis informações relativas aos custos dos projetos ou os respectivos índices de evolução dos custos da construção civil.

b) Secretaria da Infra-Estrutura – SEINFRA

Dentro do processo de reforma administrativa do governo do estado do Ceará a SEINFRA foi criada pela Lei Nº 12.961 de 03 de Novembro de 1999. Esta Lei extinguiu as Secretarias de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDU, dos Transportes, Energia, Comunicação e Obras – SETECO e autorizou a extinção da Companhia de Habitação do Ceará – COHAB e da Superintendência do Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará – SEDURB.

A SEINFRA teve a sua estrutura remodelada com a nova reforma administrativa implementada através da Lei 13.293 de 07 de Março de 2003. Nesta reforma permaneceram somente com as competências referentes às áreas de Saneamento, Energia, Comunicações, Transportes e Obras tendo como atividade principal o desenvolvimento de políticas públicas de Infra-estrutura. Seu papel constitui-se em viabilizar e coordenar a gestão de programas e suas execuções, visando o desenvolvimento sustentável do Estado do Ceará.

c) Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes – DERT

O DERT foi criado pelo Decreto-Lei n.º 1847 de 19 de outubro de 1946, com a denominação de Departamento de Estradas de Rodagem do Ceará – DER. Com a Lei n.º 120 de 06 de fevereiro de 1948, passou a ter a denominação de Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER.

Com a incorporação da Superintendência de Transportes Intermunicipais e Terminais Rodoviários do Ceará – SUTERCE através da Lei n.º 11.731/90 de 14 de setembro de 1990, o DAER assumiu a política de transportes rodoviários de passageiros na região metropolitana de Fortaleza e intermunicipais, passando a ter a denominação de Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes – DERT.

Em 20 de maio de 1997, através da Lei n.º 12.694, uniram-se a Superintendência de Obras do Estado do Ceará – SOEC e DERT, passando o DERT a se chamar Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes, vinculado à Secretaria dos Transportes, Energia, Comunicações e Obras – SETECO, hoje Secretaria da Infra-Estrutura – SEINFRA.

O DERT é uma autarquia que compõe a administração indireta do estado do Ceará, representando um instrumento da ação do governo na infra-estrutura e trânsito para o seu desenvolvimento, sendo as suas ações utilizadas como referência para outros órgãos estaduais.

d) Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2

O Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT é o órgão executor da política de transportes determinada pelo Governo Federal. Autarquia

vinculada ao Ministério dos Transportes foi implantada em fevereiro de 2002 em substituição ao Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER para desempenhar as funções relativas à construção, manutenção e operação de infraestrutura dos segmentos do Sistema Federal de Viação sob administração direta da União nos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário, conforme Decreto nº 4.129 de 13/02/2002.

O DNIT administra o Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2, havendo este sido desenvolvido pela Gerência de Custos Rodoviários do extinto DNER.

O SICRO2 tem como principal objetivo estimar custos para as principais atividades e serviços de referência. Como produtor de valores de referência, as informações armazenadas em seu banco de dados são, particularmente, úteis para a elaboração de orçamentos para projetos rodoviários ou para análise de preços de serviços rodoviários.

O referido sistema tem por finalidade estimar o custo da execução de serviços de construção, conservação e sinalização rodoviários em diversas unidades da federação. Os serviços rodoviários são descritos no sistema pelos quantitativos necessários de equipamentos, materiais e mão-de-obra para a execução de uma unidade de produção do serviço e mensalmente são pesquisados os preços desses insumos para apurar o custo dos serviços.

O SICRO2, além de fornecer informações detalhadas sobre serviços de pavimentação, permite a análise de orçamentos para projetos rodoviários definidos pelos usuários, servindo como principal referência do modal rodoviário implantado no País. Por se tratar de uma entidade que possui como principal função o gerenciamento de custos rodoviários em âmbito nacional, serão consideradas na composição dos custos unitários propostos, nesta dissertação, as recomendações sugeridas, tais como equipamentos, mão-de-obra e materiais empregados no processo de intervenção de vias não pavimentadas.

#### e) Revista Construção

A Revista Construção é uma publicação mensal da Editora PINI, que traz atualizações dos índices de preços e dos insumos utilizados na construção civil e em particular dos serviços envolvidos em obras viárias.

Elementos como equipamentos, materiais e mão-de-obra são disponibilizados mensalmente de acordo com algumas regiões do País, tratando-se de importante fonte de atualização de insumos que fazem parte da composição de custos de uma obra viária.

#### f) Tribunais de Contas

Notadamente quanto ao controle dos recursos públicos é preceito constitucional a fiscalização realizada pelos tribunais de Contas, conforme o art. 71 da Constituição Federal (1988):

“Art. 71. O controle externo, a cargo do Congresso Nacional, será exercido com o auxílio do Tribunal de Contas da União, ao qual compete:

.....

II - julgar as contas dos administradores e demais responsáveis por dinheiros, bens e valores públicos da administração direta e indireta, incluídas as fundações e sociedades instituídas e mantidas pelo Poder Público federal, e as contas daqueles que derem causa a perda, extravio ou outra irregularidade de que resulte prejuízo ao erário público;

.....

VI - fiscalizar a aplicação de quaisquer recursos repassados pela União mediante convênio, acordo, ajuste ou outros instrumentos congêneres, a Estado, ao Distrito Federal ou a Município;”

Diante do exposto, o mesmo ocorre quando da transferência de recursos estaduais para entes municipais, quando a fiscalização é realizada de ofício pelo Tribunal de Contas do Estado e pelo Tribunal de Contas dos Municípios, onde houver, como é o caso dos estados do Ceará, Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia.

Portanto, além do controle interno, intrínseco de cada entidade pública no manuseio dos recursos financeiros oriundos da coletividade, o erário público é submetido ao controle externo realizado pelos Tribunais de Contas, no intuito da observância da sua efetiva aplicação ao bem comum. O mesmo ocorre com os recursos

financeiros destinados às obras viárias, devendo haver toda uma programação para que estes sejam empregados conforme preceitos técnicos e legais previstos.

#### **4.4.2 Recursos Financeiros**

Diversas podem ser as fontes dos recursos para a realização de intervenções em vias não pavimentadas, tendo em vista a insuficiência financeira a que está sujeita a grande maioria dos municípios brasileiros.

Os municípios, detentores da grande maioria das vias não pavimentadas do País, conforme observado na Tabela 2.1 do Capítulo 2, embora com insuficiência de recursos financeiros, com uma programação técnica adequada podem firmar convênios para executarem as intervenções requeridas para sua malha viária, tendo em vista a possibilidade de órgãos financiadores viabilizarem a realização destes serviços.

Notadamente na execução dos serviços de obras rodoviárias, podem ser citados como financiadores a Caixa Econômica Federal – CEF, a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, o Programa de Combate à Pobreza Rural – PCPR, os Departamentos Estaduais de Estradas de Rodagem – DER's (DERT – Ceará), além dos recursos próprios do ente executor dos serviços.

Ressalta-se que o recurso financeiro deve sempre ser previsto no orçamento, originando a necessidade de se definir um corpo técnico, o qual será responsável pela gerência dos pavimentos das vias não pavimentadas, que deverá possuir informações adequadas para que os recursos financeiros alocados possam ser bem geridos, conforme observado no item 3.3 do Capítulo 3.

#### **4.4.3 O Controle de Custo**

A palavra "controle" tem origem na língua francesa. Sua etimologia vem de "contre-rôle", onde "rôle" significa rol, lista, relação e "contre" significa fiscalização, vigilância, tutela, supervisão, outro registro efetuado em confronto com o original.

Custo refere-se à importância necessária para que se obtenha certo bem ou serviço, devendo ser considerado quando existir consumo ou aplicação de um determinado insumo.

Portanto, o controle de custo refere-se à supervisão dos valores inicialmente determinados, com aqueles efetivamente realizados. Objetiva-se, com isso, o equacionamento da previsão do orçamento com a efetiva execução dos serviços, compatibilizando o desembolso físico-financeiro proposto.

Segundo AZEVEDO (1985), os custos, quando associados aos resultados, definem no tempo de aplicação e de retorno a rentabilidade de um empreendimento, pois todo benefício é associado a um custo. A viabilidade econômica do empreendimento depende do correto dimensionamento do custo, sendo que o conhecimento detalhado da composição dos custos unitários permite atuar sobre os serviços com participação mais significativa. Essa atuação consiste em procurar preços melhores mediante negociação e produtividade maior por efeito de melhor controle e supervisão, reduzindo-se, assim, parcelas mais expressivas do valor total.

Para que haja controle eficaz do empreendimento, deve-se acompanhar rigorosamente o andamento físico do projeto, de seus custos, das diversas atividades de engenharia, dos suprimentos e construções envolvidas, a fim de proporcionar uma eficiência na gestão dos pavimentos. Logo, os custos envolvidos polarizam a aplicação dos princípios e critérios da engenharia e da economia na resolução de problemas relativos à estimativa e controle de custos de empreendimentos.

Objetivando-se a consistência das tendências de custos envolvidos, as pessoas responsáveis pelo processo construtivo devem ser capazes de ler e interpretar planos e especificações técnicas de projeto, além de possuir um sólido conhecimento de gerenciamento dos pavimentos. Portanto, a ênfase nos custos envolvidos reflete a previsão dos custos finais do empreendimento que vão se tornando mais exatos à medida que o mesmo vai atingindo o objetivo planejado.

A aplicação do gerenciamento e controle de custos para as vias não pavimentadas não encerra com a previsão dos custos do investimento, sendo que a

mesma deva prosseguir durante toda a fase de construção, efetivo processo produtivo, devendo possuir o mesmo rigor de controle.

O controle de custos durante a fase de implantação dos serviços de intervenção constitui atividade essencial para uma eficiente gestão na aplicação dos recursos financeiros. Logo, na implantação de um empreendimento esse controle significa adequação da estimativa de custo preestabelecida, devendo corrigir as distorções existentes e desenvolver o projeto dentro dos requisitos de qualidade e limites temporais previamente determinados.

Para o alcance desse objetivo, a equipe gestora deve utilizar-se de relatórios de controle de custo, sendo este um instrumento de maior importância para o controle e análise de custo, permitindo as comparações entre os custos preestabelecidos e os efetivamente executados, tornando-se uma ferramenta de grande importância na análise dos resultados obtidos.

O controle de custos de um empreendimento deve primar pela objetividade, racionalidade, detalhamento e abrangência das atividades envolvidas, exigindo uma equipe com mentalidade voltada para análise dos custos e eficiências das atividades adotadas no processo de intervenção.

No alcance da eficiência na aplicação dos recursos financeiros, o controle permite, em qualquer tempo, alertar sobre os pontos críticos, indicando aqueles em que os desvios se apresentam fora de níveis aceitáveis. Esse alerta orienta o dirigente na tomada de medidas corretivas e preventivas, em tempo hábil, ensejando uma boa coordenação econômica dos serviços executados.

Segundo AZEVEDO (1985), o controle de custo ou qualquer outro sistema de controle é simplesmente impossível de ser implantado sem ação corretiva. A tendência desfavorável deve ser apontada a tempo e com precisão para que a ação corretiva seja tomada eficazmente, tendo em vista o apontamento de uma tendência negativa necessitar de uma ação corretiva.

No entanto, isso acontece de modo muito freqüente. Deflagrar ação corretiva nem sempre é fácil, porque isso pode envolver revisão de projetos, mudança de métodos, revisão de cronogramas, mudança de atividades solicitadas, ou até mesmo a



troca de contratados. Mas isto é o que o gerenciamento deve fazer: organizar, planejar, liderar e controlar, sendo estas atividades de grande importância para um bom funcionamento dos processos de intervenção requisitados pelos defeitos a que estão susceptíveis as vias não pavimentadas.

Quando o projeto é autorizado, conforme solicitação da equipe técnica responsável pela análise e execução da gerência de pavimentos, segue-se então à fase de projeto básico, depois de analisada e autorizada pelas gestões administrativa e legislativa, conforme observado no item 3.3, devendo haver a efetiva autorização e a alocação dos recursos financeiros necessários à execução do empreendimento.

À medida que os parâmetros do projeto são definidos, as bases principais estabelecidas e as demais informações de engenharia disponibilizadas, então é proposta a estimativa definitiva de custos. Neste caso, esta será a primeira base de comparação com os custos que estão sendo incorridos, procurando visar sempre à eficácia do dispêndio realizado com o aparato técnico requerido nas intervenções dos pavimentos.

A apropriação dos custos é uma atividade fundamental para verificar os custos reais dos serviços através do cuidadoso controle das quantidades de insumos. Essa apropriação trata de uma realimentação de informações no sentido obra-escritório, devendo haver um *feedback* necessário para o bom funcionamento das atividades programadas, do qual depende a ajustagem dos coeficientes adotados na elaboração do orçamento, GIAMMUSSO (1991).

A metodologia da apropriação de custos é relativamente simples, e consiste basicamente, na anotação dos tempos, das quantidades consumidas, das perdas de materiais, produtividade de pessoal e de equipamentos, podendo e devendo ser controladas por meio de apropriação no processo de intervenção de uma via não pavimentada.

## **CAPÍTULO 5**

# **PROPOSIÇÃO DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS**

Para a composição dos custos unitários dos serviços definidos nesta dissertação tomou-se como base os trabalhos de EATON & BEAUCHAM (1992), o qual considera os defeitos seção transversal imprópria, drenagem inadequada, corrugações, excesso de poeira, buracos, trilha de roda e perda de agregados, de ODA (1995) considerou-se os defeitos areiões, atoleiro, pista escorregadia, erosões e facão e do IPT (1988) o defeito afloramento de rochas.

Dos referidos trabalhos adotou-se as sugestões de intervenção contidas nos trabalhos de EATON & BEAUCHAM (1992) e aquela do IPT (1988). Quanto aos defeitos utilizados de ODA (1995), estes não continham sugestão de reparos e foram sugeridos pelo autor.

Neste capítulo cada tipo de defeito foi analisado separadamente para que se pudesse fazer a composição dos custos unitários, conforme a severidade a que estivesse submetido. Para as intervenções sugeridas foram realizadas as devidas composições de custos unitários, objetivando sistematizar a solução dos problemas detectados, através de aparato técnico para que estas intervenções possam ser realizadas de forma adequada, permitindo a verificação quanto ao dimensionamento de pessoal, material e equipamentos envolvidos nos trabalhos.

Conforme observado no capítulo 4, as composições de custos englobando equipamentos, materiais, mão-de-obra e produção das equipes terão como base as tabelas propostas pelo SICRO2, uma vez que se trata da entidade responsável pela gerência de custos rodoviários em âmbito nacional. Além disso, foram realizadas pesquisas de mercado e estudos para as produções das equipes de alguns serviços aqui apresentados e que poderão ser utilizados no processo de intervenção de uma via não pavimentada.

---

## **5.1 PROPOSIÇÃO DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA INTERVENÇÃO DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS**

As planilhas das composições dos custos unitários foram elaboradas baseando-se naquelas propostas pelo SICRO2. Os elementos que a constituem são os seguintes:

- a) descrição do serviço a ser realizado;
- b) unidade do serviço;
- c) discriminação dos equipamentos empregados no processo, as quantidades e os seus custos;
- d) discriminação da mão-de-obra necessária para a realização dos serviços e o custo envolvido, assim como o adicional das ferramentas empregadas que incidem sobre este valor, que neste caso é de 5% (DNIT, 2003);
- e) discriminação dos materiais necessários para a realização dos serviços, suas quantidades e os seus custos;
- f) cálculo do custo horário total que se refere à soma dos custos com equipamentos, mão-de-obra e materiais envolvidos no processo construtivo, conforme observado no item 4.1.4 dessa dissertação;
- g) identificação da produção da equipe, que pode ser determinada de duas maneiras, teoricamente, conforme indicações dos manuais dos fabricantes e empiricamente através de apropriações dos custos envolvidos na operação dos equipamentos e pessoal necessários para a realização do serviço, conforme observado no item 4.1.5 desta dissertação;
- h) determinação do custo direto total, sendo obtido pelo quociente entre o custo horário total e a produção da equipe, conforme observado no item 4.1.6 desta dissertação;
- i) bonificação, que se refere aos custos decorrentes da execução dos serviços, mas que não fazem parte da composição dos custos diretos dos mesmos, conforme observado na Tabela 4.3 do Capítulo 4;

j) custo unitário total, obtido pela adição do percentual correspondente ao lucro e despesas indiretas incidente sobre o custo direto total do serviço, que neste caso foi empregado o percentual de 23,90%, conforme recomendação do DNIT (2003).

A seguir apresentam-se as composições de custos unitários para cada serviço associado ao tipo de defeito que pode atingir uma via não pavimentada.

### 5.1.1 Seção Transversal Imprópria

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo:

- Nivelamento da plataforma.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.1:** Custo da Seção Transversal Imprópria – Severidade Baixa

SEÇÃO TRANSVERSAL IMPRÓPRIA - NÍVEL DE SEVERIDADE BAIXO						UNID.:ha
						REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Motoniveladora	1,00	1,00	-	112,14	13,32	112,14
TOTAL						112,14
MÃO-DE-OBRA	QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente	1,00		5,40		5,40	
Encarregado de Turma	0,10		12,96		1,30	
TOTAL						6,70
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO
Ferramentas	%	5,00				0,33
TOTAL						0,33
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	1,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				119,17
CUSTO DIRETO TOTAL						119,17
BONIFICAÇÃO:	23,90%					28,48
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						147,65

b) nível de severidade médio

Sugestão de reparo:

- Nivelamento da plataforma;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.2:** Custo da Seção Transversal Imprópria – Severidade Média

SEÇÃO TRANSVERSAL IMPRÓPRIA - NÍVEL DE SEVERIDADE MÉDIO						UNID.:m <sup>3</sup>
						REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Trator de esteiras com lâmina	1,00	1,00	-	110,14	12,60	110,14
Carregadeira de pneus	1,00	0,56	0,44	84,77	12,60	53,02
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	1,34	1,00	-	74,22	11,52	99,45
Motoniveladora	1,00	0,86	0,14	112,14	13,32	98,31
Caminhão tanque	1,00	0,79	0,21	69,88	11,52	57,62
Rolo compactador	1,00	1,00	-	78,78	9,72	78,78
TOTAL						497,32
MÃO-DE-OBRA	QUANT.			SALÁRIO HORA	CUSTO HORÁRIO	
Servente		6,00		5,40	32,40	
Encarregado de Turma		1,00		12,96	12,96	
TOTAL						45,36
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.	CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00			2,27	
TOTAL						2,27
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	75,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				544,95
CUSTO DIRETO TOTAL						7,27
BONIFICAÇÃO:	23,90%					1,74
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						9,00

c) nível de severidade alto

Sugestão de reparo:

- Corte da base;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.3:** Custo da Seção Transversal Imprópria – Severidade Alta

SEÇÃO TRANSVERSAL IMPRÓPRIA - NÍVEL DE SEVERIDADE ALTO							UNID.:m <sup>3</sup>
							REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO	
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	HORÁRIO	
Trator de esteiras com lâmina	1,00	1,00	-	110,14	12,60	110,14	
Carregadeira de pneus	1,00	0,56	0,44	84,77	12,60	53,02	
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	1,34	1,00	-	74,22	11,52	99,45	
Motoniveladora	2,00	1,00	-	112,14	13,32	224,28	
Caminhão tanque	1,00	0,79	0,21	69,88	11,52	57,62	
Rolo compactador	1,00	1,00	-	78,78	9,72	78,78	
TOTAL						623,29	
MÃO-DE-OBRA		QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente		6,00		5,40		32,40	
Encarregado de Turma		1,00		12,96		12,96	
TOTAL						45,36	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00				2,27	
TOTAL						2,27	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	75,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				670,92	
CUSTO DIRETO TOTAL						8,95	
BONIFICAÇÃO:	23,90%					2,14	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						11,08	

### 5.1.2 Drenagem Inadequada

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo:

- Limpeza de valetas.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.4:** Custo da Drenagem Inadequada – Limpeza de Valetas

DRENAGEM INADEQUADA - NÍVEL DE SEVERIDADE BAIXO - LIMPEZA DE VALETAS				UNID.: m REF: DEZ/2006
MÃO-DE-OBRA	QUANT.	SALÁRIO HORA	CUSTO HORÁRIO	
Servente	20,00	5,40	108,00	
Encarregado de Turma	0,50	12,96	6,48	
TOTAL			114,48	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.	CUSTO	CUSTO UNITÁRIO
Ferramentas	%	5,00		5,72
TOTAL			5,72	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	50,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL		120,20
CUSTO DIRETO TOTAL				2,40
BNIFICAÇÃO:	23,90%			0,57
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)				2,98

b) nível de severidade médio

Sugestão de reparo:

- Limpeza de bueiros;
- Reconformação e/ou construção das valetas;

Por se tratarem de serviços distintos, as composições de custos de limpeza de bueiros e reconformação e/ou construção de valetas são feitas separadamente, conforme o serviço requerido na intervenção do defeito.

Custos envolvidos no processo referente à limpeza de bueiros:

**Tabela 5.5: Custo da Drenagem Inadequada – Limpeza de Bueiro**

DRENAGEM INADEQUADA - NÍVEL DE SEVERIDADE MÉDIO - LIMPEZA DE BUEIRO				UNID.:m <sup>3</sup> REF: DEZ/2006
MÃO-DE-OBRA	QUANT.	SALÁRIO HORA	CUSTO HORÁRIO	
Servente	5,00	5,40	27,00	
Encarregado de Turma	0,50	12,96	6,48	
TOTAL			33,48	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.	CUSTO	CUSTO UNITÁRIO
Ferramentas	%	5,00		1,67
TOTAL			1,67	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	5,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL		35,15
CUSTO DIRETO TOTAL				7,03
BONIFICAÇÃO:	23,90%			1,68
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)				8,71



Custos envolvidos no processo referente a reconformação e/ou construção de valetas:

**Tabela 5.6:** Custo da Drenagem Inadequada – Reconformação e/ou Construção de Valetas

DRENAGEM INADEQUADA - NÍVEL DE SEVERIDADE MÉDIO -							UNID.:m
RECONFORMAÇÃO E/OU CONSTRUÇÃO DE VALETAS							REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO	
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.		
Caminhão basculante - 5 m <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,80	74,22	11,52	4,81	
Compactador man. - soq. Vibratório	0,33	1,00	-	14,04	8,64	4,63	
TOTAL						9,45	
MÃO-DE-OBRA	QUANT.			SALÁRIO HORA	CUSTO HORÁRIO		
Servente		3,10		5,40	16,74		
Encarregado de Turma		0,23		12,96	2,98		
TOTAL						19,72	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00				0,99	
TOTAL						0,99	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	5,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				30,15	
CUSTO DIRETO TOTAL						6,03	
BONIFICAÇÃO:	23,90%					1,44	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						7,47	

c) nível de severidade alto

Sugestão de reparo:

- Instalação de dreno profundo;
- Aumento dos Bueiros;
- Proteção *rip rap* ou geotêxteis;

Por se tratarem de serviços distintos, as composições de custos de instalação de dreno profundo, aumento de bueiros e proteção *rip rap* ou geotêxteis são feitas separadamente, conforme o serviço requerido na intervenção do defeito.

Custos envolvidos no processo referente à instalação de dreno profundo:

**Tabela 5.7:** Custo da Drenagem Inadequada – Instalação de Dreno Profundo

DRENAGEM INADEQUADA - NÍVEL DE SEVERIDADE ALTO - INSTALAÇÃO DE DRENO PROFUNDO						UNID.:m
						REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	0,02	1,00	-	74,22	11,52	1,48
TOTAL						1,48
MÃO-DE-OBRA		QUANT.	SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente		1,18	5,40		6,37	
Pedreiro		0,08	9,36		0,75	
Encarregado de Turma		0,20	12,96		2,59	
TOTAL						9,71
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.	CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00			0,49	
TOTAL						0,49
MATERIAIS	UNID.	CONS.	CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Tubo de concreto poroso d=0,20m	m	1,00	11,01		11,01	
Areia extraída	m <sup>3</sup>	0,59	20,00		11,80	
TOTAL						22,81
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	1,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				34,49
CUSTO DIRETO TOTAL						34,49
BONIFICAÇÃO:	23,90%					8,24
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						42,74

Custos envolvidos no processo referente ao aumento de bueiros:

**Tabela 5.8:** Custo da Drenagem Inadequada – Aumento de Bueiros

DRENAGEM INADEQUADA - NÍVEL DE SEVERIDADE ALTO - AUMENTO DE BUEIROS (D=0,60m)						UNID.:m
						REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Caminhão de carroceria	0,01	1,00	-	92,80	11,52	0,93
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	0,02	1,00	-	74,22	11,52	1,48
TOTAL						2,41
MÃO-DE-OBRA	QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente	0,90		5,40		4,86	
Pedreiro	0,30		9,36		2,81	
Encarregado de Turma	2,70		12,96		34,99	
TOTAL						42,66
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO
Ferramentas	%	5,00				2,13
TOTAL						2,13
MATERIAIS	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO
Dentes p/ bueiros simples	unid.	0,20		29,63		5,93
Forma comum de madeira	m <sup>2</sup>	0,14		33,13		4,51
Concreto ciclópico fck=12mpa	m <sup>3</sup>	0,24		136,01		32,37
Argamassa cimento-areia - 1:4	m <sup>3</sup>	0,01		165,24		0,83
Confecção de tubos de concreto	m	1,00		116,91		116,91
TOTAL						160,54
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	1,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				207,74
CUSTO DIRETO TOTAL						207,74
BONIFICAÇÃO:	23,90%					49,65
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						257,39

Custos envolvidos no processo referente à proteção *rip rap*:

**Tabela 5.9:** Custo da Drenagem Inadequada – Proteção *rip rap*

DRENAGEM INADEQUADA - NÍVEL DE SEVERIDADE ALTO - PROTEÇÃO <i>RIP</i>						UNID.:m <sup>3</sup>
<i>RAP</i>						REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Caminhão basculante - 5 m <sup>3</sup>	1,05	1,00	-	74,22	11,52	77,93
TOTAL						77,93
MÃO-DE-OBRA	QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente	8,00		5,40		43,20	
Pedreiro	1,00		9,36		9,36	
Encarregado de Turma	0,50		12,96		6,48	
TOTAL						59,04
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO	CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00			2,95	
TOTAL						2,95
ATIVIDADES AUXILIARES	UNID.	CONS.		CUSTO	CUSTO UNITÁRIO	
pedra de mão produzida	m <sup>3</sup>	1,00		31,12	31,12	
TOTAL						31,12
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	4,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				171,04
CUSTO DIRETO TOTAL						42,76
BONIFICAÇÃO:	23,90%					10,22
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						52,98

### 5.1.3 Corrugações

#### a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria sujeita a um baixo nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito corrugações submetidos a um baixo nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.1.

#### b) nível de severidade médio

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria sujeita a um médio nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito corrugações submetidos a um médio nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.2.

#### c) nível de severidade alto

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria sujeita a um alto nível de severidade.

- Corte da base;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito corrugações submetidos a um alto nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.3.

#### 5.1.4 Excesso de Poeira

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo:

- Adição de água.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.10:** Custo do Excesso de Poeira – Severidade Baixa

EXCESSO DE POEIRA - NÍVEL DE SEVERIDADE BAIXO							UNID.:tkm
							REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO	
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.		
Caminhão tanque	1,00	1,00	-	94,44	11,52	94,44	
TOTAL						94,44	
MÃO-DE-OBRA	QUANT.			SALÁRIO HORA	CUSTO HORÁRIO		
Servente	1,00			5,40	5,40		
TOTAL						5,40	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	146,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				99,84	
CUSTO DIRETO TOTAL						0,68	
BONIFICAÇÃO:	23,90%					0,16	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						0,85	

b) níveis de severidade médio e alto

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria e corrugações sujeitos a um alto nível de severidade.

- Corte da base;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito excesso de poeira submetido a níveis de severidade médio e alto é o mesmo do apresentado na tabela 5.3.

### **5.1.5 Buracos**

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicada na correção de defeitos da seção transversal imprópria e corrugações sujeitas a um baixo nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito buracos submetidos a um baixo nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.1.

b) nível de severidade médio

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria e corrugações sujeitas a um médio nível de severidade

- Nivelamento da plataforma;
- Adição de material granular;

- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito buracos submetidos a um médio nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.2.

c) nível de severidade alto

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações sujeitos a um alto nível de severidade e excesso de poeira sujeito a médio e alto níveis de severidade.

- Corte da base;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito buracos submetidos a um alto nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.3.

### **5.1.6 Trilha de Roda**

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações e buracos sujeitas a um baixo nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito trilha de roda submetido a um baixo nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.1.



b) nível de severidade médio

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações e buracos sujeitos a um médio nível de severidade

- Nivelamento da plataforma;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito trilha de roda submetido a um médio nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.2.

c) nível de severidade alto

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos sujeitos a um alto nível de severidade e excesso de poeira sujeito a médio e alto níveis de severidade

- Corte da base;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito trilha de roda submetido a um alto nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.3.

### **5.1.7 Perda de Agregados**

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos e trilha de roda sujeitas a um baixo nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito perda de agregados submetido a um baixo nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.1.

b) nível de severidade médio

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos e trilha de roda sujeitos a um médio nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito perda de agregados submetido a um médio nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.2.

c) nível de severidade alto

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos e trilha de roda sujeitos a um alto nível de severidade e excesso de poeira sujeito a níveis de severidade médio e alto.

- Corte da base;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito perda de agregados submetidos a um alto nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.3.

### 5.1.8 Areiões

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo:

- Nivelamento da plataforma;
- Execução de revestimento primário.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.11: Custo de Areiões – Severidade Baixa**

AREIÕES - NÍVEL DE SEVERIDADE BAIXO						UNID.:m <sup>3</sup>
						REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Trator de esteiras com lâmina	1,00	1,00	-	110,14	12,60	110,14
Carregadeira de pneus	1,00	0,56	0,44	84,77	12,60	53,02
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	2,68	1,00	-	74,22	11,52	198,91
Motoniveladora	1,00	1,00	-	112,14	13,32	112,14
Caminhão tanque	1,00	0,79	0,21	69,88	11,52	57,62
Rolo compactador	1,00	1,00	-	78,78	9,72	78,78
TOTAL						610,61
MÃO-DE-OBRA	QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente	8,00		5,40		43,20	
Encarregado de Turma	1,50		12,96		19,44	
TOTAL						62,64
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO
Ferramentas	%	5,00				3,13
TOTAL						3,13
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	150,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				676,38
CUSTO DIRETO TOTAL						4,51
BONIFICAÇÃO:	23,90%					1,08
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						5,59

b) níveis de severidade médio e alto

Sugestão de reparo:

- Levantamento do greide com “bota-dentro”;
- Revestimento primário.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.12:** Custo de Areiões – Severidade Média e Alta

AREIÕES - NÍVEIS DE SEVERIDADE MÉDIO E ALTO							UNID.:m <sup>3</sup>
							REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO	
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.		
Trator de esteiras com lâmina	1,00	1,00	-	110,14	12,60	110,14	
Carregadeira de pneus	1,00	0,56	0,44	84,77	12,60	53,02	
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	2,68	1,00	-	74,22	11,52	198,91	
Motoniveladora	2,00	1,00	-	112,14	13,32	224,28	
Caminhão tanque	1,00	0,79	0,21	69,88	11,52	57,62	
Rolo compactador	1,00	1,00	-	78,78	9,72	78,78	
TOTAL						722,75	
MÃO-DE-OBRA		QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente		8,00		5,40		43,20	
Encarregado de Turma		1,50		12,96		19,44	
TOTAL						62,64	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00				3,13	
TOTAL						3,13	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	150,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				788,52	
CUSTO DIRETO TOTAL						5,26	
BONIFICAÇÃO:	23,90%					1,26	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						6,51	

### 5.1.9 Atoleiro

#### a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos, trilha de roda e perda de agregados sujeitas a um baixo nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito atoleiro submetido a um baixo nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.1.

#### b) níveis de severidade médio e alto

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos, trilha de roda e perda de agregados sujeitos a um médio nível de severidade, além da construção de um bueiro na seção atingida.

- Construção de bueiro na seção atingida;

- levantamento do greide.

Ressalta-se que para a construção do bueiro foi considerado na composição de custos unitários o emprego de tubos de concreto armado de diâmetro igual a 0,60m, por apresentarem menores custos e satisfazerem o escoamento das águas. Apresentam-se a na Tabela 5.13 os custos envolvidos no processo de intervenção.

**Tabela 5.13: Custo do Atoleiro – Construção de Bueiro**

ATOLEIRO - NÍVEIS DE SEVERIDADE MÉDIO E ALTO - CONSTRUÇÃO DE BUEIRO (D=0,60m)							UNID.:m REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO	
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.		
Caminhão de carroceria	0,07	1,00	-	92,80	11,52	6,50	
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	0,06	1,00	-	74,22	11,52	4,45	
Caminhão carroceria c/ guindaste	0,01	1,00		76,46	11,52	0,76	
TOTAL						11,71	
MÃO-DE-OBRA	QUANT.			SALÁRIO HORA	CUSTO HORÁRIO		
Servente	0,90			5,40	4,86		
Pedreiro	0,30			9,36	2,81		
Encarregado de Turma	5,82			12,96	75,43		
TOTAL						83,10	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00				4,15	
TOTAL						4,15	
MATERIAIS	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Dentes p/ bueiros simples	unid.	0,20		29,63		5,93	
Forma comum de madeira	m <sup>2</sup>	7,59		33,13		251,46	
Concreto ciclópico fck=12mpa	m <sup>3</sup>	2,55		136,01		346,28	
Argamassa cimento-areia - 1:4	m <sup>3</sup>	0,09		165,24		14,87	
Confecção de tubos de concreto	m <sup>3</sup>	1,00		116,91		116,91	
TOTAL						735,45	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	1,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				834,41	
CUSTO DIRETO TOTAL						834,41	
BONIFICAÇÃO:	23,90%					199,42	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						1033,83	

O custo envolvido no processo de intervenção do defeito atoleiro, especificamente quanto ao levantamento do greide é o mesmo apresentado na tabela 5.2.

Portanto, na composição de custo final na intervenção do defeito atoleiro, submetido a níveis de severidade médio e alto, deve-se somar os custos da construção do bueiro com a escavação, carga e transporte do material granular aplicado no

levantamento do greide. Ressalta-se que o valor final dependerá do volume empregado para o levantamento do greide.

#### **5.1.10 Pista Escorregadia**

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos, trilha de roda e perda de agregados sujeitos a um médio nível de severidade.

- Levantamento do greide.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito pista escorregadia é o mesmo do apresentado na tabela 5.2.

#### **5.1.11 Erosões**

a) nível de severidade baixo

Sugestão de reparo:

- Recomposição manual;
- Recomposição mecânica.

Custos envolvidos no processo para recomposição manual:

**Tabela 5.14:** Custo das Erosões – Recomposição Manual

EROSÕES - RECOMPOSIÇÃO MANUAL							UNID.:m <sup>3</sup>
							REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO	
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.		
Trator de esteiras com lâmina	1,00	1,00	-	110,14	12,60	110,14	
Carregadeira de pneus	1,00	0,56	0,44	84,77	12,60	53,02	
Caminhão basculante - 5m3	1,00	0,20	0,80	74,22	11,52	24,06	
Motoniveladora	1,00	0,24	0,76	112,14	13,32	37,04	
Compactador manual	1,00	0,79	0,21	14,04	8,64	12,91	
TOTAL						237,16	
MÃO-DE-OBRA		QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente		7,00		5,40		37,80	
Encarregado de Turma		1,50		12,96		19,44	
TOTAL						57,24	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00				2,86	
TOTAL						2,86	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	1,50	CUSTO HORÁRIO TOTAL				297,26	
CUSTO DIRETO TOTAL						198,17	
BONIFICAÇÃO:	23,90%					47,36	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						245,54	



Custos envolvidos no processo para recomposição mecânica:

**Tabela 5.15:** Custo das Erosões – Recomposição Mecânica

EROSÕES - RECOMPOSIÇÃO MECÂNICA							UNID.:m <sup>3</sup>
							REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO	
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.		
Trator de esteiras com lâmina	1,00	1,00	-	110,14	12,60	110,14	
Carregadeira de pneus	1,00	1,00	-	84,77	12,60	84,77	
Caminhão basculante - 5m3	1,34	1,00	-	74,22	11,52	99,45	
Motoniveladora	1,00	0,24	0,76	112,14	13,32	37,04	
Rolo compactador	1,00	1,00	-	78,78	9,72	78,78	
TOTAL						410,18	
MÃO-DE-OBRA	QUANT.		SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO		
Servente	1,00		5,40		5,40		
Encarregado de Turma	0,10		12,96		1,30		
TOTAL						6,70	
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.		CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00				0,33	
TOTAL						0,33	
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	15,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL				417,21	
CUSTO DIRETO TOTAL						27,81	
BONIFICAÇÃO:	23,90%					6,65	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)						34,46	

### 5.1.12 Facão

#### a) níveis de severidade baixo e médio

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, buracos, trilha de roda, perda de agregados e atoleiro sujeitas a um baixo nível de severidade.

- Nivelamento da plataforma

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito facão submetido a baixo e médio níveis de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.1.

#### c) nível de severidade alto

Sugestão de reparo: possui a mesma sugestão de reparo aplicado na correção de defeitos da seção transversal imprópria, corrugações, excesso de poeira, buracos, trilha de roda e perda de agregados sujeitos a um alto nível de severidade.

- Corte da base;
- Adição de material granular;
- Adição de água;
- Compactação.

Ressalta-se que os custos envolvidos no processo de intervenção do defeito facão submetido a um alto nível de severidade é o mesmo do apresentado na tabela 5.3.

### 5.1.13 Rocha Aflorante

Sugestão de reparo:

- Revestimento primário.

Custos envolvidos no processo:

**Tabela 5.16:** Custo da Rocha Aflorante

ROCHA AFLORANTE						UNID.:m <sup>3</sup>
						REF: DEZ/2006
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		C. OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Trator de esteiras com lâmina	1,00	1,00	-	110,14	12,60	110,14
Carregadeira de pneus	1,00	0,56	0,44	84,77	12,60	53,02
Caminhão basculante - 5m <sup>3</sup>	2,68	1,00	-	74,22	11,52	198,91
Motoniveladora	1,00	1,00	-	112,14	13,32	112,14
Caminhão tanque	1,00	0,79	0,21	69,88	11,52	57,62
Rolo compactador	1,00	1,00	-	78,78	9,72	78,78
TOTAL						610,61
MÃO-DE-OBRA		QUANT.	SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO	
Servente		5,00	5,40		27,00	
Encarregado de Turma		0,50	12,96		6,48	
TOTAL						33,48
ADICIONAL MÃO DE OBRA	UNID.	CONS.	CUSTO		CUSTO UNITÁRIO	
Ferramentas	%	5,00			1,67	
TOTAL						1,67
PRODUÇÃO DA EQUIPE:	150,00	CUSTO HORÁRIO TOTAL			645,76	
CUSTO DIRETO TOTAL					4,31	
BONIFICAÇÃO:	23,90%				1,03	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL (R\$)					5,33	

Da análise das composições de custos unitários apresentadas, observa-se que alguns defeitos possuem o mesmo processo de intervenção, conforme o nível de severidade a que os mesmos estejam submetidos, fato que acarreta composições de custos similares. Na Tabela 5.17 apresenta-se o resumo de todas as composições de

custos unitários dispostas nesta dissertação. Ressalta-se que os valores apresentados possuem mês de referência de dezembro/2006, podendo ser atualizados conforme a variação de preços de mercado, alterando nas planilhas os valores referentes aos custos de equipamentos, mão-de-obra e materiais.

**Tabela 5.17:** Resumo das composições de custos unitários

Descrição dos Defeitos	Intervenção	Unid	Valor Unitário (R\$)
-seção transversal imprópria, corrugações, buracos, trilha de roda, perda de agregados, atoleiro, submetidos a um baixo nível de severidade; -facão submetido a níveis de severidade baixo e médio.	- nivelamento da plataforma	ha	147,65
-seção transversal imprópria, corrugações, buracos, trilha de roda, perda de agregados, pista escorregadia, submetidos a um médio nível de severidade; -atoleiro submetido a médio e alto níveis de severidade.	- nivelamento da plataforma; - adição de material granular; - adição de água; - homogeneização; - compactação.	m <sup>3</sup>	9,00
-seção transversal imprópria, corrugações, buracos, trilha de roda, perda de agregados, facão, submetidos a um alto nível de severidade; -excesso de poeira submetido a níveis médio e alto de severidade.	- corte da plataforma; - adição de material granular; - adição de água; - homogeneização; - compactação.	m <sup>3</sup>	11,08
drenagem inadequada (baixo nível de severidade)	- limpeza de valetas	m	2,98
drenagem inadequada (médio nível de severidade)	- limpeza de bueiro	m	8,71
drenagem inadequada (alto nível de severidade)	- reconformação e/ou construção de valetas	m	7,47
	- instalação de dreno profundo	m	42,74
	- aumento de bueiros	m	257,39
	- proteção <i>rip rap</i>	m <sup>3</sup>	52,98
excesso de poeira (baixo nível de severidade)	- adição de água	tkm	0,85
areíões (baixo nível de severidade)	- nivelamento da plataforma; - execução de revestimento primário.	m <sup>3</sup>	5,59
areíões (níveis de severidade médio e alto)	- levantamento do greide com “bota-dentro”; - revestimento primário.	m <sup>3</sup>	6,51
atoleiro (níveis de severidade médio e alto)	- construção de bueiro na seção atingida	m	1.033,83
	- levantamento do greide	m <sup>3</sup>	9,00
erosões	- recomposição manual	m <sup>3</sup>	245,54
	- recomposição mecânica	m <sup>3</sup>	34,46
rocha aflorante	- revestimento primário	m <sup>3</sup>	5,33

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Não havendo na literatura da engenharia de transportes um aparato técnico que contemple a composição de custos unitários para os serviços a serem realizados nos processos de intervenção dos defeitos presentes nas vias não pavimentadas, foi desenvolvida uma metodologia para viabilizar a elaboração de reparos em vias não pavimentadas.

Diante do exposto, observou-se a relevância das vias não pavimentadas no contexto nacional, representando em torno de 91% das vias existentes no país. Em particular, no estado do Ceará estas vias predominam com cerca de 85% do total da malha viária estadual. No entanto, a grande maioria pertence à competência municipal, tratando-se de um entrave na conservação e manutenção dessas rodovias, tendo em vista este ente federativo ser detentor dos menores recursos financeiros.

Na implantação de uma via não pavimentada, observou-se que existem alguns fatores que afetam a sua vida útil, tais como as cargas provenientes do tráfego, a qualidade do subleito, o processo construtivo, a presença da água em excesso e, principalmente, um programa de manutenção adequado que vise a conservação contínua para que as vias não pavimentadas possuam um desempenho favorável durante o período de sua utilização.

No estudo dos defeitos possíveis de acontecer em uma via não pavimentada estudados neste trabalho, quais sejam: seção transversal imprópria, drenagem inadequada, corrugações, excesso de poeira, buracos, trilha de roda, perda de agregados, areiões, pista escorregadia, atoleiro, erosão, facão e rocha aflorante, os mesmos podem ser classificados em níveis de severidade baixo, médio e alto, devendo-se adotar para cada situação a intervenção apropriada à sua necessidade. Logo, pode-se concluir que quanto mais demorado for o processo de intervenção, maior será o nível de severidade do dano que atinge o pavimento, o que reforça a idéia da manutenção preventiva rotineira, empregada com o objetivo de manter a via em boas condições e a custos moderados.

Analisando-se os danos ocorridos na camada de rolamento de uma via não pavimentada, observou-se que grande parte dos defeitos que podem afetar a vida útil do pavimento, tais como seção transversal imprópria, buracos, pista escorregadia, atoleiro e erosão são provenientes da inexistência de elementos de drenagem que possa manter o corpo estradal funcionando de forma eficiente.

A importância da existência de um sistema de gerência de pavimentos para os órgãos que trabalham na gestão rodoviária é fundamental para que suas decisões sejam tomadas com eficácia, melhorando a eficiência na tomada de decisão, expandindo seu alcance, fornecendo *feedback*, tornando consistentes as decisões tomadas em setores diferentes dentro de uma mesma organização, através da adoção de estratégias eficientes na manutenção da qualidade dos pavimentos para que haja uma maior durabilidade possível, norteando a gestão adequada da aplicação dos recursos financeiros disponíveis e evitando desperdício do erário público com uma maior eficiência na sua aplicação.

Para a composição de custos unitários é necessário conhecer o sistema de produção da intervenção a ser realizada, considerando-se os tipos de equipamentos empregados, os materiais e a mão-de-obra necessários (custos diretos). Desta forma, buscou-se racionalizar as soluções aplicadas, recomendáveis para cada tipo de defeito identificado na via, definindo os custos envolvidos nas operações. Ressalta-se que o uso inadequado de procedimentos para corrigir defeitos conduz a utilização de serviços inapropriados, onerando os custos unitários da construção.

Nas planilhas de composições de custos unitários propostas nesta dissertação, os custos de transportes foram incluídos para aqueles serviços que englobam as operações de escavação, carga e transporte de materiais de jazida. Não foram considerados os custos de transportes para outros materiais, tais como brita, areia, cimento, tubos de concreto etc., tendo em vista a variação da distância entre os fornecedores e os locais de sua aplicação.

Na composição dos custos unitários, os responsáveis pela gestão pública devem ter como base os parâmetros propostos por entidades técnicas, tais como SICRO2, SINAPI, SEINFRA, DERT, tendo em vista os recursos públicos serem alvos de fiscalização rotineira do controle externo, especificamente pelo poder legislativo, seja federal, estadual ou municipal.

---

No entanto, para o alcance da eficiência na aplicação dos recursos financeiros, o controle permite, em qualquer tempo, alertar sobre os pontos críticos, indicando aqueles em que os desvios se apresentam fora de níveis aceitáveis. Esse alerta orienta o dirigente na tomada de medidas corretivas e preventivas, em tempo hábil, ensejando uma boa coordenação econômica dos serviços executados.

No desenvolver desta dissertação, cada tipo de defeito foi analisado separadamente para a composição dos custos unitários, conforme a severidade.

Para as intervenções sugeridas foram realizadas as composições de custos unitários, objetivando sistematizar a solução dos problemas detectados, através de aparato técnico para que estas intervenções possam ser realizadas de forma adequada, permitindo a verificação quanto ao dimensionamento de pessoal, material e equipamentos envolvidos nos trabalhos.

As composições de custos englobando equipamentos, materiais, mão-de-obra e produção das equipes tiveram como base as tabelas propostas pelo SICRO2, uma vez que se trata da entidade responsável pela gerência de custos rodoviários em âmbito nacional. Além disso, foram realizadas pesquisas de mercado e estudos para as produções das equipes de alguns serviços que poderão ser utilizados no processo de intervenção de uma via não pavimentada.

Na análise das propostas de intervenção sugeridas por EATON & BEAUCHAM (1992), especificamente quanto à intervenção do defeito excesso de poeira, tendo em vista o custo elevado na aquisição dos estabilizantes, assim como a dificuldade operacional da sua aplicação, sugeriu-se neste trabalho que seja realizada a escarificação da plataforma, adicionado material granular e feita a devida homogeneização e compactação para a correção do defeito citado.

Recomenda-se que os defeitos atoleiro e pista escorregadia sejam detectados no período de chuvas e corrigidos no período de estiagem, tendo em vista a complexidade da execução dessas intervenções, especialmente em períodos chuvosos. Quanto aos areiões, estes devem ser preferencialmente corrigidos no período das chuvas, tendo em vista um melhor adensamento do material, trabalhabilidade e conseqüente diminuição de custos para a correção deste defeito.

---

Recomenda-se que seja realizada uma supervisão constante da superfície de rolamento para detectar falhas que possam ser facilmente corrigidas, contribuindo para manter a estrada em boas condições de trafegabilidade a custos moderados.

Os trechos deverão ser objetos de vistorias permanentes, devendo obedecer às etapas de localização do defeito, determinação da causa e execução do reparo. As operações rotineiras que constituem intervenções programáveis de manutenção, devem ser realizadas cotidianamente a fim de promover uma gerência adequada sobre os pavimentos de uma malha viária e a combinação das etapas forma uma estratégia de manutenção.

Recomenda-se que este trabalho seja utilizado como parâmetro para que o responsável pela gerência da malha viária possa administrar a manutenção de vias não pavimentadas, identificando os defeitos existentes na via e aplicando de maneira satisfatória os recursos financeiros que lhe são disponíveis.

Recomenda-se que este trabalho seja utilizado como parâmetro para que o responsável pela gerência da malha viária possa administrar a manutenção de vias não pavimentadas, identificando os defeitos existentes na via e aplicando de maneira satisfatória os recursos financeiros que lhe são disponíveis.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. *AASHTO Guidelines for Pavement Management Systems* (1990). American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C.

ABRAM Isaac & ROCHA Aroldo V. (2002). *Manual Prático de Terraplenagem*. Edição do autor.

ALMEIDA, Ricardo Venescau de Oliveira (2006). *Concepção de Modelos de Avaliação de Condições de Rolamento e Indicação de Priorização de Vias como Etapas de um Sistema de Gerência de Vias Não Pavimentadas*. Dissertação Mestrado. Fortaleza.

AUSTROADS (1991). *Road Maintenance Practice*. AUSTROADS, Sydney.

AZEVEDO, Antonio Carlos Simões (1985). *Introdução à Engenharia de Custos: Fase de Investimento*. 2. ed. São Paulo: Pini.

BAESSO, Dalcio Pickler & GONÇALVES, Fernando Luiz R. (2003). *Estradas Rurais – Técnicas Adequadas de Manutenção*. SC.

BRASIL (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas.

Caixa Econômica Federal. SINAPI. Disponível em: <https://webp.caixa.gov.br/casa/sinapi>. Acesso 26/09/2006 às 10:50h.

CÓDIGO NACIONAL DE TRÂNSITO – CNT (1997). Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

CORREIA, José Alysson Benício (2003). *Um Modelo de Análise de Defeitos em Estradas Não-Pavimentadas de Suporte à Concepção de um Sistema de Gerência de Pavimentos*. Dissertação Mestrado. Fortaleza.

DEPARTAMENTO DE EDIFICAÇÕES, RODOVIAS E TRANSPORTES – DERT. Disponível em <http://www.dert.ce.gov.br/links.htm>. Acesso em 26/09/2006 às 14:15h.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER (1997). *Manual de Procedimentos*. Versão 1. Santa Catarina.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1995). *Custos Rodoviários*. Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1999). *Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (escopos básicos/instruções de serviço)*. Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1996). *Manual de Pavimentação*. 2. ed. Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003). *Manual de custos rodoviários. Anexo 1: Manual de pesquisa de preços de equipamentos e materiais*. 3. ed. Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003). *Manual de custos rodoviários. v.1: Metodologia e conceitos*. 3. ed. - Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (2003). *Manual de custos rodoviários. v.4: Composições de custos unitários de referência; obras de construção rodoviária; drenagem e outros custos I*. 3. ed. - Rio de Janeiro.

EATON, Robert A. & BEAUCHAM, Ronald E. (1992). *Unsurfaced Road Maintenance Management*. Hanover: U. S. Army Corps of Engineers. (Special Report 92-26).

FONTENELE, Heliana Barbosa (2001). *Estudo para Adaptação de um Método de Classificação de Estradas Não Pavimentadas às Condições do Município de São Carlos/SP*. Dissertação Mestrado. São Carlos.

FRANÇA, Júnia Lessa (2003). *Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científicas*. 6. ed. rev. e ampl. Belo Horizonte: Ed. UFMG.

GIAMMUSSO, Salvador Eugênio (1991). *Orçamento e Custos na Construção Civil*. 2. ed. rev. São Paulo: Pini.

HAAS, R., W. R. HUDSON e J. ZANIEWSKI (1994). *Modern Pavement Management*. Florida: Krieger Publishing Company.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (1988). *Estradas Vicinais de Terra: Manual Técnico para Conservação e Recuperação*. 2. ed. São Paulo.

LIMA, Roberto Xavier de (2003). *Logística da Distribuição de Materiais em Pavimentação Rodoviária – Uma Modelagem em Programação Matemática*. Dissertação Mestrado. Fortaleza.

MARCON, Antonio Fortunato (1996). *Contribuição ao Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina*. Tese Doutorado. São Paulo.

Massachusetts Department of Environmental Protection – DEP (2001). *Unpaved Roads BMP Manual, A Guidebook on How to Improve Water Quality While Addressing Common Problems*. Massachusetts.

MEYER, M.D. and MILLER, E.J. (1984). *Urban Transportation Planning: A Decision-Oriented approach*. McGraw- Hill Series in Transportation. New York .

NUNES, Tércia Valfrida Lima (2003). *Método de Previsão de Defeitos em Estradas Vicinais de Terra com Base no Uso de Redes Neurais Artificiais: Trecho de Aquiraz – CE*. Dissertação Mestrado. Fortaleza.

ODA, Sandra (1995). Caracterização de uma Rede Municipal de Estradas Não-Pavimentadas. Dissertação Mestrado. *Escola de Engenharia de São Carlos*, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Secretaria da Infra Estrutura do Estado de Ceará. Disponível em: <http://www.seinfra.ce.gov.br>. Acesso em 26/09/2006 às 11:00h.

SENÇO, Wlastermiler de (2001). *Manual de Técnicas de Pavimentação*. Volume II. 1. ed. São Paulo: Pini.

Tribunal de Contas do Distrito Federal. Sistema de Controle Interno. Disponível em: <http://www.tc.df.gov.br/contas/2004/arq25-sistemacontroleinterno.pdf>. Acesso em: 22/09/2006 às 10:30h.

VISSER, Alex T. (1997). *Low Volume Roads – A Total Cost Perspective*. Department of Civil Engineering. Pretoria.

VIVIANE, Eliane (1998). *A Utilização de um Sistema de Informação Geográfica como Auxílio à Gerência de Manutenção de Estradas Rurais Não-Pavimentadas*. Tese Doutorado. São Carlos.

VOLPATO, Gilson Luiz (2004). *Ciência: da Filosofia à Publicação*. 4. ed. Botucatu: Tipomic.

WATANADA, T. *et al.* (1987). “*The Highway Design and Maintenance Standard Model, v.1: Description of the HDM-III Model*”. John Hopkins University, Baltimore.