Campus de São Carlos

**BASES DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS
MUNICIPAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

ALFREDO LUIS MENDES D'ÁVILA

ORIENTADOR: PROF. DR. MANOEL HENRIQUE A. SÓRIA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

**BASES DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE
ESTRADAS MUNICIPAIS DO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL**

DEDALUS - Acervo - EESC

31100017676

ALFREDO LUIS MENDES D'ÁVILA

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Transportes

ORIENTADOR: Prof. Dr. Manoel Henrique Alba Sória

**São Carlos
1996**

Class	_____
Cutl	_____
Tombo	_____

Class.	Tema EESC
Cutl.	1845
Tombo	079/96

Transportes

it 0744540

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

D259b D'Ávila, Alfredo Luis Mendes
Bases de um sistema de gerência de estradas
municipais do Estado do Rio Grande do Sul / Alfredo
Luis Mendes D'Ávila. -- São Carlos, 1996.

Tese (Doutorado). -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 1996.
Orientador: Prof. Dr. Manoel Henrique Alba Sória

1. Estradas municipais. 2. Gerência de estradas.
3. Estradas não pavimentadas. I. Título

" Uma Universidade pode ser afetada por vários tipos de pobreza. Não pode jamais ser pobre de esperança, carente de ousadia, desprovida de vontade".

Amílcar Goyheneix Gigante

Para Vinicius e Solange
Àqueles que me deram a Vida e que me encaminharam
para o significado de vivê-la, dedico a paixão e o
conhecimento desse trabalho.

MEUS AGRADECIMENTOS

Para Manoel, mais do que um orientador, um companheiro de reflexões e de construção de novos caminhos e de novos caminhantes.

Para meus alunos sempre solidários, parceiros dessa viagem por novas estradas, produzindo outras possibilidades, sem negar a ciência e a tecnologia, mas fortalecendo a paixão.

Para as pessoas simples, sem formação acadêmica, que repartiram comigo a sabedoria, que atravessando o tempo, fez morada em suas vidas.

Para todos, que foram capazes de partilhar conhecimento, angústias, dúvidas e horizontes novos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Objetivo	01
1.2. Antecedentes históricos	01
1.3. Meio físico do Estado do Rio Grande do Sul	04
1.3.1. Fisiografia	04
1.3.2. Geologia	05
1.3.3. Clima.....	06
1.3.4. Vegetação.....	06
1.3.5. Relevo.....	07
1.3.6. Solos.....	07
1.4. Situação atual das estradas municipais	08
1.5. O Problema atual das estradas municipais	10
1.6. Concepção	11
2. ESTADO ATUAL DO PROBLEMA	14
2.1. Estradas não pavimentadas	14
2.1.1. Literatura internacional	14
2.1.2. Literatura nacional	16
2.1. Gerência.....	17
2.2.1. Gerência de superfícies rodoviárias.....	17
2.2.2. Gerência de manutenção.....	19

3.	SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	20
3.1.	Desenvolvimento do sistema.....	20
3.2.	Estrutura do sistema	21
4.	INVENTÁRIO RODOVIÁRIO	23
5.	ESTUDO DE MATERIAIS	26
5.1.	Introdução	26
5.2.	Método MCT	27
5.3.	Revestimento Primário.....	27
5.3.1.	Especificações existentes de materiais para revestimento primário	28
5.3.2.	Especificação proposta de materiais para revestimento primário	39
5.4.	Subleito.....	48
5.5.	Aterros.....	49
5.6.	Proteção à erosão	50
6.	TRÁFEGO	51
6.1.	Contagem de tráfego	51
6.2.	Itinerários prioritários	54
6.3.	Acidentes	54
7.	MEMÓRIA TÉCNICA	55
7.1.	Introdução	55
7.2.	Estrutura da Memória Técnica.....	56
7.3.	Construção da Memória Técnica.....	59
8.	CONTROLES ADMINISTRATIVOS	60
8.1.	Introdução	60
8.2.	Pessoal	60
8.3.	Equipamentos e veículos.....	60

8.4. Materiais de construção	61
8.5. Combustíveis e lubrificantes.....	61
8.6. Ferramentas	61
8.7. Compras	62
9. CUSTOS	63
9.1. Introdução	63
9.2. Custo dos serviços	64
9.3. Custo dos equipamentos e veículos	64
9.4. Despesas gerais (administrativas/supervisão).....	65
9.5. Despesas gerais (garagem/mecânico).....	68
10. MONITORIZAÇÃO	69
10.1. Introdução	69
10.2. Monitorização - Primeira parte	71
10.3. Monitorização - Segunda parte.....	75
10.4. Monitorização - Terceira parte	75
10.4.1. Obras de arte.....	76
10.4.2. Sistema de drenagem	77
10.4.3. Pavimentos.....	79
10.5. Monitorização - Quarta parte	81
10.6. Usuário	83
11. EXPERIMENTOS.....	84
11.1. Introdução	84
11.2. Tecnologia Apropriada	85
11.3. Experimentos obras de arte.....	88
11.4. Experimentos sistema de drenagem.....	89
11.5. Experimentos pavimentos.....	90
11.6. Implantação, manutenção e avaliação	90
12. PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS.....	92

13.	BANCO DE DADOS	94
14.	PRODUTOS DO SISTEMA	95
15.	ESTRATÉGIA DE IMPLANTAÇÃO	100
16.	CONCLUSÕES	103

	BIBLIOGRAFIA	107
--	---------------------------	-----

APÊNDICE I	SISTEMA RODOVIÁRIO MUNICIPAL
APÊNDICE II	MÉTODO PARA O LEVANTAMENTO DE CAMPO - INVENTÁRIO RODOVIÁRIO
APÊNDICE III	APLICAÇÃO DO ESTUDO DE MATERIAIS
APÊNDICE IV	CONTAGEM DE TRÁFEGO
APÊNDICE V	PLANILHAS DE CONTROLE DE SERVIÇOS
APÊNDICE VI	PLANILHAS DE CONTROLE ADMINISTRATIVO
APÊNDICE VII	MÉTODO PARA A EXECUÇÃO DA MONITORIZAÇÃO
APÊNDICE VIII	PLANILHA DE AVALIAÇÃO DOS EXPERIMENTOS
APÊNDICE IX	EXPERIMENTOS REALIZADOS
APÊNDICE X	INSTRUÇÕES PARA A OPERAÇÃO DO SGEM
GLOSSÁRIO	

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Regiões fisiográficas do Estado do Rio Grande do Sul.....	05
Figura 02 -	Localização das amostras segundo o suporte e a aderência na carta MCT.....	43
Figura 03 -	Localização das amostras segundo a durabilidade na carta MCT	46
Figura 04 -	Durabilidade em função da taxa de ligante e da percentagem menor do que a # 200	47
Figura 05 -	Ábaco de dimensionamento para estradas não pavimentadas proposto pelo Road Research Laboratory	49
Figura 06 -	Diagrama de distribuição dos veículos no dia (hipotético)	53
Figura 07 -	Diagrama de fluxo para o cálculo do custo dos serviços executados	66
Figura 08 -	Diagrama de fluxo para o cálculo do custo dos equipamentos e veículos	67
Figura 09 -	Partes da monitorização e a sua relação com as fases experimentos e planeamento dos serviços.....	70
Figura 10 -	Esquema hierárquico sequencial das fases de implantação do sistema	102
Figura 11 -	Planilha inventário rodoviário - localização e largura.....	II-5
Figura 12 -	Planilha inventário rodoviário - obras de arte.....	II-6
Figura 13 -	Planilha inventário rodoviário - deficiências geométricas.....	II-7
Figura 14 -	Planilha inventário rodoviário - revestimento primário	II-8
Figura 15 -	Etapas obedecidas para a aplicação do estudo de materiais.....	III-2
Figura 16 -	Planilha contagem de tráfego.....	IV-2
Figura 17 -	Planilha controle de serviços - caminhão.....	V-5
Figura 18 -	Planilha controle de serviços - equipamentos diversos.....	V-6
Figura 19 -	Planilha controle de serviços - motoniveladora.....	V-7
Figura 20 -	Planilha controle de serviços - turmas.....	V-8
Figura 21 -	Planilha controle de serviços - engenheiro responsável/encarregado.....	V-9
Figura 22 -	Planilha controle administrativo - manutenção de equipamentos e veículos	VI-6
Figura 23 -	Planilha controle administrativo - manutenção de equipamentos e veículos - mão de obra	VI-7

Figura 24 -	Planilha controle administrativo - pneus.....	VI-8
Figura 25 -	Planilha controle administrativo - baterias.....	VI-9
Figura 26 -	Planilha controle administrativo - lâminas.....	VI-10
Figura 27 -	Planilha controle administrativo - materiais de construção.....	VI-11
Figura 28 -	Planilha controle administrativo - combustíveis e lubrificantes.....	VI-12
Figura 29 -	Planilha controle administrativo - ferramentas	VI-13
Figura 30 -	Planilha monitorização - trechos e pontos críticos	VII-7
Figura 31 -	Planilha monitorização - obras de arte	VII-8
Figura 32 -	Planilha monitorização - sistema de drenagem.....	VII-9
Figura 33 -	Planilha monitorização - sistema de drenagem - abaulamento	VII-10
Figura 34 -	Planilha monitorização - pavimento - defeitos característicos.	VII-11
Figura 35 -	Planilha monitorização - pavimento - trechos prioritários.....	VII-12
Figura 36 -	Planilha de avaliação de experimentos	VIII-2

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Malha viária do Estado do Rio Grande do Sul.....	09
Tabela 02(a) -	Especificações de materiais para revestimento primário	31
Tabela 02(b) -	Especificações de materiais para revestimento primário	32
Tabela 02(c) -	Especificações de materiais para revestimento primário	33
Tabela 02(d) -	Especificações de materiais para revestimento primário	34
Tabela 03(a) -	Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado	35
Tabela 03(b) -	Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado	36
Tabela 03(c) -	Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado	37
Tabela 03(d) -	Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado	38
Tabela 04 -	Especificação proposta de materiais para revestimento primário	44
Tabela 05 -	Avaliação da durabilidade do revestimento primário	45
Tabela 06 -	Critérios complementares- zonas limítrofes	45
Tabela 07 -	Critérios complementares - agregados grosseiros.....	45
Tabela 08 -	Hierarquização dos materiais para proteção à erosão	50
Tabela 09 -	Tipo e descrição dos serviços executados.....	56
Tabela 10 -	Serviços - revestimento primário	57
Tabela 11 -	Natureza dos serviços executados	58
Tabela 12 -	Defeitos dos bueiros e respectiva descrição	71
Tabela 13 -	Defeitos do sistema de drenagem e respectiva descrição	72
Tabela 14 -	Defeitos do pavimento e respectiva descrição.....	73
Tabela 15 -	Grau de incidência dos defeitos.....	74
Tabela 16 -	Durabilidade dos materiais utilizados no revestimento primário	75
Tabela 17 -	Defeitos detectados nos bueiros no município de Porto Alegre	76
Tabela 18 -	Defeitos detectados no sistema de drenagem no município de Porto Alegre.....	77

Tabela 19 -	Relação entre painéis versus abaulamento.....	78
Tabela 20 -	Levantamento dos defeitos característicos e o respectivo nível de severidade.....	80
Tabela 21 -	Levantamento dos trechos prioritários e a respectiva descrição.....	81
Tabela 22 -	Produtividade de equipamentos e mão de obra.....	86
Tabela 23 -	Equipamentos utilizados na manutenção de estradas serviço.....	87
Tabela 24 -	Bueiros - variáveis experimentos	88
Tabela 25 -	Sistema de drenagem - variáveis experimentos.....	89
Tabela 26 -	Pavimento - variáveis experimentos.....	91
Tabela 27 -	Representatividade do questionário	I-2
Tabela 28(a) -	Quesitos referentes a informações gerais	I-3
Tabela 28(b) -	Quesitos referentes a informações gerais	I-4
Tabela 28(c) -	Quesitos referentes a informações gerais	I-5
Tabela 29 -	Quesitos referentes à fase inventário rodoviário.....	I-6
Tabela 30(a) -	Quesitos referentes à fase estudo de materiais	I-7
Tabela 30(b) -	Quesitos referentes à fase estudo de materiais	I-8
Tabela 31 -	Quesitos referentes à fase tráfego	I-9
Tabela 32 -	Quesitos referentes à fase memória técnica.....	I-9
Tabela 33(a) -	Quesitos referentes à fase controles administrativos	I-10
Tabela 33(b) -	Quesitos referentes à fase controles administrativos	I-11
Tabela 34 -	Quesitos referentes à fase custos.....	I-12
Tabela 35 -	Quesitos referentes à fase de monitorização	I-13
Tabela 36(a) -	Quesitos referentes à fase planeamento das atividades.....	I-14
Tabela 36(b) -	Quesitos referentes à fase planeamento das atividades.....	I-15
Tabela 37 -	Classificação de curvas perigosas.....	II-4
Tabela 38 -	Órgãos constituintes dos equipamentos e veículos	VI-2
Tabela 39 -	Classes de greide.....	VII-4
Tabela 40(a) -	Experimentos realizados	IX-1
Tabela 40(b) -	Experimentos realizados	IX-2
Tabela 40(b) -	Experimentos realizados	IX-3

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO -	American Association of State Highway and Transportation Officials
ADT -	Volume de tráfego médio diário
CEBPT -	Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics
DER -	Departamento de Estradas de Rodagem
DNER -	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
GEIPOT -	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
IPT -	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.
IRI -	Índice internacional de rugosidade
IULCLG -	Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos
LNEC -	Laboratório Nacional de Engenharia Civil - Portugal
OECD -	Organization for Economic Co-Operation and Development
SAM -	Superintendência de Assistência aos Municípios
SGE -	Serviço Geográfico do Exército
TRB -	Transportation Research Board
TRRL -	Transport and Road Research Laboratory

RESUMO

D'Ávila, A.L.M. Sistema de gerência de estradas municipais do Estado do Rio Grande do Sul, 1996. 188p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

As estradas municipais constituem a parcela preponderante, desde um ponto de vista de extensão, da malha viária do Estado do Rio Grande do Sul. As atividades desenvolvidas implicam em dispêndios de parcelas significativas do orçamento, para a maior parte dos municípios. Em que pese esta importância, o padrão gerencial aplicado é precário, tanto do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico quanto de controles administrativos e de custos.

Neste trabalho são estabelecidas bases de um sistema de gerência de estradas municipais do Estado do Rio Grande do Sul, adequado à realidade dos municípios. Foi visada a racionalização das atividades através de uma melhor aplicação dos recursos disponíveis e a melhoria progressiva da malha viária.

Em caráter preliminar é indicada uma nova especificação para a escolha de materiais para revestimento primário, atendendo às peculiaridades dos materiais tropicais.

Palavras-chave: Estradas Municipais; Gerência de Estradas; Estradas Não Pavimentadas.

ABSTRACT

D'Ávila, A.L.M. Management system for county roads in the State of Rio Grande do Sul, 186p. Thesis (Doctorate) School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo.

County roads represent an important share of the total extension of the road network in Rio Grande do Sul, one of the Brazilian states. In most municipalities, the activities of these roads take a significant part of their budgets. Even so, the management strategies used are deficient, either from a technological development perspective or from the administrative controls and costs viewpoint.

In this work the bases of a management system are proposed, adapted to the reality of the county roads found in the municipalities studied. The main feature of the system is the rationalization of the maintenance, improvement and construction activities, assuring a better use of the available resources and a progressive improvement of the road network.

A new specification for the materials for unpaved roads is presented in a preliminary sense, based on the peculiarities of the materials usually found in tropical regions.

Keywords: County Roads; Roads Management; Unsealed Roads.

1. INTRODUÇÃO

1.1. OBJETIVO

O objetivo da presente tese é estabelecer as bases de um sistema de gerência para as estradas municipais do Estado do Rio Grande do Sul, adequado à realidade dos municípios, visando a racionalização da aplicação dos recursos disponíveis e a melhoria progressiva da malha viária municipal.

1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A malha viária municipal teve como precursora a rede de caminhos estabelecidos para acesso às propriedades, quando da sua ocupação territorial. Basicamente, tratavam-se de caminhos para deslocamento de animais (HESSEL (1983) & ROCHE (1969)).

Com o decorrer do tempo, a rede de caminhos passou por um processo de qualificação progressiva, atendendo à evolução dos meios de transporte (HESSEL (1983) & ROCHE (1969)). As melhorias efetuadas decorreram, fundamentalmente, da execução de obras de arte (pontes e bueiros), com os respectivos aterros de acesso, da correção de deficiências geométricas e de trechos críticos do pavimento.

Esse processo de qualificação, por não estar associado a um desenvolvimento tecnológico na área de estradas não pavimentadas (maior parte da malha viária municipal), foi acompanhado, paradoxalmente, por uma degradação da malha viária em um número significativo de locais. O poder público, nos seus mais diversos níveis, teve atuação inexpressiva no desenvolvimento tecnológico na área de estradas não pavimentadas.

Alguns exemplos de práticas equivocadas utilizadas são apresentados a seguir:

- a regularização da plataforma, através do patrolamento, apresenta, em geral, baixa durabilidade; os materiais utilizados, provenientes da valeta lateral, costumam apresentar pouca liga (constituição arenosa). Desse modo, o nível de severidade dos defeitos tende a se agravar com o transcorrer do tempo;

- o patrolamento conduz a um rebaixamento do greide, impedindo o desenvolvimento de um sistema de drenagem integrado ao meio físico, expondo inclusive, em alguns locais, afloramentos rochosos. Em regiões tropicais, o rebaixamento do greide conduz, em grande parte das situações, à exposição de materiais progressivamente mais erodíveis e de mais baixa capacidade de suporte;

- a utilização de materiais contendo pedras de grandes dimensões, no revestimento primário, visando suprir a deficiência de aderência e/ou suporte, estabelece uma plataforma de irregularidade extremamente elevada;

- a utilização de materiais, no revestimento primário, com finos pouco resistentes à erosão, prejudica o seu desempenho e contribui para o progressivo assoreamento do sistema de drenagem;

- a utilização de materiais, no revestimento primário, que produzem elevada quantidade de poeira, prejudica a segurança dos usuários e contribui para a degradação, do meio físico, na região contígua à estrada;

- a plataforma executada com deficiência de abaulamento conduz à formação de painéis no revestimento primário;

- a manutenção do sistema de drenagem realizada de maneira inadequada, utilizando o maquinário disponível, uma vez que é atividade que exige mão de obra, para a execução de um trabalho artesanal, ou equipamentos especiais;

- a construção de bueiros não obedecendo a critérios técnicos aumenta os custos de manutenção e afeta, muitas vezes, o pavimento.

Se as iniciativas do poder público foram inexpressivas do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico, o mesmo não pode ser dito em relação as normas legais, onde ocorreram inúmeras intervenções, relacionadas, principalmente, à estrutura organizacional e alocação de recursos.

A primeira regulamentação, relativa a municípios, ocorreu através da Lei nº 1617, de 31 de dezembro de 1906, que beneficiava municípios com mais de 10000 habitantes, fornecendo auxílio para a construção de estradas de rodagem que ligassem, entre si, esses municípios. A aplicação dessa Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 8324, de 24 de outubro de 1910, o qual estabelecia, ainda, as características técnicas a serem obedecidas pelas estradas a serem construídas com a subvenção nela estipulada (CHAVES, 1979).

Em 27 de dezembro de 1945 foi criado o Fundo Rodoviário Nacional, através do Decreto Lei nº 8463, nos termos do seu capítulo V, com recursos do Imposto Único sobre

Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos (IULCLG). Esse Decreto-Lei impôs, como condição necessária para que os estados participassem da cota do "Fundo Rodoviário Nacional", a reorganização dos órgãos rodoviários estaduais (RIO GRANDE DO SUL, 1974).

A Lei nº 22, de 15 de fevereiro de 1947, estabeleceu a criação, nos órgãos rodoviários estaduais, dos serviços de assistência aos municípios, como condição exigida por Lei para que os estados pudessem participar das quotas do Fundo Rodoviário Nacional (CHAVES, 1979).

No Estado do Rio Grande do Sul, a criação de um setor específico, no Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER), para assistência técnica ao setor rodoviário dos municípios, já havia ocorrido em 11 de fevereiro de 1947, através do Decreto-Lei nº 1371. Esse setor recebeu a denominação de Superintendência de Assistência aos Municípios, cabendo ao mesmo "a organização, a direção, a orientação, o controle e a execução das atividades referentes à assistência técnica, aos municípios do Estado, relativamente a obras e serviços rodoviários próprios" (RIO GRANDE DO SUL, 1974).

Ainda no que diz respeito a normas legais, em 13 de julho de 1948 foi regulamentada, pela Lei nº 302, a distribuição do Fundo Rodoviário Nacional, cabendo aos municípios 12% sobre o total arrecadado, devendo os mesmos manter, em sua estrutura administrativa, departamentos rodoviários em moldes fixados pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (RIO GRANDE DO SUL, 1951).

A Lei nº 3.649, de 31 de outubro de 1959, estabeleceu que os municípios deveriam passar a receber diretamente as respectivas quotas do Fundo Rodoviário Nacional.

Várias alterações posteriores, nos critérios e na forma de distribuição dos recursos, foram realizadas através de diferentes instrumentos legais.

A partir do ano de 1975, foi adotada uma política fiscal de desvinculação gradativa da destinação dos recursos, que culminou com a publicação do Decreto-Lei nº 754/79 retirando a destinação específica do IULCLG (OLIVEIRA, 1995).

Com a promulgação da nova Constituição, no ano de 1988, foi extinto o Fundo Rodoviário Nacional, uma vez que no artigo 167, inciso IV, é vedada a vinculação de impostos a órgãos, fundo ou despesa, exceto os previstos na repartição de impostos, os destinados a educação e, também, os utilizados para garantia de operação de crédito por antecipação de receita (OLIVEIRA, 1995).

Não se teve acesso a documentos que registrem as atividades desenvolvidas, desde a criação até o presente momento, pela Superintendência de Assistência aos Municípios (SAM). Informações verbais, colhidas junto ao Engenheiro Civil Jório Ammes¹, que ocupou o cargo de superintendente no período de 1983 a 1987, indicam terem as atividades se restringido, nesse período, à produção de mapas rodoviários, com a utilização de odógrafo, a elaboração de projetos geométricos específicos, projetos de pontes e cursos para mecânicos e operadores. Segundo o mesmo, em períodos anteriores a SAM dispunha de equipamentos, executando serviços para os municípios.

O Engenheiro Civil Paulo Pich², responsável pelo setor de estradas municipais da Prefeitura Municipal de Pelotas, nos períodos compreendidos entre 1977 a 1989 e 1992 até o presente momento, relatou nunca ter sido convidado para nenhum programa de treinamento patrocinado pelo SAM.

1.3. MEIO FÍSICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

O Estado do Rio Grande do Sul está situado no extremo sul do Brasil, entre as latitudes 27° 03' 42" e 33° 45' 10" e as longitudes 49° 42' 31" e 57° 40' 57" a oeste de Greenwich. As informações constantes a seguir, a não ser que haja referência expressa, foram sintetizadas a partir do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973).

1.3.1. FISIOGRAFIA

O Estado do Rio Grande do Sul é dividido em onze regiões fisiográficas (Figura 01). O conceito de região fisiográfica é fundamentado na estrutura geológica, relevo, clima e vegetação.

¹ AMMES, J. (Engenheiro Civil). Comunicação pessoal. 1995.

² PICH, P. (Engenheiro Civil). Comunicação pessoal. 1995.

Figura 01 - Regiões Fisiográficas do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973).

1.3.2. GEOLOGIA

O Estado do Rio Grande do Sul se divide, do ponto de vista geológico, em cinco grandes regiões:

- Planalto (inclui as seguintes regiões fisiográficas: Missões, Planalto Médio, Campos de Cima da Serra, Alto Uruguai, Encosta Inferior do Nordeste e Encosta Superior do Nordeste) - constituída por basaltos, riolito-dacito e localmente por arenitos (KÄMPF et al, 1985).

- Escudo Sul Riograndense (inclui as seguintes regiões fisiográficas: Serra do Sudeste e Encosta do Sudeste) - constituída por granitos, gnaisses, xistos, quartzitos e andesitos (KÄMPF et al, 1985) .
- Depressão Central - constituída por arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos.
- Campanha - constituída por basaltos, arenitos, siltitos e folhelhos.
- Litoral - constituída por sedimentos arenosos e argilosos.

1.3.3. CLIMA

O clima do Estado do Rio Grande do Sul é classificado no sistema de Koppen em duas variedades específicas:

"Cfa" - clima subtropical, úmido sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês menos quente varia de 3 a 18°C.

"Cfb" - clima temperado em que a temperatura do mês mais quente é inferior a 22°C.

Segundo KÄMPF et al. (1985), temperatura e a precipitação pluviométrica constituem as propriedades relacionadas ao clima de maior importância pedogenética. As precipitações pluviométricas determinam a disponibilidade de água para as reações químicas e a remoção dos constituintes solúveis. A temperatura está relacionada à velocidade das reações.

No Estado do Rio Grande do Sul existem diversos regimes de umidade no solo (determinados pela diferença entre a precipitação e a evapotranspiração), desde regiões fisiográficas com superavit hídrico até regiões com déficit hídrico. Litoral, Depressão Central, Serra do Sudeste e Campanha são as áreas fisiográficas de menor precipitação. Os maiores valores são encontrados na Encosta do Nordeste, Planalto Médio e Campos de Cima da Serra. Também existem diferenças de temperatura média entre regiões. A média anual é de 18°C. Temperaturas mais elevadas são observadas na Campanha, Missões e Depressão Central e as mais baixas nos Campos de Cima da Serra, Encosta Superior do Nordeste e Planalto Médio.

1.3.4. VEGETAÇÃO

De um modo sintético, pode-se dividir o Estado do Rio Grande do Sul em três tipos de formações: formações de florestas, formações campestres e formações litorâneas.

A formação de florestas encontra-se no Planalto Médio, Campos de Cima da Serra, Encostas Superior e Inferior do Nordeste, e na Encosta e Serra do Sudeste.

A formação campestre encontra-se na maior parte da área do Estado.

1.3.5. RELEVO

As regiões fisiográficas apresentam as seguintes características de relevo:

- Litoral - cota inferior a 40 metros, relevo de planície.
- Depressão Central - cotas entre 40 a 200 metros de altitude, relevo ondulado a planícies.
- Missões - cotas entre 100 e 400 metros de altitude, relevo predominantemente ondulado a suavemente ondulado.
- Campanha - cota média em torno de 100 metros. Na parte oeste, onde predomina o basalto, o relevo é plano a suave ondulado. Nas demais regiões o relevo varia de suavemente ondulado a ondulado.
- Serra do Sudeste - cotas entre 100 e 400 metros de altitude, relevo forte ondulado a montanhoso
- Encosta do Sudeste - cotas inferiores a 100 metros, relevo ondulado a suave ondulado.
- Alto Uruguai - cotas entre 200 e 500 metros de altitude, relevo forte ondulado a montanhoso.
- Campos de Cima da Serra - cotas acima de 800 metros de altitude, relevo de coxilhas.
- Planalto Médio - cotas entre 400 e 800 metros de altitude. Na parte norte, relevo ondulado a forte ondulado, na parte sul o relevo é ondulado.
- Encostas Inferior e Superior do Nordeste - cotas entre 200 e 800 metros de altitude, relevo forte ondulado a montanhoso.

1.3.6. SOLOS

Os solos existentes no Estado do Rio Grande do Sul apresentam uma diversidade originada das diferentes condições que contribuíram para a sua evolução (geologia, clima, vegetação e relevo) em cada uma das regiões fisiográficas. Foram formados desde solos tipicamente tropicais úmidos, evoluídos pedologicamente, constituídos de perfis profundos

bem drenados, com argilas não expansivas e óxidos de ferro e alumínio, até solos tipicamente de regiões temperadas com argilo-minerais expansivos. As regiões fisiográficas apresentam as seguintes características de solos:

- Litoral - solos pouco evoluídos, quando argilosos são expansivos.
- Depressão Central - solos com grau de evolução médio, apresentam um horizonte B de comportamento laterítico de espessura variável entre 1 a 3 metros, sobrejacente a solos de comportamento saprolítico.
- Missões - solos evoluídos, apresentando um horizonte B de comportamento laterítico profundo que pode atingir até 20 metros de profundidade.
- Campanha - solos pouco evoluídos. Na região de basalto ocorrem solos de pequena espessura (litólicos); na região de arenitos, siltitos e folhelhos encontram-se solos argilosos com o predomínio de argilas expansivas.
- Serra do Sudeste - solos pouco evoluídos, com pequena espessura (litólicos). O horizonte C é constituído de solos saprolíticos (ocorrências de saibros).
- Encosta do Sudeste - solos com grau de evolução médio, apresentando um horizonte B de comportamento laterítico de espessura variável entre 1 e 3 metros, sobrejacente a solos argilosos de comportamento saprolítico.
- Alto Uruguai - solos pouco evoluídos, com pequena espessura (litólicos).
- Planalto Médio - solos evoluídos, apresentando um horizonte B de comportamento laterítico profundo que pode atingir até 20 metros de profundidade
- Encostas Inferior e Superior do Nordeste - solos pouco evoluídos, com pequena espessura (litólicos).

1.4. SITUAÇÃO ATUAL DAS ESTRADAS MUNICIPAIS

As estradas municipais constituem a parcela preponderante, desde um ponto de vista de extensão, da malha viária do Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 01). A sua importância é significativa para a estrutura de transportes do Estado, em que pese apresentarem individualmente, salvo em casos excepcionais, baixo volume de tráfego. Essa importância não teve correspondência em preocupação, por parte do poder público, de reunir informações sobre elas. Os dados sistematizados disponíveis incluem, unicamente, a extensão relativa a cada município (RIO GRANDE DO SUL, 1989).

Tabela 01 - Malha Viária do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1989).

	Malha viária não pavimentada (km)	Malha viária pavimentada (km)	Malha viária total (km)
Malha viária municipal	114.421	205	114.626
Malha viária estadual	5.189	3.192	8.381
Malha viária federal	221	4.950	5.171

No presente trabalho foi elaborado um questionário, para ser preenchido pelas administrações municipais, com o objetivo de obter um acervo de dados, relativos a diferentes aspectos relacionados à malha viária dos municípios. A concepção do questionário obedeceu às recomendações estabelecidas (EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES - GEIPOT, s.d.).

Os questionários foram remetidos pelo correio, através do gabinete do Secretário dos Transportes do Estado do Rio Grande do Sul, no ano de 1992, a cada uma das trezentas e trinta e três (333) administrações municipais então existentes no Estado do Rio Grande do Sul.

Foram respondidos 74 questionários (22,2% dos municípios) correspondendo, respectivamente, a 20,0%, 21,6% e 24,8% da população urbana, da população rural e da área territorial do Estado do Rio Grande do Sul. Tais percentuais indicam uma adequada representatividade para os dados obtidos.

Os resultados do referido questionário são apresentados no apêndice I. As seguintes características gerais podem ser deduzidas das respostas:

- A extensão existente de malha viária municipal é significativamente maior do que a indicada pelo Sistema Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1989);
- É significativa a percentagem de trechos intransitáveis em períodos chuvosos, cerca de 17% da malha viária municipal;
- É igualmente significativa a percentagem do orçamento destinada às estradas municipais;

- Não é aplicado, por parte dos municípios, um controle gerencial adequado, que englobe desenvolvimento tecnológico e controles administrativos e de custos.

1.5. O PROBLEMA ATUAL DAS ESTRADAS MUNICIPAIS

Os municípios do Estado do Rio Grande do Sul gerenciam de uma forma precária a sua malha viária, tanto do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico quanto da aplicação de sistemáticas de controles administrativos e de custos. De um modo geral, esse é o padrão gerencial aplicado, pelo setor público, no Brasil, nas suas mais diversas áreas de atuação. Tal condição de trabalho conduz a inúmeros problemas, tais como:

- aplicação de recursos sem obedecer a um planejamento que maximize os benefícios para a sociedade. Nessas condições, o poder público fica susceptível a pressões individuais, efetuando investimentos não prioritários;
- incapacidade de justificar solicitações, às instâncias competentes, de acréscimos na dotação orçamentária prevista;
- impossibilidade de elaborar um programa racional para o melhoramento da malha viária;
- execução dos serviços de manutenção por demanda e não de forma preventiva;
- inexistência de uma avaliação sistemática do desempenho dos serviços executados, o que impede o desenvolvimento de cultura tecnológica;
- execução dos serviços de uma forma rotineira, sem que se façam merecedores de uma maior reflexão, impedindo o desenvolvimento de alternativas que apresentem vantagens técnicas e/ou econômicas;
- inexistência de controles, eficazes, de custos e administrativos;
- não utilização de critérios racionais para a escolha de materiais para revestimento primário.

As administrações municipais, que tomam a decisão política de qualificar o seu padrão gerencial, na área de estradas, encontram, dentre outros, os seguintes obstáculos:

- inexistência de um sistema de gerência com características de simplicidade, para ser compreendido e implementado por técnicos locais não especializados, e que atenda, ao mesmo tempo, os diversos aspectos de interesse peculiares nas estradas municipais. Os sistemas de gerência de superfícies rodoviárias, desenvolvidos para

estradas não pavimentadas, apresentam relativa complexidade, exigindo um grande número de dados e um tempo significativo para a compreensão do método;

- a precariedade tecnológica da área de estradas não pavimentadas. O poder público, possuído da falsa ilusão de que poderia vir a pavimentar toda a malha viária, não priorizou o desenvolvimento tecnológico na área de estradas não pavimentadas, que atende a princípios técnicos diversos das estradas pavimentadas (FERRY, s.d.);
- a dispersão da informação bibliográfica disponível sobre estradas não pavimentadas, que se torna, desse modo, praticamente inacessível ao profissional não especializado;
- quase a totalidade dos trabalhos publicados, relativos a revestimento primário, obedecem a métodos tradicionais de caracterização e classificação dos materiais, utilizados em regiões temperadas;
- não se encontram disponíveis programas computacionais específicos para trabalhar com o grande número de informações produzidas em um sistema de gerência global da malha viária municipal.

1.6. CONCEPÇÃO

O sistema de gerência foi desenvolvido da junção entre a sistematização de idéias contidas em trabalhos já publicados com idéias originais produzidas.

A concepção do sistema fundamentou-se nas seguintes premissas:

- a mudança do padrão de cultura gerencial dos municípios;
- o baixo custo de implantação;
- a implantação deverá ser progressiva em municípios com malha viária extensa;
- somente eventualmente ocorrerá a construção de novas estradas, pois a densidade da malha viária do Estado do Rio Grande do Sul é comparável à dos países desenvolvidos (SANTOS et al., 1982);
- os municípios dispõem de muito pouca informação sobre as características da sua malha viária;
- a malha viária municipal deverá permanecer, em sua maior parte, não pavimentada, uma vez que a alteração desse quadro exige uma extraordinária quantidade de recursos;

- a malha viária municipal apresenta, em sua maior parte, deficiências no sistema de drenagem superficial;
- as características geométricas das estradas municipais não atendem, de um modo geral, as especificações requeridas para a sua classe (SANTOS et al., 1982). Melhorias na geometria atenderão somente aos locais que representem maior risco para a segurança dos usuários;
- será utilizada, com muita frequência, a concepção de projeto "design as building", uma vez que é impossível a elaboração de um projeto formal, específico, para a maior parte das obras a serem executadas, devido as suas pequenas dimensões relativas.

O sistema foi desenvolvido no sentido de apresentar características que permitam:

- estabelecer um clima de permanente reflexão, envolvendo os mais diversos níveis da equipe de trabalho, sobre as questões atinentes à malha viária municipal, propiciando a articulação efetiva entre o fazer e o pensar e permitindo o estabelecimento de um senso comum correto. Trata-se da aplicação de uma visão heurística, do ponto de vista da construção do conhecimento. Segundo FREIRE³ citado por O AGRICULTOR PAISAGISTA (1994), "o melhor procedimento prático para vencer tradições e rotinas não se encontra nas idéias e conhecimentos exteriores e distantes, mas no questionamento da tradição por aqueles que se conformam com ela, no questionamento da rotina em que vivem";
- estimular o desenvolvimento de uma cultura tecnológica em cada município, evitando a utilização de fórmulas genéricas. Desse modo, estaremos utilizando uma concepção metodológica dedutiva, ao invés de uma concepção indutiva (uso de fórmulas genéricas), que pode ser justificada em se tratando de organismos internacionais de financiamento (Banco Mundial, por exemplo), mas que não tem razão de ser quando se pensa em um município;
- desenvolver o sentido de observação na equipe de trabalho. Segundo FERRY (1986), "não há substituto para o conhecimento prático, adquirido no campo, resultado de cuidadosa observação e reflexão";
- aplicá-lo em qualquer município;
- ser utilizado por profissionais locais não especializados. Tal profissional deve ser dotado de formação eclética, como o engenheiro agrícola, que apresenta formação

³ FREIRE, P. citado por O AGRICULTOR paisagista. Chão & Gente, Botucatu, n.2, p.15, ago. 1994.

em construções (obras em terra, hidráulica, estruturas), manutenção mecânica de equipamentos e veículos e extensão rural (importante para trabalhar com os aspectos de conservação de solos relacionados com o sistema de drenagem da estrada).

2. ESTADO ATUAL DO PROBLEMA

A avaliação realizada abrange a literatura técnica relativa a estradas não pavimentadas e gerência.

Grande parte da literatura reunida, relativa a estradas não pavimentadas, não se encontra referenciada nos sistemas internacionais de informação bibliográfica, evidenciando não haver uma preocupação global com o assunto, apenas iniciativas localizadas, dispersas no tempo e no espaço.

2.1. ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS

As estradas não pavimentadas constituem área do conhecimento em que muito pouca tecnologia formal foi desenvolvida. A terminologia utilizada, na prática, varia de lugar para lugar. Em muitos casos, as designações adotadas são equivocadas conceitualmente. Nesse sentido, se tornou imperativo a estruturação de um glossário ao final dessa tese.

2.1.1. Literatura internacional

A literatura técnica não apresenta praticamente nenhuma evolução tecnológica desde a década de 30 (FERRY, s.d.). Os países desenvolvidos, grandes geradores de tecnologia, ampliaram, de forma expressiva, a malha viária pavimentada após a Segunda Guerra Mundial. Estabeleceu-se a convicção de que toda a malha viária seria pavimentada em um determinado período de tempo. Em consequência, a pesquisa em estradas não pavimentadas foi relegada a um segundo plano.

Os trabalhos produzidos até a década de 30, por sua vez, têm validade restrita, em virtude de serem anteriores ao surgimento da moderna mecânica dos solos e, especificamente para regiões tropicais, por não considerarem as peculiaridades das ocorrências de materiais. Segundo NOGAMI & VILLIBOR (1983), as peculiaridades de importância são as seguintes:

“• a composição mineralógica, dos finos dos solos de comportamento laterítico, é diversa dos solos de regiões temperadas. Por essa razão, mesmo com a presença de elevada percentagem de argilo-minerais, o solo não apresenta comportamento expansivo.

• a fração silte, dos solos saprolíticos, tem características expansivas, diversamente dos solos de países temperados, onde tal fração é constituída por quartzo.”

Em período posterior, ocorreram publicações referentes a trabalhos desenvolvidos em estradas não pavimentadas, elaboradas por ou com apoio de institutos governamentais europeus, aplicáveis a países da África (AUTRET (1989); CEBPT (1980); TRRL (1981a) & TRRL (1981b)).

Especificamente acerca dos critérios para a escolha de materiais para revestimento primário, particularidade mais significativa das estradas não pavimentadas, foram propostas algumas especificações buscando atender as peculiaridades dos solos tropicais. REMILLON (1955), por exemplo, apresentou uma adaptação para pedregulhos lateríticos, de uma região específica da África. CHARMAN (1988) apresenta especificações de vários países africanos, válidas igualmente para pedregulhos lateríticos. Desenvolvida em região tropical (Brasil), com a perspectiva de ampla utilização, pode ser citada a especificação proposta por VISSER (1981) e adotada pelo Banco Mundial (WATANATADA et al., 1987).

Em comum, em todas as propostas realizadas visando adequar a especificação de revestimento primário para materiais tropicais, há a incapacidade de realizar uma mudança de paradigma. Os técnicos envolvidos, fruto da sua própria formação cultural, se utilizaram dos métodos tradicionais, de caracterização e classificação dos solos, utilizados em regiões temperadas.

De publicações recentes merece citação o trabalho publicado pelo National Roads Board, da Nova Zelândia (FERRY, 1986). Apresenta excelente qualidade técnica e gráfica (demonstração da seriedade com que o assunto foi tratado), muito embora de pouca aplicação prática, por abordar materiais próprios daquele país.

De um ponto de vista do modelo tecnológico utilizado, tem merecido atenção a busca de uma tecnologia apropriada às condições sócio-econômicas dos países em desenvolvimento (PARTRIDGE, 1989). Um exemplo, com a utilização intensiva de mão de obra, é o programa mexicano de construção de estradas alimentadoras (ETCHARREN, 1982).

2.1.2. Literatura nacional

A literatura técnica brasileira é quantitativamente pouco expressiva. O único esforço sistemático de pesquisa, em estradas não pavimentadas, foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Na década de 70, o referido instituto constituiu um grupo de pesquisa tendo por objetivo inicial avaliar os aspectos sócio-econômicos do uso intensivo de mão de obra para a conservação de estradas não pavimentadas, tomando como referência o programa mexicano, já mencionado (SANTOS et al., 1982).

Esse grupo produziu alguns trabalhos técnicos (CUNHA e AUGUSTO JÚNIOR, 1987), (PASTORE et al., 1986), inclusive um Manual Técnico para Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra (SANTOS et al., 1985). Nos trabalhos técnicos, acima referidos, são utilizados métodos tradicionais de caracterização e classificação de solos, considerando, no entanto, os tipos genéticos dos materiais utilizados, o que constitui um avanço inegável. Nessas condições, a capacidade de formação de cultura tecnológica ainda fica muito restrita.

Segundo PASTORE⁴ (1995), um dos membros do grupo de pesquisa do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, atualmente Professor Adjunto da Universidade de Brasília, esse grupo está praticamente desfeito, estando seus integrantes atuando em outras áreas técnicas.

O Estado do Paraná, no ano de 1984, através da Divisão de Pesquisa e Desenvolvimento, do Departamento de Estradas de Rodagem, formulou um projeto para estudo de alternativas visando aumentar a vida útil dos revestimentos primários, o qual não chegou a ser implementado (PARANÁ, 1984).

Um único trabalho (PASTORE, 1993) utiliza um método próprio para solos tropicais, o método MCT (NOGAMI & VILLIBOR, 1981, 1985), na caracterização de materiais utilizados no revestimento primário. Trata-se de um trabalho que embora seja restrito a um pequeno universo de materiais, uma vez que foi desenvolvido especificamente para o município de São Joaquim da Barra (interior do Estado de São Paulo), constitui passo importante para o início da formação de uma cultura do comportamento dos materiais utilizados como revestimento primário, em regiões tropicais.

⁴ PASTORE, E.L. (Universidade de Brasília). Comunicação pessoal, 1995.

Devem ser mencionados, ainda, os trabalhos desenvolvidos, no Estado do Paraná, visando a readequação das estradas não pavimentadas, dentro de uma política de conservação dos solos (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ, 1989).

2.2. GERÊNCIA

2.2.1. Gerência de superfícies rodoviárias

A engenharia de transportes, na década de 60, desenvolveu o conceito de sistema de gerência de superfícies rodoviárias (Pavement Management System - PMS), englobando todas as atividades envolvidas com o planejamento, projeto, construção, manutenção, reabilitação da parte do pavimento, de um programa de obras públicas. Um sistema de gerência de superfícies rodoviárias consiste em um conjunto de ferramentas ou métodos que ajudam os tomadores de decisão a encontrar estratégias ótimas para executar e manter pavimentos em condições de serviço, sobre um dado período de tempo (HUDSON et al., 1979). Tais sistemas de gerência consideram, além dos custos de construção e de manutenção, o custo operacional dos usuários, que, em muitas situações, constitui a parcela preponderante.

Em tempos relativamente recentes, a consciência da impossibilidade de pavimentar toda a malha viária despertou a preocupação, em diversos países, com questões relativas a gerência de superfícies rodoviárias de estradas não pavimentadas. A maior parte desses trabalhos foi conduzido dentro de um programa maior, que incluía estradas pavimentadas, que muitas vezes constituíam o objetivo principal do trabalho (ALFELOR, 1989).

Dois são os sistemas de gerência de superfícies rodoviárias, aplicáveis a estradas não pavimentadas, existentes:

- O MDS - Management Design System, desenvolvido por Visser (VISSER, 1981, 1984, 1986), (VISSER & CURTAYNE, 1987);
- O Highway Design and Maintenance Standards Model - HDM III, desenvolvido pelo Banco Mundial (WATANATADA et al., 1987).

O MDS procura minimizar o custo total de transporte, compreendendo a manutenção da estrada e o custo operacional do usuário, para tanto se utilizando de modelos de deterioração e valores de custo operacional do usuário baseados, principalmente, nos dados obtidos no Brasil, na Pesquisa sobre o Inter-relacionamento dos

Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (GEIPOT, 1981). Apresenta-se, abaixo, algumas das questões que podem ser respondidas por tal sistema (VISSER, 1984, 1986):

- Quanto de recurso para patrolagem é requerido?
- Qual a frequência de patrolagem para cada rodovia?
- Qual o volume de agregado que deve ser colocado para compensar a perda de agregado devido ao trânsito?
- Qual o nível ótimo de gastos de manutenção para uma determinada malha viária?
- Quais seriam as consequências econômicas de um aumento ou decréscimo marginal do orçamento?
- Qual é a mais adequada distribuição dos recursos disponíveis entre as diversas regiões?

Tal sistema, embora possa ter muito de seus princípios aproveitados, não é próprio para aplicação em municípios do Estado do Rio Grande do Sul, pelos motivos seguintes:

- é restrito a superfície rodoviária, havendo, no entanto, uma série de outros itens, de extrema importância, que devem ser considerados quando se pensa em desenvolver um sistema de gerência para as estradas de um município;
- parte da hipótese que as condições de drenagem do pavimento são boas, quando, em verdade, a drenagem é talvez o mais grave problema da malha viária não pavimentada dos municípios;
- foi desenvolvido para materiais e condições climáticas diversos dos existentes em nosso Estado;
- utiliza de informações não disponíveis por parte das administrações municipais e cuja aquisição, nos moldes propostos, é impraticável economicamente. Essa restrição é reconhecida em trabalho desenvolvido visando avaliar a aplicabilidade dos modelos à realidade da África do Sul (PAIGE-GREEN & VISSER, 1991);
- propõe modelos de deterioração de aplicação generalizada, utilizando parâmetros (limites de Atterberg) inadequados para a caracterização de solos tropicais. A inaplicabilidade dos modelos, a realidades diversas das quais foram desenvolvidos, foi mencionada por RIVERSON (1985) e constatada por PAIGE-GREEN & VISSER (1991), em uma situação na África do Sul;

- os modelos de deterioração propostos não consideraram, para o seu desenvolvimento, o abaulamento da plataforma (WATANATADA et al., 1987), variável de importância fundamental na deterioração do pavimento;
- utiliza um número limitado de alternativas de manutenção (motoniveladora e encascalhamento) quando, em nosso entendimento, a avaliação da alternativa mais adequada faz parte do método de gerência.

O HDM III, desenvolvido para países em desenvolvimento pelo Banco Mundial, utiliza dados coletados no Quênia, Ilhas do Caribe, Índia e principalmente Brasil. Segundo ALFELOR (1989), tal sistema foi concebido para avaliar novas construções, em vez de exclusivamente os custos depois da estrada ser construída. Nessas condições, independente de outras ponderações, não constitui alternativa apropriada para ser aplicada às estradas municipais do Estado do Rio Grande do Sul.

2.2.2. Gerência de manutenção

RIVERSON (1985, 1986) desenvolveu um sistema de gerência de manutenção de estradas não pavimentadas para aplicação em municípios do Estado de Indiana (EUA). Esse trabalho teve por objetivo analisar os fatores que influenciavam os custos e as estratégias de manutenção de estradas não pavimentadas e propor modelos simples de gerência de manutenção de superfícies rodoviárias, que fossem fáceis de implementar (por exemplo, número de dias entre patrolagens em função do número de veículos/dia). Tal sistema pode constituir em transição para um sistema completo de gerência de superfícies rodoviárias, incluindo a utilização de modelos de deterioração. As estratégias de manutenção propostas não têm aplicabilidade, uma vez terem sido desenvolvidas para condições climáticas e materiais diversos dos existentes em nosso Estado. A parte relativa a custos teve muito de seus princípios aproveitados nesta tese.

3. SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

3.1. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Uma das características básicas a ser atendida pelo sistema de gerência proposto é a da sua plena potencialidade de aplicação aos municípios do Estado do Rio Grande do Sul. Nesse sentido, optamos pelo desenvolvimento do sistema concomitante à sua aplicação prática.

Diversos municípios foram contactados com o objetivo de desenvolver atividades que viessem a constituir o substrato do sistema de gerência proposto. Se dispuseram a fornecer esse tipo de apoio os municípios de Pelotas, Porto Alegre e São Lourenço do Sul, situados todos no Estado do Rio Grande do Sul. A atuação, no município de Porto Alegre, foi a mais abrangente, envolvendo, com grau de intensidade diferenciado, praticamente todas as fases do sistema.

Contribuições esparsas provieram de atividades desenvolvidas em diversos outros municípios, incluindo, principalmente, informações relativas a terminologia, técnicas construtivas e, com maior ênfase, para a elaboração da especificação proposta de materiais para revestimento primário.

Partes do sistema foram desenvolvidas apenas conceitualmente, uma vez que não ocorreu a possibilidade de aplicação prática; a implantação de um sistema de gerência é atividade que demanda um longo período de tempo, superior ao de desenvolvimento de uma tese de doutorado, visto que exige profunda mudança do padrão de cultura institucional.

O sistema foi apresentado, durante o seu desenvolvimento, ao setor responsável pelas estradas, de diversos municípios, com o objetivo de receber contribuições do maior número de pessoas envolvidas com o tema. Um curso específico foi ministrado para os membros da Associação dos Municípios da Grande Santa Rosa.

3.2. ESTRUTURA DO SISTEMA

O sistema é estruturado em fases, as quais, de modo individual ou associado, fornecem os produtos do sistema. As fases, e seus respectivos objetivos, são apresentadas a seguir:

- Inventário Rodoviário - a coleta de informações relativas às características permanentes (dados cuja única possibilidade de mutação ocorre quando forem realizadas obras de melhoramento e construção) da malha viária do município.
- Estudo de Materiais - o desenvolvimento de um senso comum correto, na equipe de trabalho, visando o emprego dos materiais no revestimento primário, no subleito, nos aterros e como elementos de proteção à erosão. Inclui, também, o mapeamento das jazidas, com diversas informações de interesse para a sua eventual utilização.
- Tráfego - a estimativa da composição e do volume de tráfego médio diário (ADT). Inclui, também, a identificação de itinerários prioritários (linhas de ônibus, transporte escolar, leite, etc.) e o registro dos acidentes ocorridos.
- Memória Técnica - o registro dos serviços de manutenção, melhoramento e construção executados na malha viária, incluindo os recursos utilizados.
- Controles Administrativos - o estabelecimento de controles relativos a pessoal, equipamentos e veículos, materiais de construção, combustíveis e lubrificantes, ferramentas e compras.
- Custos - a determinação do custo dos serviços e o cálculo do custo operacional dos equipamentos e veículos.
- Monitorização - subsídios para a concepção dos experimentos e o planejamento dos serviços a serem executados. É aplicado em etapas, de abrangência crescente, de acordo com a progressiva implantação do sistema.

- Experimentos - a avaliação dos materiais e das técnicas, utilizadas ou de possível utilização pela administração municipal.
- Planejamento dos Serviços - o planejamento dos serviços a serem realizados.
- Banco de Dados - o processamento das informações disponíveis nas diversas fases. O banco de dados foi produzido pela COINPEL - Companhia Informática de Pelotas, empresa de prestação de serviços da Prefeitura Municipal de Pelotas, através do Bacharel em Informática Eduardo Alves Carpena e do Técnico de Sistemas Paulo César Sedrez Moncks.

4. INVENTÁRIO RODOVIÁRIO

Os municípios do Estado do Rio Grande do Sul dispõem, de um modo geral, unicamente de um mapa rodoviário para caracterizar sua malha viária, o qual contém, na maior parte das vezes, imprecisões significativas. Uma parcela expressiva dos municípios não dispõe sequer desse mapa (apêndice I - quesito 12), e a maior parte é capaz de fornecer apenas uma estimativa da extensão de sua malha viária (apêndice I - quesito 13). Nessas condições, impõe-se que a busca de constituir um acervo mínimo de informações, acerca da malha viária, constitua a primeira fase de um sistema de gerência de estradas municipais. Tais informações estão relacionadas às características permanentes da malha viária (dados cuja única possibilidade de mutação ocorre quando forem realizadas obras de melhoramento e construção).

As informações obtidas são as seguintes:

- Mapa viário - consiste da representação gráfica (pode ser esquemática) da malha viária municipal, incluindo os nomes ou designações das estradas e as extensões dos segmentos. Pode ser elaborado com base no mapa do Serviço Geográfico do Exército, sobre o qual se acrescenta, a sentimento, estradas que eventualmente não estejam incluídas no mesmo, de um modo geral travessões ou corredores.
- Classificação funcional das estradas - classificação das estradas, fundamentado na experiência local, de acordo com a sua importância relativa (volume de tráfego médio diário, linha de ônibus, linha de transporte de leite, linha escolar, etc.). Posteriormente, de posse de estimativas do volume de tráfego médio diário, pode vir a ocorrer uma reavaliação da classificação funcional proposta.

- Largura média da plataforma - determinação da largura média da plataforma de cada um dos segmentos.
- Relevo - inclui a descrição do relevo ou paisagem em relação a cada estrada, ao longo de seu percurso. Define-se relevo ou paisagem como a porção da superfície da terra que os olhos podem abranger numa visada única, sendo descrito segundo as suas dimensões horizontais e verticais e pela forma e o ângulo dos declives que as compõem (KÄMPF et al., 1985). A inclusão desse item é justificada pela validade do modelo solo-paisagem, poderoso paradigma para a realização de levantamentos de solos (HUDSON, 1992). Em uma dada área há, relativamente, um pequeno número de diferentes unidades solo-paisagem, as quais podem ser estabelecidas por um profissional que se disponha a um trabalho de observação, uma vez que o modelo solo-paisagem se apoia no conhecimento tácito, aqui entendido como a informação e a técnica aprendida através da experiência. A importância do levantamento de solos é evidente, em estradas não pavimentadas, quando se tem presente que o desempenho das mesmas é determinado, fundamentalmente, pelas características dos materiais locais.
- Greide - inclui a descrição do greide em relação a cada estrada, ao longo de seu percurso. O levantamento do greide justifica-se pela sua importância nas características da deterioração sofrida pela estrada não pavimentada.
- Obras de arte - pontes e bueiros:
 - pontes - inclui a localização das pontes (estrada, km), e a descrição de suas características (vão, infra-estrutura, mesoestrutura, superestrutura e encontros).
 - bueiros - inclui a localização dos bueiros (estrada, km) e a descrição de suas características. Quando for construído com tubos pré-fabricados denomina-se bueiro tubular; com seção retangular, pré-fabricado ou moldado no local, bueiro celular ou galeria.
- Passos - inclui a localização (estrada/km) e a descrição de suas características visando a construção de obras de arte e aterros. Existem inúmeros locais, nessa situação, nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul (apêndice I - quesito 14).

- Deficiências geométricas - as estradas municipais obedecem a padrões geométricos que não atendem às especificações existentes (ETCHARREN, 1982 & SANTOS et al, 1982). O levantamento, a ser realizado, inclui, unicamente, a localização (estrada, km) e a descrição das deficiências geométricas que colocam em risco a segurança dos usuários (curvas perigosas, lombadas e trechos com plataforma estreita), visando a execução de medidas corretivas ou a implantação de sinalização adequada.
- Revestimento primário - inclui a descrição das características do revestimento primário em relação a cada estrada, ao longo do seu percurso. Nem sempre é possível realizar um levantamento do revestimento primário de uma forma abrangente, podendo ser bem caracterizados apenas trechos específicos, de pequena extensão. Situação justificada pela colocação de materiais diversos, em diferentes épocas, desde a implantação da estrada, muitas vezes em trechos de pequena extensão, atendendo a situações emergenciais.
- Microbacias - inclui a localização (estrada/km), em relação a cada estrada, das microbacias existentes. Encontra-se em implantação, em algumas regiões do Estado do Rio Grande do Sul, um programa de conservação de solos, com a denominação de microbacias, que busca, através da realização de obras de adequação, integrar o sistema de drenagem das estradas com a área para exploração agrícola.

O método sugerido para a execução do levantamento de campo, relativo ao inventário rodoviário, é apresentado no apêndice II. Inicialmente, com o objetivo de não apresentar excessiva complexidade, o levantamento de campo deve abranger, apenas, a localização dos entroncamentos ou referências em relação a cada estrada, a largura da plataforma, as obras de arte (bueiros e pontes) e os passos. O levantamento das deficiências geométricas, do revestimento primário e das microbacias deve ser feito posteriormente, dentro da disponibilidade permitida pela programação de atividades do técnico responsável. O greide e o relevo são inventariados quando da realização da monitorização - pavimento - defeitos característicos (apêndice VII).

5. ESTUDO DE MATERIAIS

5.1. INTRODUÇÃO

Os materiais estudados constituem o revestimento primário, o subleito, os aterros e funcionam como proteção à erosão.

O emprego adequado dos materiais está condicionado ao estabelecimento de um senso comum correto, na equipe de trabalho, sobre as suas potencialidades de uso. Para o desenvolvimento desse senso comum é proposta uma forma de trabalho, abrangendo duas atividades diversas, executadas concomitantemente.

A primeira inclui a realização de ensaios laboratoriais, próprios para as condições de aplicação (estradas não pavimentadas, materiais tropicais), enquanto que a segunda consiste na avaliação, realizada pela equipe de trabalho, do desempenho dos materiais em seus aplicativos. Os ensaios laboratoriais, nesse caso, tem a função de ensinar o que observar no campo.

Esse tipo de abordagem se deve à pobreza de cultura tecnológica no setor de estradas não pavimentadas, onde deficiências específicas (por exemplo, as especificações não consideram a importância da natureza dos finos sobre a durabilidade do revestimento primário) se somam, para grande parte do Estado do Rio Grande do Sul, à incapacidade, dos métodos tradicionais de caracterizar adequadamente os materiais tropicais (NOGAMI & VILLIBOR, 1983).

O desenvolvimento tecnológico, neste assunto, deve ser direcionado no sentido de formar uma cultura, através de especificações, relacionando os resultados de ensaios laboratoriais a aplicações específicas em estradas não pavimentadas. Nesse sentido, em caráter preliminar, é apresentada uma especificação de materiais para revestimento primário.

5.2. MÉTODO MCT (MINIATURA - COMPACTADO - TROPICAL)

O método MCT para a caracterização e classificação de materiais, desenvolvido pelos Professores Job Shuji Nogami e Douglas Fadul Villibor (NOGAMI & VILLIBOR, 1981, 1985), constitui a espinha dorsal da proposta apresentada para o estudo laboratorial.

Esse método não é utilizado, presentemente, pelos municípios. A sua possível introdução é facilitada, uma vez que na prática vigente não são utilizados ensaios laboratoriais para estradas não pavimentadas (apêndice I - quesito 15).

Dos dois municípios que mencionaram fazer ensaios, apenas um (apêndice I - quesito 16) indicou os tipos que realiza (granulometria e compactação), notoriamente insuficientes no sentido de caracterizar, adequadamente, as propriedades de um material para as possíveis aplicações em estradas não pavimentadas.

Ao método MCT deve ser atribuído o mérito da ruptura do paradigma vigente, utilizando de uma concepção inovadora para o estudo de materiais tropicais. Até então, tinham ocorrido apenas tentativas de introduzir pequenas modificações ao método tradicional de regiões temperadas, para aplicá-los a materiais tropicais.

O referido método atende a um pré-requisito, considerado fundamental para a aplicação em questão: o baixo custo de execução dos ensaios, em torno de R\$ 100,00 (Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul - CIENTEC). Também é significativo o fato de utilizar uma quantidade relativamente pequena de amostra (± 5 kg).

Os resultados fornecidos por tal método constituem um conjunto de informações de extremo significado do ponto de vista da avaliação da "personalidade" de um material. O fato de desprezar a parcela retida na peneira 4 (4,8mm) não constitui problema; o comportamento de um material é governado, fundamentalmente, pela sua fração fina, quando a mesma constitui porção significativa. A presença de material retido na peneira 4, quando não ultrapassa um determinado valor percentual, contribui somente para a melhoria das suas propriedades.

5.3. REVESTIMENTO PRIMÁRIO

Preliminarmente, deve ser mencionada a importância, quando se trata de revestimento primário, do custo de transporte. Em função desse aspecto, os materiais a serem utilizados nem sempre poderão ser os de melhor qualidade, pois é condição

fundamental estarem próximos ao local de sua aplicação. Nesse sentido, um adequado mapeamento das jazidas, considerando localização, caracterização geotécnica, nome do proprietário e condições para a exploração, contribui para a racionalização dos serviços executados.

5.3.1. Especificações existentes de materiais para revestimento primário

Praticamente, a totalidade das especificações existentes se fundamenta nos ensaios tradicionais de classificação dos materiais: análise granulométrica e limites de Atterberg (CHARMAN, 1988).

As primeiras especificações foram desenvolvidas para materiais de regiões temperadas. Posteriormente, essas especificações sofreram adaptações visando a sua aplicação a materiais de regiões tropicais da África, especificamente de pedregulhos lateríticos (CHARMAN (1988) & REMILLON (1955)).

Devido a essas circunstâncias, evidencia-se ser questionável, a "priori", a validade da aplicação dessas especificações para os materiais do Estado do Rio Grande do Sul, onde predominam materiais tropicais de natureza diversa dos pedregulhos lateríticos.

Desenvolvida em região tropical (Brasil), com a perspectiva de ampla utilização, pode ser citada a especificação proposta por VISSER (1981) e adotada pelo Banco Mundial (WATANATADA et al., 1987). Tal especificação apresenta, em nosso entendimento, as seguintes deficiências conceituais:

- embora não fique explícito, nos trabalhos referidos, se fundamenta no resultado do ensaio de CBR, saturado com sobrecarga padrão. Prática usual, no meio rodoviário brasileiro, a utilização de sobrecarga padrão não é correta, uma vez que a sobrecarga utilizada deve ter correspondência direta com a pressão aplicada pelas camadas sobrejacentes do pavimento (PORTER, 1942). Ensaio para revestimento primário deveriam ser realizados sem sobrecarga, uma vez que na superfície a pressão vertical efetiva é igual a zero. Os materiais saprolíticos silteosos (grupo NS' - Classificação MCT), por exemplo, apresentam uma diferença significativa do valor do CBR, obtido com e sem sobrecarga (NOGAMI & VILLIBOR, 1982).
- a utilização de um valor fixo para a percentagem passada na peneira 200, uma vez que esta fração pode ter diferentes características mineralógicas, condicionando comportamentos diversos quando da utilização como revestimento primário.

Inobstante essas considerações, decidimos ratificar a impossibilidade de utilização das diversas especificações internacionais existentes, apresentadas na Tabela 02. Para a especificação, proposta por VISSER (1981), a avaliação a ser realizada é conservativa: materiais que seriam aprovados com a utilização de sobrecarga padrão, no ensaio de mini-CBR, podem ser reprovados com o ensaio de mini-CBR sem sobrecarga.

O procedimento seguido foi o seguinte:

- escolheram-se 18 (dezoito) trechos de estradas não pavimentadas, situados na região de Pelotas e municípios circunvizinhos (regiões fisiográficas Serra do Sudeste, Encosta do Sudeste, Campanha e Litoral).
- os trechos foram submetidos a uma avaliação qualitativa do desempenho do revestimento primário, considerando o suporte, a aderência e a durabilidade. As duas primeiras características relacionadas a defeitos críticos (atoleiro e deficiência de aderência) do pavimento (apêndice I - quesito 17), a última com a permanência das características originais, do revestimento primário, por um maior ou menor período de tempo. Em muitos casos, tal avaliação apoiou-se, suplementarmente, na opinião de pessoas que vivem próximas ao local ou que tem experiência com o uso do material (encarregados, capatazes, operadores).
- procedeu-se a coleta de amostras representativas do revestimento primário.
- as amostras foram submetidas aos ensaios de caracterização (análise granulométrica e limites de Atterberg), ensaios índices utilizados nas especificações para revestimento primário (exceto a especificação proposta por Visser).
- submeteram-se as amostras coletadas aos ensaios segundo o método MCT, determinando-se, entre outros parâmetros, o valor do mini-CBR imerso sem sobrecarga. Para avaliação das especificações considerou-se válida a relação de paridade estabelecida por Nogami entre o CBR e o mini-CBR (NOGAMI, 1972).
- avaliou-se o potencial de uso, de cada um dos materiais, fundamentado nos resultados dos ensaios de caracterização e de mini-CBR, segundo as diversas especificações existentes (Tabela 02).
- os resultados dessa avaliação são apresentados na Tabela 03, bem como o desempenho observado de cada um dos trechos.

A análise dos resultados (Tabela 03) mostra uma diferença nítida entre as especificações que obedecem aos princípios tradicionais (análise granulométrica e limites de Atterberg) e a proposta por Visser, baseada em princípios diversos. Para as primeiras, os resultados obtidos endossam, de forma cristalina, a incapacidade de avaliar o potencial de uso dos materiais estudados para revestimento primário. Quanto à especificação proposta por Visser devem ser feitas as seguintes observações:

- A aceitação de solos de comportamento laterítico argilosos (grupo LG' - classificação MCT). Tais materiais não podem ser aplicados em suas condições naturais, pois apresentam deficiência de aderência que deve ser corrigida mediante técnica adequada.
- A aceitação de materiais arenosos de baixa durabilidade, por não considerar a floculação da fração fina (passa na peneira 200).
- A aceitação de materiais arenosos com muito pouca coesão, que só podem ser aplicados como revestimento primário em condições especiais.
- A eventual aceitação de solos saprolíticos siltosos (NS'), na hipótese da realização de ensaios de CBR com sobrecarga. Essa possibilidade não pôde ser comprovada, embora existam evidências nesse sentido, uma vez que utilizamos ensaios sem sobrecarga.

O exposto demonstra a necessidade de uma nova especificação de materiais para revestimento primário.

Tabela 02(a) - Especificação existentes de materiais para revestimento primário.

ESPECIFICAÇÃO	VISSER (1981)
Transitabilidade satisfatória - função da resistência ao cisalhamento	$CBR \geq 8,25 + 3,75 \log_{10} ADT,$
Estabilidade superficial satisfatória	% menor do que a pencia 200 (0,075 mm) ≥ 14 curva granulométrica contínua

Tabela 02(c) - Especificações existentes de materiais para revestimento primário.

ESPECIFICAÇÃO			CEBTP (FRANÇA) - 1980		
CATEGORIA DE TRÁFEGO (veículos/dia)			< 30		> 30
TIPO DE MATERIAL			Pedregulhos naturais		
G	Tamanho peneira (mm)		1	2	3
R					
E	A				
N	N	40,0			100
V	U	20,0	100	100	85-100
O	L	10,0	70-100	65-100	55-100
L	O	5,0	50-90	45-85	40-95
T	M	2,0	30-60	30-68	23-77
Ó	É	1,0	25-50	25-55	18-62
R	T	0,5	20-40	20-48	15-54
I	R	0,2	15-35	15-37	12-43
A	I	0,08	10-30	12-32	10-38
	C				
	A				
(%passando)					
CATEGORIA CLIMÁTICA			quente e úmido	tropical com estação seca	árido
PLASTICIDADE					
Limite de liquidez (%)			≤35	≤40	≤55
Índice de plasticidade (%)			10-15	15-25	10-30
Módulo de plasticidade (3)			200-1200		
TESTE CBR					
Sem-imersão (%)			n.e.		
4 dias imerso (%)			≥ 20 (2)	≥ 30 (2)	
Compactação requerida					
• método			BS 1377 Test 13		
• densidade seca (% $\gamma_{smáx}$)			95		
• teor de umidade			ótimo		
n.e. - não especificado					
Notas:					
1. CEBTP (França) recomenda o uso da envolvente 2					
2. CEBTP (França) : valores medidos na metade da tensão de ruptura					
3. Módulo de plasticidade - índice de plasticidade multiplicado pela percentagem menor do que a peneira 0,425mm					

Tabela 03(a) - Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado.

ESPECIFICAÇÃO	AASHTO (USA) M147-65 (1980)				TRRL (UK) Overseas Road Note 2 (1985)			CEBTP (França) - 1980			CLASSIFICAÇÃO MCT	DESEMPENHO OBSERVADO DO TRECHO
	C	D	E	F	37,5	19	9,5	1	2	3		
01											LG'-NA'	Deficiência de aderência ¹ Durabilidade (1)
02											LA'-NA'	Durabilidade (3)
03											NG'	Deficiência de suporte
04											LA'-NA'	Durabilidade (3)
05											LA'	Durabilidade (3)
07											NG'	Deficiência de suporte
08											LG'-NA'	Deficiência de aderência ¹ Durabilidade (1)
09											NA'	Durabilidade (2)
11											LG'-NG'	Deficiência de aderência ¹
<p>1- Deficiência de aderência corrigível mediante técnica apropriada - capítulo 11 - tabela 26.</p> <p>2 - Aplicável em camada de pequena espessura (<2 cm), em estrada de baixo volume de tráfego com greide plano a suave, sobrejacente a solo coesivo com suporte adequado.</p> <p>Durabilidade - (1) - excelente (2) - média (3) - precária</p> <p> Especificação atendida Especificação não atendida </p>												

Tabela 03(b) - Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado.

ESPECIFICAÇÃO	AASHTO (USA) M147-65 (1980)				TRRL (UK) Oversens Road Note 2 (1985)			CEBTP (França) - 1980			CLASSIFICAÇÃO MCT	DESEMPENHO OBSERVADO DO TRECHO
AMOSTRA	C	D	E	F	37,5	19	9,5	1	2	3		
12											LA	Deficiência de suporte ²
13											LA'- NA'	Durabilidade (1)
14											LA	Deficiência de suporte ²
16											LA'- NA'	Durabilidade (3)
17											NS'	Deficiência de suporte
21											LA	Deficiência de suporte ²
25											NG'	Deficiência de suporte

Especificação atendida

Especificação não atendida

1 - Deficiência de aderência corrigível mediante técnica apropriada - capítulo 11 - tabela 26.

2 - Aplicável em camada de pequena espessura (<2 cm), em estrada de baixo volume de tráfego com greide plano a suave, sobrejacente a solo coesivo com suporte adequado.

Durabilidade - (1) - excelente (2) - média (3) - precária

Tabela 03(c) - Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado.

ESPECIFICAÇÃO	MOTC (Kenya) 1981		LNTP, LBTP ou LNBTP					Visser (1981)	CLASSIFICAÇÃO MCT	DESEMPENHO OBSERVADO DO TRECHO
	< 150 v/dia	> 150 v/dia	Senegal	Costa do Marfim	Cama- rões	Congo/ Gabão	Nigéria	50 v/dia		
01									LG'-NA'	Deficiência de aderência ¹ Durabilidade (1)
02									LA'-NA'	Durabilidade (3)
03									NG'	Deficiência de suporte
04									LA'-NA'	Durabilidade (3)
05									LA'	Durabilidade (3)
07									NG'	Deficiência de suporte
08									LG'-NA'	Deficiência de aderência ¹ Durabilidade (1)
09									NA'	Durabilidade (2)
11									LG'-NG'	Deficiência de aderência ¹
<p>1 - Deficiência de aderência corrigível mediante técnica apropriada - capítulo 11 - tabela 26. 2 - Aplicável em camada de pequena espessura (<2 cm), em estrada de baixo volume de tráfego com greide plano a suave, sobrejacente a solo coesivo com suporte adequado.</p>									<p>Durabilidade - (1) - excelente (2) - média (3) - precária</p>
Especificação atendida									Especificação não atendida	

Tabela 03(d) - Avaliação do potencial de uso dos materiais e desempenho observado.

ESPECIFICAÇÃO	MOTC (Kenya) 1981		LNTP, LBTP ou LNBTP					Visser (1981)	CLASSIFICAÇÃO MCT	DESEMPENHO OBSERVADO DO TRECHO
	< 150 v/dia	> 150 v/dia	Senegal	Costa do Marfim	Cama- rões	Congo/ Gabão	Nigéria	50 v /dia		
12									LA	Deficiência de suporte ²
13									LA'- NA'	Durabilidade (1)
14									LA	Deficiência de suporte ²
16									LA'- NA'	Durabilidade (3)
17									NS'	Deficiência de suporte
21									LA	Deficiência de suporte ²
25									NG'	Deficiência de suporte
1 - Deficiência de aderência corrigível mediante técnica apropriada - capítulo 11 - tabela 26. 2 - Aplicável em camada de pequena espessura (<2 cm) , em estrada de baixo volume de tráfego com greide plano a suave , sobrejacente a solo coesivo com suporte adequado.								Durabilidade - (1) - excelente (2) - média (3) - precária
Especificação atendida								Especificação não atendida		

5.3.2. Especificação proposta de materiais para revestimento primário

Para a elaboração da especificação foram analisadas 41 (quarenta e uma) amostras representativas do revestimento primário, de trechos cujo comportamento foi observado, situados em diversas regiões fisiográficas do Estado do Rio Grande do Sul (Litoral, Depressão Central, Campanha, Serra do Sudeste e Encosta do Sudeste).

Tal especificação, baseada fundamentalmente no método MCT, tem um caráter preliminar, sendo prevista para estradas com tráfego leve (menos do que 50 veículos/dia). Nessas condições, as informações obtidas devem ser avaliadas, por um período de tempo, para futura consolidação de uma cultura.

Na carta MCT (Figura 02) encontram-se dispostos os resultados obtidos para as amostras ensaiadas, considerando-se o seu comportamento, em relação ao suporte e aderência.

Os resultados apresentados demonstram a possibilidade de uma nova especificação de materiais para revestimento primário. A disposição dos resultados (a exceção de uma amostra) atende a um pré-requisito fundamental de um bom sistema classificatório: reunir solos de comportamento semelhante em mesmos grupos classificatórios (SÓRIA et al., 1985).

Na Tabela 04, é apresentada a especificação proposta de materiais para revestimento primário, para cada grupo da classificação MCT sendo indicado o potencial de utilização. Tal especificação parte do pressuposto de que as condições de drenagem são adequadas, ou seja, não existe água empoçada na plataforma.

Os materiais do grupo LA' foram pouco estudados pois há relativamente poucas ocorrências no Estado do Rio Grande do Sul. Para esse grupo a especificação proposta se apoia nas poucas amostras ensaiadas e em informações extraídas da bibliografia (NOGAMI et al. (1987) & PASTORE (1993)).

Areias puras ou com muito baixo teor de finos (percentagem menor do que a peneira 200 inferior a 5%), para as quais não é possível utilizar o método MCT, podem ser aplicadas como revestimento primário, nas mesmas condições especiais previstas para os grupos LA e NA, apresentando melhores características quanto mais bem graduadas e menor a percentagem de areia fina. Tal alternativa de revestimento primário produz muito pouca quantidade de poeira.

Um critério adicional deve ser utilizado no sentido de avaliar a durabilidade (Tabela 05). Critérios complementares devem ser adotados em zonas limítrofes a alguns grupos classificatórios (Tabela 06) e para qualquer que seja o grupo classificatório, desde que

contenha agregados grosseiros (parcela maior do que a peneira 4) em quantidade significativa (Tabela 07).

A durabilidade do revestimento primário está relacionada à floculação e à quantidade da fração fina do material (menor do que a peneira 200). Os solos de comportamento laterítico, desde que contenham uma quantidade mínima de finos, apresentam excelente durabilidade, uma vez que a floculação é uma característica desse tipo de material, propriedade associada à intensa e resistente microagregação natural de suas partículas (NOGAMI & COZZOLINO, 1985). O mesmo não se pode dizer dos solos saprolíticos, onde a floculação é uma característica apenas possível (GODOY et al., 1994).

Para avaliar a durabilidade é introduzido o conceito de “taxa de ligante”⁵. A taxa de ligante é determinada através do ensaio de percentagem de dispersão (BORDEAUX & NAKAO, 1974), sendo definida como a percentagem menor do que 0,075mm (obtida no ensaio de análise granulométrica com uso de defloculante), menos a média aritmética entre a percentagem menor do que 0,075mm e a percentagem menor do que 0,050mm (obtidos ambos os valores no ensaio de análise granulométrica sem uso de defloculante). A mudança de referência, pois o ensaio de percentagem de dispersão utiliza 0,005 mm para a percentagem de dispersão, se justifica, uma vez que nas condições temperadas os argilo-minerais se encontram, em sua maior parte, no tamanho argila, enquanto que nas condições tropicais o tamanho silte pode ser constituído de agregados de argilo-minerais.

O valor da taxa de ligante deve ser corrigido em relação à percentagem menor do que a peneira 4 (4,8mm) no ensaio de análise granulométrica com defloculante (taxa de ligante corrigida = taxa de ligante $\times$ (100 $\div$ % menor do que a peneira 4)).

Na carta MCT (Figura 03) encontram-se dispostos os resultados obtidos para as amostras ensaiadas, considerando-se a durabilidade.

Os dados apresentados, na Figura 04, evidenciam uma melhor relação entre a durabilidade com a taxa de ligante do que com a percentagem menor do que a peneira 200, evidenciando a importância da floculação.

Essa abordagem, considerando a floculação dos materiais, só mereceu atenção, na área de engenharia civil, no ano de 1963, com a ruptura de pequenas barragens na Austrália, construídas com argilas dispersivas (AITCHISON et al, 1963). As especificações existentes para material para revestimento primário não haviam considerado esse aspecto até o presente.

⁵ Originalmente o termo “taxa de ligante” é associado a camadas asfálticas que tem material betuminoso como ligante. É empregado aqui pois é a designação que melhor traduz a propriedade que o material do revestimento primário deve apresentar.

Os fundamentos dos critérios complementares, bem como a forma de sua determinação, são expostos a seguir:

- O mini-CBR_{umidade ótima}, obtido na condição imersa sem sobrecarga, deve apresentar um valor mínimo de 13% - exigir um valor de suporte mínimo para a utilização de um material como revestimento primário. Os ensaios são realizados segundo o método de compactação Mini-MCV (energia e umidade variáveis), os resultados sendo deduzidos graficamente para o teor de umidade ótima correspondente a 12 golpes do soquete de 2270g (energia próxima à normal).
- A relação entre o mini-CBR_{umidade ótima - 3%} / mini-CBR_{umidade ótima} maior ou igual a 1 (ambos obtidos na condição imersa sem sobrecarga); valores mais significativos são desejáveis - identificar materiais cujas propriedades tendem a sofrer uma melhora relativa quando compactados pela ação do tráfego. Os ensaios são realizados segundo o método de compactação Mini-MCV (energia e umidade variáveis), os resultados sendo deduzidos graficamente para o teor de umidade ótima correspondente a 12 golpes do soquete de 2270g (energia próxima à normal).
O revestimento primário sofre ciclos de variação de umidade inerentes à sua posição (camada superficial). Quando os materiais estiverem na condição abaixo da umidade ótima, há uma tendência a aumentar o grau de compactação. Materiais em que esse aumento do grau de compactação não sofre reversão, quando umedecidos, são altamente desejáveis. Embora essa forma de abordagem não tenha merecido um tratamento acadêmico, até o presente, vai ao encontro do senso comum existente. No linguajar dos encarregados é corriqueira a referência de que um determinado material "é bom depois que firma", que nada mais é do que a consideração dos efeitos da supercompactação, algumas vezes associados à lavagem de finos siltosos.
- Os agregados (fração grosseira dos solos) devem ter seu tamanho máximo limitado ($\emptyset < 37,5\text{mm}$) - a imposição de um limite dessa natureza tem por objetivo evitar a irregularidade excessiva e o corte de pneus provocado pela presença de agregados de grandes dimensões.
- Os agregados grosseiros devem apresentar uma boa distribuição granulométrica - tem por objetivo evitar a rugosidade excessiva, o corte de pneus provocado pela elevadas pressões de contato e obter uma maior estabilidade.

- Os agregados devem ser resistentes ao desgaste provocado pelos veículos e aos ciclos de secagem e umedecimento - evitar a utilização de materiais que, colocados como revestimento primário, sofram um processo de degradação acentuado, a exemplo de muitos dos basaltos decompostos, tornando-se um material que apresente péssimo suporte.

Figura 02 - Localização das amostras segundo o suporte e a aderência na carta MCT.

Tabela 04 - Especificação proposta de materiais para revestimento primário

CLASSIFICAÇÃO MCT	POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO
LA	Aplicável como revestimento primário para estradas de baixo volume de tráfego médio diário (<20 veículos/dia), greide plano a suave, em camadas de pequena espessura (<2 cm), sobrejacente a camada coesiva com suporte adequado. Apresentam melhores características quanto mais bem graduados e menor a percentagem de areia fina.
NA	Aplicável como revestimento primário para estradas de baixo volume de tráfego médio diário (<20 veículos/dia), com greide plano a suave, em camadas de pequena espessura (<2 cm), sobrejacente a camada coesiva com suporte adequado. Apresentam melhores características quanto mais bem graduados e menor a percentagem de areia fina.
LA'	Aplicável como revestimento primário. Para valores de c' menores do que 1,1 a durabilidade deve ser avaliada.
NA'	Aplicável como revestimento primário. Zona limítrofe com NS' e NG' ($e' \geq 1,8 - 0,5c'$) deve atender a critérios complementares. A durabilidade deve ser avaliada.
NS'	Não é aplicável como revestimento primário, exceto quando na faixa limítrofe com NA' ($e' \leq 2,1 - 0,5c'$) onde podem ser utilizados desde que atendam aos critérios complementares. Nesse caso, a durabilidade deve ser avaliada.
LG'	Aplicável como revestimento primário desde que corrigida a deficiência de aderência com a cravação de agregado com dimensões entre 1,5 a 3,75 cm. Para $c' < 1,7$ pode ser utilizado sem aplicação de agregados, desde que o greide seja plano ou suave. Apresentam excelente durabilidade. Na faixa de limítrofe com NA' e LG' (e' entre 1,10 e 1,15) deve atender aos critérios complementares.
NG'	Não é aplicável como revestimento primário, exceto faixa limítrofe com LG' (e' entre 1,15 e 1,20) onde podem ser utilizados desde que atendam aos critérios complementares. Nesse caso, apresentam deficiência de aderência a ser corrigida com a cravação de agregado com dimensões entre 1,5 a 3,75 cm

Tabela 05 - Avaliação da durabilidade do revestimento primário.

TAXA DE LIGANTE	DURABILIDADE
menor do 12%	baixa
maior ou igual a 12% e menor ou igual a 20%	média
maior do que 20%	alta

Tabela 06 - Critérios complementares - zonas limítrofes .

CRITÉRIO	VALOR MÍNIMO
mini-CBR _{unidade óctma}	13%
mini-CBR _{unidade óctma - 3%} /mini-CBR _{unidade óctma}	1

Tabela 07 - Critérios complementares - agregados grosseiros.

APLICÁVEL A TODOS OS GRUPOS CLASSIFICATÓRIOS	
Tamanho máximo	37,5 mm (podem ser toleradas dimensões maiores em agregados lamelares)
Os agregados grosseiros devem apresentar uma boa distribuição granulométrica	
Os agregados devem ser resistentes ao desgaste provocado pelos veículos e aos ciclos de secagem e umedecimento	
Observação: a presença de agregados grosseiros em quantidade adequada aumenta significativamente a durabilidade do revestimento primário

Figura 03 - Localização das amostras segundo a durabilidade na carta MCT.

Figura 04 - Durabilidade em função da taxa de ligante e da percentagem menor #200.

5.4. SUBLEITO

As propriedades mecânicas do subleito determinariam, teoricamente, a espessura de material necessária, sobrejacente ao mesmo, de modo a evitar a sua ruptura. Esse valor pode ser obtido através de um método de dimensionamento de pavimentos.

Para estradas não pavimentadas, os métodos de dimensionamento existentes apresentam sérias limitações (YAPP et al., 1991). A título de exemplificação, citaremos uma aplicação prática do ábaco de dimensionamento para estradas não pavimentadas (Figura 05), proposto pelo Road Research Laboratory (CEBPT, 1980). Conforme relatado por PASTORE (1986), um solo argiloso de "comportamento laterítico", com CBR na umidade ótima igual a 13%, para o qual seria exigida uma espessura de pavimento da ordem de 15 cm, apresentava unicamente problema de superfície lisa (falta de aderência). No experimento efetuado, a espessura utilizada foi de 7 cm, não tendo ocorrido, segundo o autor, "problemas relevantes de suporte com o subleito, o que pode colocar em questão a validade do método de dimensionamento preconizado pelo TRRL". O resultado de tal experimento vai ao encontro do sentimento prático: os métodos de dimensionamento existentes para estradas não pavimentadas fornecem valores de espessura de pavimento significativamente superiores aos aplicados com êxito na prática.

O'REILLY e MILLARD⁶, citados por PASTORE (1986), recomendam a utilização de uma espessura padrão de revestimento primário de 15 a 20 cm, dispensando a utilização de métodos de dimensionamento.

A abordagem sugerida, para essa questão, é a da formação de uma cultura, através da realização de experimentos, que estabeleça relação tipo de material do subleito versus tráfego médio diário versus espessura de revestimento do primário. O tipo de material deve ser caracterizado pelo método MCT.

Essa abordagem é fundamentada no seguinte:

- a questão de dimensionamento de pavimentos, para estradas não pavimentadas, não é prioritária em se tratando de materiais tropicais, que, em geral, apresentam boa capacidade de suporte.
- existe um número relativamente pequeno de tipos de material em um dado município, o que facilita sobremodo a formação da cultura proposta.

⁶ O'REILLY, M.P. & MILLARD, R.S. Roadmaking materials and pavement design in tropical and subtropical countries. Road research laboratory, 1969. 40p. (Report LR, 279) citado por PASTORE, E.L. Fenomenologia do leito e tratamento primário de estradas em regiões tropicais. In: SEMINÁRIO DISCIPLINA: Tecnologia de materiais de regiões tropicais para obras viárias, São Paulo, 1986. São Paulo; Escola Politécnica da USP, 1986.

Figura 05 - Ábaco de dimensionamento para estradas não pavimentadas (CEBPT, 1980).

ATERROS

Os materiais utilizados não necessitam atender especificações rigorosas relativas à resistência ao cisalhamento e à deformabilidade, uma vez que eventuais escorregamentos de taludes ou recalques podem ser corrigidos com relativamente poucos recursos. Nessas condições, a maior parte dos materiais disponíveis (exceto solos orgânicos) podem ser utilizados na sua construção, não havendo necessidade de que seja atingido um grau de compactação elevado.

Do ponto de vista prático, essa afirmativa implica na possibilidade de construirmos aterros com materiais da faixa de domínio da estrada ou com materiais obtidos de correções de deficiências geométricas. Tais alternativas podem significar uma considerável economia dos custos de terraplenagem.

5.6. PROTEÇÃO À EROSÃO

A proteção à erosão pode ser feita com vegetação, dissipadores de energia e até mesmo com solos. Nessa última hipótese, a escolha do tipo de solo a ser utilizado é de fundamental importância. Os estudos relativos a esse aspecto são relativamente pouco desenvolvidos. Sugere-se o desenvolvimento de um conhecimento empírico da resistência à erosão dos principais tipos de solos no município. Como referência inicial pode ser utilizada a hierarquização apresentada na Tabela 08, fundamentada no método MCT (GODOY et al., 1994).

Tabela 08 - Hierarquização dos materiais para proteção à erosão.

GRUPO MCT	NA	NA'	NS'	NG'	LA	LA'	LG'
Hierarquização	nr	3°	nr	nr	nr	2°	1°
nr - não recomendado							

No apêndice III é apresentada a aplicação da fase estudo de materiais.

6. TRÁFEGO

A implantação de um sistema de gerência de estradas municipais requer informações relativas ao tráfego das estradas constituintes da malha viária. Tais informações incluem:

- estimativas da composição e do volume de tráfego médio diário (ADT);
- a identificação de itinerários prioritários (linhas de ônibus, transporte escolar, leite, etc.);
- o registro dos acidentes ocorridos.

6.1. CONTAGEM DE TRÁFEGO

A contagem de tráfego objetiva a obtenção de estimativas da composição e do volume de tráfego médio diário. A maior parte dos municípios não realiza nenhum tipo de contagem de tráfego (apêndice I - quesito 21). O precário padrão gerencial aplicado, via de regra, determina que não sejam solicitados tais dados, fundamentais para a otimização da aplicação dos recursos disponíveis, à rotina de trabalho.

Mesmo em países desenvolvidos não é usual a contagem de tráfego em estradas não pavimentadas. RIVERSON (1985), cita que não é feita a contagem de tráfego nas estradas não pavimentadas no Estado de Indiana/USA.

Uma eventual tentativa de elevar o padrão gerencial das estradas municipais, que tornasse imprescindível a existência de informações relativas à contagem de tráfego, colocaria os técnicos envolvidos perante um obstáculo: os métodos usuais de contagem de tráfego apresentam elevado custo, não se justificando para estradas com baixo volume de tráfego (maior parte da malha viária dos municípios). Nessas condições, foi avaliada a possibilidade de utilização dos seguintes métodos alternativos:

- Modelos de geração de tráfego - de comum aplicação em países desenvolvidos (KING et al, s.d.), sua utilização em países subdesenvolvidos encontra uma série de dificuldades. Especificamente para o Brasil, podem ser citadas:

- a carência de informações precisas, principalmente sobre o meio rural, em órgãos governamentais;
- a falta de uma política agrícola, ocasionando, muitas vezes, oscilações na produção agrícola, em curtos períodos de tempo;
- o baixo nível de escolaridade da população rural;
- a falta de tradição cultural em planejamento, que não permite identificar como é importante o ato de responder a um questionário;
- o temor às autoridades (sanitárias, tributárias, etc.) prejudicando a qualidade das respostas fornecidas a um eventual questionário aplicado.

Uma das grandes vantagens, da eventual utilização de um modelo de geração de tráfego, é a possibilidade de se obter, através da expansão dos dados existentes, estimativas do crescimento do volume de tráfego médio diário, no decorrer dos anos. Deve ser ressaltado, no entanto, que as estradas municipais, de um modo geral, apresentam uma progressão de aumento do volume de tráfego médio diário bastante lenta, salvo em situações muito específicas. Por exemplo, locais onde ocorreram alterações profundas no perfil da produção agrícola, como no município de Vacaria com a introdução da cultura da maçã.

- Relação entre volume de tráfego e características das estradas (PIENAAR & VISSER, 1992a) - desenvolvido para estradas terciárias na África do Sul (ADT entre 5 e 200 veículos/dia), estabelece relações entre o volume de tráfego e certas características da estrada, fornecendo, segundo os autores, estimativas consideradas adequadas para os propósitos de gerência. Tal abordagem não é aplicável, neste trabalho, por exigir um nível de elaboração de relativa complexidade.
- Contagem em movimento (WARDROP & CHARLESWORTH (1954); GERLOUGH & HUBER (1975) & TRRL (1981a)) - é proposta a sua aplicação por apresentar relativa simplicidade, não ocasionar perda adicional de tempo e ter baixo custo. Utiliza um veículo que percorre, com velocidade próxima à média desenvolvida pelos demais, uma determinada estrada. Conta-se os veículos, de acordo com a sua categoria, do seguinte modo:

x - veículos que se deslocam em sentido contrário ao veículo da equipe de trabalho.

y_1 - veículos que ultrapassam o veículo da equipe de trabalho.

y_2 - veículos que são ultrapassados pelo veículo da equipe de trabalho.

O volume de tráfego por hora (q) é determinado pelo uso da fórmula:

$$q = \{x - (y_1 - y_2)\} / (t_2 - t_1) \text{ onde,}$$

t_2 é o horário final do período

t_1 é o horário inicial do período

O volume de tráfego por hora apresenta variações no decorrer do dia. Propomos que para a estimativa do volume de tráfego médio diário, o volume de tráfego por hora, obtido em uma dada medida, seja ponderado utilizando a distribuição de veículos no dia.

$$ADT = q \times (100 / p) \text{ onde,}$$

q = volume de tráfego por hora obtido em uma determinada medida;

p = percentagem do volume de tráfego médio diário (ADT) no intervalo horário em que foi realizada a contagem em movimento (Figura 06).

Figura 06 - Distribuição dos veículos no dia (hipotético).

A distribuição dos veículos no dia é uma característica da malha viária de um dado município, ou de parte da mesma, em se tratando de municípios heterogêneos, quer devido à presença de diferentes estruturas agrárias ou devido a diferentes formas de ocupação do solo. Para a sua obtenção, procede-se a contagem de veículos em uma das estradas principais por 24 horas (ou no período do dia cujo volume de tráfego seja considerado

significativo), em diferentes épocas do ano, definidas de acordo com as estações do ano e/ou períodos agrícolas.

Como a contagem em movimento pode apresentar continuidade no tempo (baixo custo), uma permanente agregação de dados ocorrerá, fornecendo uma maior confiabilidade nos resultados. Tal aspecto é extremamente importante em se tratando de estradas de baixo volume de tráfego, onde a variabilidade das contagens é alta e, por isso mesmo, é exigida uma amostra substancial para uma boa confiabilidade (FRENCH & SOLOMON, 1986). Ao mesmo tempo, é possível detectar uma eventual expansão do volume de tráfego através da segmentação, no tempo, dos dados obtidos na contagem em movimento.

No apêndice IV apresenta-se o procedimento proposto para a realização da contagem de tráfego.

6.2. ITINERÁRIOS PRIORITÁRIOS

Identificação dos itinerários prioritários (linhas de ônibus, transporte escolar, leite, etc.), cujas estradas deverão ter prioridade na realização de serviços.

6.3. ACIDENTES

Está prevista a implantação de um sistema de registro de acidentes, incluindo a descrição do acidente e o local de ocorrência (estrada, km), com o objetivo de identificar pontos ou trechos que mereçam sinalização mais eficiente e/ou sofrer correções geométricas.

Tal sistema de registro de acidentes não apresenta maior dificuldade para ser implantado. Ao desenvolver atividades, na zona rural de um município, toma-se conhecimento verbal dos acidentes de maior monta.

Os municípios não dispõem, presentemente, de um sistema de registro como o proposto. Mesmo em países desenvolvidos é incomum. No Estado de Indiana (USA) apenas 16% dos municípios mantêm um sistema com essas características (RIVERSON et al., 1984).

7. MEMÓRIA TÉCNICA

7.1. INTRODUÇÃO

Constitui o sistema de registro dos serviços de manutenção, melhoramento e construção executados na malha viária, incluindo todas as informações pertinentes relativas aos mesmos. É parte fundamental de um sistema de gerência, pois sua ausência, ou mesmo a existência precária, não permite a determinação do custo dos serviços e impede a avaliação do seu desempenho, não permitindo uma qualificação do processo de tomada de decisão que seria obtida com a utilização desses subsídios, evitando a repetição de decisões pretéritas equivocadas.

A maior parte dos municípios dispõe de algum tipo de memória técnica (apêndice I - quesito 22).

Observação realizada nos municípios em que desenvolvemos atividades, evidencia a precariedade das informações fornecidas pela memória técnica existente. Decorrido um período de tempo, após a realização dos serviços, não é possível saber, com precisão, nem mesmo os locais em que foram executados, a não ser que se faça uso de mecanismos de informação oral, quando disponíveis e que nem sempre são confiáveis.

Entre as dificuldades, para o estabelecimento de uma memória técnica de boa qualidade, podem ser mencionadas:

- inexistência de um cadastro da malha viária (inventário rodoviário);
- baixo nível de instrução formal dos operadores, motoristas, capatazes e encarregados;
- indisponibilidade de um banco de dados com características próprias para registro e processamento do grande número de informações obtidas.

7.1. ESTRUTURA DA MEMÓRIA TÉCNICA

A estrutura proposta divide os serviços executados segundo o tipo e a natureza dos mesmos.

Os serviços executados são classificados, de acordo com o tipo, conforme Tabela 09. Os diversos serviços de revestimento primário são apresentados na Tabela 10.

Tabela 09 - Tipo e descrição dos serviços executados.

TIPO	DESCRIÇÃO
Aterro	Construção feita com solos, elevada sobre o terreno natural, de modo a permitir que a superfície da estrada atinja a altura desejada (SÃO PAULO, 1987c).
Adequação	Dentro de um programa de implantação de microbacias, inclui ações de corte e aterro destinadas a regularizar o leito da estrada e elevar o nível da plataforma ao mais próximo possível do nível do terreno, obtendo terra, para isso, pelo desbarrancamento (suavização) dos taludes laterais. O leito da estrada é abaulado para condução d'água da chuva pelas laterais, a qual é conduzida para bacias de captação ou terraços, por meio de passadores construídos ao longo da estrada (BERTOLINI et al., 1989).
Borrachudo	Remoção e substituição dos materiais do pavimento, normalmente associada à execução de uma obra de drenagem subterrânea.
Bueiro	Obra construída, sob a plataforma, para permitir a passagem da água de um para outro lado da estrada.
Geometria	Melhora da geometria através de obras que modificam a largura da plataforma, o alinhamento horizontal (em planta) e o alinhamento vertical (em perfil) da estrada. Incluem-se nesse tipo de obra: a ampliação da largura da plataforma, a correção de curvas e lombadas e a conformação, em taludes, dos barrancos das seções em corte (chanfro).
Ponte	Obra que permite que uma estrada transponha um curso d'água de certo porte.
Revestimento primário	Camada estrutural superficial do pavimento constituída por solo e/ou agregados pétreos, sujeito ao desgaste provocado pelas intempéries e pelas rodas dos veículos. Os serviços de revestimento primário são definidos na Tabela 10.
Roçada	Corte da vegetação junto à plataforma e à faixa de domínio da estrada. Parcela expressiva dos municípios exige que o proprietário ou arrendatário proceda a roçada e nessas condições, não constitui serviço executado pela prefeitura municipal.
Sistema de drenagem	Conjunto de dispositivos destinados a recolher e encaminhar adequadamente as águas superficiais (SÃO PAULO, 1987c).

Tabela 10 - Serviços - revestimento primário.

SERVIÇOS - REVESTIMENTO PRIMÁRIO	
Agulhamento	Cravação de material granular grosseiro, natural ou produto da britagem de rocha sã, sobre solo argiloso que apresente suporte adequado e deficiência de aderência (SANTOS et al., 1985). É utilizado nas estradas municipais de São Lourenço do Sul, onde o agregado é pedra-ferro, e nas estradas municipais de Porto Alegre, onde o agregado é brita (taxa aplicada em torno de 0,02 m³/m²).
Areia-argila	Mistura de materiais, com o objetivo de corrigir a deficiência de coesão (solos arenosos) ou a deficiência de suporte e/ou aderência (solos argilosos). Registradas aplicações sob a forma de colocação de camada de areia sob solo argiloso de baixa capacidade de suporte, em regiões de relevo plano. Nesses casos, a mistura ocorre naturalmente com a passagem dos veículos.
Brita	Colocação de camada de brita com o objetivo de corrigir deficiência de aderência, suporte ou diminuir a rugosidade de superfície. Utilizada nas regiões fisiográficas da Encosta Inferior e Superior do Nordeste. A britagem "in situ", com o uso de britador móvel, é utilizada nos municípios de Lacerdópolis (SC) e Caibi (SC).
Corte de pedras	Corte manual de afloramentos rochosos ocorrentes na plataforma da estrada
Ensaibramento	Colocação de camada de saibro, com o objetivo de corrigir a deficiência de aderência e/ou suporte. Nesse tipo de material costumam ocorrer dificuldades de frenagem para os veículos. Essa alternativa é muito utilizada nas regiões fisiográficas Serra do Sudeste e Encosta do Sudeste.
Encascalhamento ou cascalhamento	Consiste na colocação de camada de material pétreo natural, com dimensão média maior do que 40 mm, sob o material "in situ", com o objetivo de corrigir a deficiência de aderência e/ou suporte. Exemplo, dessa alternativa, é a aplicação de basalto decomposto, largamente utilizada.
Patrolamento	Regularização mecânica da plataforma efetuada com o uso de motoniveladora. Alternativa aplicada de forma generalizada.
Perfilagem	Regularização da forma geométrica da plataforma.
Tapa-buraco	Colocação de material em erosões longitudinais e panelas com o objetivo de diminuir a rugosidade de superfície. Alternativa praticamente não utilizada.

Segundo a natureza, os serviços são classificados conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Natureza dos serviços executados.

NATUREZA	DESCRIÇÃO
Manutenção	serviços executados com o objetivo de recolocar a estrada nas melhores condições em que esteve em algum momento anterior.
Melhoramento	serviços executados que conferem às estradas características melhores que as vigentes em qualquer momento anterior.
Construção	serviços executados para a expansão da malha viária (implantação de uma nova estrada).

Os serviços de manutenção podem ser subdivididos em três categorias: manutenção de rotina, manutenção periódica e manutenção de emergência (BAUMAN & BETZ, 1973). A manutenção de rotina inclui as atividades que apresentam um ciclo regular, semanal ou mensal, diferenciando-se da manutenção periódica que inclui atividades que podem ser executadas depois de um número de anos. A manutenção de emergência é realizada para recolocar em condições de trafegabilidade uma determinada estrada.

A patrolagem e o tapa-buraco constituem exemplos de serviços de manutenção de rotina, enquanto que o ensaibramento e o encascalhamento, realizados de forma descontínua, devido ao desgaste do revestimento primário, constituem exemplos serviços de manutenção periódica. A remoção de um borrachudo e o conserto de um bueiro, que tenha defeitos funcionais que impeçam a trafegabilidade, são exemplos de serviços de manutenção de emergência.

Do ponto de vista da oportunidade de execução dos serviços, a manutenção pode ser dividida em manutenção por demanda e manutenção preventiva. A manutenção por demanda é caracterizada pela execução dos serviços quando a deterioração atingiu um estágio avançado, tornando-se um trecho ou ponto crítico, enquanto que, na manutenção preventiva, os serviços são realizados tendo por objetivo conter a deterioração em seu estágio inicial.

Os serviços de melhoramento incluem, dentre outros, os serviços de elevação do greide e alargamento do prisma rodoviário, englobando o desenvolvimento do alinhamento (perfilagem) e drenagem. Também é considerado serviço de melhoramento a

colocação de material no revestimento primário, em estrada que não permitisse tráfego, nos últimos anos, quando da ocorrência de precipitação pluviométrica.

7.2. CONSTRUÇÃO DA MEMÓRIA TÉCNICA

A memória técnica é construída com base em planilhas de controle dos serviços (Apêndice V), preenchidas pelo engenheiro responsável, encarregado, operadores, motoristas e capatazes.

Uma premissa fundamental, considerada para a elaboração das fichas referentes a serviços executados por equipamentos, caminhões e turmas, e que devem ser preenchidas respectivamente pelos operadores, motoristas e capatazes, é o fato dos mesmos apresentarem, de um modo geral, baixo nível de instrução formal, determinando uma restrição nas informações solicitadas, tanto qualitativa quanto quantitativa.

A participação do engenheiro responsável é necessária e justificável. Necessária, uma vez que certas informações apresentam relativa complexidade na sua obtenção; justificável por ser obrigação funcional do engenheiro inspecionar as obras executadas, portanto não comprometendo nenhum tempo adicional essa atividade.

Alguns dos serviços de revestimento primário são executados apenas em pontos localizados, muitas vezes de pequena extensão individual, dentro de um trecho maior da estrada, tornando impraticável a sua localização precisa. Nesses casos, adota-se para a localização o quilômetro inicial e final, em relação a estrada, do trecho em que foram procedidos os serviços, agregando-se a designação de serviço descontínuo.

Os dias parados, devido às precipitações pluviométricas ocorridas, devem ser registrados uma vez que constituem subsídio importante para a avaliação dos padrões de produtividade.

8. CONTROLES ADMINISTRATIVOS

8.1. INTRODUÇÃO

A maior parte dos serviços de manutenção, melhoramento e construção, realizados pelos municípios em sua malha viária, são feitos sob a forma de administração direta. Nessas condições, o sistema de gerência deve, necessariamente, incluir um conjunto de procedimentos de controle administrativo relativos a pessoal, equipamentos e veículos, materiais de construção, combustíveis e lubrificantes, ferramentas e compras.

A maior parte dos municípios executa algum tipo de controle administrativo (apêndice I - quesitos 23 a 31). A qualidade das informações produzidas, nos municípios que desenvolvemos atividades, é muito precária, devido a carência de um banco de dados com características próprias para a aplicação em questão.

8.2. PESSOAL

Os controles previstos, relativos a pessoal, incluem as seguintes informações:

- cadastro;
- frequência;
- operação de equipamentos e veículos;
- horas extras;
- equipamentos de segurança.

8.3. EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS

Os controles previstos, relativos a equipamentos e veículos, incluem as seguintes informações:

- cadastro;
- serviços de oficina (própria e terceiros);

- pneus;
- baterias;
- lâminas;
- planejamento da manutenção.

Os controles relativos a equipamentos e veículos são os de maior complexidade relativa. Embora existam sistemas de gerência de manutenção de frota de veículos com elevado grau de sofisticação (CAMPOS, 1994), optamos pelo desenvolvimento de um sistema simples que considere as condições peculiares, das pequenas oficinas de manutenção, existentes nas prefeituras municipais. Para o seu desenvolvimento contamos com o apoio de bibliografia especializada, do Engenheiro Mecânico Domingos Carlos Gasparin Dorigoni, da Prefeitura Municipal de Porto Alegre e contribuições pontuais de membros da equipe de trabalho de diversas prefeituras.

8.4. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Os controles previstos, relativos a materiais de construção, incluem as seguintes informações:

- estoque;
- consumo de cada uma das obras.

8.5. COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES

Os controles previstos, relativos a combustíveis e lubrificantes, incluem as seguintes informações:

- estoque;
- consumo dos equipamentos e veículos;
- controle de lubrificação.

8.6. FERRAMENTAS

Os controles previstos, relativos a ferramentas, incluem as seguintes informações:

- estoque;
- empréstimos.

8.7. COMPRAS

Os controles previstos, relativos a compras, incluem as seguintes informações:

- fornecedores;
- controle de rubricas;
- pedidos;
- compras efetuadas;
- estoque mínimo (materiais de construção, combustíveis e lubrificantes).

No apêndice VI apresenta-se o conjunto de planilhas de controle administrativo utilizadas nessa fase (alguns dados relativos a pessoal são extraídos das fichas de campo). As planilhas de controle propostas foram concebidas a partir da hipótese da disponibilidade de um único microcomputador, vinculado diretamente ao engenheiro responsável.

9. CUSTOS

9.1. INTRODUÇÃO

A existência de um sistema de controle de custos, dos serviços executados e dos equipamentos e veículos, constitui elemento fundamental do sistema de gerência. Esse sistema de controle deve ser o mais ágil e detalhado, de modo a fornecer subsídios para apoio a tomada de decisões administrativas e capacitar uma compreensão do efeito das técnicas utilizadas.

A maior parte, dos municípios não realiza sistematicamente cálculo de custos (apêndice I - quesitos 32 e 33). Nos municípios, em que desenvolvemos atividades, não foi constatada a existência de administração municipal que disponha de um sistema efetivo de controle de custos. Em muitos casos, são coletados dados esparsos relacionados a custos, que, no entanto, não são devidamente processados.

A estrutura proposta, baseada em RIVERSON (1985), é segmentada em dois níveis:

- o primeiro consiste no cálculo do custo dos serviços realizados, a partir de custos adotados para cada um dos itens e das despesas gerais (administrativas/supervisão);
- o segundo consiste na determinação dos valores reais do custo dos equipamentos e veículos e das despesas gerais (garagem/mecânico). O custo calculado, para cada um dos equipamentos e veículos, em um determinado ano, é o custo adotado no ano seguinte.

Na hipótese de que venha a ser reestabelecido um processo inflacionário, em nosso país, deve ser utilizada, em todo o sistema de controle de custos, uma moeda indexada, presumivelmente isenta de efeitos inflacionários.

9.2. CUSTO DOS SERVIÇOS

O custo final dos serviços executados é calculado em função dos equipamentos e veículos utilizados, do tempo dispendido pelo pessoal e da quantidade de materiais de construção. As despesas gerais (administrativas/supervisão) são calculadas separadamente e o seu percentual é acrescido para obter o custo final dos serviços executados. No item 9.4. é apresentada a forma para a determinação das despesas gerais (administrativas/supervisão).

O diagrama de fluxo para o cálculo do custo dos serviços executados é apresentado na Figura 07.

O custo adotado para o pessoal é o custo médio por hora para cada uma das categorias profissionais. O custo hora adotado corresponde à média dos salários de cada categoria, acrescidos dos custos sociais.

Para o custo dos equipamentos e veículos adota-se, inicialmente, um valor estimado, após um período da implantação do sistema, os valores obtidos no ano anterior para o equipamento ou veículo.

O custo dos equipamentos e veículos não inclui o custo de operadores e motoristas e dessa forma, a cada serviço pode ser atribuído o valor total das horas colocadas à disposição por operadores e motoristas.

O custo adotado para os materiais de construção é o custo médio de compra em um determinado período.

Para as despesas gerais (administrativas/supervisão) adota-se, inicialmente, um valor estimado, após um período da implantação do sistema adota-se o valor obtido no ano anterior.

9.3. CUSTO DOS EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS

O custo dos equipamentos e veículos inclui: a manutenção, a depreciação, os juros, os combustíveis e lubrificantes e as despesas gerais (garagem/mecânico). As despesas gerais (garagem/mecânico) são calculadas separadamente e o seu percentual é acrescido para obter o custo final dos equipamentos e veículos. No item 9.5. é apresentada a forma para a determinação das despesas gerais (garagem/mecânico). O diagrama de fluxo para o cálculo do custo dos equipamentos e veículos é apresentado na Figura 08.

O pessoal, para o cálculo do custo de manutenção, é dividido em dois grupos, de acordo com a qualificação e faixa salarial: mecânico 1 e mecânico 2.

As peças de reposição, de valor significativo, são incluídas no custo de manutenção pelo seu valor de compra. Peças e componentes de valor pouco significativo são incluídas nas despesas gerais (garagem/mecânico).

A depreciação é estimada utilizando a hipótese de um valor constante (depreciação linear) durante a vida útil, determinada a partir da experiência do município. Após o término da vida útil, a depreciação não é considerada no cálculo do custo do equipamento ou veículo. Existem outras possibilidades para o cálculo da depreciação, como o método capitalizado (PINTO, 1995), optamos pela linear devido a facilidade de aplicação.

Os juros são calculados utilizando uma taxa, incidindo sobre o investimento médio anual (DORIGONI, s.d.).

$$\text{Investimento médio anual} = [(C+1)/2C] \times A \text{ onde,}$$

C = Vida útil estimada em anos de trabalho

A = Investimento inicial

Da mesma forma que para a depreciação, existem diversos critérios para o cálculo dos juros, como o método capitalizado (PINTO, 1995), optamos por utilizar um valor constante pelo mesmo motivo citado no parágrafo anterior

Os custos de combustíveis e lubrificantes, para cada equipamento e veículo, são calculados a partir do consumo efetuado no ano.

Para as despesas gerais (garagem/mecânico) adota-se, inicialmente, um valor estimado, após um período da implantação do sistema adota-se o valor obtido no ano anterior.

9.4. DESPESAS GERAIS (ADMINISTRATIVAS/SUPERVISÃO)

As despesas gerais (administrativas/supervisão) estão relacionadas as despesas não contabilizadas diretamente sobre os serviços realizados. Exemplos de despesas gerais (administrativas/supervisão) são apresentados a seguir :

- mão de obra de supervisão dos serviços (engenheiro, encarregado, etc.);
- mão de obra administrativa;
- mão de obra (operadores, motoristas e operários) não utilizada produtivamente;
- veículos de apoio;
- itens diversos (luz, água, material de escritório, aluguéis, etc.).

Figura 07 - Diagrama de fluxo para cálculo do custo dos serviços executados.

Figura 08 - Diagrama de fluxo para cálculo do custo dos equipamentos e veículos

9.5. DESPESAS GERAIS (GARAGEM/MECÂNICO)

As despesas gerais (garagem/mecânico) estão relacionadas as despesas não contabilizadas diretamente sobre a operação de equipamentos e veículos. Exemplos de despesas gerais (garagem/mecânico) são apresentados a seguir:

- mão de obra de supervisão da oficina (engenheiro, encarregado, etc.);
- mão de obra administrativa;
- mão de obra (mecânicos) não utilizados produtivamente;
- veículos de apoio;
- itens diversos (luz, água, material de escritório, aluguéis, etc.).

10. MONITORIZAÇÃO

10.1. INTRODUÇÃO

A fase de monitorização abrange o levantamento dos defeitos funcionais e/ou estruturais dos componentes de uma estrada (obras de arte, sistema de drenagem e pavimento), objetivando a execução dos serviços de manutenção no momento adequado e da forma mais econômica (manutenção preventiva ao invés de manutenção por demanda) e identificando a necessidade da realização de serviços de melhoramento. Em síntese, a fase de monitorização fornece informações para a tomada de decisões na fase de planejamento dos serviços. A primeira parte da monitorização (defeitos existentes e o grau de incidência) subsidia a concepção dos experimentos a serem implementados.

Com o decorrer do tempo, através da monitorização, uma grande quantidade de dados pode ser adquirida, os quais podem ser úteis para avaliar o desempenho dos serviços executados anteriormente e contribuir para a formação de uma cultura tecnológica na equipe de trabalho.

Embora uma parcela expressiva dos municípios tenha indicado realizar algum tipo de monitorização (apêndice I - quesitos 34 e 35), observação realizada, nos municípios em que desenvolvemos atividades, indica ser essa fase desenvolvida de forma assistemática.

No sistema de gerência proposto, a fase de monitorização é aplicada em partes, de abrangência crescente, de acordo com a progressiva implantação do sistema.

O período de tempo para executar uma parte, e passar a outra, depende da extensão da malha viária e da capacidade de realização dos serviços (disponibilidade de recursos).

A Figura 09, apresenta, esquematicamente, as diversas partes do monitorização e a sua relação com as fases de experimentos e planejamento dos serviços.

Figura 09 - Partes da monitorização e sua relação com as fases experimentos e planejamento dos serviços.

10.2. MONITORIZAÇÃO - PRIMEIRA PARTE

Na primeira parte são identificados, nas estradas da malha viária do município, os defeitos existentes e o respectivo grau de incidência. Tais informações tem, por objetivo, fornecer subsídios para a concepção dos experimentos a serem realizados. As tabelas 12, 13 e 14 apresentam defeitos encontrados em obras de arte (exclusivamente bueiros), sistema de drenagem e pavimento.

Nessa parte, também é feita uma avaliação da durabilidade dos materiais utilizados no revestimento primário. A durabilidade é avaliada em separado, embora possa se refletir em alguns tipos de defeitos apresentados (erosão longitudinal, panelas), por não manter uma relação direta de causalidade com os mesmos.

Com os resultados obtidos elabora-se um programa de experimentos, incluindo novas alternativas técnicas assim como práticas utilizadas que mereçam uma melhor avaliação.

O resultado da aplicação dessa parte, em alguns dos municípios que desenvolvemos atividades, é apresentado nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 12 - Defeitos dos bueiros e respectiva descrição.

DEFEITOS	DESCRIÇÃO
Assoreamento	Obstrução do bueiro por material sólido transportado pelo curso d'água.
Desaguadouro junto à cabeça do bueiro	Erosão provocada pela colocação de desaguadouro junto à cabeça do bueiro.
Chupão (pode ser defeito crítico)	Cratera aberta no corpo do aterro devido ao carreamento de solo pela junta dos bueiros.
Erosão a jusante do bueiro (pode ser defeito crítico)	Carência de dissipador a jusante do bueiro, pode conduzir ao desmoronamento da cabeça do bueiro, do próprio bueiro e até mesmo do corpo do aterro.
Ruptura da cabeça	Comprometimento, total ou parcial, da integridade estrutural da cabeça, necessitando sofrer trabalho de recomposição.
Vegetação e galhos	Obstrução do bueiro por vegetação e galhos.
Trincamento de bueiros	Ruptura de tubos devido a má qualidade de fabricação ou a pequena cobertura de solo (mínimo de 50 cm).
Observação: As designações adotadas para os defeitos são as normalmente utilizadas nos municípios onde foram desenvolvidos os trabalhos.	

Tabela 13 - Defeitos do sistema de drenagem e respectiva descrição.

DEFEITOS	DESCRIÇÃO
Água parada sob a plataforma (pode ser defeito crítico)	<p>Água parada sob a plataforma, durante ou logo após a precipitação pluviométrica, podendo ter as seguintes causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • precária drenabilidade devido ao greide e relevo plano • presença de leiras • deficiência de abaulamento
Erosão longitudinal da plataforma (pode ser defeito crítico)	<p>Erosão provocada pela água que corre paralela ao eixo da plataforma podendo ter as seguintes causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • deficiência de abaulamento • rampa acentuada • inexistência ou deficiência da valeta lateral
Erosão transversal da plataforma (pode ser defeito crítico dependendo da extensão)	<p>Erosão provocada pela água que corre transversal ao eixo da plataforma podendo ter as seguintes causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • insuficiência de bueiros • greide em cota baixa (necessita construir aterro) • sobrelevação acentuada, maior do que 5 a 6% (TRB, 1979), em curvas horizontais
Instabilidade do conjunto valeta lateral - desaguadouro (pode ser defeito crítico dependendo da extensão)	<p>Pode ter as seguintes causas</p> <ul style="list-style-type: none"> • deficiência de desaguadouros. Em muitos casos, ocorre a impossibilidade da sua construção devido ao greide encaixado da estrada • a valeta lateral drenar uma área significativa em seu entorno • falta de proteção de vegetação • falta de estruturas de dissipação de energia
Surgência de água do lençol freático (defeito crítico)	<ul style="list-style-type: none"> • Surgência natural de água do lençol freático em pontos situados na parte inferior da encosta ou em zonas baixas, provocando a ruptura do pavimento (borrachudo).
Observação: As designações adotadas para os defeitos são as normalmente utilizadas nos municípios onde foram desenvolvidos os trabalhos.	

Tabela 14 - Defeitos do pavimento* e respectiva descrição.

DEFEITOS	DESCRIÇÃO
Afloramentos (pode ser defeito crítico)	Afloramentos rochosos, que se tornam descobertos devido a processos erosivos e/ou a manutenção da plataforma utilizando motoniveladora.
Areião	Materiais naturais arenosos, praticamente sem finos, causando dificuldades para a trafegabilidade em épocas secas.
Atoleiro (defeito crítico)	Ocorre em locais onde algum dos materiais constituintes do pavimento apresenta baixa capacidade de suporte, impedindo o tráfego em dias chuvosos ou logo após os mesmos.
Costeleta ou corrugação	Caracteriza-se pela presença de ondulações paralelas entre si, transversais ao eixo da estrada. Ocorre em locais onde o revestimento primário é constituído de materiais arenosos, praticamente sem liga.
Deficiência de aderência (defeito crítico)	Ocorre em locais onde o revestimento primário é constituído de material argiloso, a plataforma tornando-se escorregadia em dias chuvosos.
Deformações plásticas	Alterações nas formas originais da superfície da plataforma, sem ruptura, devido ao suporte insuficiente de uma das camadas do pavimento.
Derrapagem (defeito localizado)	Ocorre em subidas onde a presença de brita solta provoca problemas de derrapagem nos veículos.
Desestabilização ou descompactação	Ocorre em estações secas do ano, quando colocado material de revestimento primário mecanicamente instável, pouco coesivo (sem liga). Caracteriza-se pela formação de rodeiros constituídos pelo material solto, desprendido do revestimento primário pela ação do tráfego.
Panela ou buraco	Cavidades formadas pela expulsão de partículas finas, que entram em suspensão, quando da passagem dos veículos sobre depressões, onde acumula-se água da chuva. A causa principal é a deficiência de drenagem da plataforma - abaulamento e greide (SPENCER, 1965).
Pedras de grande dimensão	Ocorre quando se utiliza materiais com a presença de material pétreo de grandes dimensões. Caracteriza-se por uma irregularidade acentuada, provocada pela presença das pedras de grande dimensão, que se apresentam salientes, em relação ao nível do revestimento primário.
Poeira	Ocorre em materiais que apresentem elevados teores de material fino, sem coesão, que entram em suspensão quando da passagem de veículos. Coloca em risco, inclusive, a segurança dos usuários. Tal problema, deve ser abordado, dentro da perspectiva de escolher materiais que produzam a menor quantidade de pó. A possibilidade da realização de tratamentos anti-pó, em princípio, deve ser descartada, uma vez que apresentam alto custo, não sendo aplicados em países subdesenvolvidos (OECD, 1987).
Observação: As designações adotadas para os defeitos são as normalmente utilizadas nos municípios onde foram desenvolvidos os trabalhos.	

*Pavimento conforme definido no glossário.

Tabela 15 - Grau de incidência dos defeitos.

GRAU DE INCIDÊNCIA DOS DEFEITOS			
	Porto Alegre	São Lourenço do Sul	Tucunduva
Assoreamento	XX	XXX	NA
Desaguadouro junto a cabeça do bueiro	X	X	NA
Chupão	XXX	XXX	-
Erosão a jusante do bueiro	XX	XX	NA
Ruptura da cabeça	X	XX	NA
Vegetação e galhos	XXX	XXX	NA
Trincamento de bueiros	X	X	NA
Água parada sob a plataforma	XXX	X	X
Erosão longitudinal da plataforma	X	XXX	XXX
Erosão transversal da plataforma	X	X	NA
Instabilidade do conjunto valeta lateral - desaguadouro	X	XX	XX
Surgência de água do lençol freático	X	XXX	NC
Afloramento	NC	XXX	X
Areião	X	X	NC
Atoleiro	NC	X	NC
Costeleta ou corrugação	XX	XX	NC
Deficiência de aderência	X	XXX	XXX
Desestabilização ou descompactação	XXX	NC	NC
Panela ou buraco	XXX	XXX	X
Pedras de grande dimensão	NC	X	XXX
Poeira	XXX	XXX	NA
Grau de Incidência - X - Insignificante XX - Médio XXX - Alto NA - Não avaliado NC - Não Constatado			

Tabela 16 - Durabilidade dos materiais utilizados no revestimento primário.

DURABILIDADE DOS MATERIAIS UTILIZADOS NO REVESTIMENTO PRIMÁRIO
PORTO ALEGRE
Utiliza basicamente um único tipo de saibro que apresenta baixa durabilidade (taxa de ligante igual a 8%).
SÃO LOURENÇO DO SUL
As alternativas utilizadas são de dois tipos: agulhamento (solos argilosos de comportamento laterítico com pedra ferro) e ensaibramento (mais utilizado) com diversos tipos de materiais. O agulhamento apresenta excelente durabilidade enquanto que uma parcela expressiva dos saibros apresenta baixa durabilidade.
TUCUNDUVA
Apresenta dois tipos de revestimento primário: solos argilosos de comportamento laterítico e o encascalhamento com basalto decomposto. O primeiro tipo citado apresenta excelente durabilidade enquanto que o segundo depende do tipo de basalto decomposto escolhido (alguns sofrem intensa desagregação frente a ciclos de secagem e umedecimento).

10.3. MONITORIZAÇÃO - SEGUNDA PARTE

A segunda parte da monitorização busca a identificação dos trechos e pontos críticos, caracterizados pela presença de defeitos críticos das obras de arte, sistema de drenagem e pavimento (Tabelas 12, 13 e 14). A identificação de alguns tipos de defeitos críticos deve ser feita durante ou logo após precipitação pluviométrica significativa.

Essa segunda parte objetiva obter informações que possibilitem a realização de um programa de obras que coloquem em condições de trafegabilidade, sob quaisquer condições climáticas, toda a extensão da malha viária do município. A relevância, desse tipo de informação, pode ser avaliada quando se sabe que uma parcela expressiva, da malha viária municipal, fica intransitável após precipitação pluviométrica significativa (apêndice I - quesito 9).

10.4. MONITORIZAÇÃO - TERCEIRA PARTE

Na terceira parte, a monitorização amplia o seu espectro de atuação, com o objetivo de conhecer, em profundidade, o comportamento dos componentes da malha viária.

Deve ser implementada (a terceira parte), em princípio, após a execução das obras que se fizerem necessárias para eliminar os pontos ou trechos críticos. Em alguns municípios os trechos críticos são em tal quantidade e os custos para a sua correção de tal monta que pode ser inviável a execução das obras necessárias, em curto espaço de tempo.

Nesses casos, deve ser iniciada a terceira parte sem terem sido concluídas as demandas geradas pela segunda parte.

Nessa parte, a monitorização é realizada periodicamente em cada um dos componentes da estrada, ocorrendo portanto em três níveis:

- Obras de arte
- Sistema de drenagem
- Pavimento

10.4.1 Obras de arte

A monitorização, das obras de arte, tem por objetivo identificar, através de avaliação visual, aspectos diversos relacionados as suas condições funcionais e estruturais. Esse tipo de avaliação é de extrema importância, detectando a necessidade da realização de pequenos serviços que feitos a tempo impedem a progressiva deterioração evitando, desse modo, a necessidade da realização de serviços de maior porte.

A Tabela 17, apresenta os defeitos detectados nos bueiros (total de 246 bueiros) existentes nas estradas não pavimentadas, situadas no município de Porto Alegre (malha viária não pavimentada de 152 km).

Para essa avaliação utiliza-se, como referência, para bueiros, os defeitos apresentado na Tabela 12. Um catálogo de defeitos de pontes, possível de ser utilizado como elemento de orientação, encontra-se no Manual Básico de Estradas Vicinais (SÃO PAULO, 1987b).

Tabela 17 - Defeitos detectados nos bueiros no município de Porto Alegre.

DEFEITOS	NÚMERO DE CASOS
Assoreamento	22
Desaguadouro junto a cabeça do bueiro	3
Chupão (pode ser defeito crítico)	20 (5 críticos)
Erosão a jusante do bueiro (pode ser defeito	8 (1 crítico)
Ruptura da cabeça (pode ser defeito crítico)	19 (2 críticos)
Vegetação e galhos	28
Trincamento de bueiros	4

10.4.2 Sistema de drenagem

A monitorização, do sistema de drenagem, tem por objetivo identificar, através da avaliação visual, os locais onde ocorre um precário desempenho do mesmo.

A importância de realizar uma avaliação específica, dessa natureza, é evidenciada quando se tem presente o papel fundamental do sistema de drenagem no desempenho de uma estrada, quer seja pavimentada ou não pavimentada. Um sistema de drenagem inadequado pode se constituir, também, em grave problema do ponto de vista da conservação dos solos, ao nível das propriedades rurais (BERTOLINI et al., 1989).

As estradas municipais apresentam, de um modo geral, graves deficiências em seu sistema de drenagem. Embora, ao nível verbal seja dada uma grande ênfase da importância da implantação de uma bom sistema drenagem, do ponto vista prático, até quando pudemos observar, muito pouco é feito nesse sentido.

A Tabela 18 apresenta os defeitos detectados, no sistema de drenagem, em uma primeira avaliação realizada em 52 km de estradas não pavimentadas, situadas no município de Porto Alegre.

Tabela 18 - Defeitos detectados no sistema de drenagem no município de Porto Alegre.

DEFEITOS	NÚMERO DE CASOS
Água parada sob a plataforma	78
Erosão longitudinal da plataforma	1
Erosão transversal da plataforma	7
Instabilidade do conjunto valeta lateral - desaguadouro	26

Esta incluído, também, na monitorização do sistema de drenagem, o estabelecimento de relações entre panelas versus abaulamento (greide plano e suave) e erosão longitudinal versus abaulamento (greide forte e muito forte). O abaulamento é determinado entre o eixo e a borda e entre o eixo e um ponto distante um (1) metro do mesmo, decorrido um período de tempo da última manutenção. A determinação do abaulamento, da parte central da plataforma, se justifica pelo fato de que a maior parte dos locais apresenta deficiência de abaulamento mais acentuada nessa parte da plataforma.

A Tabela 19 apresenta a relação entre panelas versus abaulamento, determinadas na estrada Edgar Pires de Castro, situada no município de Porto Alegre.

Tabela 19 - Relação entre painéis versus abaulamento.

MONITORIZAÇÃO - SISTEMA DE DRENAGEM				
Estrada	Greide	Abaulamento (eixo - borda)	Abaulamento (eixo-1 metro)	Painéis (nível de severidade)
Edgar Pires de Castro	SU	2cm/3m	0/1m	3
Edgar Pires de Castro	PL	5cm/3m	0/1m	3
Edgar Pires de Castro	PL	6cm/3m	0/1m	3
Edgar Pires de Castro	PL	LD - 11cm/3m LE - 7cm/3m	LE - 0/0m	LD - 0 LE - 3
Edgar Pires de Castro	PL	14cm/3m	2cm/1m	0
Edgar Pires de Castro	PL	8cm/3m	-	1
Edgar Pires de Castro	PL	7cm/3m	0cm/1m	2
Edgar Pires de Castro	PL	13cm/3m	1cm/1m	0
Edgar Pires de Castro	PL	9cm/3m	-	0
Edgar Pires de Castro	SU	26 cm/3m	3cm/1,5m	centro - 3 borda - 0
Nível de severidade - (0 - não apresenta o defeito, 1 - Insignificante, 2 - Médio e 3 - Alto)				

A avaliação dos dados obtidos deve ser feita globalmente. No caso específico, os dados apresentados evidenciam claramente uma relação direta entre nível de severidade das painéis com o menor abaulamento.

A presença do encarregado, do capataz da turma e até mesmo de operadores é de extrema importância, quando da realização da monitorização - sistema de drenagem, de modo a incorporar, na equipe de trabalho, a consciência da importância do seu adequado funcionamento para a conservação da estrada.

10.4.3 Pavimento

A monitorização, ao nível do pavimento, objetiva avaliar o comportamento do pavimento, principalmente a irregularidade do revestimento primário, característica principal relacionada ao custo operacional dos veículos (WATANATADA et al, 1987) e ao nível de serviço - conforto do usuário (CAREY, W.N. citado por HUDSON, W.R., 1981)⁷.

Nessa parte são feitos os seguintes procedimentos em relação ao pavimento:

- Defeitos característicos - levantamento dos defeitos característicos, e o respectivo nível de severidade, para cada um dos trechos considerados homogêneos de uma estrada (trechos que apresentam mesmo relevo e greide, relacionados ambos, respectivamente, aos materiais existentes e aos defeitos). Tal levantamento objetiva desenvolver um conhecimento profundo do comportamento do pavimento ao longo das estradas.

A tabela 20 apresenta o levantamento dos defeitos característicos e o respectivo nível de severidade, para a estrada São Caetano, situada no município de Porto Alegre.

- Trechos prioritários - levantamento dos trechos ou locais cujo nível de severidade dos defeitos, decorrido um período de tempo da última manutenção, é maior relativamente aos demais (trechos que sofrem deterioração mais acentuada).

A tabela 21 apresenta o levantamento dos trechos prioritários e a respectiva descrição, para a estrada São Caetano, situada no município de Porto Alegre.

A execução de obras, nos trechos prioritários, propiciará uma progressiva homogeneização de cada uma das estradas, permitindo que se desenvolvam estratégias de manutenção do revestimento primário baseadas em critérios racionais (Monitorização - quarta parte).

⁷ CAREY, W.N. et al. The pavement serviceability-performance concept. **Highway research board**, n.250, p. 40-58, 1960. citado por HUDSON, W.R. Road roughness: its elements and measurement. **Transportation research board**, n.836, p. 1-7, 1981.

Tabela 20 - Levantamento dos defeitos característicos e o respectivo nível de severidade.

MONITORIZAÇÃO - PAVIMENTO			
DEFEITOS CARACTERÍSTICOS			
Estrada - São Caetano			
Segmento	Relevo	Greide	Defeitos característicos - nível de severidade
0,0 a 1,0	Plano	Plano	Pa 1, Co 2, Ar 1
1,0 a 2,0	Ondulado	Suave	Pa 1, Co 2, Ar 1
2,0 a 3,0	Ondulado	Suave	Pa 1, Co 2, Ar 1
3,0 a 4,0	Ondulado	Suave	Pa 2, Co 2, Ar 1
4,0 a 4,7	Ondulado	Suave	Pa 1, Co 2, Ar 1
4,7 a 5,2	Plano	Suave	Co 3, Ar 1
5,2 a 5,7	Plano	Médio	Co 3
5,7 a 6,5	Ondulado	Suave	Pa 1, Co 2, Ar 1
6,5 a 7,4	Ondulado	Médio	Co 2, Ar 1
7,4 a 7,9	Suave ondulado	Plano	Pa 1, Co 1, Ar 1
Defeitos - Pa (panela), Co (costeleta) e Ar (areião)			
Nível de severidade - (1 - insignificante, 2 - médio e 3 - alto)			

Tabela 21 - Levantamento dos trechos prioritários e a respectiva descrição.

MONITORIZAÇÃO - PAVIMENTO	
Estrada São Caetano	
Trecho ou local	Descrição
0,5 km	borrachudo
1,1 km	panelas
1,4 km a 1,5 km	costeleta acentuada
1,6 km	borrachudo - deve ser aprofundada a valeta lateral ou executado um bueiro
1,7 km	borrachudo
2,8 km	panelas
3,0 km	costeleta
3,7 km a 3,8 km	costeleta acentuada
4,6 km a 4,7 km	costeleta acentuada
4,7 km	panelas
6,1 km	areião - perigosa a trafegabilidade

10.5. MONITORIZAÇÃO - QUARTA PARTE

A quarta parte busca o desenvolvimento de critérios racionais para a estratégia de manutenção do revestimento primário. Deve ser implementada somente após ter ocorrido uma elevação do padrão técnico utilizado e tiverem sido executadas as obras que se fizerem necessárias para os trechos críticos e prioritários (na maior parte dos municípios significa muito tempo após a implantação do sistema de gerência), de tal forma que trechos expressivos das estradas possam ser considerados homogêneos para raciocínios de engenharia.

Uma possibilidade seria a utilização de modelos de deterioração, a semelhança dos propostos por VISSER (1981, 1984, 1986) e pelo Banco Mundial - HDM III (WATANATADA et al., 1987). Tais modelos, por razões já apontadas no capítulo 2, não são próprios para aplicação aos municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

Ao início dos trabalhos, pensava-se que cada um dos diversos trechos, considerados homogêneos de uma estrada, poderia ter um modelo de deterioração próprio. Modelo com características de simplicidade, tendo por base o valor da precipitação pluviométrica,

a intensidade e o número de dias da última manutenção. Para o desenvolvimento desses modelos poderiam ser utilizados equipamentos ou métodos subjetivos, para a determinação da irregularidade. Os equipamentos existentes podem ser desde veículos sofisticados, com dispositivos para registrar os seus movimentos, até equipamentos simples, como o MERLIN (HEYN, 1987).

O sistema de gerência proposto não pode, obviamente, envolver a utilização de equipamentos que apresentem alto custo. Uma eventual utilização do MERLIN foi descartada, testes realizados indicaram uma sensibilidade incompatível com a aplicação em estradas não pavimentadas.

Nessas circunstâncias, optamos por desenvolver um modelo de deterioração utilizando um método subjetivo, conforme o proposto, pelo Banco Mundial, para situações onde não seja compatível a utilização de métodos refinados (OECD, 1988).

A utilização de um método subjetivo não obrigatoriamente caracteriza precisão menor do que a necessária. Modelos de deterioração, considerados melhores para as condições sul-africanas (PAIGE-GREEN & VISSER, 1991), aplicáveis a rodovias não pavimentadas, indicam que se um valor de 7,7 IRI (índice internacional de rugosidade desenvolvido pelo Banco Mundial) é previsto para a irregularidade do revestimento, o valor real estará, com 95% de confiança, entre 5,7 e 10,4 IRI.

A tentativa de estabelecer modelos de deterioração, próprios para cada um dos diversos trechos considerados homogêneos de uma estrada, foi realizada na malha viária do município de Porto Alegre.

Não obtivemos sucesso, nos trabalhos desenvolvidos, pelo seguinte: as atividades ocorriam apenas alguns dias por semana, freqüentemente ficávamos impossibilitados de realizar a estimativa da irregularidade no período compreendido entre a precipitação pluviométrica e a atividade de manutenção realizada. Os dados extraídos das medidas de irregularidade realizadas, por sua vez, não mostraram uma boa correlação entre a mesma e o nível de severidade dos defeitos. Existe um consenso de que uma avaliação, desta natureza, deva ser feita por um grupo constituído entre 5 e 10 membros (RIVERSON, 1985).

Nessas condições, propomos o seguinte: estabelecer, para cada trecho de estrada considerado homogêneo, um critério de manutenção de rotina utilizando uma relação entre o intervalo em dias de manutenção, para a uma determinada técnica, com os valores da precipitação pluviométrica, a sua intensidade (fraca ou forte) e a estação do ano. Para que se tenha um número de dados adequado, permitindo estabelecer uma equação de regressão matemática, é necessário um período de tempo significativo (alguns anos).

Os dados obtidos não puderam ser utilizados para desenvolver a regressão matemática proposta, visto que detectamos vários casos de manutenção sendo realizadas desnecessariamente.

Essa opção, ao invés de modelos de deterioração, exclui a possibilidade de aplicação de um modelo de otimização, que inclua o custo operacional dos veículos. Assim como para revestimento primário, na quarta etapa, podem ser estabelecidos critérios de manutenção de rotina para roçada, desobstrução de bueiros, etc.

A quarta parte não foi aplicada em nenhum município, o desenvolvimento apresentado tem um caráter apenas conceitual (não se encontra disponível no banco de dados desenvolvido).

10.6. USUÁRIO

Em todas as partes da monitorização, o usuário, cujo conforto, segurança e economia é o objetivo final do sistema, dispõe de um meio formal de acessar as suas demandas no sistema de gerência proposto.

No apêndice VII é apresentado o método proposto para a execução da monitorização.

11. EXPERIMENTOS

11.1. INTRODUÇÃO

O sistema de gerência proposto inclui essa fase com o objetivo de avaliar as técnicas utilizadas, ou de possível utilização, pela administração municipal.

A existência de uma fase específica, com essas características, vem suprir uma grave deficiência: as administrações municipais, de um modo geral, executam os serviços de uma forma rotineira, sem que se façam merecedores de uma maior reflexão.

Ao nível do corpo técnico, essa fase permite criar uma cultura tecnológica, cuja relevância é ainda mais significativa devido a carência de tecnologia formal, na área de estradas não pavimentadas.

A primeira possibilidade, para a execução dos experimentos, inclui as técnicas utilizadas pela administração municipal, obedecendo ao ritmo normal das atividades desenvolvidas. Tais experimentos possibilitam uma visão mais clara da gênese dos defeitos existentes na malha viária municipal.

A segunda possibilidade de experimentos inclui inovações para a cultura tecnológica da equipe técnica, sendo concebida a partir dos defeitos de maior grau de incidência, da malha viária do município, e da durabilidade dos materiais do revestimento primário, identificados na primeira etapa do monitorização (Tabelas 15 e 16).

A concepção dos experimentos deve incluir um debate interno, com a participação dos mais diversos níveis funcionais, na busca da formação de um senso comum.

Os experimentos efetuados permitem estabelecer, para cada tipo de serviço, especificações técnicas e padrões de produtividade, a serem utilizados na fase de planejamento dos serviços. O inter-relacionamento entre as fases de monitorização, experimentos e planejamento dos serviços foi apresentado na Figura 09 (capítulo 10, p.69).

A implantação dos experimentos não ocorrerá em um único momento. As administrações municipais apresentam uma estrutura relativamente precária, que não

permite a implantação, de um número significativo de experimentos, em curto espaço de tempo. Some-se, a essas circunstâncias, o fato de que o estudo da possibilidade da utilização de equipamentos alternativos é parte fundamental de um sistema de gerência, havendo necessidade de serem feitos experimentos a cada nova possibilidade fornecida pela indústria.

11.2. TECNOLOGIA APROPRIADA

Um aspecto que deve ser considerado quando da execução de experimentos diz respeito ao tipo de tecnologia a ser utilizada. Nesse sentido, deve ser buscada uma "tecnologia apropriada" às condições sócio-econômicas do município.

Entende-se como tecnologia apropriada "a tecnologia que os países em desenvolvimento podem usar dado o seu nível de desenvolvimento, seus recursos orçamentários e, presumível, compromisso de fornecer crescimento econômico e social que beneficie a todos os membros da sociedade"⁸

No Brasil, trabalhos nesse sentido, buscando especificamente a utilização intensiva de mão de obra, foram desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 1979).

A possibilidade de métodos baseados em mão de obra deve ser avaliada, principalmente em regiões de baixa renda, com períodos de ociosidade para o trabalho manual agrícola. A Constituição Federal (artigo 37, inciso IX) permite que as prefeituras municipais contratem trabalhadores avulsos, por um período de até quatro meses ao ano, sem que seja criado vínculo empregatício.

Apresenta-se, na Tabela 22, a produtividade dos métodos baseados em equipamentos e mão de obra, segundo publicação do TRRL (1981b), para diversos tipos de atividades de manutenção em estradas não pavimentadas.

⁸ EDMONDS, G.A. Appropriate road-construction technology. In: APPROPRIATE TECHNOLOGY IN CIVIL ENGINEERING, London, Institution of Civil Engineers, 1981. citado por PARTRIDGE, T.C.; WILLIAMS, A.B.; BRINK, A.B.A. Appropriate technology for the design and construction of low-cost unsurfaced roads in developing countries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 12., Rio de Janeiro, 1989. Anais... Rio de Janeiro, 1989. v.3, p. 2101-2106.

Tabela 22 - Produtividade de equipamentos e mão de obra.

ATIVIDADE	PRODUTIVIDADE	
	Equipamentos	Mão de obra
Limpeza e abertura de valetas	Boa ♦	Boa ♦
Limpeza e pequenos reparos de bueiros e pontes	Ruim	Boa
Controle de erosão	Ruim	Boa
Perfilagem	Boa com treino ♣	Impraticável
Tapa-buraco	Ruim	Boa
Roçada	Boa ♦ ♦	Boa
Encascalhamento	Boa	Regular
<p>♦ Produtividade depende do projeto apropriado de valeta.</p> <p>♦ ♦ Produtividade depende da largura do acostamento e da presença de obstáculos tais como acessórios rodoviários e bueiros.</p> <p>♣ A expressão "com treino" implica que o treinamento específico de operadores é essencial.</p>		

A Tabela 23, por sua vez, apresenta os equipamentos e ferramentas utilizados pelos métodos baseados em mão de obra e em equipamentos (FERRY, 1986).

Tabela 23 - Equipamentos utilizados na manutenção de estradas.

ATIVIDADE	MÉTODOS BASEADOS EM MÃO DE OBRA	MÉTODOS BASEADOS EM EQUIPAMENTOS
Nivelamento e regularização do revestimento primário	Pás, ancinho e nivelador	Motoniveladora, nivelador rebocado
Carregamento, transporte e espalhe do pedregulho		
Até 100m	Pás, carrinho de mão	Pá carregadeira
100 - 500m	Reboque carregado manualmente	Caminhão basculante, scraper
+ 500m	Reboque carregado manualmente	Caminhão basculante carregado com escavadeira
Escavar solo ou rocha	Picareta, alavanca de ferro e broca manual para rocha	Escavadeira de esteira ou de pneu, ripper, scraper,
Compactar solo ou pedregulho	Soquete manual ou placa vibratória	Rolo compactador auto propelido ou rebocado
Limpeza de drenos	Pás, ancinho	Escavadora hidráulica, motoniveladora, equipamento especializado de limpeza
Corte da vegetação	Facões, pulverizador	Moto-serra, pulverizadores mecânicos

11.3. EXPERIMENTOS OBRAS DE ARTE

Envolve as técnicas utilizadas para a execução de pontes e bueiros. Relativamente a pontes, os experimentos buscam avaliar o desempenho e o custo de diferentes alternativas. Quanto a bueiros, os experimentos são concebidos tomando por base informações obtidas no monitorização - primeira parte (identificação dos defeitos e o respectivo grau de incidência).

Os principais defeitos encontrados em bueiros, nas estradas municipais, são apresentados, juntamente com a sua descrição, na Tabela 12.

Apresenta-se, na Tabela 24, quadro orientativo das variáveis para a elaboração dos experimentos para bueiros.

Tabela 24 - Bueiros - variáveis experimentos.

DEFEITOS	VARIÁVEIS EXPERIMENTOS
Chupão	<ul style="list-style-type: none">• Envolvimento do perímetro externo dos bueiros com manta de geotextil
Erosão a jusante do bueiro	<ul style="list-style-type: none">• Construção de laje (concreto ou solo-cimento) de modo a formar a bacia de dissipação afastada do bueiro de jusante
Vegetação e galhos	<ul style="list-style-type: none">• Equipamentos e ferramentas para a manutenção
Descalçamento do bueiro de jusante (percolação d'água)	<ul style="list-style-type: none">• Envolvimento da cabeça de jusante do bueiro com materiais argilosos pouco permeáveis• Envolvimento do perímetro externo dos bueiros com geotextil (enrijecimento do conjunto de bueiros diminui o deslocamento relativo)
Descalçamento da cabeça do bueiro.	<ul style="list-style-type: none">• Construção de laje (concreto ou solo-cimento) formando a bacia de dissipação afastada do bueiro de jusante• Profundidade da fundação da cabeça do bueiro

11.4. EXPERIMENTOS SISTEMA DE DRENAGEM

Os experimentos são concebidos tomando por base informações obtidas no monitorização - primeira parte (identificação dos defeitos e o respectivo grau de incidência).

Os principais defeitos encontrados no sistema de drenagem, em estradas municipais, são apresentados, juntamente com a sua descrição, na Tabela 13.

Apresenta-se, na Tabela 25, quadro orientativo, das variáveis possíveis de serem estudadas, para a elaboração dos experimentos para sistema de drenagem.

Tabela 25 - Sistema de drenagem - variáveis experimentos.

DEFEITOS	VARIÁVEIS EXPERIMENTOS
Água parada sob a plataforma	<ul style="list-style-type: none">• Aterros• Valeta lateral profunda (FERRY, 1986)• Aumento do abaulamento transversal (mínimo 4%)• Reconformação seção transversal em "v" invertido
Erosão longitudinal da plataforma	<ul style="list-style-type: none">• Microbacias incluindo: terraços, bacias de captação ou retenção e passadores (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ, 1989)• Aumento do abaulamento transversal - até 10% em estradas com largura de plataforma menor do que 3,5m (PARTRIDGE et al., 1989)• Costura do revestimento primário
Erosão transversal da plataforma	<ul style="list-style-type: none">• Diminuição da sobrelevação
Instabilidade do conjunto valeta lateral - desaguadouro	<ul style="list-style-type: none">• Espaçamento entre os desaguadouros• Dissipadores de energia• Proteção com vegetação
Surgência de água do lençol freático	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de drenagem subterrânea utilizando geotêxtil

11.5. EXPERIMENTOS PAVIMENTOS

Os experimentos são concebidos tomando por base informações obtidas no monitorização - primeira parte, (identificação dos defeitos e o respectivo grau de incidência e da avaliação da durabilidade dos materiais utilizados no revestimento primário).

Os principais defeitos encontrados no pavimento, em estradas municipais, são apresentados, juntamente com a sua descrição, na Tabela 14.

Apresenta-se, na Tabela 26, quadro orientativo, das variáveis possíveis de serem estudadas, para a elaboração dos experimentos para pavimento.

Uma premissa básica, que deve ser considerada, para a concepção dos experimentos, diz respeito a disponibilidade de materiais nas proximidades do local onde será realizada a obra. Em muitas situações, existem alternativas técnicas para solucionar um determinado defeito, não existindo, no entanto, viabilidade econômica.

Um aspecto importante, que deve ser ressaltado, diz respeito a utilização, no Estado do Rio Grande do Sul, de apenas dois equipamentos para a manutenção do revestimento primário: motoniveladora e caminhão, enquanto, em nível internacional, utiliza-se uma variedade maior de equipamentos (OECD (1987) & JONES (1984)).

Nem todas as variáveis propostas (obras de arte, sistema de drenagem e pavimentos) foram testadas em experimentos controlados.

11.6. IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E AVALIAÇÃO

A implantação e a manutenção dos experimentos devem ser executadas mediante acompanhamento rigoroso, sendo registradas nas planilhas de controle dos serviços (apêndice V).

Os experimentos deverão ser avaliados (apêndice VIII - Planilha de avaliação dos experimentos) tomando por base os defeitos indicados, para os componentes da malha viária (obras de arte, sistema de drenagem e pavimento), no capítulo 10. A avaliação deve ser, sempre que possível, executada acompanhada pelo pessoal técnico dos escalões inferiores, de modo a incorporar, as observações realizadas, a cultura da instituição, em todos os níveis hierárquicos.

Os experimentos realizados encontram-se descritos no apêndice IX.

Tabela 26 - Pavimento - variáveis experimentos.

DEFEITOS	VARIÁVEIS EXPERIMENTOS
Afloramento	<ul style="list-style-type: none"> • Corte manual da pedra • Camada de revestimento primário • Obturação das cavidades com pedra e argamassa de cimento (SANTOS et al., 1985)
Areião	<ul style="list-style-type: none"> • Mistura areia argila
Atoleiro	<ul style="list-style-type: none"> • Espessura da camada de material para revestimento primário • Greide de plano a suave - baixo volume de tráfego médio diário (menos do que 20 veículos /dia) - camada de areia de média a grossa - espessura da ordem de 3 cm
Costeletas ou corrugação	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da manutenção (tapa-buraco ao invés da patrolagem) • Conservação com equipamentos alternativos
Deficiência de aderência	<ul style="list-style-type: none"> • Agulhamento - cravação de agregado grosseiro (>2,5 cm) • Camada de material para revestimento primário
Desestabilização ou descompactação	<ul style="list-style-type: none"> • Mistura com solos argilosos que apresentam boa agregação dos finos (por exemplo, argilas de comportamento laterítico)
Panelas ou buracos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do abaulamento transversal (mínimo 4%) • Reconformação seção transversal em "v" invertido • Preenchimento manual - tapa-panela (SANTOS et al., 1985) • Patrolamento equipamentos alternativos - material arenoso
Pedras de grande dimensão	<ul style="list-style-type: none"> • Britador móvel associado a motoniveladora
Poeira	<ul style="list-style-type: none"> • Escolha de materiais que formem menos pó • Largura extra da plataforma - aumento da segurança • Cravação de agregado grosseiro

12. PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS

O planejamento dos serviços tem por objetivo racionalizar as atividades de manutenção, melhoramento e construção executadas na malha viária municipal. Nos municípios a prática usual é da execução dos serviços sem obedecer a nenhum critério.

Uma das primeiras constatações, fruto do planejamento dos serviços, é evidenciar a eventual carência de equipamentos e veículos. Os municípios, de uma forma geral, dispõem de um parque de máquinas insuficiente em relação a extensão da malha viária sob a jurisdição (apêndice I, quesitos 37, 38, 39 e 40), com percentuais elevados (superior a 70% em motoniveladoras) tendo ultrapassado a vida útil de 10 anos, normalmente utilizada (apêndice I, quesito 41). Tal quadro não deve sofrer alterações profundas a curto prazo, pois a capacidade de investimento das prefeituras é, de um modo geral, muito restrita.

O planejamento dos serviços é feito por área de atuação, dentro do município, dos recursos disponíveis (pessoal, equipamentos e veículos), para um período de tempo variável e deve considerar, além dos recursos humanos e materiais, os dias trabalhados na semana, as horas diárias de trabalho, a estimativa do número de dias parados devido às precipitações pluviométricas e o índice de disponibilidade dos equipamentos e veículos. A priorização dos serviços é subjetiva, feita pelo engenheiro responsável considerando as condições da estrada, os itinerários prioritários e do volume de tráfego médio diário, esse último relacionado ao número de usuários beneficiados com o serviço realizado.

PIENAAR & VISSER (1992b) propuseram um índice matemático de prioridade para a colocação de materiais no revestimento primário (manutenção periódica) e para a realização de obras de melhoramento das estradas não pavimentadas. A determinação de tal índice apresenta relativa complexidade e, nas palavras dos próprios autores, "é muito pequena, se é que existe alguma, a justificativa científica para a utilização desse índice". Descartamos tal índice por entendermos que a

utilização de critérios baseados na experiência pode apresentar melhores resultados que a adoção de critérios matemáticos de validade duvidosa.

Para cada serviço será estimado, a partir de padrões de produtividade determinados, os recursos humanos, a frota de equipamentos e veículos e o período de tempo para a execução do serviço.

Para os serviços de manutenção de rotina do revestimento primário, a patrolagem e o tapa-buraco, será feita uma programação anual, cuja frequência obedecerá a critérios baseados na experiência estabelecidos pelo engenheiro responsável.

As estradas ou trechos de estradas que necessitem manutenção, a cada precipitação pluviométrica significativa, devem ser identificados. Tal sistemática visa a redução do custo ao longo do tempo, com a otimização das atividades de manutenção, e evidenciar uma eventual carência de operários, equipamentos e veículos.

A consolidação da implantação da gerência em um determinado município poderá conduzir à implantação dos critérios de manutenção de rotina para o revestimento primário, conforme apresentado na quarta parte do monitorização, consistindo de uma relação entre o intervalo em dias de manutenção, para a uma determinada técnica, com os valores da precipitação pluviométrica, a sua intensidade (fraca ou forte) e a estação do ano.

Para o planejamento dos serviços de manutenção periódica, de manutenção de emergência, melhoramento e construção, a primeira informação a ser sistematizada diz respeito às demandas a serem atendidas, obtidas a partir das fases de inventário rodoviário (passos e deficiências geométricas e revestimento primário) e de monitorização. Uma característica a ser obedecida é a da flexibilidade, devendo ser prevista a permanente agregação de demandas relativas a trechos e pontos críticos. Obtém-se, a partir de uma priorização subjetiva, uma programação para a execução dos serviços, com a previsão da data em que estará concluído e o custo estimado.

A colocação de materiais no revestimento primário de forma descontínua (ensaibramento, encascalhamento, etc.), serviço de manutenção periódica, deve ser planejada, inicialmente utilizando critérios baseados na experiência. Com o decorrer do tempo, podem ser determinadas as necessidades anuais para cada uma das estradas, permitindo a elaboração de uma programação de trabalho anual.

13. BANCO DE DADOS

Um sistema de gerência, com as características propostas, necessita processar um grande volume de informações, fornecidas nas diversas fases, através de um gerenciador de banco de dados (SGEM - Sistema de Gerência de Estradas Municipais), de modo a permitir um melhor aproveitamento das informações obtidas.

O SGEM desenvolvido utilizou arquivos de dados padrão mundial (XBASE), apresentando as seguintes características:

- flexibilidade, executável em máquinas desde um 386 a um Pentium, exigindo 570 KB de memória convencional disponível;
- fácil manutenção;
- geração de executável, ou seja, não existe a necessidade de possuímos um "Run-Time", reduzindo significativamente o custo de aplicação.

O sistema foi desenvolvido baseado em um Gerador Automático de Sistemas, devido a maior velocidade de desenvolvimento e a melhor qualidade obtida. Tal gerador foi produzido pela GAS INFORMÁTICA LTDA. (Brasília - DF). Por limitações intrínsecas ao mesmo (máximo de 150 módulos), o sistema foi dividido em duas partes (PROD e PRODX). Embora tenha havido a preocupação de colocar, em cada uma das partes, módulos que não tivessem interrelacionamento com os módulos da outra parte, decorreram, dessa decisão, algumas dificuldades operacionais e prejuízos em termos de produtos. Com a rápida evolução da informática, há possibilidade de em curto espaço de tempo unir as duas partes..

No apêndice X são apresentadas instruções para a operação do SGEM. O SGEM tem a mesma estrutura do sistema de gerência apresentado na tese. As instruções são as mais gerais possíveis, os técnicos que vierem a utilizar o banco de dados devem se submeter a um treinamento específico. Desse modo pensamos que estaremos nos precavendo contra o uso inadequado.

O banco de dados deverá ser comercializado pela COINPEL - Companhia Informática de Pelotas, empresa de prestação de serviços da Prefeitura Municipal de Pelotas, a um preço praticamente simbólico.

14. PRODUTOS DO SISTEMA

Os dados obtidos, nas diversas fases do sistema proposto, individualmente ou articulados, constituem os produtos do sistema de gerência de estradas municipais. Alguns dos produtos obtidos são os seguintes:

01. **Mapa viário municipal** - representação gráfica (pode ser esquemática) da malha viária municipal, incluindo o nome ou designação das estradas e a extensão de cada um dos segmentos. Utiliza dados obtidos na fase "inventário rodoviário".
02. **Classificação funcional das estradas** - classificação das estradas de acordo com a sua importância relativa. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "tráfego".
03. **Largura média da plataforma** - largura média da plataforma para cada um dos segmentos. Utiliza dados obtidos na fase "inventário rodoviário".
04. **Obras de arte** - localização, ao longo de cada uma das estradas, e a descrição das características das obras de arte (pontes e bueiros). Utiliza dados obtidos na fase "inventário rodoviário".
05. **Passos** - inclui a localização (estrada/km) e a descrição de suas características. Utiliza dados obtidos na fase "inventário rodoviário".
06. **Deficiências geométricas** - inclui a localização (estrada, km) e descrição dos locais que colocam em risco a segurança dos usuários, visando a execução de medidas corretivas ou a implantação de sinalização adequada. Utiliza dados obtidos na fase "inventário rodoviário".

07. **Revestimento primário** - inclui a descrição das características do revestimento primário em relação a cada estrada, ao longo do seu percurso. Utiliza dados obtidos na fase "inventário rodoviário".
08. **Microbacias** - inclui a localização, em relação a cada estrada, dos trechos em que foi implantado um programa de microbacias. Utiliza dados obtidos na fase "inventário rodoviário".
09. **Caracterização geotécnica dos materiais** - resultados dos ensaios de classificação e caracterização em amostras de materiais, realizados segundo o método MCT. Resultados de ensaios complementares quando se tratar de material utilizado como revestimento primário. Um arquivo de amostras dos materiais ($\cong 300$ g) será formado, com o objetivo de constituir mecanismo de transmissão cultural. Utiliza dados obtidos na fase "estudo de materiais".
10. **Avaliação de desempenho dos materiais** - avaliação do desempenho dos materiais utilizados como revestimento primário e subleito. Utiliza dados obtidos na fase "estudo de materiais".
11. **Mapeamento das jazidas** - inclui a localização das jazidas em relação a cada uma das estradas, nome do proprietário e condições para a exploração. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "estudo de materiais".
12. **Tráfego** - fornece a composição e do volume de tráfego médio diário para cada uma das estradas. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "tráfego".
13. **Itinerários prioritários** - identifica os itinerários prioritários (linhas de ônibus, transporte escolar, leite, etc.) cujas estradas deverão ter prioridade na realização dos serviços, visando garantir as melhores condições de trafegabilidade. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "tráfego".
14. **Acidentes** - registro dos acidentes ocorridos, incluindo a descrição e o local da ocorrência (estrada, km). Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "tráfego".

15. **Memória técnica** - inclui a descrição, segundo o tipo e a natureza, dos serviços executados na malha viária municipal. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário", "memória técnica", "controles administrativos" e "custos".
16. **Pessoal** - inclui informações relativas ao cadastro, frequência, produtividade, horas extras e distribuição de equipamentos de segurança. Utiliza dados obtidos nas fases "memória técnica" e "controles administrativos".
17. **Equipamentos e veículos** - inclui informações relativas ao cadastro, serviços de oficina, avaliação de desempenho de peças de reposição e componentes, produtividade, horas paradas e planejamento da manutenção. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário", "memória técnica" e "controles administrativos".
18. **Materiais de construção** - inclui informações relativas a estoques e consumo em cada uma das obras. Utiliza dados obtidos na fase "controles administrativos".
19. **Combustíveis e lubrificantes** - inclui informações relativas a estoques, consumo dos equipamentos e veículos e controle de lubrificação. Utiliza dados obtidos na fase "controles administrativos".
20. **Ferramentas** - inclui informações relativas a estoques e controle de empréstimos. Utiliza dados obtidos na fase "controles administrativos".
21. **Compras** - inclui informações relativas a fornecedores, controle de rubricas, pedidos, compras efetuadas e estoque mínimo. Utiliza dados obtidos na fase "controles administrativos".
22. **Custo de operação de equipamentos e veículos** - inclui a determinação, para cada ano, do custo de operação (por km ou hora) dos equipamentos e veículos. Utiliza dados obtidos nas fases "memória técnica", "controles administrativos" e "custos".

23. **Custo dos serviços** - inclui a determinação, para cada serviço, do custo para a sua realização. Utiliza dados obtidos nas fases "memória técnica" e "custos".
24. **Defeitos** - inclui os defeitos existentes nas estradas da malha viária municipal e o respectivo grau de incidência. Utiliza dados obtidos na fase "monitorização".
25. **Manutenção de emergência** - identifica e caracteriza os serviços a serem executados no sentido de corrigir deficiências, permitindo condições de tráfegabilidade, sob quaisquer condições climáticas. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "monitorização".
26. **Manutenção periódica** - identifica e caracteriza os serviços de manutenção periódica a serem executados. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "monitorização".
27. **Melhoramentos** - identifica e caracteriza os serviços de melhoramento a serem executados. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "monitorização".
28. **Relação entre abaulamento vs. formação de panelas e erosão longitudinal** - estabelece a relação entre os mesmos contribuindo para a formação de uma cultura na equipe de trabalho da sua importância. Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "monitorização".
29. **Defeitos característicos** - nível de severidade dos defeitos para cada um dos trechos considerados homogêneos de uma estrada (mesmo relevo e greide). Utiliza dados obtidos nas fases "inventário rodoviário" e "monitorização".
30. **Experimentos** - estabelece valores indicativos, de custos e desempenho, de diferentes técnicas construtivas, servindo como orientativo aos procedimentos a serem utilizados pelo município. Utiliza os dados obtidos nas fases "inventário rodoviário", "contagem de tráfego", "estudo de materiais" e "experimentos".

31. **Planejamento dos serviços de manutenção rotina** - estabelece um planejamento para os serviços de manutenção de rotina, a partir de critérios subjetivos estabelecidos pelo engenheiro responsável.
32. **Planejamento dos serviços de manutenção periódica, manutenção de emergência, melhoramento e construção** - estabelece uma programação para a execução dos serviços, com a previsão de data em que estará concluído e o custo estimado.

15. ESTRATÉGIA DE IMPLANTAÇÃO

A mudança do padrão gerencial acarreta diversas alterações nas interações, nas tarefas e nas relações de poder dos vários grupos organizacionais. As pessoas tendem a acomodar-se a uma determinada situação; qualquer alteração gera reações, que podem ser favoráveis ou de resistência a mudanças. Reações de forte resistência ocorrem quando relações de poder e/ou domínio de determinados setores, em relação a outros, são afetadas. Em Porto Alegre, quando da implementação do Sistema de Gerência de Estradas Municipais, verificaram-se reações dessa natureza.

Nestas condições justifica-se uma forte preocupação em estabelecer uma estratégia para a implementação. Até quando pudemos observar, em que pese a importância mencionada, as tentativas de mudança de padrão cultural das instituições têm sido tratadas, em nosso estado, com empirismo. LAUDON & LAUDON (1991), mencionam esta questão como uma das principais causas de sucesso ou fracasso da implementação de um sistema de gerência.

Entre as deficiências de implementação, podem ser citadas:

- a falta de apoio dos escalões superiores;
- a participação insuficiente ou inadequada dos usuários no processo de implementação;
- a não consideração de aspectos psicológicos associados a mudanças de padrão cultural.

É tal a relevância do indicado neste último item que, em nosso entendimento, as administrações municipais que pretendam introduzir o sistema de gerência proposto devem procurar auxílio especializado, condição importante para a obtenção de bons resultados.

Além das considerações feitas acima, é fundamental que a implantação não provoque mudanças radicais, em curto período de tempo, nas rotinas da instituição. Pelo exposto, o sistema deve ser implantado em etapas sequenciais, opção viável

devido a estrutura em fases. Apresenta-se, na Figura 10, o esquema hierárquico sequencial das etapas de implantação.

Uma referência especial deve ser feita à primeira etapa; as atividades a serem desenvolvidas nas demais estão explicitadas no capítulo correspondente. A adoção trata, primeiramente, da conscientização dos escalões superiores (poder político), procurando, desse modo, obter o comprometimento dos envolvidos. Contar com esse apoio é fundamental para a alocação dos recursos (materiais e humanos). Posteriormente, deve ser procedida a escolha criteriosa do técnico responsável pela implantação do sistema. O técnico deve possuir os atributos necessários para que obtenha êxito em sua atividade, destacando-se, entre eles, a qualificação técnica e a motivação. Tal processo de conscientização deve ser estendido, através de programas de treinamento, para os funcionários administrativos, encarregados, capatazes, operadores, motoristas e operários.

Figura 10 - Esquema hierárquico sequencial das fases de implantação do sistema.

16. CONCLUSÕES

Nesse capítulo são apresentadas as principais conclusões obtidas durante a realização dessa tese. Essas conclusões são arroladas obedecendo a ordem dos fatos, não expressando, portanto, ordem de importância relativa.

São apresentadas, também, atividades a serem desenvolvidas para o aprimoramento do sistema de gerência proposto e da especificação de materiais para revestimento primário.

16.1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

16.1.1 Da importância das estradas municipais:

- A extensão existente, de malha viária municipal, é significativamente maior do que a indicada pelo Sistema Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul, constituindo a parcela preponderante, desde um ponto de vista de extensão, da malha viária do Estado do Rio Grande do Sul.

- Percentagens significativas do orçamento dos municípios são destinados a sua malha viária.

- É igualmente significativa a percentagem de trechos intransitáveis em períodos chuvosos, cerca de 17%.

16.1.2 Do ponto de vista de desenvolvimento tecnológico:

- O desenvolvimento tecnológico na área de estradas não pavimentadas, maior parte da malha viária municipal, foi relegado a um segundo plano pelo poder público, no Brasil e ao nível internacional, nas suas mais diversas instâncias.

- São utilizadas práticas equivocadas para a execução de serviços em estradas não pavimentadas, ocasionando uma degradação da malha viária em um número significativo de locais.

- A Superintendência de Apoio aos Municípios, criada nos órgãos rodoviários estaduais como condição exigida por Lei para que os estados pudessem participar das quotas do Fundo Rodoviário Nacional, desenvolveu um papel acanhado no desenvolvimento tecnológico do setor de estradas municipais.

- A bibliografia disponível sobre estradas não pavimentadas encontra-se dispersa, tornando-se praticamente inacessível ao profissional não especializado.

16.1.3 Dos recursos financeiros disponíveis:

- Com a promulgação da nova Constituição, no ano de 1988, e a conseqüente extinção do Fundo Rodoviário Nacional, os municípios passaram a não dispor de nenhuma fonte de financiamento específica para estradas municipais.

16.1.4 Do padrão gerencial aplicado atualmente:

- Na maior parte dos municípios, sequer o objeto da gerência, a malha viária municipal, tem suas características bem definidas.

- Os critérios adotados para escolha de materiais, inclusive para utilização como revestimento primário, são puramente empíricos. Sequer uma avaliação sistemática, do desempenho dos materiais aplicados, é utilizada.

- A maior parte dos municípios não realiza nenhum tipo de contagem de tráfego.

- Embora a maior parte dos municípios disponha de algum tipo de memória técnica, o nível de informação disponível, para uso, é muito precário, devido, entre outros fatores, a indisponibilidade de um banco de dados com características próprias para registro e processamento do grande número de informações obtidas.

- A maior parte dos municípios executa algum tipo de controle administrativo. A qualidade das informações produzidas é muito precária, pelos mesmos motivos expostos no item anterior.

- Os municípios não contam com um sistema efetivo de controle de custos. Eventualmente, alguns dados esparsos são coletados, mas que não são devidamente processados.

- A monitorização realizado pelos municípios é feita de forma assistemática.

- Os municípios não tem a cultura de, através de experimentos, avaliar, de forma sistemática, os serviços executados e buscar novas alternativas tecnológicas.

- Não é feito, por parte dos municípios, um planejamento dos serviços executados e da manutenção dos equipamentos e veículos.
- Foi detectada uma forte resistência de parte dos responsáveis pelo setor de estradas municipais, de alguns municípios, em melhorar o padrão gerencial utilizado.
- Os serviços de manutenção são feitos por demanda e não de forma preventiva.

16.1.4 Dos sistemas de gerência disponíveis:

- Inexistem sistemas de gerência com características de simplicidade, para serem compreendidos e implementados por técnicos locais não especializados, e que atendam, ao mesmo tempo, os diversos aspectos de interesse peculiares às estradas municipais. Os sistemas existentes exigem um grande número de dados e um tempo significativo para a compreensão do método e têm abrangência limitada à superfície rodoviária.
- Não se encontram disponíveis programas computacionais específicos para trabalhar com o grande número de informações produzidas em um sistema de gerência global da malha viária municipal.

16.1.5 Das especificações existentes de materiais para revestimento primário:

- Quase a totalidade dos trabalhos publicados obedece a métodos tradicionais, de caracterização e classificação dos solos, utilizados em regiões temperadas;
- Não são aplicáveis aos materiais ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul.
- Colocam no mesmo grupo materiais de comportamento completamente diversos.
- A floculação da fração fina, propriedade relacionada à durabilidade do revestimento primário, não é considerada.

16.1.6 Do sistema de gerência proposto:

- Encontrou boa receptividade quando exposto a técnicos, nos municípios em que encontramos um ambiente propício a novas idéias.
- Atende as demandas detectadas nos municípios em que desenvolvemos atividades.

- Embora não tenha sido implantado na íntegra, ocorreu uma melhoria do padrão gerencial aplicado às estradas municipais de Porto Alegre.
- O banco de dados desenvolvido é de fundamental importância na viabilização da implantação do sistema de gerência.
- Apresenta mecanismos que desenvolvem o sentido de observação na equipe de trabalho, estimulando o desenvolvimento tecnológico de uma cultura ao nível de cada município.
- Apresenta baixo custo de implantação, podendo ser utilizado por profissionais locais não especializados.

16.1.7 Da especificação proposta de materiais para revestimento primário:

- Atende a um pré-requisito fundamental de um bom sistema classificatório, colocando em mesmos grupos materiais de comportamento semelhante em relação a aderência e suporte.
- Leva em conta a durabilidade, característica fundamental, não considerada nas especificações existentes.

16.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O sistema de gerência proposto deve ser testado na sua íntegra, incluindo o banco de dados, em alguns municípios. Acreditamos, no que diz respeito à sua concepção, que devam ocorrer aperfeiçoamentos apenas em aspectos de menor importância. Quanto ao banco de dados, a sua operação implicará numa avaliação, feita por parte dos usuários, da qualidade das informações produzidas, podendo conduzir a alterações, principalmente no que diz respeito aos relatórios produzidos.

A especificação de materiais para revestimento primário proposta deve ser avaliada em um universo maior de materiais, de tal forma que seja possível estabelecer uma maior confiabilidade na sua generalidade.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6142-
Equipamentos e máquinas de terraplanagem - terminologia. Rio de Janeiro,
1980.
- ALFELOR, R.M.; MCNEIL, S. Method for determining optimal blading frequency
of unpaved roads. **Transportation research record**, n. 1252, p.21-32, 1989.
- AITCHISON, G.D.; INGLES, O.G.; WOOD, C.C. Post-construction deflocculation
as a contributory factor in the failure of earth dams. In: AUSTRALIA-NEW
ZEALAND CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION
ENGINEERING, 4., Adelaide, 1963. **Proceedings...** Adelaide, 1963. p.120-
132.
- AUTRET, P. **Routes dans des régions en développement.** Paris, Laboratoire
Central des Ponts et Chaussées, 1989. 64p. (Rapports des Laboratoires - Série:
Construction Routière, CR-12)
- BAUMAN, R.D.; BETZ, M.J. Maintenance costing method for low-volume roads.
Highway research record, n.451, p.10-22, 1973.
- BERTOLINI, D. et al. **Controle de erosão em estradas rurais.** Campinas,
Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1989. 37p. (Boletim Técnico, 207)
- BORDEAUX, G.; NAKAO, H. Ensaio sobre argilas dispersivas. In:
CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS, 5., São Paulo,
1974. **Anais...** São Paulo, 1974. v.2., p.120-144.
- BRAGANÇA DE SOUZA, F.C. A Cartografia no estado. **Jornal Zero Hora**,
Porto Alegre, 26 ago. 1994. p.3.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos
do estado do Rio Grande do Sul.** Recife, Ministério da Agricultura, 1973.
431p. (Boletim Técnico, n.30)

CAMPOS, F.C. DE. **Um S.A.D. em gerência de manutenção de frotas de veículos.** São Carlos, 1994. 112p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CENTRE EXPÉRIMENTAL DE RECHERCHES ET D'ÉTUDES DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS. **Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux.** França, 1980. 155p.

CHARMAN, J.H. **Laterite in road pavements.** Overseas Development Administration Transport and Road Research Laboratory, 1988. (Special Publication, 47)

CHAVES, C. do R. Rodoviarismo municipal. **Revista construção pesada**, n.1, p.104-112, 1979. Edição Especial

CONGRESSOS PAN AMERICANOS DE RODOVIAS. OEA, 1977. **Vocabulário Rodoviário.** Brasília, DNER, 1977. 87p.

COMPANHIA RIO-GRANDENSE DE ARTES GRÁFICAS. **Prefeituras municipais do estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 1990

CUNHA, M.A.; AUGUSTO JÚNIOR., F. Avaliação do desempenho de 5 trechos-piloto com tratamento primário e controle de erosão em estradas de terra. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 22., Maceió, 1987. **Anais...** Maceió, ABPV, 1987. p.930-951.

DORIGONI, D.C.G. **Elementos úteis à manutenção.** Porto Alegre, Prefeitura Municipal, s.d. Material não publicado.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Pesquisa sobre o inter-relacionamento dos custos de construção, conservação e utilização de rodovias: relatório final.** Brasília, 1982. 12v.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Boletim de métodos e técnicas para o planejamento de transportes.** Brasília, s.d. 10p. (Questionários, n. 3)

ETCHARREN G., RENÉ. **Caminos alimentadores.** México, Representaciones y Servicios de Ingenieria, 1982. 223p.

FERRY, A.G. **Unsealed roads in New Zealand.** New Zealand, s.n.t. 5p.

_____. **Unsealed roads: a manual of repair and maintenance for pavements.** New Zealand, National Roads Board, 1986.

FRENCH, A.; SOLOMON, D. Traffic data collection and analysis: methods and procedures. **Transportation research board**, 1986. 58p. (Synthesis, 130)

GERLOUGH, D.L.; HUBER, M.J. Traffic flow theory. **Transportation research board**, 1975. (Special Report, 165 Monograph)

GODOY, H.; NOGAMI, J.S.; CARVALHO, A. Procedimentos para caracterização geotécnica de perfis em solos de granitos e gnaisses, para obras viárias. **Solos e Rochas**, v.17, n.1, p.31- 44, Abr., 1994.

HEYN, A.T. MERLIN-Equipamento simples para avaliação de irregularidade longitudinal. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO. 22., Maceió, 1987. **Anais...** Maceió, ABPV, 1987. p.158-174.

HESSEL, L. **O município de Estrela - história e crônica.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Martins Livreiro, 1983. 186p.

HUDSON, B.D. The soil survey as paradigm-based science. **Soil science society american**, v.56, p.836-841, May-June 1992.

HUDSON, W.R.; HAAS, R.; DARYL PEDIGO, R. Pavement management system development. **Transportation research board**, 1979. 212p. (National Cooperative Highway Research Program Report, n. 215)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico de 1991: resultados preliminares.** Porto Alegre, 1992.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Reabertura de uma estrada vicinal no município de Pelotas - RS, com utilização intensiva de mão de obra.** Pelotas, 1979. (Relatório IPT, n. 12586).

JONES, T.E. The Kenya maintenance study on unpaved roads: optimum maintenance strategies. **Transport road research laboratory**, 1984. 36p. (TRRL Laboratory Report, 1112)

KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P.; KLANT, E. **Introdução à ciência do solo.** Porto Alegre, UFRGS / FA, 1985. 249p.

KING, R.L.; YOUNG, S.L.; CHUDLEIGH, P.D. Rural transport studies **National roads board**, New Zealand, s.d., v.2. (Traffic Generation - RRU Bulletin, 59)

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. **Prospecção geotécnica de terrenos - vocabulário E 219-1968.** Portugal, 1968.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Management information systems: a contemporary perspective.** 2.ed. New York, Macmillan, 1991.

MCGARRAGH, T.G.; HUDSON, W.R. **A pavement design and management system for forest service roads: a conceptual study.** Texas, The University of Texas at Austin, 1974. (Research Report, 12)

NOGAMI, J.S. **Considerações sobre terminologia de solos tropicais.** São Paulo, s.ed., 1984.

_____. Determinação do índice de suporte califórnia com equipamento de dimensões reduzidas (Ensaio Mini-CBR). In: REUNIÃO DAS ORGANIZAÇÕES RODOVIÁRIAS, 2., Brasília, 1972. **Ensaio...** Brasília, 1972.

NOGAMI, J.S.; VILLIBOR, D.F. Caracterização e classificação gerais de solos para pavimentação: limitações do método tradicional, apresentação de uma nova sistemática. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAVIMENTAÇÃO, 15., Belo Horizonte, 1980. **Resumo...** Belo Horizonte, 1980. p.12-28.

_____. Uma nova classificação de solos para finalidades rodoviárias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOLOS TROPICAIS EM ENGENHARIA, Rio de Janeiro, 1981. Rio de Janeiro, COPPE /UFRJ/ CNPQ/ ABMS, 1981.

_____. Os solos tropicais lateríticos e saprolíticos e a pavimentação. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 18., Porto Alegre, 1983. **Anais...** Porto Alegre, 1983. p.108-120.

_____. Additional considerations about a new geotechnical classification for tropical soils. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOMECÂNICA DOS SOLOS TROPICAIS LATERÍTICOS E SAPROLÍTICOS - TROPICAL'85. Brasília, s.ed., 1985. p.165-174.

NOGAMI, J.S.; COZZOLINO, V.M.N. A identificação de solos tropicais: dificuldades e proposta de um método preliminar. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 20., Fortaleza, 1985. **Resumos...** Fortaleza, 1985. p.120-123.

NOGAMI, J.S.; VILLIBOR, D.F.; SERRA, P.M. Metodologia MCT para dosagem de misturas solo-agregado finas lateríticas. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 26., Aracaju, 1987. **Resumos...** Aracaju, 1987.

N.Z.INSTITUTE OF COUNTY ENGINEERS. **Maintenance of unsealed roads:** maintenance manuals - part C. New Zealand, National Roads Board, 1984.

OLIVEIRA, E.L. **Resenha Técnica Destinada ao Sr. Secretário dos Transportes do Estado do Rio Grande do Sul.** s.ed., Porto Alegre, 1995. 2p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT.

Road transport research. Results of an inquiry concerning the maintenance of unpaved roads in developing countries. Bruxelles, 1987. 87p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT.

Road transport research programme: monitoring manual for road maintenance management in developing countries. Bruxelles, 1988. 184p.

PAIGE-GREEN, P.; VISSER, A.T. Comparison of the impact of various unpaved road performance models on management decisions. **Transportation research record**, n.1291, p.120-124, 1991.

PARTRIDGE, T.C.; WILLIAMS, A.B.; BRINK, A.B.A. Appropriate technology for the design and construction of low-cost unsurfaced roads in developing countries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 12., Rio de Janeiro, 1989. **Anais...** Rio de Janeiro, 1989. v.3, p.2101-2106.

PASTORE, E.L. Fenomenologia do leito e tratamento primário de estradas em regiões tropicais. In: SEMINÁRIO DISCIPLINA: Tecnologia de materiais de regiões tropicais para obras viárias, São Paulo, 1986. São Paulo; Escola Politécnica da USP, 1986.

_____. Conservação de estradas de terra do município de São Joaquim da Barra. s.l., s.ed., 1993. 32p.

_____. CUNHA, M.A.; AUGUSTO JR, F.; SANTOS, A.R. Contribution to the studies of surfacing earth roads in São Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 5., Buenos Aires, 1986. **Anais...** Rio de Janeiro, 1986. p.1671-1675.

PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem. **Anteprojeto da pesquisa: revestimento primário.** Curitiba, 1984.

- PIENAAR, P.A.; VISSER, A.T. A method for estimation of traffic volumes on tertiary roads. In: **Anual Transportation Convention**. Pretoria, University of Pretoria, 1992a. paper 10.
- PIENAAR, P.A.; VISSER, A.T. The evaluation and prioritization of unpaved road maintenance in developing areas. **Transactions of the South African Institution of Civil Engineers**, v.34, n.2, feb. 1992b.
- PINTO, J.A.V. Os juros na composição dos custos rodoviários. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29., Cuiabá, 1995. **Resumos...** Cuiabá, 1995. p.458-465.
- PORTER, O.J. The preparation of sub-grades. **Highway research board**, 1942. 12p.
- PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo**. Curitiba, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, 1989. 306p.
- REMILLON, A. Stabilization of Laterite Soils. **Highway research board: soil and soil aggregate stabilization**, n.108, p.96-101, jan.1995.
- RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Separata do boletim do DAER nº 70/71 Ano XIX**. Porto Alegre, 1951.
- RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Organização e estrutura funcional**. Porto Alegre, DAER, 1974. 168p.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. **Manual de conservação do solo e água**. Porto Alegre, 1983. 227p.
- RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Sistema rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, DAER, 1989. 129p.

- RIVERSON, J.D.N. **Unpaved road maintenance management in local highway systems.** West Lafayette, 1985. Dissertation (PhD) - School of Civil Engineering, Purdue University.
- RIVERSON, J.D.N.; SINHA, K.C.; SCHOLER, C.F. County maintenance of unpaved roads in Indiana. **Transportation research record**, n.985, p.34-40, 1984.
- RIVERSON, J.D.N.; SINHA, K.C.; SCHOLER, C.F. Effects of county highway management practices on maintenance costs for unpaved roads in Indiana. **Transportation research record**, n.1055, p.26-33, 1986.
- ROCHE, J. **A Colonização alemã e o Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Globo, 1969. 401p.
- SANTOS, A.R.; CUNHA, M.A.; MORENO, C.J.F. Uma nova proposta para solução dos problemas das estradas vicinais. In: CONGRESSO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 26., Praia Grande, 1982. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1982. 15p.
- SANTOS, A.R. et al. **Estradas vicinais de terra - manual técnico para conservação e recuperação.** São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1985. 129p.
- SÃO PAULO. Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual básico de estradas vicinais: Projeto - Construção e Operação.** São Paulo, 1987a. 218p.
- SÃO PAULO. Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual básico de estradas vicinais: Conservação.** São Paulo, 1987b. 219p.
- SÃO PAULO. Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual básico de estradas vicinais: Anexos.** São Paulo, 1987c. 269p.
- SÓRIA, M.H.A.; FOLQUE, J.; SILVEIRA, A. Lógica: aspectos de sua aplicação em questões geotécnicas. **Geotecnica**, n.54, p.55-62, 1985.

SPENCER, J.W. Crown on soil-aggregate roads. **Highway research record**, n.91., p.48-58, 1965.

TRANSPORT AND ROAD RESEARCH LABORATORY. Overseas road note 1: maintenance management for district engineers. Crownthorne, 1981a. 30 p.

_____. Overseas road note 2: maintenance techniques for district engineers. Crownthorne, 1981b. 42p.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. Conservación de caminos sin pavimentar. Apoyo de tecnología de transporte para países en desarrollo. Washington, 1979.

VISSER, A.T. **An evaluation of unpaved road performance and maintenance.** Austin, 1981. Dissertation (PhD) - University of Texas, 1981.

_____. A working system for programming maintenance on a network of gravel roads. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROADS AND DEVELOPMENT, Paris, 1984. **Proceedings...** Paris, 1984. v.1, p.257-262.

_____. A review of the use of the MDS for managing unpaved road networks. In: ANNUAL TRANSPORTATION CONVENTION, Pretoria, 1986. **Proceedings...** Pretoria, 1986. v.2b/14, 16p.

_____; CURTAYNE, P.C. The maintenance and design system: a management aid for unpaved road networks. **Transportation research record**, n.1106, p.251-259, 1987.

WARDROP, J.G.; CHARLESWORTH, G. A method of estimating speed and flow of traffic from a moving vehicle. **Proceedings Institution of Civil Engineers**, v.3, n.2, p.158-171, 1954.

WATANATADA, T. et al. **The highway design and maintenance standards model :description of the HDM-III model.** Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1987. v.1

YAPP, M.T.Y.; STEWARD, J.; WHITCOMB, W.G. Existing methods for the structural design of aggregate road surfaces on forest roads. **Transportation research record**, v.2, n.1291, p.58-65, 1991.

APÊNDICES

I. SISTEMA RODOVIÁRIO MUNICIPAL

Apresenta-se os resultados do questionário enviado, a cada uma das administrações municipais, através do gabinete do Secretário dos Transportes do Estado do Rio Grande do Sul, no ano de 1992.

As questões propostas foram formuladas na fase preliminar à elaboração dessa tese, contando com o apoio de técnicos com experiência no setor de estradas municipais, vinculados à administração pública aos níveis estadual e municipal. Tal cronologia constitui justificativa para algumas omissões significativas, verificadas, posteriormente, quando observamos as mesmas à luz da sistematização desenvolvida.

As respostas não foram submetidas a nenhum tipo de avaliação, considerando a sua validade, sendo a responsabilidade pela precisão das mesmas das administrações municipais.

A estrutura de apresentação dos dados tem a forma de quesitos. Não há correspondência direta entre questões e quesitos, sendo que uma mesma questão pode ter sido utilizada para a elaboração de mais de um quesito e um quesito pode envolver mais de uma questão.

A apresentação dos dados contou com informações fornecidas pelas publicações "Sistema Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul" (RIO GRANDE DO SUL, 1989), "Prefeituras Municipais do Estado do Rio Grande do Sul" (COMPANHIA RIO-GRANDENSE DE ARTES GRÁFICAS, 1990) e o Censo Demográfico de 1991 - Rio Grande do Sul (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1991).

Os dados constantes do quesito 7 ficaram prejudicados devido a necessidade de redução da amostra utilizada (número de municípios). Vinte municípios emancipados, pouco tempo antes da elaboração do "Sistema Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul" (RIO GRANDE DO SUL, 1989), não tiveram registradas, na referida publicação, a quilometragem de sua malha viária.

Tabela 27 - Representatividade do questionário.

REPRESENTATIVIDADE DO QUESTIONÁRIO		
(quesito 1) - Número de municípios que responderam ao questionário / total de municípios do RS - (percentagem)		74 / 333 (22,2)
(quesito 2) - População rural dos municípios que responderam ao questionário / população rural total do RS - (percentagem)		428.456 / 2.141.345 (20,0)
(quesito 3) - População urbana dos municípios que responderam ao questionário / população urbana total do RS - (percentagem)		1.511.979 / 6.994.134 (21,6)
(quesito 4) - Área territorial dos municípios que responderam ao questionário / área territorial total RS - (percentagem)		67.028 km ² / 270.581 km ² (24,6)

Tabela 28(a) - Quesitos referentes a informações gerais.

Tabela 28(b) - Quesitos referentes a informações gerais.

INFORMAÇÕES GERAIS						
(quesito 7) - Quilômetros existentes segundo as prefeituras / quilômetros existentes segundo o sistema rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul - (percentagem) (50 municípios utilizados para análise do quesito)		58.811/ 23.329 (252,1)				
(quesito 8) - Extensão (km) da malha viária segundo as prefeituras (69 municípios responderam ao quesito)	até 200	200 a 500	500 a 1000	1000 a 2000	2000 a 5000	
Número de municípios	6	28	16	10	9	
(quesito 9) - Quilômetros intransitáveis após precipitação pluviométrica significativa /quilômetros existentes segundo as prefeituras - (percentagem) (55 municípios responderam ao quesito)		9.153/53.393 (17,1)				

Tabela 28(c) - Quesitos referentes a informações gerais.

INFORMAÇÕES GERAIS					
(quesito 10) - Percentagem de quilômetros intransitáveis após precipitação pluviométrica (55 municípios responderam ao quesito)	0	>0 - 10	>10 - 20	>20 - 50	>50
Número de municípios	4	14	16	16	5
(quesito 11) - Tempo de intransitabilidade - dias (49 municípios responderam ao quesito)		1	2	3 a 5	>5
Quilômetros intransitáveis		564	2654	1506	1654

Tabela 29 - Quesitos referentes à fase inventário rodoviário.

INVENTÁRIO RODOVIÁRIO			
	Sim	Não	Omitiu
(quesito 12) - Dispõe de mapa rodoviário?	53	18	03
	Medida	Estimada	Omitiu
(quesito 13) - A extensão da malha viária municipal fornecida foi:	27	37	10
(quesito 14) - Estimativa do número de passos - locais em que devem ser construídos pontes e bueiros (35 municípios responderam ao quesito)	671		

Tabela 30(a) - Quesitos referentes à fase estudo de materiais.

ESTUDO DE MATERIAIS			
	SIM	NÃO	OMITIU
(quesito 15) - Os materiais utilizados como revestimento primário são submetidos a ensaios laboratoriais?	02	70	02
(quesito 16) - Os municípios que responderam "sim" ao quesito anterior especificaram os ensaios realizados?	01	01	-
(quesito 17) - Causas da intransitabilidade?	Deficiência de aderência 67,7%	Atoleiro 32,3%	

Tabela 30(b) - Quesitos referentes à fase estudo de materiais.

ESTUDO DE MATERIAIS				
(quesito 18) - Número de quilômetros encascalhados ou ensaibrados	até 200	>200 - 400	>400 - 700	> 700
Número de municípios	33	14	7	6
(quesito 19) - Espessura média de encascalhamento ou ensaibramento (cm)	até 5	> 5 - 10	>10 - 20	> 20
Número de municípios	6	24	32	2
(quesito 20) - Distância de transporte do cascalho ou saibro (km)	até 5	> 5 - 10	> 10 - 20	> 20
Número de municípios	25	26	8	3

Tabela 31 - Quesitos referentes à fase tráfego.

TRÁFEGO			
	SIM	NÃO	OMITIU
(quesito 21) - É realizada algum tipo de contagem de tráfego nas estradas?	06	66	02

Tabela 32 - Quesitos referentes à fase memória técnica.

MEMÓRIA TÉCNICA			
	SIM	NÃO	OMITIU
(quesito 22) - Os serviços executados são devidamente documentados?	40	33	01

Tabela 33(a) - Quesitos referentes à fase controles administrativos.

CONTROLES ADMINISTRATIVOS			
	SIM	NÃO	OMITIU
(quesito 23) - A Prefeitura Municipal tem fichas individuais de controle de combustível para cada um dos equipamentos e veículos?	67	06	01
(quesito 24) - A Prefeitura Municipal tem fichas individuais de controle de lubrificante para cada um dos equipamentos e veículos?	63	09	02
(quesito 25) - A Prefeitura Municipal tem fichas individuais de peças de reposição para cada um dos equipamentos e veículos?	54	17	03
(quesito 26) - Dispõe de oficina própria?	52	21	01

Tabela 33(b) - Quesitos referentes à fase controles administrativos.

CONTROLES ADMINISTRATIVOS					
			SIM	NÃO	OMITIU
(quesito 27) - Realiza serviços em oficina particulares?			72	01	01
(quesito 28) - Percentagem dos serviços realizados em oficinas particulares.	0 -30	>30 - 50	>50 - 70	>70	OMITIU
Número de municípios	20	9	11	21	11
(quesito 29) - A Prefeitura Municipal tem fichas individuais de produtividade dos operadores e motoristas?			30	40	04
(quesito 30) - A Prefeitura Municipal realiza, ao final de cada ano, análises de produtividade dos operadores e motoristas?			16	55	03
(quesito 31) - A Prefeitura Municipal realiza, ao final de cada ano, análises de produtividade dos equipamentos e veículos?			17	55	02

Tabela 34 - Quesitos referentes à fase custos.

CUSTOS			
	SIM	NÃO	OMITIU
(quesito 32) - A Prefeitura Municipal realiza cálculo de custo para os serviços de manutenção, melhoramento e construção das estradas?	23	47	04
(quesito 33) - A Prefeitura Municipal realiza cálculo de custos de manutenção mecânica para cada um dos equipamentos?	29	42	03

Tabela 35 - Quesitos referentes à fase de monitorização.

MONITORIZAÇÃO			
	SIM	NÃO	OMITIU
(quesito 34) - É feito acompanhamento (documentado) do desempenho dos serviços executados?	32	39	03
(quesito 35) - Sistemáticamente é feita inspeção visando detectar pontos e trechos críticos	53	17	04

Tabela 36(a) - Quesitos referentes à fase planejamento dos serviços.

PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS						
(quesito 36) - Disponibilidade de motoniveladoras por 1000 km	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	> 8	OMITIU
Número de municípios	8	19	16	10	14	7
(quesito 37) - Disponibilidade de caminhões por 1000 km	0 a 4	4 a 8	8 a 12	12 a 16	>16	OMITIU
Número de municípios	8	13	17	10	19	7
(quesito 38) -Disponibilidade de retroescavadeira por 1000 km	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	> 8	OMITIU
Número de municípios	19	23	9	5	12	6

Tabela 36(b) - Quesitos referentes à fase planejamento das atividades.

PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS						
(quesito 39) - Disponibilidade de pá-carregadeira por 1000 km	0 a 1	1 a 2	2 a 4	4 a 8	>8	OMITIU
Número de municípios	12	13	18	18	8	5
(quesito 40) - Disponibilidade de trator de esteira por 1000 km	0 a 1	1 a 2	2 a 4	4 a 8	> 8	OMITIU
Número de municípios	17	16	18	12	6	5
(quesito 41)	Equipamentos e veículos					
Idade dos equipamentos e veículos (anos)	Motoniveladora	Retroescavadeira	Caminhão	Pá carregadeira	Trator de esteira	
0 - 5	32	62	128	28	25	
5 - 10	41	60	115	19	18	
10 - 15	45	27	156	22	21	
15 - 20	61	13	104	31	19	
20 - 25	47	1	73	15	17	

II. MÉTODO PARA O LEVANTAMENTO DE CAMPO - INVENTÁRIO RODOVIÁRIO

a. Elaboração de um mapa rodoviário preliminar, a partir de mapa rodoviário eventualmente existente e/ou do mapa do Serviço Geográfico do Exército (SGE), escala 1:50000. A última cobertura aerofotogramétrica, abrangendo todo o território do Estado do Rio Grande do Sul, foi feita no ano de 1975 (BRAGANÇA DE SOUZA, 1994). Atribuir a cada entroncamento um número.

b. Procede-se a classificação funcional das estradas com base na experiência local, de acordo com a sua importância relativa (volume de tráfego médio diário, linha de ônibus, linha de leite, linha escolar, etc.). Uma classificação funcional, de possível utilização, divide as estradas municipais em três grupos: principais, secundárias e travessões, esses últimos de uso restrito para os moradores adjacentes aos mesmos. Tal classificação é, em geral, suficiente para representar as estradas dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul. Posteriormente, após determinações do volume de tráfego médio diário, pode vir a ocorrer uma reavaliação da classificação funcional proposta.

c. As estradas podem ser referidas por um nome e/ou por uma designação, essa última formada por uma letra justaposta a um número (letra inicial da classificação funcional associada a um número escolhido aleatoriamente). A título de exemplo, uma determinada estrada pode ser designada por P03, S12 ou ainda T24.

d. O levantamento de campo deve ser iniciado pelas estradas principais, seguido das secundárias e por último dos travessões.

e. O critério sugerido, para definir uma estrada, como pertencente a malha viária municipal, é de que a mesma sirva a mais de uma propriedade.

f. Os trechos das estradas, que estejam integados a um programa de microbacias, podem ser inventariados utilizando a mesma planilha do revestimento primário.

g. A produtividade, do levantamento de campo, é significativamente ampliada, quando a sua execução é acompanhada de funcionário que tenha trabalhado, durante um longo período de tempo, nas estradas do município. A sua contribuição é fundamental para a identificação dos bueiros. A produtividade também está relacionada ao relevo e a estrutura agrária. Em regiões de relevo acidentado e com pequenas propriedades, a produtividade cai sensivelmente.

h. Os modelos de planilha a serem utilizados, e as respectivas instruções de preenchimento, encontram-se nas páginas seguintes.

Planilha - inventário rodoviário - localização e largura (Figura 11) -

- Primeira linha e primeira coluna -

Zona - designação da zona

Estrada - nome ou designação da estrada

km in - quilômetro, no oedômetro do veículo, no entroncamento que marca o início da estrada, com precisão de 0,1 km

- Segunda linha e primeira coluna -

Entroncamento ou referência - número atribuído ao entroncamento ou designação de alguma referência (colégio, posto de saúde, etc.)

- Segunda linha e segunda coluna -

km - quilômetro, no oedômetro do veículo, no entroncamento ou referência, com precisão de 0,1 km

- Segunda linha e terceira coluna -

Largura (m) - largura média, em metros, da plataforma até o próximo entroncamento

- Segunda linha e quarta coluna -

Número de propriedades - anotação realizada no caso específico de travessões

Planilha inventário rodoviário - obras de arte (Figura 12) -

- Primeira linha e primeira coluna -

Zona - designação da zona

Estrada - nome ou designação da estrada

km in - quilômetro, no oedômetro do veículo, no entroncamento que marca o início da estrada, com precisão de 0,1 km

- Segunda linha e primeira coluna -

km - quilômetro, no odômetro do veículo, de uma determinada ponte ou bueiro, com precisão de 0,1 km

- Segunda linha e segunda coluna -

Pontes - descrição das características (vão, superestrutura, mesoestrutura, infra-estrutura e encontros)

- Segunda linha e terceira coluna -

Bueiros - Tubular - diâmetro do bueiro

- Segunda linha e quarta coluna -

Bueiros - Celular - largura do bueiro

- Segunda linha e quinta coluna -

Bueiros - Número - número de bueiros

Observações -

1. Em muitas situações, uma determinação precisa, do diâmetro ou da largura do bueiro, prejudica o rendimento dos trabalhos. Nesses casos, sugere-se que a medida seja feita posteriormente.
2. O registro dos passos existentes deve ser feito utilizando a mesma planilha.

Planilha inventário rodoviário - deficiências geométricas (Figura 13) -

- Primeira linha e primeira coluna -

Estrada - nome ou designação da estrada em que é detectada a deficiência geométrica

- Primeira linha e segunda coluna -

Localização - quilômetro (curva perigosa e lombada) ou quilômetro inicial e final (plataforma estreita) registrados no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km

- Primeira linha e terceira coluna -

Tipo de deficiência geométrica - curva perigosa, lombada ou plataforma estreita, colocando-se um asterisco sobrejacente no caso de constituir um local extremamente perigoso. No caso específico de curva perigosa coloca-se, entre parênteses, a sua classificação (Tabela 37)

- Primeira linha e quarta coluna -

Entroncamento ou referência (km) - nome ou designação do entroncamento ou referência, km registrado no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km

Planilha inventário rodoviário - revestimento primário (Figura 14) -

- Primeira linha e primeira coluna -

Estrada - nome ou designação da estrada em que é caracterizado o revestimento primário para um determinado trecho

- Primeira linha e segunda coluna -

Localização - quilômetro inicial e final, do trecho em que é caracterizado o revestimento primário, registrados no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km.

- Primeira linha e terceira coluna -

Tipo de revestimento primário - descrição do revestimento primário do trecho

- Primeira linha e quarta coluna -

Entroncamento ou referência (km) - nome ou designação do entroncamento ou referência, km registrado no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km

Tabela 37 - Classificação de curvas perigosas.

Classificação	Descrição
1	pequena largura de plataforma sem visibilidade não ocorre necessidade de redução de velocidade
2	pequena largura de plataforma sem visibilidade ocorre necessidade de redução de velocidade
3	largura de plataforma adequada sem visibilidade ocorre necessidade de redução de velocidade
4	largura de plataforma adequada com visibilidade ocorre necessidade de redução de velocidade
5	pequena largura da plataforma com visibilidade ocorre necessidade de redução de velocidade
6	pequena largura de plataforma sem visibilidade não ocorre necessidade de redução de velocidade
7	largura de plataforma adequada sem visibilidade não ocorre necessidade de redução de velocidade

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS				
INVENTÁRIO RODOVIÁRIO - OBRAS DE ARTE				
ZonaEstrada..... km inicial.....				
	Pontes	Bueiros		
km	Descrição das características	Tubular	Celular	Número

Figura 12 - Planilha inventário rodoviário - obras de arte.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS			
INVENTÁRIO RODOVIÁRIO - REVESTIMENTO PRIMÁRIO			
Estrada	Localização	Tipo de revestimento primário	Entroncamento ou referência (km)

Figura 14 - Planilha inventário rodoviário - revestimento primário.

III. APLICAÇÃO DO ESTUDO DE MATERIAIS

As etapas obedecidas, para a aplicação do estudo de materiais, são apresentadas esquematicamente na Figura 15. As seguintes indicações complementares devem ser feitas:

- Coleta de amostras - as amostras de material de revestimento primário devem ser coletadas quando da disposição no local de aplicação, após mistura provocada pelas operações de extração, carregamento e descarregamento. A etiqueta de identificação deve conter todas as informações exigidas acerca da jazida.

- Arquivo de amostras - uma porção da amostra, devidamente acondicionada para que permaneça em umidade próxima a de coleta, deve ser disposta em lugar específico do escritório, de modo a servir como elemento de referência para o estabelecimento de um senso comum acerca do seu desempenho.

- Caracterização geotécnica - os ensaios laboratoriais, de caracterização geotécnica, realizados obedecem a metodologia MCT. Ensaios complementares devem ser feitos quando se tratar de material a ser utilizado como revestimento primário, conforme especificação proposta.

- Avaliação de desempenho - avaliação dos materiais a ser feita pelos engenheiros, encarregados e operadores, dentro da perspectiva de estabelecer um permanente debate técnico no ambiente de trabalho.

- Mapeamento das jazidas - localização, para cada estrada, das jazidas de material para revestimento primário de possível utilização, incluindo diversas informações, tais como: estrada e quilômetro em que está localizada a jazida, distância de transporte, nome do proprietário e as suas potencialidades de exploração.

Figura 15 - Etapas obedecidas para a aplicação do estudo de materiais.

IV. CONTAGEM DE TRÁFEGO

a. Procede-se a contagem de tráfego quando existir disponibilidade para realizar tal atividade, por parte do engenheiro responsável ou do encarregado, ao percorrer uma determinada estrada.

b. Pode-se dividir, para efeito de contagem de tráfego, uma estrada em dois ou mais trechos, quando existirem indícios de que haja uma diferença acentuada no volume de tráfego entre os mesmos.

c. Preenche-se a planilha - contagem de tráfego (figura 16). As linhas inferiores são reservadas para estradas que apresentam volumes de tráfego pouco expressivos.

d. Os dados anotados, além do número de veículos, são: nome ou designação da estrada em que está sendo feita a contagem; estrada ou referência em cujo entrocamento é iniciada a contagem; nome ou designação da estrada em cujo entrocamento é finalizada a contagem; horário inicial e final da contagem.

e. Para a realização da contagem de tráfego imprime-se a velocidade típica. Tal velocidade é próxima da média desenvolvida pelos demais veículos na estrada, de modo que o número de veículos que ultrapassam é aproximadamente igual aos que são ultrapassados.

f. Alternar, sempre que possível, o sentido em que é procedida a contagem de tráfego.

g. Não podem ser feitas paradas durante a contagem de tráfego.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS									
CONTAGEM DE TRÁFEGO									
Estrada -		Entre		() e		()			
auto- 1		utili- 1		ônibus 1		cami- 1		máq. 1	
móvel 2		tários 2		2		nhões 2		agric. 2	
3		3		3		3		3	
Estrada -		Entre		() e		()			
auto- 1		utili- 1		ônibus 1		cami- 1		máq. 1	
móvel 2		tários 2		2		nhões 2		agric. 2	
3		3		3		3		3	
Estrada -		Entre		() e		()			
auto- 1		utili- 1		ônibus 1		cami- 1		máq. 1	
móvel 2		tários 2		2		nhões 2		agric. 2	
3		3		3		3		3	
Estrada		Horário				Veículos			
01 - veículos em sentido contrário/ 02 - veículos que nos ultrapassam/ 03 - veículos que ultrapassamos									

Figura 16 - Planilha contagem de tráfego.

V. PLANILHAS DE CONTROLE DE SERVIÇOS

As planilhas de controle de serviços, apresentadas a seguir, foram elaboradas com o apoio do Engenheiro Agrícola Sérgio Hax, responsável pelas estradas municipais de São Lourenço do Sul.

O conjunto de planilhas de controle de serviços é constituído de cinco (5) tipos:

- caminhão
- equipamentos diversos
- motoniveladora
- turmas
- engenheiro responsável/encarregado

O preenchimento das planilhas é apresentado a seguir:

Planilha controle de serviços - caminhão (Figura 17):

- Primeira linha e segunda coluna -
Cadastro - cadastro do caminhão
- Primeira linha e terceira coluna -
Motorista - apelido
- Segunda linha e primeira coluna -
Data - data da realização do serviço
- Segunda linha e segunda coluna -
Horário - horário de realização do serviço
- Segunda linha e terceira coluna -
Estrada/serviço realizado - nome ou designação da estrada/descrição do serviço realizado (chuva ou oficina)
- Segunda linha e quarta coluna -
km inicial - quilômetro, registrado no oedometro, no início da realização do serviço, com precisão de 0,1 km
- Segunda linha e quinta coluna -
km final - quilômetro, registrado no oedometro, no final da realização do serviço, com precisão de 0,1 km
- Segunda linha e sexta coluna -
Jazida - identificação da jazida
- Segunda linha e sétima coluna -
Cargas - número de cargas transportadas

- Segunda linha e oitava coluna -
Combustíveis e lubrificantes - abastecimentos efetuados pelo veículo
- Última linha -
Defeitos mecânicos - observações realizadas pelo motorista sobre a parte mecânica do veículo

Planilha controle de serviços - equipamentos diversos (Figura 18):

- Primeira linha e segunda coluna -
Cadastro - cadastro do equipamento
- Primeira linha e terceira coluna -
Operador - apelido
- Segunda linha e primeira coluna -
Data - data da realização do serviço
- Segunda linha e segunda coluna -
Horário - horário de realização do serviço
- Segunda linha e terceira coluna -
Estrada/serviço realizado - nome ou designação da estrada/descrição do serviço realizado (chuva ou oficina)
- Segunda linha e quarta coluna -
Hora inicial - hora registrada no relógio do equipamento no início da realização do serviço
- Segunda linha e quinta coluna -
Hora final - hora registrada no relógio do equipamento no fim da realização do serviço
- Segunda linha e sexta coluna -
Combustíveis e lubrificantes - abastecimentos efetuados
- Última linha -
Defeitos mecânicos - observações realizadas pelo operador sobre o equipamento

Planilha controle de serviços - motoniveladora (Figura 19):

- Primeira linha e segunda coluna -
Cadastro - cadastro da motoniveladora
- Primeira linha e terceira coluna -
Operador - apelido

- Segunda linha e primeira coluna -
Data - data da realização do serviço
- Segunda linha e segunda coluna -
Horário - horário de realização do serviço
- Segunda linha e terceira coluna -
Estrada/início e fim - nome ou designação da estrada/início e fim da patrulagem (chuva ou oficina)
- Segunda linha e quarta coluna -
Hora inicial - hora registrada no relógio da motoniveladora no início da realização do serviço
- Segunda linha e quinta coluna -
Hora final - hora registrada no relógio do motoniveladora no final da realização do serviço
- Segunda linha e sexta coluna -
Combustíveis e lubrificantes - abastecimentos efetuados
- Última linha -
Defeitos mecânicos - observações realizadas pelo operador sobre o equipamento

Planilha controle de serviços - turmas (Figura 20):

- Primeira linha e segunda coluna -
Capataz - apelido
- Segunda linha e primeira coluna -
Data - data da realização do serviço
- Segunda linha e segunda coluna -
Horário - horário de realização do serviço
- Segunda linha e terceira coluna -
Estrada/serviço realizado - nome ou designação da estrada/descrição do serviço realizado (chuva)
- Segunda linha e quarta coluna -
Faltas (apelido) - apelido dos operários faltosos
- Última linha -
Turma - componentes da turma

Planilha controle de serviços - engenheiro responsável/encarregado (Figura 21):

- Primeira linha e segunda coluna -
Eng. Responsável - rubrica
- Segunda linha e primeira coluna -
Estrada/serviço realizado - nome ou designação da estrada/descrição do serviço realizado
- Segunda linha e segunda coluna -
Localização - entroncamentos ou referências, em relação a estrada, do serviço realizado.
- Segunda linha e quarta coluna -
Observações - anotar observações relevantes realizadas

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS CONTROLE DE SERVIÇOS - CAMINHÃO			Cadastro		Motorista		
Data	Horário	Estrada / Serviço realizado	km inicial	km final	Jazida	Cargas	Combustíveis e lubrificantes
Defeitos mecânicos :							

Figura 17 - Planilha controle de serviços - caminhão.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS CONTROLE DE SERVIÇOS - EQUIPAMENTOS DIVERSOS			Cadastro	Operador	
Data	Horário	Estrada / Serviço realizado	Hora inicial	Hora final	Combustíveis e lubrificantes
Defeitos mecânicos :					

Figura 18 - Planilha controle de serviços - equipamentos diversos.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS CONTROLE DE SERVIÇOS - MOTONIVELADORA			Cadastro	Operador	
Data	Horário	Estrada (início e fim)	Hora inicial	Hora final	Combustíveis e lubrificantes
Defeitos mecânicos :					

Figura 19 - Planilha controle de serviços - motoniveladora.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS			Capataz
CONTROLE DE SERVIÇOS - TURMAS			
Data	Horário	Estrada/serviço realizado	Faltas (apelido)
Turma :			

Figura 20 - Planilha controle de serviços - turmas.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS CONTROLE DE SERVIÇOS - ENGENHEIRO RESPONSÁVEL/ENCARREGADO		
Estrada/serviço realizado	Localização	Observações

Figura 21 - Planilha controle de serviços - engenheiro responsável/encarregado.

VI. PLANILHAS DE CONTROLE ADMINISTRATIVO

Planilha controle administrativo - manutenção de equipamentos e veículos (Figura 22) - utilizada nos serviços de manutenção realizados em oficina própria. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -
Cadastro - cadastro do equipamento ou veículo
- Primeira linha e segunda coluna -
Data de entrada - data de entrada na oficina
- Primeira linha e terceira coluna -
Data de saída - data de saída da oficina
- Primeira linha e quarta coluna -
Hora ou km (entrada) - hora ou km registrado quando da entrada do equipamento na oficina
- Primeira linha e quinta coluna -
Hora ou km (saída) - hora ou km registrado quando da saída da oficina
- Segunda linha -
Serviço realizado - descrição do serviço realizado estruturado segundo os órgãos constituintes de cada um dos equipamentos e veículos (Tabela 38)
- Terceira linha -
Peças substituídas - lista das peças de valor significativo substituídas

Planilha controle administrativo - manutenção de equipamentos e veículos - mão de obra (Figura 23) - utilizada nos serviços de manutenção realizados em oficina própria. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha -
Mecânico - apelido
- Segunda linha e primeira coluna -
Data - data da realização dos serviços
- Segunda linha e segunda coluna -
Cadastro/horas trabalhadas - cadastro do do equipamento ou veículo/horas de trabalho

Tabela 38 - Órgãos constituintes dos equipamentos e veículos.

ÓRGÃOS - EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS						
	Trator de esteira	Motoniveladora	Retroescavadeira	Pá-carregadeira	Caminhão	Automóvel e camionete
Motor	X	X	X	X	X	X
Transmissão	X	X	X	X	X	X
Comando	X	X	X	X		
Sistema rodante	X			X		
Embreagem ou conversor		X	X	X	X	X
Pneumáticos		X	X	X	X	X
Embuchamento			X	X	X	X
Cabine					X	
Caixa diferencial					X	X
Hidráulico					X	
Caçambas			X	X	X	
Sistema elétrico	X	X	X	X	X	X
Sistema de alimentação	X	X	X	X	X	X

Planilha controle administrativo - pneus (Figura 24) - utilizada no controle de pneus. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -
Código - número de registro do pneu na prefeitura
- Primeira linha e segunda coluna -
Data - data em que o pneu é colocado ou retirado de uso de um determinado equipamento ou veículo
- Primeira linha e terceira coluna -
Colocado - marcar com um "x" quando o pneu tiver sido colocado em uso
- Primeira linha e quarta coluna -
Retirado - marcar com um "x" quando o pneu tiver sido retirado de uso
- Primeira linha e quinta coluna -
Cadastro - cadastro do equipamento ou veículo

Observação - a troca de pneus para recauchutagem (os pneus a disposição do equipamento ou veículo permanecem os mesmos, ocorre apenas a troca dos pneus em uso) é registrada na ficha de campo preenchida pelo operador ou motorista. Tal procedimento é proposto no sentido de evitar a utilização de um número muito grande de planilhas.

Planilha controle administrativo - baterias (Figura 25) - utilizada no controle de baterias. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -
Código - número de registro da bateria na prefeitura
- Primeira linha e segunda coluna -
Data - data em que a bateria é colocada ou retirada de uso de um determinado equipamento ou veículo
- Primeira linha e terceira coluna -
Colocada - marcar com um "x" quando a bateria tiver sido colocada em uso
- Primeira linha e quarta coluna -
Retirada - marcar com um "x" quando a bateria tiver sido retirada de uso
- Primeira linha e quinta coluna -
Cadastro - cadastro do equipamento ou veículo
- Primeira linha e sexta coluna -
Hora ou km - hora ou km registrada no equipamento ou veículo quando da colocação ou retirada da bateria

Planilha controle administrativo - lâminas (Figura 26) - utilizada no controle de lâminas de motoniveladora. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -
Número - número de registro da lâmina na prefeitura
- Primeira linha e segunda coluna -
Cadastro - registrar código do equipamento
- Primeira linha e terceira coluna -
Colocado - marcar com um "x" quando a lâmina tiver sido colocado em uso
- Primeira linha e quarta coluna -
Retirado - marcar com um "x" quando a lâmina tiver sido retirado de uso
- Primeira linha e quinta coluna -
Hora - hora quando da colocação ou retirada da lâmina

Planilha controle administrativo - materiais de construção (Figura 27) - utilizada para o controle dos materiais de construção. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -
Obra - número de identificação da obra
- Primeira linha e segunda coluna -
Data - data da entrega do material
- Primeira linha e terceira coluna -
Materiais de construção - materiais de construção entregues
- Primeira linha e quarta coluna -
Assinatura - assinatura do funcionário que recebeu o material

Planilha controle administrativo - combustíveis e lubrificantes (Figura 28) - utilizada para o controle do consumo de combustível quando o abastecimento é centralizado. Quando o próprio operador efetua o abastecimento os valores são na planilha de controle de serviços, em coluna própria. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha -
Mês - mês do ano em que esta sendo feito o controle
Combustível e lubrificante - tipo de combustível e lubrificante controlado
- Terceira linha -
Cadastro - cadastro do equipamento ou veículo
- Quarta linha em diante e primeira coluna -
Dia - dia do mês
- Quarta linha em diante, segunda a sexta coluna -

Registro do consumo no dia para cada equipamento ou veículo

Planilha controle administrativo - ferramentas (Figura 29). Utilizada para o controle do empréstimo e devolução de ferramentas. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -
Funcionário - apelido
- Primeira linha e segunda coluna -
Ferramentas - ferramentas retiradas ou devolvidas
- Primeira linha e terceira coluna -
Retirada ou devolução - registrar se é retirada ou devolução
- Primeira linha e quarta coluna -
Data - data da retirada ou devolução
- Primeira linha e quinta coluna -
Assinatura - assinatura do funcionário que retirou ou devolveu as ferramentas

[illegible]

Figura 22 - Planilha controle administrativo - manutenção de equipamentos e veículos.

[illegible]

Figura 23 - Planilha controle administrativo - manutenção de equipamentos e veículos - mão de obra.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS				
CONTROLE ADMINISTRATIVO - PNEUS				
Código	Data	Colocado	Retirado	Cadastro

Figura 24 - Planilha controle administrativo - pneus.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS					
CONTROLE ADMINISTRATIVO - BATERIAS					
Código	Data	Colocada	Retirada	Cadastro	Hora ou km

Figura 25 - Planilha controle administrativo - baterias.

VII. MÉTODO PARA A EXECUÇÃO DA MONITORIZAÇÃO

MONITORIZAÇÃO - PRIMEIRA PARTE

Defeitos existentes e grau de incidência - avaliação fundamentada no senso comum da equipe de trabalho. O engenheiro responsável deve coordenar essa atividade. Na hipótese do mesmo ter ingressado na prefeitura para implantar o sistema de gerência será necessário um período mínimo de tempo (2 a 3 meses) para realizar esta atividade, de modo a permitir a sua familiarização com a malha viária do município.

MONITORIZAÇÃO - SEGUNDA PARTE

Trechos e pontos críticos - a identificação deve ser feita durante a execução de atividades de rotina e periodicamente, executando roteiros em parte da malha viária do município. Nesse último caso, devem ser procedidos, os roteiros, durante ou logo após precipitação pluviométrica significativa. Os usuários podem dar uma contribuição efetiva a esta etapa, quando da formalização de suas demandas, em geral trechos e pontos críticos.

A planilha monitorização - trechos e pontos críticos (Figura 30) é preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -

Estrada - nome ou designação da estrada em que é identificado o trecho ou ponto crítico

- Primeira linha e segunda coluna -

Localização - quilômetro inicial e final, do trecho crítico, ou quilômetro do ponto crítico, registrados no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km.

- Primeira linha e terceira coluna -

Descrição visual - descrição do trecho ou ponto crítico

- Primeira linha e quarta coluna -

Entroncamento ou referência (km) - nome ou designação do entroncamento ou referência (km registrado no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km)

MONITORIZAÇÃO - TERCEIRA PARTE

Monitorização- obras de arte

a. A monitorização das obras de arte é realizada de forma sistemática pelo menos uma vez ao ano, preferencialmente após precipitações pluviométricas de grande intensidade.

b. A planilha monitorização - obras de arte (Figura 31) é preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -

Estrada - nome ou designação da estrada em que esta localizada a obra de arte monitorizada

- Primeira linha e segunda coluna -

Localização - quilómetro da obra de arte monitorizada, registrados no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km.

- Primeira linha e terceira coluna -

Descrição visual - relato sucinto das condições da ponte ou bueiro. Em bueiros a inspeção interna deve ser feita quando o diâmetro é maior do que 80 cm.

- Primeira linha e quarta coluna -

Entroncamento ou referência (km) - nome ou designação do entroncamento ou referência (km registrado no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km)

Monitorização - sistema de drenagem

a. Executa-se a monitorização do sistema de drenagem, durante ou logo após precipitação pluviométrica significativa. Em relação a malha viária como um todo, a monitorização do sistema de drenagem deve ser implantada progressivamente, obedecendo uma sequência estabelecida de acordo com a classificação funcional das estradas.

Em uma dada estrada, inicialmente, identificam-se os locais que apresentam deficiências mais significativas, cuja correção deve ser realizada dentro de um programa de melhoramento da malha viária. Implantadas as obras que se fizerem necessárias, é realizado uma nova monitorização, a qual dará origem a um novo programa de obras. Assim, sucessivamente, no decorrer do tempo, serão identificados problemas cada vez menos significativos.

b. Preenche-se a planilha monitorização - sistema de drenagem (Figura 32) do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -

Estrada - nome ou designação da estrada em que esta localizado o defeito do sistema de drenagem detectado

- Primeira linha e segunda coluna -

Localização - quilômetro do defeito do sistema de drenagem detectado, registrado no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km.

- Primeira linha e terceira coluna -

Descrição visual - relato sucinto do defeito do sistema de drenagem detectada.

- Primeira linha e quarta coluna -

Entroncamento ou referência (km) - nome ou designação do entroncamento ou referência, km registrado no oodômetro do veículo, com precisão de 0,1 km

Monitorização - sistema de drenagem - abaulamento

a. Anota-se os dados na planilha monitorização - sistema de drenagem - abaulamento (Figura 33), para cada um dos pontos em que for realizada determinação do abaulamento, do seguinte modo:

- Primeira coluna -

Estrada - nome ou designação da estrada

- Segunda coluna -

Localização - quilômetro, registrado no oodômetro, no local onde foi determinado o abaulamento, com precisão de 0,1 km

- Terceira coluna -

Greide - do local onde foi determinado o abaulamento obedecendo o critério proposto na Tabela 39

- Quarta coluna -

Abaulamento (eixo-borda) - desnível entre o eixo e a borda/distância entre o eixo e a borda (LD ou LE, sendo LD lado direito da plataforma e LE lado esquerdo da plataforma)

- Quinta coluna -

Abaulamento (eixo-1m) - desnível entre o eixo e um (1) metro de distância do eixo (LD ou LE, sendo LD lado direito da plataforma e LE lado esquerdo da plataforma)

- Sexta coluna -

Painelas - nível de severidade (1 - baixo, 2 - médio e 3 - alto)

• Sétima coluna -

Erosão longitudinal - nível de severidade (1 - baixo, 2 - médio e 3 - alto)

Monitorização - pavimento

Defeitos característicos

a. Delimitação de trechos homogêneos, em cada uma das estradas, considerando relevo e greide.

As classes de relevo a serem utilizadas podem ser as mais diversas. Devem ser fundamentadas em avaliação preliminar, realizada anteriormente ao início do inventário rodoviário. É importante que seja preservada a coerência interna, utilizando para a realização de toda a malha viária os mesmos critérios.

As classes de greide são determinadas subjetivamente, apoiadas no conhecimento tácito desenvolvido pelo técnico. A sensibilidade para a identificação das classes de greide, pode ser desenvolvida com o uso de um aparelho de baixo custo e de fácil operação, denominado clinômetro (aproximadamente US\$ 300,00), referenciando os valores obtidos as faixas sugeridas para cada uma das classes (Tabela 39).

Tabela 39 - Classes de greide.

CLASSES DE GREIDE	RAMPA (%)
Plano	< 1,4
Suave	1,4 a 4,0
Médio	4,0 a 8,0
Forte	8,0 a 14,0
Muito forte	>14,0

b. A execução da monitorização - pavimento - defeitos característicos deve ser feita decorrido um período de tempo apreciável da última manutenção do revestimento primário, obedecendo um sentido decrescente de classificação funcional.

c. Preenche-se a planilha monitorização - pavimento - defeitos característicos (Figura 34) do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -

Zona - nome da zona

Estrada - nome ou designação da estrada

km in - quilómetro, no oedómetro do veículo, no entroncamento que marca o início da estrada, com precisão de 0,1 km

- Segunda linha e primeira coluna -

Trecho (km) - quilómetro, no oedómetro do veículo, do início e fim do trecho considerado homogêneo do ponto de vista de greide e relevo, com precisão de 0,1 km

- Segunda linha e segunda coluna -

Greide - greide do trecho considerado homogêneo (tabela xx)

- Segunda linha e terceira coluna -

Relevo - relevo do trecho considerado homogêneo

- Segunda linha e quarta coluna -

Defeitos característicos - defeitos característicos e nível de severidade (1 - baixo, 2 - médio e 3 - alto)

Monitorização - pavimento - trechos prioritários

a. Executado quando da realização das atividades rotineiras de campo desenvolvidas pelo engenheiro responsável.

b. Preenche-se, a planilha monitorização - pavimento - trechos prioritários (Figura 35) do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -

Estrada - nome ou designação da estrada em que foi detectado o trecho prioritário

- Primeira linha e segunda coluna -

Localização - quilómetro inicial e final, do trecho prioritário ou quilómetro do local prioritário, registrados no oedómetro do veículo, com precisão de 0,1 km.

- Primeira linha e terceira coluna -

Descrição visual - descrição do trecho prioritário

- Primeira linha e quarta coluna -

Entroncamento ou referência (km) - nome ou designação do entroncamento ou referência, km registrado no oedômetro do veículo, com precisão de 0,1 km

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS			
MONITORIZAÇÃO - TRECHOS E PONTOS CRÍTICOS			
Estrada	Localização	Descrição visual	Entroncamento ou referência (km)

Figura 30 - Planilha monitorização - trechos e pontos críticos.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS			
MONITORIZAÇÃO - OBRAS DE ARTE			
Estrada	Localização	Descrição visual	Entroncamento ou referência (km)

Figura 31 - Planilha monitorização - obras de arte.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS			
MONITORIZAÇÃO - SISTEMA DE DRENAGEM			
Estrada	Localização	Descrição visual	Entroncamento ou referência (km)

Figura 32 - Planilha monitorização - sistema de drenagem.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS			
MONITORIZAÇÃO - PAVIMENTO - DEFEITOS CARACTERÍSTICOS			
Zona Estrada km inicial.....			
Trecho (km)	Greide	Relevo	Defeitos característicos

Figura 34 - Planilha monitorização - pavimento - defeitos característicos.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS			
MONITORIZAÇÃO - PAVIMENTO - TRECHOS PRIORITÁRIOS			
Estrada	Localização	Descrição visual	Entroncamento ou referência (km)

Figura 35 - Planilha monitorização - pavimento - trechos prioritários.

VIII. PLANILHA DE AVALIAÇÃO DE EXPERIMENTOS

Planilha de avaliação dos experimentos (Figura 36) - utilizada na avaliação dos experimentos. É preenchida do seguinte modo:

- Primeira linha e primeira coluna -
Número - número do experimento
- Primeira linha e segunda coluna -
Data - data da realização da avaliação
- Primeira linha e terceira coluna -
Avaliação - resultado da avaliação
- Primeira linha e quarta coluna -
Responsável - rubrica do responsável pela avaliação

IX. EXPERIMENTOS REALIZADOS

Tabela 40(a) - Experimentos realizados.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS				
EXPERIMENTOS				
Município - Porto Alegre				
Descrição: Colocação de camada de brita 2 sob argila de comportamento laterítico (LG' - $c' = 2,26$ e $e' = 0,97$) visando corrigir deficiência de aderência. Construído sem realizar perfilagem, alguns dias após a chuva. Execução: 12.04.94				
Estrada	km	Classificação funcional	Relevo	Greide
Paixão	0,6 a 1,0	Travessão (largura da plataforma 5m)	Ondulado	Forte (9%)
Materiais utilizados - Brita 2 - 28 m ³		Mão de obra - uma turma - 6 pessoas		
Equipamentos e veículos utilizados - Caminhão - 7:00 as 14:00 hs.				
Retro-escavadeira (drenagem) - 7:00 as 14:00 hs.				
Avaliação				
Data	Descrição			
14.04.94	Brita cravada em alguns locais. Falta desaguadouro a esquerda.			
18.04.94	Após chuva intensa. Na parte inferior bastante brita cravada.			
08.06.94	Brita esta cravada (excelente) - sobra em alguns pontos, deve ser feito trabalho manual.			
23.06.94	Excelente. Deve ser construído desaguadouro.			
10.08.94	Após chuva intensa. Excelente.			
15.09.94	Excelente. Pequenos problemas de sulcos longitudinais.			
11.11.94	Sulcos longitudinais se aprofundaram um pouco.			
22.08.95	Sulcos longitudinais se aprofundaram um pouco.			
Manutenção				
Não ocorreu manutenção no período.				
Repercussão do experimento				
A excelente durabilidade apresentada pela argila laterítica evidenciou a possibilidade de vir a ser utilizada misturada com o saibro (experimento - tabela 40(b)) com o objetivo de aumentar a durabilidade.				

Tabela 40(b) - Experimentos realizados.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS				
EXPERIMENTOS				
Município - Porto Alegre				
Descrição: Colocação de camada de saibro (NA' - c'= 0,82, e'= 1,19 e taxa de ligante=8%) como revestimento primário. Execução: 15.05.94				
Estrada	km	Classificação funcional	Relevo	Greide
Pedreira	0,0 a 0,2	Travessão (largura da plataforma 5m)	Ondulado	Muito forte (9%)
Materiais utilizados - Saibro - 84 m ³			Mão de obra -	
Equipamentos e veículos utilizados - 2 caminhões - 7:00 as 12:00 hs. e das 14:00 as 16:00 hs.				
Avaliação				
Data	Descrição			
08.06.94	Erosão longitudinal. Falta valeta lateral.			
23.06.94	Erosão longitudinal acentuada.			
17.08.94	Sulco de erosão profundo.			
Manutenção				
28.07 - patrolagem - 0,5h.				
24.08 - colocado 12 m ³ de saibro - patrolagem - 0,5h				
Repercussão do experimento				
A constatação da baixa durabilidade apresentada pelo saibro provocou uma busca de alternativas. Para a Prefeitura de Porto Alegre esta questão é de extrema importância econômica, tal material é utilizado nas estradas e ruas não pavimentadas. O volume de compras mensal é expressivo. A alternativa que esta sendo proposta é da utilização de misturas saibro + argila laterítica, com o objetivo de aumentar a durabilidade.				

Tabela 40(c) - Experimentos realizados.

GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS
EXPERIMENTOS
Município - São Lourenço do Sul
Descrição: Construção de bueiros utilizando um envelope contínuo de geotêxtil (diferentes marcas foram utilizadas) ao longo do perímetro externo
Período de execução: a partir de fevereiro de 1995
Avaliação
Os bueiros estão apresentando um desempenho excelente. No final do mês de dezembro ocorreram precipitações pluviométricas de grande intensidade que danificaram inúmeras obras de arte. Mesmo nestas circunstâncias não houve necessidade de executar nenhum serviço de manutenção.
Repercussão do experimento
Desenvolvimento de um senso comum na equipe de trabalho: o geotêxtil deve ser utilizado, de modo geral, para a construção de bueiros.

X. INSTRUÇÕES PARA A OPERAÇÃO DO SGEM

Instalação: Os disquetes encontram-se na contracapa da tese. A partir do prompt do DOS, introduza o Disquete PROD ou PRODX no acionador A: ou B: e faça-o ativo (comando A:<ENTER> ou B:<ENTER>. Digite INSTALAR).

TELA 1.

Procedimentos : Tecle <ENTER>

TELA 2.

Procedimentos : Tecla <ESC> para continuar a Instalação.

TELA 3.

Procedimentos : Tecla <ENTER> na opção "Prosseguir"

TELA 4.

Procedimentos : Aguarde enquanto o Sistema é instalado.

TELA 5.

Procedimentos : Tecle <ENTER>

TELA 6.

Procedimentos : Tecle <ENTER> na opção "Efetuar as modificações"

TELA 7.

Procedimentos : Tecle <ENTER>

TELA 8.

Procedimentos : Tecle <ENTER> na opção

Acesso: C:\>

digitar CD PROD ou CD PRODX

C:\PROD >

C:\PRODX

Digitar PROD

Digitar PRODX

Operação: O banco de dados gera um manual do usuário. Serão apresentadas apenas algumas instruções básicas extraídas do referido manual.

Acessado o banco de dados, depois de ser confirmada a data atual, será apresentado o MENU GERAL, a partir do qual serão selecionadas todas as funções e processamentos disponíveis na aplicação.

Todas as operações podem ser selecionadas por meio das setas cursoras do teclado, movendo-se a barra até a opção desejada e pressionando em seguida a tecla ENTER.

As teclas de função abaixo poderão ser usadas conforme segue:

Em qualquer situação:

F1 - mostra texto de ajuda específica ao contexto;

Somente na digitação de registros:

F3 - liga/desliga a repetição automática do registro que foi digitado anteriormente;

F4 - liga/desliga confirmação (no fim do campos);

F8 - executa, para alguns campos, um comando específico que tenha sido definido;

F9 - permite que as informações de outros arquivos da aplicação sejam consultadas, modificadas, adicionadas e ainda, trazidas automaticamente para o arquivo de dados corrente. Se a aplicação manipular somente um arquivo de dados, os registros desse arquivo poderão ser vistos na janela de consulta.

F10 - um menu de comando aparecerá para permitir diversas operações sobre o arquivo de dados. As opções deste menu podem ser acessadas diretamente pelas suas letras iniciais, de modo que, quando o operador estiver acostumado com o sistema, não mais precisará fazer uso da tecla F10.

ALT-F1 - Poderá ser utilizada para ligar e desligar a ajuda ativa. Com esta ajuda ligada, sempre que o cursor parar em um determinado campo, uma janela contendo texto de ajuda se abre automaticamente para orientar a entrada de dados para aquele campo.

GLOSSÁRIO

Abaulamento - inclinação transversal da superfície da estrada, nas tangentes de uma obra viária, tendo por objetivo facilitar o escoamento superficial da água (CONGRESSOS PANAMERICANOS DE RODOVIAS, 1974).

Argilas dispersivas - argilas que recebem esta denominação devido a sua habilidade para passar espontaneamente em suspensão ("dispersar") na presença de água.

Áreas de empréstimo - local onde é escavado material para a utilização no pavimento. Também é designado por jazida.

Bacia de captação - componente do sistema de drenagem da estrada que tem a função de captar, reter e infiltrar o excesso de água das estradas, favorecendo o abastecimento do lençol freático. Podem ser construídas somente em solos profundos, de permeabilidade elevada (solos de comportamento laterítico), com declividade da estrada inferior a 20% (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ, 1989).

Barranco - altura do terreno, com inclinação aproximadamente vertical, junto às valetas laterais nas seções em corte.

Borda - linha que representa, em planta, o limite externo da plataforma.

Cabeça (bueiro) - parede de alvenaria construída a montante e jusante do bueiro.

Capataz - funcionário que é responsável direto por um determinado número de trabalhadores braçais, que constituem uma turma.

Chanfro - conformação em taludes, dos barrancos das seções em corte, permitindo uma melhor visibilidade para o usuário e o desenvolvimento de vegetação (evita o desmoronamento dos barrancos).

Coesão - termo que apresenta várias possibilidades de uso em mecânica dos solos. Nesse trabalho, é utilizado com o sentido de coesão real, ou seja, a resistência ao cisalhamento com tensão efetiva nula, devido a presença de argilo-minerais.

Costura - Técnica utilizada no revestimento primário quando o greide apresenta rampas acentuadas, que consiste na cravação de agregados graúdos (maior do que 25mm) impedindo o desenvolvimento dos sulcos de erosão longitudinal.

Defeito estrutural - defeitos relacionados com a ruptura do pavimento e de obras de arte.

Defeito funcional - defeitos relacionados à segurança e ao conforto dos usuários.

Desaguadouro - componente do sistema de drenagem da estrada, responsável pela condução da água da valeta lateral para a área externa da estrada. Também é designado por sangra.

Deterioração - aumento da irregularidade do revestimento primário devido aos efeitos do tráfego, clima, etc.

Eixo - linha que representa, em planta, o centro da plataforma da estrada (SÃO PAULO, 1987c).

Encarregado - funcionário que tem a responsabilidade de orientar e coordenar os serviços realizados.

Encontro - estrutura de fechamento nas extremidades da ponte. É constituído pelo muro de testa e as alas.

Entroncamento - ponto de intersecção de duas estradas.

Estradas não pavimentadas - termo impróprio, aplicado no Brasil e em muitos locais do exterior, uma vez que todas as estradas tem pavimento, para as estradas não revestidas com concreto asfáltico ou com concreto de cimento portland ou ainda com tratamento superficial asfáltico. O revestimento, neste caso, denominado revestimento primário, é constituído por solo e/ou agregados.

Finos - parcela dos materiais que passam na peneira 200 (0,075 mm).

Floculação - propriedade relacionada à estabilidade, quando imersa em água, da fração fina dos solos. Alguns solos desmancham-se completamente e os grãos que integram a sua fração fina entram em suspensão coloidal (solos dispersos), enquanto outros não se desmancham, mesmo quando agitados em água.

Greide - perfil longitudinal do eixo da estrada.

Greide encaixado - greide apresentando cota inferior ao terreno.

Índice de disponibilidade - valor numérico muito usado, que diz respeito aos equipamentos e veículos que estão "disponíveis" para operar (COTTI citado CAMPOS, 1994)⁹.

⁹ COTTI, L.R.M.DE C. **Formulários para administração racional de frota**. São Paulo, Síntese, 1989. citado por CAMPOS, F.C. DE. Um S.A.D. em gerência de manutenção de frotas de veículos.

Infra-estrutura - parte da ponte cuja função é transmitir ao solo as cargas recebidas da mesoestrutura. Também denominada fundação (SÃO PAULO, 1987a).

Lamelar - forma dos agregados em que uma dimensão é significativamente menor do que as outras.

Leira - material colocado na plataforma, junto à valeta lateral, em sentido longitudinal ao eixo da estrada, que impede a drenagem da mesma.

Liga - coesão do revestimento primário devido a presença de argilo-minerais.

Lombada - mudança brusca do perfil longitudinal, que apresenta concavidade para baixo.

Malha viária - conjunto de estradas subordinadas administrativamente a uma dada instância do poder público (município, estado ou federação).

Mesoestrutura - parte da ponte formada pelos pilares, com a função de receber esforços da superestrutura e transmiti-los a infraestrutura (SÃO PAULO, 1987a).

Microbacias - bacias hidrográficas submetidas a um conjunto de obras (adequação de estradas, terraços, etc.) com o objetivo de conservar o solo.

Odógrafo - instrumento que permite registrar a distância e a direção de um movimento contínuo desenvolvido por um veículo.

Órgão - conjunto integrado de peças com funções específicas em equipamentos e veículos (ABNT, 1980).

Pavimento - é o conjunto de camadas estruturais, excluindo o subleito, que recebem as cargas transmitidas pelos veículos. A literatura técnica costuma se referir a pavimento como um conjunto de camadas cuja superfície é acabada com materiais betuminosos ou concreto de cimento portland.

Passador - barreiras mecânicas construídas ao longo das rampas, quando da adequação de estradas, destinadas a interceptar a água que corre pela plataforma, conduzindo-a as bacias de captação ou terraços.

Passos - travessia em um curso d'água pelo seu leito.

Pedregulho laterítico - material endurecido ou concrecionado, rico em óxidos de ferro e alumínio hidratados. Também é designado por couraça laterítica e especificamente em algumas regiões do Estado do Rio Grande do Sul, como pedra-ferro.

Pedra-ferro - denominação dada em algumas regiões do Estado do Rio Grande do Sul aos pedregulhos lateríticos.

Plataforma - parte da seção transversal da estrada sobre a qual trafegam normalmente os pneus dos veículos. Também é designada por leito.

Rampa - trecho reto do traçado em perfil (SÃO PAULO, 1987c).

Referência - ponto singular utilizado para a localização de um ponto ou trecho da estrada.

Revestimento Primário - camada estrutural superficial do pavimento, constituída por solo e/ou agregados pétreos, sujeita ao desgaste provocado pelas intempéries e pelas rodas dos veículos.

Rodeiro - a área da plataforma sobre a qual as rodas dos veículos usualmente trafegam.

Saibro - termo regional referente a material granular bem graduado, composto por areia grossa, média e fina; silte e argila (pequena quantidade), eventualmente com a presença de pedregulhos, que apresenta, em geral, boa capacidade de suporte, sendo utilizado como revestimento primário. Também é designado por balastro na região fronteira com o Uruguai.

Saia - superfície inclinada que constituem as partes laterais dos aterros.

Segmento - trecho da estrada compreendido entre dois entroncamentos consecutivos.

Sinalização - conjunto de dispositivos, que em estradas municipais é representado por placas, utilizadas com o objetivo de transmitir mensagens aos usuários.

Sistema - algo que é operado de algum modo para produzir alguma coisa. Aquilo que é operado é usualmente os dados de entrada; aquilo que é produzido é denominado saída, e a operação inteira é chamada sistema (MCGARRAGH & HUDSON, 1974).

Solos de comportamento laterítico - solos cujo comportamento geotécnico é caracterizado basicamente pela pequena expansão e perda pouca expressiva da resistência à desagregação e do suporte, em corpos de prova compactados adequadamente e em seguida imersos em água (NOGAMI, 1984).

Solos saprolíticos - solos originados pela decomposição e/ou desagregação de uma rocha consolidada. É essencial que seja possível determinar a rocha matriz através da sua macroestrutura (NOGAMI & VILLIBOR, 1983).

Superelevação - inclinação transversal da plataforma em curvas horizontais como compensação ao efeito da força centrífuga sobre o veículo e passageiros.

Superestrutura - parte da ponte que destina-se a suportar a carga útil, composta de duas partes principais, tabuleiro ou estrado e o vigamento principal (SÃO PAULO, 1987a).

Terraço - prática mecânica de controle da erosão que consiste na locação e construção de estruturas no sentido transversal à direção do declive do terreno, formando obstáculos físicos capazes de reduzir e disciplinar a velocidade da água das chuvas, promovendo o seu escoamento e/ou armazenamento (RIO GRANDE DO SUL, 1983).

Trecho - parte de uma estrada cuja localização deve ser bem estabelecida.

Turma - equipe de trabalho constituída por um determinado número de trabalhadores braçais.

Valeta de proteção - componente do sistema de drenagem da estrada, consistindo de valeta construída na parte alta de uma encosta, para impedir a entrada das águas de escoamento superficial que possam chegar à estrada.

Valeta lateral - componente do sistema de drenagem da estrada, consistindo de valeta responsável pela condução da água na parte lateral da plataforma da estrada. Também é designado por sarjeta.

Valeta lateral profunda - componente do sistema de drenagem da estrada, consistindo de valeta responsável pelo armazenamento de água junto à lateral da estrada. Utilizada em zonas planas e baixas.

Vida útil - período de tempo durante o qual um equipamento ou veículo desempenha a sua função com uma taxa de falhas aceitável (ABNT citado por CAMPOS, 1994)¹⁰.

Zona - parte do território do município, que em muitos casos representa uma instância administrativa, denominada sub-prefeitura. Também é designada por distrito.

¹⁰ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. TB-19 **Termos fundamentais de eletricidade**. São Paulo, 1971 citado por CAMPOS, F.C. DE. Um S.A.D. em gerência de manutenção de frota de veículos. São Carlos, 1994. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 112p.