

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

**CUSTOS DA INFRA-ESTRUTURA RODOVIÁRIA**  
**Análise e Sistematização**

**Lúcia Gonçalves Pedrozo**

**Porto Alegre, 2001**

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

**CUSTOS DA INFRA-ESTRUTURA RODOVIÁRIA –  
Análise e Sistematização**

**Lúcia Gonçalves Pedrozo**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Afonso dos Santos Senna**

**Banca Examinadora:**

**Prof. Dr. Lenise Grando Goldner**

**Prof. Dr. Jorge Augusto Pereira Ceratti**

**Prof. Dr. Antonio Fortunato Marcon**

**Prof. Fernando Dutra Michel**

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

**Porto Alegre, 2001**

**Este trabalho de conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovado em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

---

**Prof. Dr. Luiz Afonso dos Santos Senna**

Orientador  
Escola de Engenharia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

**Prof. Dra. Helena Beatriz Cybis**

Coordenadora  
Mestrado Profissionalizante em Engenharia  
Escola de Engenharia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. Dra. Lenise Grando Goldner**

PPGEP/UFRGS

**Prof. Dr. Jorge Augusto Pereira Ceratti**

CPGECC/UFRGS

**Prof. Dr. Antonio Fortunato Marcon**

PPGEC/UFSC

**Prof. Fernando Dutra Michel**

PPGEP/UFRGS

## AGRADECIMENTOS

À Eng. Marilene Ragagnin, que, com seu empenho pessoal, viabilizou a participação no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Transportes.

Ao atual Diretor-Geral do DAER/RS, Eng. Hideraldo Luiz Caron, pela continuidade na Equipe de Economia Rodoviária da Divisão de Planejamento do DAER/RS, possibilitando a conclusão deste trabalho.

À Eng. Margarete van der Laan da Fonseca, Chefe da Equipe de Economia Rodoviária do DAER até 1998, pelos conhecimentos técnicos repassados, de fundamental importância para a elaboração deste trabalho.

À Eng. Sayene Paranhos Dias, atual Chefe da Divisão de Planejamento do DAER, pelo apoio permanente.

Aos colegas do DAER/RS que, de uma forma ou outra, contribuíram na elaboração deste Trabalho de Conclusão: Maria Inês Scherer, Cont. Elaine Terezinha Moraes dos Santos, Econ. Ricardo Letizia Garcia, Eng. Paulo Pinto, Eng. Luciano Dornelles e Eng. Júlio Mittelman. Também, ao colega da Prefeitura, Eng. Flávio Dau.

Aos Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna e Prof. Fernando Dutra Michel, pela valiosa orientação.

À minha irmã, Eng. Sylvia, pela colaboração.

E, especialmente, ao Renato, pelo carinho e estímulo constante.

## ÍNDICE

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1- APRESENTAÇÃO DO TEMA .....	1
1.2- OBJETIVOS .....	3
1.3- ESTRUTURA DO TRABALHO.....	4
<b>2. INVESTIMENTOS EM INFRA-ESTRUTURA .....</b>	<b>6</b>
2.1- A IMPORTÂNCIA DOS INVESTIMENTOS EM RODOVIAS .....	7
2.2- O SETOR PRIVADO DA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO RODOVIÁRIA .....	9
2.3- HISTÓRICO SOBRE A ALOCAÇÃO DE RECURSOS PÚBLICOS EM INFRA-ESTRUTURA RODOVIÁRIA ATÉ AS CONCESSÕES.....	11
2.4- SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 2 .....	14
<b>3. MACROPROBLEMAS DOS CUSTOS ECONÔMICOS EM TRANSPORTES... 16</b>	
3.1- CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS RODOVIÁRIOS.....	16
3.2- O CUSTO BRASIL.....	19
3.3- A ABORDAGEM DO PREÇO SOMBRA.....	21
<b>3.3.1- Moeda Estrangeira.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2- Impostos .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.3- Salários .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.4- Juros .....</b>	<b>24</b>
3.4- ABC - <i>Activity Based Costing</i> .....	25
3.5- SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 3 .....	30
<b>4. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE UMA RODOVIA .....</b>	<b>32</b>
4.1- ORÇAMENTOS DE OBRAS RODOVIÁRIAS .....	33
4.2.- CUSTOS UNITÁRIOS DOS SERVIÇOS.....	38
<b>4.2.1- Equipamentos .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2.2- Mão-de-Obra .....</b>	<b>52</b>
4.2.2.1- Pisos Salariais.....	53
4.2.2.2- Encargos Sociais .....	55
<b>4.2.3- Produção da Equipe.....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.4- Materiais .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2.5- Transporte .....</b>	<b>63</b>

<b>4.2.6- Bonificações e Despesas Indiretas – BDI.....</b>	<b>65</b>
4.2.6.1- BDI Discriminado DNER .....	66
4.2.6.2- Alguns BDI Utilizados.....	66
4.2.6.3- BDI Discriminado DER - MINAS GERAIS .....	67
4.2.6.4- BDI Discriminado DAER – RIO GRANDE DO SUL .....	67
4.3- MOBILIZAÇÃO.....	73
4.4- INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS .....	74
4.5- OBRIGAÇÕES CONTRATUAIS.....	75
4.6 - LICITAÇÃO DA OBRA .....	75
4.7- EXECUÇÃO DA OBRA RODOVIÁRIA, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO ...	76
4.8 - SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 4 .....	80
<b>5. PREÇOS UNITÁRIOS DO DAER/RS.....</b>	<b>82</b>
5.1- TERRAPLENAGEM.....	83
5.2- PAVIMENTAÇÃO.....	89
5.3- DRENAGEM .....	95
5.4- OBRAS COMPLEMENTARES.....	98
5.5- OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....	99
5.6- SINALIZAÇÃO.....	99
5.7- FÓRMULAS DE TRANSPORTES.....	100
5.8- MATERIAIS ASFÁLTICOS.....	101
5.9- MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO.....	101
5.10- SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 5 .....	102
<b>6. ESTUDO DE CASO: OBRAS DO DAER/RS .....</b>	<b>103</b>
6.1- FUNDAMENTOS ESTATÍSTICOS .....	104
6.2- CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA .....	106
6.3- ANÁLISE ATRAVÉS DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA .....	107
6.4- VARIÁVEIS UTILIZADAS E MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA OBTIDOS.....	110
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>115</b>
7.1- PRIMEIROS RESULTADOS DA ANÁLISE.....	116
7.2- RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....	117
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO 1 – MODELO DE ORÇAMENTO E PEM .....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO 2 – TABELA DE PREÇOS UNITÁRIOS DO DAER/RS .....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXO 3 – CÁLCULO DA REGRESSÃO E DADOS COLETADOS .....</b>	<b>159</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Evolução de despesas do programa orçamentário - transporte rodoviário - Estado do Rio Grande do Sul. ....	9
FIGURA 2 – Componentes do custo total de transporte. ....	19
FIGURA 3 – Interação entre os componentes do custo total de transporte. ....	32
FIGURA 4 – Orçamento de uma obra rodoviária no DAER/RS. ....	34
FIGURA 5 – Sistematização da metodologia de composição de custo unitário de um serviço. ....	41
FIGURA 6 – Porcentagem dos componentes nos preços unitários de terraplenagem. ....	43
FIGURA 7 – Porcentagem dos componentes nos preços unitários de pavimentação. ....	43
FIGURA 8 – Porcentagem dos componentes nos preços unitários de drenagem. ....	44
FIGURA 9 – Fórmula para cálculo da depreciação dos equipamentos. ....	50
FIGURA 10 – Fórmula para cálculo do juro dos equipamentos. ....	50
FIGURA 11 – Fórmula para o cálculo da manutenção dos equipamentos. ....	51
FIGURA 12 – Exemplo cálculo do custo horário de operação (material de consumo). ....	51
FIGURA 13 – Cálculo do valor final do custo produtivo. ....	52
FIGURA 14 – Cálculo do valor final do custo improdutivo. ....	52
FIGURA 15 – Fórmula geral para cálculo do custo de transporte. ....	63
FIGURA 16 – Exemplo de cálculo de DMT. ....	64
FIGURA 17 - Ciclo de vida de uma rodovia pavimentada. ....	79
FIGURA 18 – Exemplo esquemático de empolamento. ....	101
FIGURA 19 – Porcentagem dos itens no custo total das obras de construção de rodovias analisadas. ....	108
FIGURA 20 – Porcentagem dos itens no custo total das obras de restauração de rodovias analisadas. ....	108

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Investimentos em infra-estrutura .....	6
TABELA 2 – Resumo porcentagens componentes custos unitários .....	44
TABELA 3 – Porcentagem dos componentes na pavimentação –construção de rodovias ....	109
TABELA A.3. 1- Valores das licitações/contratos do programa BID - construção de rodovias .....	160
TABELA A.3. 2- Valores discriminados por tipo de serviço e DMT - BID - construção de rodovias .....	161
TABELA A.3. 3- Valores das licitações/contratos do programa BIRD – restauração de rodovias .....	164
TABELA A.3. 4- Valores discriminados por tipo de serviço e DMT - BIRD - restauração de rodovias .....	165
TABELA A.3. 5 – Variáveis do modelo - BID - construção de rodovias.....	168
TABELA A.3. 6 – Dados estatísticos - BID – construção de rodovias.....	169
TABELA A.3. 7 – Variáveis do modelo - BIRD - restauração de rodovias .....	170
TABELA A.3. 8 – Dados estatísticos - BIRD – restauração de rodovias .....	171



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Distribuição da carga transportada no Brasil, em toneladas-quilômetro. ....	7
QUADRO 2 – Impacto da infra-estrutura nos empregos diretos. ....	10
QUADRO 3 – Modelo de planilha de composição de custo unitário. ....	45
QUADRO 4 – Exemplo de cálculo de equipamento em composição de custo unitário. ....	47
QUADRO 5 - Modelo de planilha de cálculo de custo horário de equipamento. ....	49
QUADRO 6 – Exemplo de cálculo de mão-de-obra em composição de custo unitário ....	53
QUADRO 7 – Resumo pesquisa encargos sociais. ....	58
QUADRO 8 – Exemplo de produção horária de equipe em composição de custo unitário.....	59
QUADRO 9 – Exemplo de cálculo de materiais em composição de custo unitário. ....	60
QUADRO 10 – Exemplo de cálculo de transporte em composição de custo unitário ....	63
QUADRO 11 – Exemplo de BDI em composição de custo unitário. ....	66
QUADRO 12 – BDI do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). ....	66
QUADRO 13 – BDI discriminado do SINDUSCON/RS. ....	67
QUADRO 14 – BDI discriminado DER- Minas Gerais. ....	67
QUADRO 15 – BDI discriminado DAER/RS. ....	68
QUADRO 16 – Resumo pesquisa BDI ....	72
QUADRO 17 – Limites licitatórios de obras e serviços de engenharia. ....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AASHTO:** *American Association of State Highway Transportation Officials*
- ABCP:** Associação Brasileira de Cimento Portland
- ABC:** *Activity Based Costing* - Custeio Baseado em Atividades
- ABDIB:** Associação Brasileira da Infra-estrutura e Indústrias de Base
- ABPV:** Associação Brasileira de Pavimentação
- ANPET:** Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes
- BDI:** Bonificações ou Benefícios e Despesas Indiretas
- BID:** Banco Interamericano de Desenvolvimento
- BIRD:** Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento
- CBUQ:** Concreto Betuminoso Usinado a Quente
- CBR:** *California Bearing Ratio* – Índice de Suporte Califórnia
- CEDV:** Controlador Eletrônico Discreto de Velocidade, conhecido como *pardal*
- CEOV:** Controlador Eletrônico Ostensivo de Velocidade, conhecido como *lombada eletrônica*
- CNT:** Confederação Nacional do Transporte
- DAER/RS:** Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul
- DER:** Departamentos de Estradas de Rodagem
- DIEESE:** Departamento Intersindical de Estudos Econômicos e Sociais
- DMT:** Distância Média de Transporte
- DNER:** Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
- EER:** Equipe de Economia Rodoviária do DAER/RS
- GECOI:** Gerenciamento de Custos de Obras de Infra-estrutura
- GEIPOT:** Grupo Executivo de Integração da Política de Transporte, atual Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
- HDM:** *Highway Development and Management System*
- IPT:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- IRI:** *International Roughness Index* – Índice Internacional de Irregularidade
- LASTRAN:** Laboratório de Sistemas de Transportes da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- OAE:** Obras de Arte Especiais
- PEM:** Produção da Equipe Mecânica
- PMF:** Pré-Misturado a Frio
- PMQ:** Pré-Misturado a Quente
- SICEPOT:** Sindicato da Indústria da Construção de Estradas, Pavimentação e Obras de Terraplenagem em Geral
- SICRO:** Sistema de Custos Rodoviários
- SINDUSCON:** Sindicato da Indústria de Construção Civil
- TSD:** Tratamento Superficial Duplo
- TSS:** Tratamento Superficial Simples
- TST:** Tratamento Superficial Triplo
- VDM:** Volume Diário Médio de veículos em uma rodovia

## RESUMO

O presente trabalho analisa e sistematiza os procedimentos e a metodologia empregada na elaboração dos Custos Rodoviários, com ênfase no Estado do Rio Grande do Sul. Inicialmente, são feitas considerações sobre os investimentos em infra-estrutura rodoviária e a sua evolução até as concessões à iniciativa privada. Em relação aos aspectos econômicos, são abordados os Custos Totais de Transportes, o Custo Brasil, o ABC e o Preço Sombra. É apresentada a conceituação dos componentes dos custos unitários de construção de rodovias: equipamentos, mão-de-obra, materiais e seu transporte. São abordadas as características a serem adotadas em pesquisa de preços dos insumos. São mensurados os parâmetros empregados, comparando os Encargos Sociais e as Bonificações e Despesas Indiretas utilizados no DAER/RS e em outros Estados e órgãos brasileiros. Finalmente, através de um modelo de regressão múltipla, é apresentada estimativa de custo por quilômetro de construção de rodovias, considerando dados de diversas obras do Estado do Rio Grande do Sul.

## ABSTRACT

*The study analyses and organises procedures and the methodology employed in the working out of road costs focuse in Rio Grande do Sul State. Firstly, some considerations are done regarding investments on road infrastructure. The evolution from the concessions to the private enterprise are also analysed. The Total Transport Cost, the Activity Based Costing (ABC), the Custo Brasil and the Shadow Price, concerning to the economic aspects, are approached. The concept of the unit cost components is showed: equipments, workmanship, raw-materials and their transport. The features are approached to be adopted in an input inquiry prices. The parameters used are analysed, comparing the Social Charges and the Benefits and Indirect Expenses, used by DAER/RS well as other Brazilian states and Agencies. Finally, presented an evaluation cost model of roads construction is regarding data of several public works in Rio Grande do Sul.*

## 1. INTRODUÇÃO

O órgão público, no Brasil, necessita licitar as obras rodoviárias, quando não as executa diretamente. Para balizar a Licitação é necessário o órgão apresentar orçamento detalhado em planilhas que expressem os custos unitários de todos os serviços que compõem a obra, por exigência do Inciso II do Artigo 7<sup>o</sup> da Lei 8.666 de 21 de junho de 1993. Estes orçamentos são calculados por setor especializado no órgão público, de forma analítica, considerando as técnicas referentes a custos rodoviários. A decisão de contratar ou executar, diretamente, os serviços de construção de rodovias é do gestor público.

Em vista disso, as esferas municipais e federais também realizam licitações públicas e elaboram orçamentos relativos às melhorias nas redes viárias municipais e nas rodovias federais.

### 1.1- APRESENTAÇÃO DO TEMA

A decisão do tipo de rodovia a ser construída, suas características, tais como largura, tipo de pavimento, acostamentos, depende dos custos e benefícios gerados.

Tecnicamente, uma rodovia pode ser executada com diversos tipos de materiais e de diversas formas, contudo, a escolha recai, preponderantemente, sobre a alternativa técnica que apresente menores custos globais.

Verifica-se que os técnicos que trabalham com planejamento, operação, supervisão e controle de sistemas de transportes são constantemente colocados à frente de problemas relacionados a custos de infra-estrutura rodoviária, sendo que a literatura disponível é relativamente escassa. Com o intuito de reduzir este hiato, é proposto o presente trabalho.

Diversos tipos de custos devem ser considerados em um investimento em infra-estrutura rodoviária, entre eles os custos de construção, de conservação e operacionais, do usuário e da carga. Também, devem ser observados os custos referentes à desapropriação de áreas e demolições necessárias à implantação de uma rodovia, bem como os custos de reparação ambiental, causados pelo impacto da implantação.

Por outro lado, hoje, os custos de implantação e de operação das praças de pedágio e os adicionais de operação das vias, tais como guinchos, socorro mecânico e ambulâncias, devem ser computados.

Ressalta-se que o foco deste trabalho são os *Custos de Construção e Restauração*, não sendo analisados os demais custos citados. Além disto, não é abordada, nesta dissertação, a operacionalização de orçamentos de obras rodoviárias, pois estão disponíveis em sistemas computacionais. Entre eles, cita-se o GECCI, desenvolvido na linguagem *Clipper*, o SICRO e o SCO – Sistema de Custos e Orçamento do SIDER – Solução Integrada para DER, desenvolvido pela *Softplan/Poligraph*\*. A base destes sistemas é a gerência de um banco de dados de insumos, que abastecem as composições unitárias de serviços. O sistema *Volare*, da Editora PINI, apesar de apresentar custos produtivos e improdutivos de equipamentos, é voltado somente para a área de orçamentos de construção civil ou edificações, não sendo dirigido para obras rodoviárias.

Entre as variáveis que auxiliam na definição das características de uma rodovia a ser implantada, é de grande importância o custo estimado para a tomada de decisão, possibilitando economia para os órgãos responsáveis e, indiretamente, para toda a sociedade. A seguir, relacionam-se as principais aplicações dos custos rodoviários:

- Estudar a viabilidade técnico-econômica para a escolha de rodovias a serem construídas;
- Analisar a viabilidade técnico-econômica de traçados de novas rodovias;
- Analisar as alternativas construtivas para os projetos que compõem uma rodovia, como, por exemplo, o tipo de estrutura de pavimento (flexível ou rígido, levando em consideração a vida útil desejada), o tipo de revestimento asfáltico a ser utilizado (CBUQ, PMQ, PMF, TSS, etc.), os volumes de terraplenagem (compensação de cortes e aterros das diversas categorias de materiais), os elementos de drenagem (bueiros celulares ou tubulares, pré-fabricados, de diversos materiais ou moldados no local) e o tipo de sinalização (uso de pinturas de maior ou menor durabilidade);
- Possibilitar a escolha entre diferentes tipos de equipamentos e materiais a serem empregados em determinada obra;
- Propiciar a elaboração de orçamentos para contratação de projetos e obras, tanto de construção quanto de manutenção e restauração de rodovias;

---

\* Esses *softwares* são utilizados por diferentes instituições: GECCI no DAER/RS, SICRO no DNER e o SCO do SIDER pelos DER de SC, BA, PR, PI, DF, RN, MG, GO, sendo implantado em PE.

- Possibilitar o levantamento de valores para realização de obras que viabilizem a segurança das vias ou as condições de tráfego, em termos de capacidade e tempos de percurso, reduzindo e eliminando pontos críticos;
- Permitir a definição de opção entre alternativas de processos construtivos como, por exemplo, os tipos de Obras de Arte Especiais (estruturas das pontes: metálicas, em concreto moldado no local ou pré-moldado);
  - Possibilitar a definição de dotações orçamentárias para os órgãos rodoviários;
  - Apontar a composição de equipe (pessoal, materiais e equipamentos) adequada para a realização de serviços (terraplenagem, pavimentação, drenagem, obras de arte, trabalhos de conservação, etc.);
  - Otimizar o uso de equipamentos mais modernos, considerando os aumentos de produtividade e a utilização de novos processos, visando à manutenção da qualidade e redução de preços;
  - Indicar a melhor alternativa de local (viabilidade) de extração de materiais, considerando jazidas e pedreiras existentes ou implantação de novas instalações industriais para a obra;
  - Possibilitar a apropriação dos custos dos serviços realizados diretamente pelo órgão público;
  - Permitir a avaliação da alternativa mais vantajosa para a administração pública, entre a execução direta, contratada ou concessionada.

## 1.2- OBJETIVOS

Os objetivos desta Dissertação podem ser classificados como gerais e específicos.

### **- Objetivo Geral**

Avaliar o conjunto de dados e informações utilizados na elaboração dos custos rodoviários, com vistas a subsidiar a tomada de decisão, identificando necessidades de mudanças de procedimentos e futuras avaliações das metodologias existentes e utilizadas no Rio Grande do Sul.

## - Objetivos Específicos

Com vistas a atingir os objetivos gerais, serão também buscados os seguintes objetivos:

- Conceituar e definir os principais componentes de custos rodoviários;
- Sistematizar informações sobre os processos e métodos empregados na elaboração dos orçamentos rodoviários;
- Analisar dados de outros estados brasileiros, demonstrando as diferenças entre eles;
- Auxiliar posterior revisão, atualização e uniformização das normas e especificações de serviços de engenharia rodoviária.

### 1.3- ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão está distribuído em sete Capítulos.

- Neste primeiro Capítulo, apresenta-se o tema escolhido, os objetivos que se pretende atingir e, a estrutura do trabalho.
- O Capítulo 2 discorre sobre a importância dos recursos aplicados em infraestrutura, sobre o histórico das dificuldades de alocação de recursos para as rodovias, ao longo dos anos, até a fase atual, com as Concessões das rodovias à iniciativa privada, como forma de obtenção de recursos para sua conservação.
- No Capítulo 3, passa-se aos Custos Econômicos de Transportes, contextualizando-se diversos aspectos econômicos, abordando-se as classificações dos Custos no Transporte Rodoviário, o Custo Brasil, o Preço Sombra e ponderando-se sobre a aplicação do Método ABC - *Activity Based Costing* - Custeio Baseado em Atividades, nos custos de infra-estrutura rodoviária.
- No Capítulo 4, são apresentados: o orçamento, a licitação e a obra rodoviária. Expõem-se os tipos de orçamentos elaborados no DAER/RS, detalha-se a metodologia adotada e o cálculo das composições de custos unitários utilizados. São apresentados gráficos do percentual de cada componente no preço unitário. É exposto o BDI e os Encargos Sociais utilizados no cálculo da mão-de-obra. São sugeridas alterações nos parâmetros em uso.



- No Capítulo 5, são analisados os Preços Unitários do DAER/RS, com considerações sobre os serviços de Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem, Obras Complementares, Obras de Arte Especiais e Sinalização. São expostas as principais controvérsias, com base nas constantes consultas das Fiscalizações, esclarecendo quando e como devem ser usados os itens da Tabela de Preços Unitários do órgão.
- No Capítulo 6, com base em levantamentos de preços oficiais de obras do DAER/RS, é apresentada a participação porcentual de cada item nas obras e, através de um modelo de regressão linear múltipla, obtém-se estimativa de preço por quilômetro de obras rodoviárias no Estado do Rio Grande do Sul, configurando-se os atributos relevantes para construção e restauração.
- No Capítulo 7, são expostas as principais conclusões obtidas a partir da realização do trabalho.

## 2. INVESTIMENTOS EM INFRA-ESTRUTURA

Os investimentos em todos os tipos de infra-estrutura produzem inúmeros benefícios, pois atendem às necessidades dos cidadãos e das empresas em diversos campos, como: habitação, saneamento, energia, estradas, portos, aeroportos, telecomunicações, irrigação, etc., e, também, instigam a geração de uma grande quantidade de postos de trabalho diretos, indiretos e remotos.

Segundo informações da Associação Brasileira da Infra-estrutura e Indústrias de Base – ABDIB (1998), verifica-se que os projetos de infra-estrutura mobilizaram, em 1997-99, cerca de US\$ 60 bilhões e, para o período 2000-2003, estão previstos investimentos da ordem de US\$ 154 bilhões, perfazendo um total de quase US\$ 215 bilhões (Tabela 1). Pastore (1998) prevê que investimentos desta ordem, numa estimativa conservadora, gerarão em torno de 2 milhões de postos de trabalhos diretos, com um importante impacto sobre os empregos indiretos e remotos.

TABELA 1 – Investimentos em infra-estrutura (US\$ milhões).

SEGMENTOS DA INFRA-ESTRUTURA	PROJETOS EM EXECUÇÃO 1997-99	PROJETOS A SEREM EXECUTADOS 2000-2003	TOTAL	%
Energia Elétrica	18.452	72.158	90.610	42,16
Petróleo/Gás/Petroquímica	10.662	27.768	38.430	17,88
Transporte/Portos	16.488	27.480	43.968	<b>20,46</b>
Papel/Celulose	804	11.9410	12.745	5,93
Siderurgia	1.500	5.659	7.159	3,33
Mineração/Cimento	2.799	54.181	6.980	3,24
Saneamento Ambiental	10.060	4.981	15.041	7,00
TOTAL	60.765	154.168	214.933	100,00

Fonte: Associação Brasileira da Infra-estrutura e Indústrias de Base (1998).

Assim, o transporte, dentre os investimentos em infra-estrutura, tem grande repercussão, além de ser um pré-requisito para o desenvolvimento econômico.

## 2.1- A IMPORTÂNCIA DOS INVESTIMENTOS EM RODOVIAS

A implantação de uma nova rodovia tem influência econômica, política e social sobre a região por ela atravessada. Abrem-se novos horizontes para o desenvolvimento, pela maior rapidez de circulação de mercadorias. A ligação de pólos potencialmente ricos, através do modal de transporte adequado, permite a consolidação de uma economia forte. O setor agrícola necessita disponibilidade de sementes, fertilizantes e outros insumos e acessos em boas condições para os seus mercados. A indústria necessita do transporte eficiente das matérias-primas e da distribuição dos seus produtos.

Portanto, a falta de acessibilidade ou as precárias condições rodoviárias são barreiras reais para a agricultura, indústria e comércio e pode impedir tentativas de alcançar progresso econômico.

Além disso, ao longo da rodovia implantada se estabelecem e se consolidam novos núcleos populacionais que redefinem o perfil econômico e social da região, num papel integrador não só dos extremos da via; mas, também, das regiões por ela atravessadas.

Por outro lado, o sistema brasileiro de transporte é predominantemente rodoviário. Conforme mostra o Quadro 1, a distribuição da carga no país concentra, no transporte rodoviário, o porcentual mais elevado.

QUADRO 1 - Distribuição da carga transportada no Brasil, em toneladas-quilômetro (%).

Modal de Transporte	1993	1994	1995	1996	1997
Aéreo	0,29	0,31	0,31	0,31	0,31
Aquaviário	11,15	10,34	11,53	11,46	11,72
Dutoviário	4,21	3,99	3,95	3,79	3,85
Ferrovário	22,61	23,31	22,29	20,73	21,01
Rodoviário	<b>61,74</b>	<b>62,05</b>	<b>61,92</b>	<b>63,71</b>	<b>63,11</b>
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES (1998).

Ainda, apesar dessa concentração de transporte de carga através das rodovias, segundo dados da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT (2000), nas comparações internacionais, o Brasil apresenta-se de forma precária em matéria de rodovias. Nele, as estradas pavimentadas e não-pavimentadas somam 1,6 milhões quilômetros, sendo 150 mil quilômetros pavimentados, enquanto, nos Estados Unidos, o total é de 6,3 milhões de quilômetros de rodovias, sendo 3,7 milhões pavimentados.

Segundo Pastore (1998), países menores possuem muito mais estradas do que o Brasil. O minúsculo Japão tem 790 mil quilômetros de rodovias pavimentadas; a França, 750 mil; a Alemanha, 500 mil; a Inglaterra e a Itália, 300 mil.

Em todo o mundo, a construção, a conservação e a restauração da infra-estrutura rodoviária movimentam bilhões de dólares.

Em pesquisa apresentada por Bousquet e Queiroz (1996), realizada pelo Banco Mundial em trinta e seis países - oito deles com economia de baixa renda, com Produto Nacional Bruto – PNB, menor que U\$ 675; dez países de média renda, U\$ 675 < PNB < U\$ 8.356; e dezoito de alta renda, com PNB superior a U\$ 8.356 - foi demonstrado que a relação entre o gasto em rodovias e o PNB é da ordem de 1,2%. O modelo apresentado no estudo tem um coeficiente de determinação,  $R^2$ , igual a 0,94.

No Brasil, em nível federal, segundo o DNER (1999), os investimentos no setor têm crescido, mas ainda são muito inferiores aos valores dos anos 70, fazendo com que a situação da rede existente não seja satisfatória.

Recente estudo sobre conservação de estradas no país, levantamento realizado em 1999, da Confederação Nacional do Transporte, avaliando 42.815 quilômetros de rodovias, sendo 74,3% da malha rodoviária federal, mostra que, na opinião dos usuários, 80% estão em péssimo ou deficiente estado geral de conservação (CNT, 2000).

No que se refere a investimentos estaduais, a Figura 1 apresenta a evolução das despesas públicas realizadas no Estado do Rio Grande do Sul, de 1989 a 1998. Verifica-se que, após o declínio registrado nos anos 1995 e 1996, houve significativa elevação das despesas realizadas no biênio 1997/1998. No entanto, na comparação de valores constantes, constata-se que, em 1998, um aumento de 15,63% em relação ao ano base (1989) e, de 33,25% sobre o ano anterior. Os dados apresentados são referentes ao Programa 88 – Transporte Rodoviário, no Orçamento Público do Estado, que reúne as ações desenvolvidas no sentido da implantação (construções novas e restaurações) e operação da infra-estrutura rodoviária, de terminais rodoviários, vias expressas, estradas vicinais, controle e segurança de tráfego rodoviário e dos serviços de transportes rodoviários (gerenciamento, manutenção e conservação).

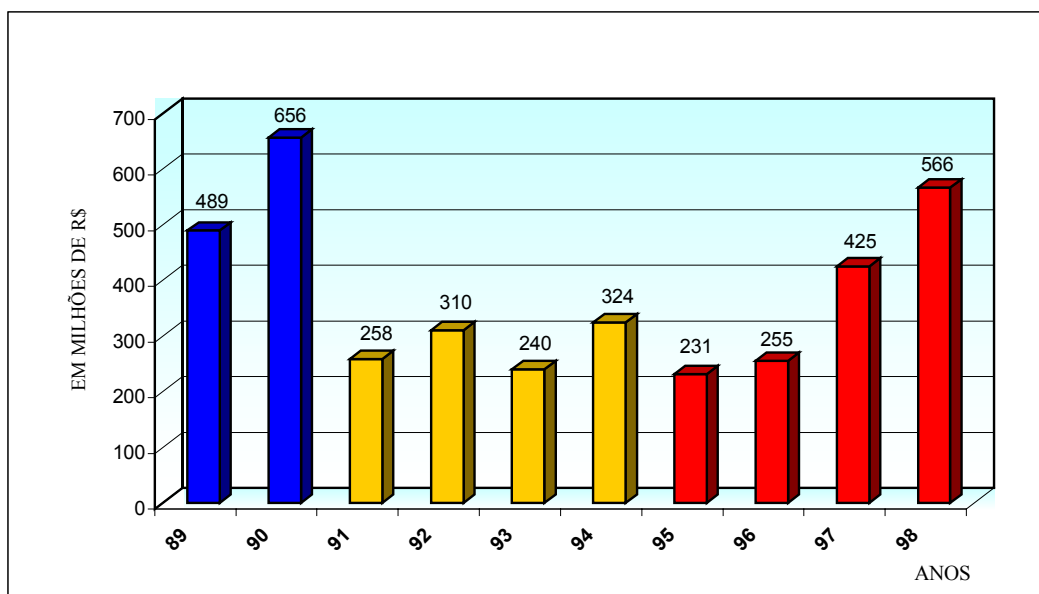


FIGURA 1 - Evolução de despesas do programa orçamentário - transporte rodoviário - Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul (1999).

Obs.: Valores inflacionados pelo IGP-DI/FGV (médio).

Assim sendo, a abertura de estradas de rodagem constitui-se num importante elemento na capitalização da economia, influenciando de forma marcante a cadeia produtiva, juntamente com as demais obras de construção pesada, tais como obras de saneamento, barragens, etc.

Segundo Yamaguchi e Kuczec (1984), a infra-estrutura é um dos setores de maior efeito cumulativo no campo do emprego.

Os investimentos públicos repercutem no setor privado que, além de participar como executor das obras licitadas, também passa a ser um agente, nas concessões, gerando empregos, como se apresenta no item a seguir.

## 2.2- O SETOR PRIVADO DA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO RODOVIÁRIA

De uma forma geral, a execução das obras rodoviárias dá-se através de contratação de empresas privadas pelos órgãos públicos, antecedidas por licitação pública. Em nível federal, no Brasil, as licitações são realizadas pelo DNER e, na esfera estadual, a responsabilidade é dos Departamentos Estaduais de Estradas de Rodagem (DER).

No Rio Grande do Sul, o órgão responsável é o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem - DAER/RS.

Pastore (1998), conforme Quadro 2, apresenta o número de empregos em diversas áreas de infra-estrutura. A partir dos dados, pode-se observar que, de um modo geral, as obras de infra-estrutura geram mais trabalho direto na construção e, menos na operação.

Em contraste, a quantidade de empregos no caso de manutenção de rodovias recebidas em concessão é expressiva. Para uma estrada de 200 quilômetros são, em média, 500 trabalhadores envolvidos na capina, limpeza, sinalização, reparos, melhorias, três turnos de funcionários no pedágio, atendimento médico, policiamento e assistência mecânica. Isto, sem contar os serviços auxiliares que se instalam ao longo da estrada (mecânicos, borracheiros, bares, restaurantes, hotéis, etc.).

QUADRO 2 – Impacto da infra-estrutura nos empregos diretos.

PROJETO	TAMANHO DA OBRA (capacidade)	ANOS DE CONSTRUÇÃO (média)	EMPREGADOS CONSTRUÇÃO (média)	EMPREGADOS NA OPERAÇÃO (média)
Rodovia 100 km	Pista dupla	2,0	1.000	250
Porto	250 metros de canal	1,0	500	200
Saneamento	Para 300 mil pessoas	1,0	400	150
Concessão Rodovia	Pista dupla – 200 Km	20,0*	-	500
Poço de Petróleo	50 mil barris/dia	3,5	2.400	850
Fábrica Plataformas	1 plataforma/ano	1,0	400	150
Refinaria de Petróleo	250 mil barris/dia	3,5	3.000	800
Usina de Gás Natural	1.000.000 m3/dia	2,5	350	20
Usina Elétrica	1.500 MW	7,5	850	80
Usina Nuclear	1.600 MW	8,0	2.500	150

Fonte: Yamaguchi e Kuczek (1984), adaptação Pastore (1998).

\*Tempo envolvido na manutenção das estradas administradas pelas concessionárias.

Nos anos 90, a União e alguns Estados brasileiros passaram a apostar na privatização, como forma de recuperar parte da malha rodoviária. A seguir, descreve-se o que ocorreu no setor desde 1945.

### 2.3- HISTÓRICO SOBRE A ALOCAÇÃO DE RECURSOS PÚBLICOS EM INFRA-ESTRUTURA RODOVIÁRIA ATÉ AS CONCESSÕES

A dificuldade de aporte de recursos, para as obras em rodovias, pelo poder público, fez com que surgissem, no cenário internacional, novas maneiras de organização e gerenciamento da infra-estrutura de transporte, inclusive com relação à sua propriedade, podendo ser: pública, privada ou mista (LASTRAN, 1998).

Como exemplo destas alternativas, tem-se a separação entre a propriedade da rodovia e sua operação, a concessão para sua construção e operação e a manutenção da infra-estrutura sob contrato, que são os contratos do tipo CREMA – Contratos de Restauração e Manutenção.

Com o decorrer dos anos, a capacidade do Estado de alocar recursos para investir em rodovias foi cada vez mais reduzida, em função das alterações nos fundos tributários que, anteriormente, financiaram a infra-estrutura pública no país. Assim, o Poder Público viu-se forçado a utilizar outras alternativas, como as Concessões.

Há diversos tipos de concessões – *gratuitas, subsidiadas e onerosas*. As *subsidiadas* são concessões financeiramente inviáveis, nas quais o poder concedente introduz facilidades financeiras, sob a forma de subsídios diretos ou indiretos às concessionárias.

Já, as *onerosas*, são os empreendimentos cuja rentabilidade para a iniciativa privada é grande e permite ao poder público exigir pagamentos e/ou auferir parcelas das receitas decorrentes das explorações das rodovias.

Os programas de concessão de rodovias dos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul são exemplos de concessões gratuitas, onde há outorga de concessões à iniciativa privada, com ressarcimento através da exploração das vias e cobrança de pedágio dos usuários (LEE,1996).

Segundo Lee (1996), inicialmente, em 1945, foi criado o FRN - *Fundo Rodoviário Nacional*, baseado na arrecadação do *Imposto Único Federal sobre Combustíveis e Lubrificantes Líquidos Minerais, Importados e Produzidos no Brasil* (depois Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos - IULCLG), pelo Decreto-Lei nº 8.463 de 27-12-45, chamado Lei Joppert. Posteriormente, foram incorporados ao Fundo Rodoviário outros recursos, oriundos da Taxa Rodoviária Única -TRU (atual Imposto sobre a

Propriedade de Veículos Automotores - IPVA) e Imposto sobre Transportes Rodoviários – IST.

Os recursos do FRN, com destinação específica para o setor rodoviário, foram originalmente distribuídos na proporção de 40% para a União e de 60% para rateio entre os Estados, Territórios e Distritos Federais, proporcionalmente ao consumo de combustível (36%), às populações (12%) e às superfícies (12%).

Assim, criou-se a estrutura financeira para os investimentos. A estrutura administrativa, para aplicar os recursos, foi montada com a reorganização do DNER, criado em 1937. Também, foram criados (por imposição da lei) órgãos especializados, os DER, nos Estados, que passaram a ser os gestores do sistema.

Em 1939, de um total de 192.000 km de rodovias, 775 km eram pavimentados, passando, em 1940, para um total de 570.000 km e 19.000 km pavimentados.

Com isso, estabeleceram-se, no país, indústrias de construção pesada e equipamentos e, após, na década de 60, consultorias na área de planejamento de transportes.

Continuando, Lee (1996) descreve que, em 1975, foi criado o FND – *Fundo Nacional de Desenvolvimento*. Inicialmente, 10% do IULCLG - Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos, que cabia à União, foi para este Fundo. Gradualmente, esta porcentagem foi aumentando, chegando, em 1979, a 50%. Em 1982, 100% do FRN - *Fundo Rodoviário Nacional* foi para o FND.

A partir do exercício de 1983, o FND foi extinto, passando para recursos ordinários do Tesouro Nacional, sem qualquer vinculação a órgão, fundo ou despesa.

Assim, destruiu-se a estrutura financeira criada pela Lei Joppert (FRN) que viabilizou a execução de investimentos na infra-estrutura rodoviária existente.

Sem esses recursos, os órgãos passaram a contar somente com as dotações orçamentárias anuais, insuficientes para as demandas, levando à intensificação dos financiamentos junto a bancos de desenvolvimento nacionais e internacionais.

Além da desmontagem da estrutura financeira, a estrutura pública técnico-administrativa da área foi também desfeita, assim como o serviço público como um todo, por motivos variados, entre eles:



- Falta de renovação dos quadros de pessoal;
- Descontinuidades administrativas decorrentes da alternância de partidos políticos no poder e preenchimento de cargos essencialmente por políticos, não por técnicos;
- Meios de comunicação disseminando a idéia de que o serviço público não é eficiente;
- Adoção de uma política de normatizar, controlar e fiscalizar a execução dos serviços em lugar de executá-los.

Ainda, segundo Lee (1996), diversas tentativas de criação de um novo Fundo ou imposto vinculado, para aplicação em infra-estrutura rodoviária, foram aventadas, tais como:

- Proposição, em 1988, de criação de uma taxa de manutenção Rodoviária, proposta, mas não concretizada;
- Instituição Selo-Pedágio nas rodovias federais;
- Instituição de Taxa de Conservação de Rodovias Federais, julgada inconstitucional pelo Supremo Tribunal Federal;
- Proposição de destinação de recursos tributários à infra-estrutura viária, mediante emenda à Constituição;
- Proposição de um novo Fundo Rodoviário Nacional;
- Proposta de criação de um Imposto sobre a distribuição de combustíveis, para destinação de recursos a um fundo rodoviário específico.

Finalmente, foram estabelecidas as concessões de rodovias à iniciativa privada, viabilizando obras e serviços através da exploração das vias, cobrança de pedágios e exploração comercial das faixas de domínio. A privatização passou a ser parte do programa de governo e elemento essencial das reformas estruturais (SOUZA, 1997).

De acordo com pesquisas realizadas, as concessões têm tido razoável aceitabilidade, apesar dos questionamentos sobre aumentos de tarifas.

Mac Dowell, em 1993, realizou pesquisa sobre a aceitação de pedágio na rodovia SC/401, obtendo como resultado: 59,1% - concordam; 22,0% - não concordam e 18,9% - sem opinião (Lee, 1996, p.1).

Por outro lado, o DAER/RS, em 1995, realizou pesquisa sobre pedágios. Dentre os usuários, 86,1% concordam em pagar pedágio. Nos dados obtidos em *Campo Bom*, 90,0% dos

usuários de veículo tipo passeio concordam, e 88,7%, nos de carga, concordam; já em *Portão*, dentre os usuários de veículos tipo passeio, 56% concordam e, dentre os de carga, 59% concordam.

Senna e Michel (2000) analisaram pesquisa de preferência declarada, técnica na qual a preferência do usuário é descoberta através de escolhas feitas frente à apresentação de cenários hipotéticos, realizada junto a usuários das rodovias gaúchas. Concluíram que, tanto os usuários de automóveis quanto os de caminhão, atribuíram à qualidade do pavimento um maior valor monetário do que aos outros atributos apresentados: sinalização e serviços ofertados. Os modelos de análise indicam que os valores de tarifas praticados são aceitáveis para usuário de veículos tipo passeio, por outro lado, os caminhões estão dispostos a pagar cerca de 80% do valor praticado à época da pesquisa.

## 2.4- SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 2

Neste capítulo, foram apresentados dados sobre a infra-estrutura e os investimentos no setor rodoviário e seus reflexos sociais e econômicos. Verifica-se que o gasto em infra-estrutura rodoviária tem uma relação positiva e significativa para o rendimento e crescimento econômico.

Com base na abordagem de Lee (1996), viabilizou-se um histórico, com contextualização social e econômica das dificuldades brasileiras de alocação de recursos para construção e conservação de rodovias, culminando com as concessões à iniciativa privada.

Destaca-se que a dificuldade de obtenção de recursos é um quadro difícil de reverter, pois a destinação adotada para as receitas arrecadadas pelos impostos, nos últimos 15 anos, em todo o mundo, tem sido o *caixa único*, a *vala comum*. Uma das justificativas, encontrada na literatura, é que a vinculação torna inflexível o orçamento público, gerando maior dificuldade em seu gerenciamento (Bousquet e Queiroz, 1996). Se for para aplicação em demandas das áreas sociais, pode ser justificável.

Por outro lado, como tentativa de reestruturação da administração pública, necessária e importante para a gerência e fiscalização de contratos e parcerias com a iniciativa privada (que o usuário não tem condições de executar) algumas considerações, tais como: a adoção de um modelo eficiente de gestão pública, seguindo princípios da ética, da democracia e da cidadania; investimentos em treinamento visando fortalecer a área de fiscalização; o incentivo

ao espírito crítico do servidor, o que só é possível com ampliação do conhecimento, tornando-o tecnicamente questionador e induzindo-o à pesquisa, devem ser ponderadas.

Além disso, conforme o exposto na análise de tarifas de pedágio, é fundamental uma boa avaliação de custos dos serviços e obras de engenharia (infra-estrutura rodoviária) a serem executados em contrapartida ao pagamento efetuado pelo usuário. Verificou-se que a qualidade do pavimento é o atributo de maior importância para o usuário, o que poderá ser associado aos dados sobre custos de pavimentação, apresentados ao longo desta dissertação.

Há, ainda, outros custos relacionados às rodovias, os quais versa o próximo Capítulo. Além dos aspectos financeiros e monetários já apresentados, proporcionam-se considerações econômicas.

### 3. MACROPROBLEMAS DOS CUSTOS ECONÔMICOS EM TRANSPORTES

Apesar do presente trabalho estar focado nos custos de construção e restauração das rodovias, calculados de forma analítica, considerando os aspectos somente monetário ou financeiro, sem avaliar o enfoque econômico, a seguir, realizam-se algumas considerações, contextualizando os diversos aspectos econômicos e sociais, numa revisão bibliográfica ampla, analisando-se todos os fatores envolvidos, tais como: os Custos Totais de Transportes, o Custo Brasil, o Preço Sombra e o ABC.

#### 3.1- CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS RODOVIÁRIOS

De uma forma ampla, pode-se definir que os *Custos Totais de Transporte da Modalidade Rodoviária* são compostos por:

**3.1.1- Custo de Construção das Rodovias:** os gastos do poder público com a implantação da rodovia. Inclui custos de terraplenagem, pavimentação, drenagem, obras de arte correntes, sinalização, pontes, túneis, etc., necessários para implantação de novas rodovias e melhorias (duplicações, terceira faixa, etc.) em vias existentes. Em algumas concessões, algumas destas obras ficam a cargo do concessionário. A elaboração destes custos será abordada em detalhes neste trabalho.

Destaca-se que devem ser considerados os custos referentes à desapropriação de áreas e demolições necessárias à implantação de uma rodovia, que não serão abordados neste trabalho.

**3.1.2- Custo de Manutenção/Conservação/Restauração das Rodovias:** ocorrem ao longo da vida útil da rodovia. Aumentam com o decorrer dos anos, à medida que o pavimento se deteriora. Podem ser recursos do poder público ou das concessionárias.

Como exemplo, tem-se a conservação rotineira - preventiva, tapa-buracos, selagens, recapeamentos e as restaurações - tanto dos pavimentos, quanto das pontes, túneis, dos taludes e outros.

Hoje, os custos de implantação e de *operação das praças de pedágio* e os adicionais de *operação das vias*, tais como guinchos, socorro mecânico e ambulâncias, devem ser computados no *custo de operação total do sistema*, bem como os custos de operação da via,

por exemplo, o controle de condições de tráfego, congestionamentos, segurança e desvios (ANDRADE, 1998).

**3.1.3- Custo Operacional dos Veículos:** constitui-se no custo do usuário ou da carga, levando em conta as condições da rodovia e a depreciação do veículo. Quanto mais alto o custo de construção, ou seja, quanto melhor o padrão da rodovia, menor será o custo operacional do usuário e da carga.

É o custo de operar (utilizar) determinada rodovia. Envolve dados sobre o Volume Diário Médio - VDM, congestionamentos, as condições da rodovia, a velocidade e o tipo de veículo e da carga. As informações utilizadas são o preço de aquisição do veículo e de seus acessórios; a mão-de-obra para sua manutenção; o gasto com combustível e lubrificantes; o peso bruto, o número de eixos, o fator de equivalência, o número de pneus e de passageiros dos veículos; o tempo médio de horas e o número médio de quilômetros dirigidos por ano; vida útil e depreciação do veículo e a taxa de juros.

As metodologias utilizadas para cálculo dos custos operacionais dos veículos são o Manual de Custos de Operação do DNER e o *Highway Development and Management System* – HDM. A metodologia do custo operacional do Manual de Custo de Operação do DNER (1976) foi desenvolvida por Mac Dowell (1972). A Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT (1980) apresenta mais uma referência sobre o assunto.

O HDM é uma ferramenta analítica para engenharia e análise econômica de investimentos em construção, conservação e restauração, utilizada há mais de 15 anos na área rodoviária. Simula, além da deterioração e da conservação de rodovias pavimentadas ou não, a operação de veículos, o custo desta operação e prevê os desembolsos do órgão rodoviário, os custos dos usuários e os parâmetros de análise econômica.

Com base em características técnicas detalhadas dos trechos a serem analisados, dados sobre o tráfego, condições dos pavimentos, frota de veículos, através de diversos sub-programas e modelos são calculados diversos custos, entre eles, os operacionais dos veículos. Este *software* HDM possibilita simular situações de diferentes alternativas de construção e conservação, incluindo diferentes estratégias de intervenções ao longo do tempo, otimizando a distribuição da aplicação de recursos, com objetivo de auxiliar os tomadores de decisão. A versão atual é HDM-4, com interface mais amigável com o usuário e incorporando a análise

de pavimentos rígidos e pavimentos submetidos a climas com congelamento e descongelamento. (HDM, 2000)

O LASTRAN (1998) utilizou o *software* TS - *Trans Systems*, que as empresas de transportes podem usar para aplicar a metodologia dos *Custos Médios Desagregados*, para cálculo dos custos operacionais de transporte de carga, comparando os resultados com a metodologia HDM. Os resultados foram próximos.

### **3.1.4- Outros:**

Button (1996) cita os custos de externalidades positivas, como a redução de tempo de viagem para os usuários e/ou carga e a diminuição do número de acidentes, advindas de investimentos em infra-estrutura. Variam de acordo com o VDM, a geometria e condições da rodovia, as velocidades e o tipo de veículo.

Por outro lado, tem-se o custo das externalidades negativas, como poluição ambiental e custo social dos acidentes.

Além disso, nas análises de benefício/custo de implantação de uma nova rodovia, outros custos, principalmente ambientais, estão sendo incorporados, tais como o das externalidades negativas, geradas pela possível perda de locais para praças e recreações, aumento de ruído pelo tráfego, crescimento da poluição visual e do ar, perda de construções patrimoniadas e de locais ecologicamente preservados, impacto sobre os pedestres e ciclistas, alterações no clima e impactos associados à construção. É atribuir valor à degradação ambiental, custos difíceis de serem calculados, que estão sendo estudados em nível de estado da arte. (Pearce et al, 1989)

Verifica-se que todos os custos interagem entre si e salienta-se a importância do custo operacional dos veículos. Reitera-se que o presente trabalho não tratará das questões referentes aos custos operacionais e consequentes benefícios dos projetos em transportes. Ficará restrito aos custos de construção, restauração e conservação, no seu aspecto monetário e não econômico.

A seguir, a Figura 2 mostra, esquematicamente, os componentes de custos totais de transporte.

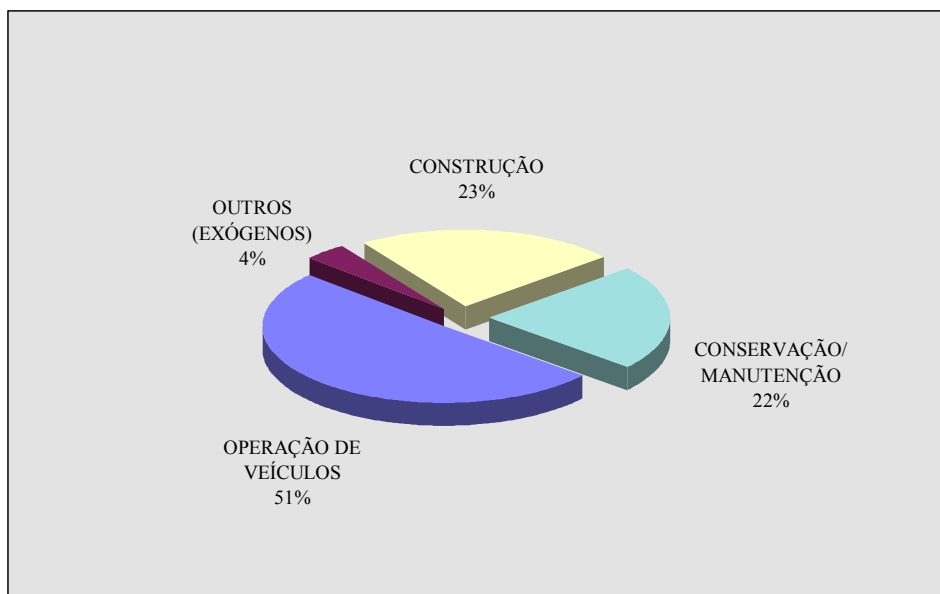


FIGURA 2 – Componentes do custo total de transporte.

Fonte: Aranovich (1998).

Os mais importantes benefícios, decorrentes de um projeto de transporte, são a redução dos custos de operação, inicialmente para os usuários ou proprietários do novo meio e, algumas vezes, para aqueles que continuarem a utilizar o meio existente, que poderá ficar menos congestionado, sendo um estímulo ao desenvolvimento econômico, economia de tempo dos usuários ou carga, menos acidentes, redução dos danos, mais conforto e conveniência.

A seguir, apresenta-se o chamado *Custo Brasil*, que revela alguns aspectos econômicos que se destacam com relação aos demais países.

### 3.2- O CUSTO BRASIL

O Custo Brasil significa o complexo conjunto de fatores de custos (institucionais e econômicos) que o país apresenta, de forma diferenciada, em relação a outros países.

Esse diferencial de custo pode prejudicar as exportações do país, pela dificuldade de competitividade internacional, e é apontado como um dos obstáculos para o crescimento da nação.

Segundo o Banco Mundial (1996), os fatores responsáveis pelo Custo Brasil, aumentando o custo dos produtos produzidos no país, são:

- a valorização cambial;
- a elevação das taxas de juros;
- os custos de fretes ferroviários e de operações portuárias;
- a sistemática de incidência de impostos indiretos e
- a ineficiência e falta de previsibilidade dos mecanismos de regulação governamental.

Além desses, alguns estudos apontam o preço da mão-de-obra ou das contribuições sociais como fatores que contribuem para o Custo Brasil.

Porém, o Banco Mundial concluiu que uma eventual redução dos Encargos Sociais refletiria de forma modesta sobre o custo das empresas. Haveria redução de apenas 2 a 5% no custo total das empresas e teria conseqüências significativas para a política fiscal do governo. Segundo o estudo, outras reformas fornecem benefícios mais imediatos e mais baixos impactos nesta política.

O DIEESE (1997) também se contrapõe à excessiva carga de encargos sociais anunciada pelos empresários no Brasil.

Vários estudos e medidas vêm sendo realizados, visando reduzir as diferenças do Custo Brasil, tais como o benefício concedido às vendas ao exterior, desonerando, através de compensações, o pagamento das contribuições para o PIS/PASEP e COFINS – Contribuição para o Financiamento da Securidade Social, bem como estão sendo estudados fatores financeiros, pretendendo reduções no custo do financiamento da atividade exportadora e no custo do financiamento do investimento produtivo em geral.

Segundo Bussinger, em discussão apresentada em Mantega e Vanuch (1997), qualquer processo produtivo acumula custos, seja na Suíça, no Japão ou no Paraguai. O Custo Brasil seria um sobrepreço relativo. Toda empresa, ou produto, ou país, após produzir, ao compor seus custos, nunca terá resultados exatamente iguais uns aos outros.

Por exemplo, do ponto de vista da eletricidade, o Brasil, nas próximas décadas, deverá ter um custo superior ao custo dos Estados Unidos, da Rússia ou da China. Ainda que adote a mesma tecnologia, pague os mesmos salários, recolha os mesmos tributos e opere da mesma forma. Isto ocorre, segundo o autor, porque, os Estados Unidos têm, no continente, quatro



fusos horários: quando é uma determinada hora em Nova York, são três, quatro horas a menos na Costa Oeste. Como o sistema é interligado, é possível dimensionar as hidrelétricas e o sistema de transmissão menores, conseguindo abastecer da Costa Leste para a oeste e vice-versa, num outro horário. Portanto, os Estados Unidos têm, invariavelmente, um fator de utilização das suas instalações elétricas superior ao do Brasil.

Por outro lado, o Brasil têm algumas vantagens relativas, pois não necessita, na maior parte do país, de aquecimento. Já nos países frios, há um sobrepreço em função desta necessidade.

Considerando a importância da diferenciação dos custos de um país para outro, principalmente quanto às correções referentes à moeda estrangeira (câmbio), aos impostos, aos salários e aos juros, passa-se à análise de ajustes denominado Preço Sombra - *shadow price*, nos projetos de transporte.

### 3.3- A ABORDAGEM DO PREÇO SOMBRA

Uma boa abordagem, referente ao preço sombra, é dada por Adler (1978 e 1987) e por Pearce e Nash (1989). O texto, a seguir, baseia-se na discussão feita por Adler.

A avaliação econômica de um projeto de transportes tem como finalidade básica medir seus custos e benefícios econômicos, do ponto de vista de um país como um todo, para determinar se os benefícios líquidos, dele resultantes, serão, pelo menos, iguais àqueles que poderiam ser obtidos de outras oportunidades marginais de investimento.

Numa avaliação de projeto de rodovias, devem ser consideradas as variações de tráfego: um melhoramento em determinado trecho pode estimular o aumento de tráfego, afetando outros trechos. Este inter-relacionamento deve ser levado em conta.

O cálculo dos benefícios na implantação de um projeto de transportes não é tratado nesta Dissertação, mas citam-se alguns deles: estímulo para a economia, redução de custos de operação, economia de tempo, redução de acidentes, maior conforto e conveniência, etc.

Para que os custos e benefícios dos projetos de transporte possam ser medidos e comparados com outras oportunidades de investimentos, eles devem ser expressos em unidades monetárias – na prática, o único denominador comum.

Isso constitui um problema, pois os preços de mercado não refletem os custos reais e, além disso, em muitos setores da economia não prevalecem condições de concorrência perfeita.

Segundo Pearce e Nash (1989), é necessário corrigir os preços de mercado pelo respectivo preço sombra, o qual reflete o valor social da produção e dos insumos utilizados.

O preço sombra – *shadow price* - é mais freqüentemente discutido e aplicado no contexto de países em desenvolvimento do que em países industrializados, onde são usados somente em casos excepcionais.

Em países em desenvolvimento, os preços de mercado são motivos de grandes distorções, pois são comuns as inflações elevadas, os controles governamentais, a supervalorização da moeda interna e as condições imperfeitas de mercado, entre elas, a baixa mobilidade da mão-de-obra e alto subemprego. Devido ao fato de preço sombra requerer grande quantidade de dados, considerações e previsões que são difíceis de serem feitas, e os resultados não poderem ser muito exatos na maioria dos casos, deve ser aplicado somente em relação às mais sérias distorções de preço.

Quatro tipos de custos, para os quais correções do preço sombra são, algumas vezes, necessárias: a moeda estrangeira, os impostos, os salários e os juros.

### **3.3.1- Moeda Estrangeira**

A moeda estrangeira, provavelmente o mais importante ajuste, surge na avaliação das importações, pois as taxas de câmbio oficiais de muitos países em desenvolvimento não traduzem o valor da escassez de divisas. Como resultado, o custo das importações mantém-se artificialmente baixo, e sua demanda aumenta, exigindo, assim, mecanismo de controle para assegurar um equilíbrio entre a oferta e a procura pela moeda estrangeira.

Para estimar as taxas de *câmbio sombra*, que refletem a pouca valorização do câmbio estrangeiro, um método recomendado é o de usarem-se fatores de conversão, os quais estabelecem o relacionamento correto entre os preços das mercadorias no mercado internacional e os serviços relevantes para um projeto e os preços das mercadorias e serviços que não são comercializados. Deveria ser calculado para cada mercadoria envolvida em um projeto. Como isto não é a prática, os fatores de conversão são, algumas vezes, calculados

para grupos de mercadorias, tais como produtos de investimento ou de consumo, ou para setores de construção ou transportes.

Para assegurar uma avaliação econômica apropriada para os projetos, a taxa de 1,75 vezes a taxa oficial tem sido usada em cálculos de custos econômicos de despesas que envolvem moeda estrangeira. Na prática, o número a ser usado pode ser bem diferente. A taxa de 1,75 tem sido aplicada para todos os custos estrangeiros – não somente para os itens obtidos no exterior; mas, também, para os componentes estrangeiros de itens adquiridos localmente, tais como gasolina produzida por refinaria local com óleo bruto importado, onde se conhece o preço sombra para o câmbio estrangeiro apenas dentro de um alcance variado. Pode ser necessário avaliar o projeto de diferentes preços sombra para determinar a sensibilidade de concluir por taxas diferentes. Se um projeto envolve receitas em moeda estrangeira, o mesmo coeficiente de ajuste, usado nos custos, deverá ser-lhe aplicado.

### **3.3.2- Impostos**

O segundo ajuste são os impostos indiretos, que não deveriam ser incluídos no cálculo dos custos econômicos. O imposto sobre o combustível, por exemplo, é um custo financeiro para quem o paga, mas não, necessariamente, reflete custos econômicos para o país como um todo, pois um aumento desse imposto não significará que mais recursos econômicos tornem-se indispensáveis para produzir um determinado volume de combustível. Analogamente, taxas de licenciamento e direitos aduaneiros também devem ser excluídos do cálculo de custos econômicos.

### **3.3.3- Salários**

Em muitos países, as leis do salário mínimo e outros regulamentos rígidos fazem com que os salários, efetivamente pagos, não traduzam fielmente os reais custos da mão-de-obra.

Quando uma economia caracteriza-se por acentuado desemprego ou subemprego, os custos reais da mão-de-obra da categoria empregada poderão ser inferiores aos níveis salariais. Se esta situação prevalecer e houver probabilidade de se manter por algum tempo, o custo da mão-de-obra não-especializada deverá ser calculado em base inferior a dos salários pagos. Por outro lado, é possível que os custos reais do pessoal especializado sejam maiores que o dos seus salários.

Tais ajustes nos salários somente deverão ser introduzidos após uma cuidadosa investigação da mão-de-obra na região do projeto. Certos estudos revelaram que grande parte

do desemprego, na agricultura, é acentuadamente sazonal e que o deslocamento da mão-de-obra agrícola para a construção poderá interferir com as atividades da agricultura, a menos que a construção do projeto possa ser adequadamente sincronizada com as atividades agrícolas, o que raramente é possível e sempre poderá acarretar atrasos. Além disso, por causa da baixa mobilidade de mão-de-obra não-especializada, o desemprego, em certas regiões do país, poderá coexistir com a escassez de mão-de-obra em outras regiões; se o projeto for localizado em uma destas últimas, justificar-se-á a aplicação de preços sombra ou econômicos.

Com essas limitações, pode-se admitir que, nos casos apropriados, os custos econômicos da mão-de-obra especializada, por exemplo, em países como a Índia e o Paquistão, sejam até 25% superiores aos salários efetivamente pagos e os custos de econômicos da mão-de-obra não-especializada, até 50 % inferiores aos salários.

### **3.3.4- Juros**

O custo financeiro do capital, que é o juro realmente pago para obter os recursos para um projeto de transportes, freqüentemente, não tem relação com seu custo econômico.

Se o governo obteve os recursos através de impostos ou empréstimos bancários com juros inferiores ao mercado, isto não refletirá nos custos econômicos. Na maioria das vezes, os empréstimos estrangeiros cobram juros consideravelmente inferiores ao custo de oportunidade do capital, nos países em desenvolvimento.

Na ausência de mercados livres, torna-se difícil determinar o custo econômico do capital, especialmente considerando que as taxas de juro também refletem fatores tais como inflação e risco. Contudo, verifica-se que, na maioria dos países em desenvolvimento, o custo de oportunidade de capital seja muito alto, até 12 por cento ou mais.

Finalizando, para análise econômica global, que possibilite a escolha da melhor alternativa entre diversos investimentos em transporte, é necessário proceder-se às correções citadas neste item. De acordo com Pearce e Nash (1989), as dificuldades de corrigir os preços de mercado através do *shadow price* levam a uma grande tendência de usarem-se os preços de mercado nas análises sociais de projetos, mesmo onde sejam reconhecidamente inapropriados.

A taxa de câmbio sombra poderia ser avaliada especificamente para uso do DAER/RS, considerando os dados dos diversos financiamentos existentes. Hoje, o setor responsável pelas

solicitações de empréstimos internacionais no órgão, nas análises econômicas, utiliza 85% dos preços usuais para retirar a parcela referente a impostos.

Passa-se a discorrer sobre o Custeio Baseado em Atividades: o ABC.

### 3.4- ABC - *Activity Based Costing*

Outro aspecto a considerar são as modernas técnicas de apropriação de custos, tais como a utilização de métodos do sistema ABC – *Activity Based Costing*, ou seja, Custeio Baseado em Atividades.

Os sistemas de custeio, baseados na atividade, surgiram em meados da década de 80, com objetivo de suprir a necessidade de informações precisas sobre o custo da necessidade de recursos de produtos, serviços e clientes. (KAPLAN e COOPER, 1998)

Segundo Nakagawa (1994), o uso do ABC está intimamente ligado ao bom senso e ao fomento à criatividade. Taylor, Fayol, Elton Mayo e tantos outros que contribuíram para o desenvolvimento da administração científica fizeram uso da análise de atividades para seus estudos de tempos e movimentos de organização do trabalho.

Ainda, segundo Nakagawa (1994), os estudos e pesquisas no Brasil sobre o ABC tiveram início em 1989, na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, onde é ministrada, tanto em nível de graduação como de pós-graduação. Este autor define o ABC como uma metodologia desenvolvida para facilitar a análise estratégica de custos relacionados com as atividades que mais impactam o consumo de recursos de uma empresa.

Outrossim, o método de Custeio Baseado em Atividades (ABC) vem despertando interesse das empresas brasileiras devido, especialmente, às preocupações com a questão da competitividade global.

Em suma, o objetivo principal do custeio por atividade é de aprimorar a alocação dos custos e despesas indiretas fixas aos produtos.

O método tenta superar um problema crônico dos sistemas tradicionais, que é a imprecisão causada pela atribuição de acordo com bases de rateio, estas associadas a volume de produção, tais como horas de mão-de-obra direta, horas-máquina ou custo da mão-de-obra direta, as quais poderiam ser relevantes no passado, quando a produção era mais simples; mas não na atual conjuntura empresarial.

Por outro lado, os sistemas tradicionais negligenciam fatores como diversidade da produção, flexibilidade de manufatura, automação, qualidade e complexidade. Estes sistemas foram criados no início do século, quando matéria-prima e mão-de-obra direta eram os fatores predominantes nos custos da produção.

O principal determinante do montante dos custos indiretos fixos é o grau de complexidade da estrutura de produção da empresa (linhas de produtos mais amplas e sistemas de produção mais flexíveis) - custos da complexidade. Assim, uma empresa que produz 1000 unidades padronizadas é diferente de outra que produz essas mesmas unidades, só que com variedades diferentes. As atividades de apoio necessárias à segunda empresa serão consideravelmente mais complexas.

Mesmo os japoneses, que criaram o paradigma do JIT – *Just in time* (Produção Enxuta), estão reconhecendo que o seu modelo de rápida introdução de novos produtos, sistemas de produção flexível, inventário baixo, etc., pode estar sendo muito caro.

Em resumo, à medida que a empresa diversifica sua produção, os custos indiretos fixos crescem por causa da maior complexidade do sistema produtivo. Como exemplo prático desta situação, a *Siemens S.A.*, onde os custos associados a desenvolvimento de produtos e processos e ao processamento de ordens de clientes cresceram 117% nos últimos seis anos, e os custos de *chão-de-fábrica* (custos diretos de produção), apenas 34% na empresa.

A não-consideração desta complexidade pelos sistemas convencionais é responsável pela distorção provocada nos custos dos produtos. Um exemplo pode ser dado, analisando-se um setor de compras de matérias-primas de uma indústria: um produto *A* necessita de 30 requisições de compra e um produto *B* exige apenas cinco. Pelo sistema tradicional, o esforço de compra seria rateado para os centros produtivos e, depois, para os produtos, baseado nas horas trabalhadas de cada setor produtivo.

No ABC, o custo de compras é imputado diretamente aos produtos através de um direcionador de custos apropriado (nº de requisições de compra, por exemplo). Calcula-se quanto custa realizar uma requisição de compra e imputa-se, no caso, para o produto *A*, um custo do setor de compras seis vezes maior que para o produto *B*.

O método ABC tenta reconhecer, então, as exigências diferenciadas que os produtos fazem da estrutura da empresa - custos da complexidade - e, a partir de bases de alocação ou de relação (*cost drivers* - direcionadores de custos), relacionar os custos dos produtos às atividades e estas aos recursos engajados.

O modelo ABC teve sua origem nas fábricas, mas, atualmente, muitas empresas de serviços e comerciais também estão tendo benefícios com a utilização desta técnica.

É possível identificarem-se algumas aplicações do ABC, que poderão estar relacionadas a custos de infra-estrutura rodoviária. Limitam-se às questões relacionadas com órgãos públicos, mas a metodologia, juntamente com ferramentas de melhoria contínua, poderá ser aplicada nas empresas prestadoras de serviço de consultoria e empreiteiras, de forma bem mais abrangente, bem como no setor de logística. Assim, tem-se:

- Elaboração de orçamentos com base em atividades: é a aplicação do processo de análise de atividades e seus respectivos custos à elaboração de orçamentos operacionais e de investimentos;
- *Pricing*, taxas e tarifas: o ABC vem sendo muito utilizado para as estratégias de *pricing*, taxas e tarifas em diversos segmentos da economia, tanto no setor público como no privado;
- Decisões sobre terceirizações: a aplicação do ABC, neste caso, tem como propósito dar o adequado suporte aos procedimentos de *outsourcing*, geralmente acompanhados de terceirizações de partes de produtos e processos que não constituem o *core* (atividade prioritária) dos processos de negócios.

Para exemplificar as aplicações, de acordo com Kaplan e Cooper (1998), o custeio baseado em atividades está sendo usado em órgãos públicos nos Estados Unidos, por exemplo, na INS (*Immigration and Naturalization Service*), onde a técnica foi usada para definir as taxas de todos os seus serviços, inclusive administração de exames de cidadania e emissão de licenças de trabalho permanente.

Também, foi utilizado na Receita Federal Norte-americana (IRS), na qual o órgão orçava, de forma bem detalhada, as despesas relativas a salários e benefícios, instalações, ocupação, computação e telecomunicações; mas não tinha a menor idéia do custo de condução de diversos tipos de verificações. Uma das melhorias, com o uso do ABC, foi a constatação de que alguns programas geravam menos de um dólar em devolução (receitas

geradas a partir de atividades de auditoria), enquanto outros geravam mais de 10 dólares em devolução por dólar gasto em auditoria.

Isso posto, foi possível a reorganização, designando equipes de auditoria de forma mais eficaz, em termos de custos a diferentes programas.

Kaplan e Cooper (1998) evidenciam que a aplicação mais inovadora do ABC, em órgãos públicos, relaciona-se à privatização.

Assim sendo, relatam que o prefeito da cidade de Indianópolis, com objetivo de comprovar que a privatização reduziria os custos para os contribuintes, solicitou aos gerentes uma lista de suas atividades atuais e os custos correspondentes, visando verificar o grau de eficiência em que as tarefas estavam sendo executadas.

Como inexistia um sistema de custeio, foi necessário formar equipe de projeto, incluindo representantes da força de trabalho, que listou 35 atividades e mapeou as despesas para cada tipo de atividade.

Além dos custos diretos de funcionários, supervisores, materiais e equipamentos de cada departamento, atribuíram custos fixos (móveis e computadores) e custos indiretos de apoio às atividades, incluindo, também, os custos de equipamentos não-utilizados. Uma decisão controversa, pois chegava a 10% em alguns serviços municipais.

A primeira estimativa de mais de 400 dólares por tonelada para a atividade *tapar buracos* despertou enorme interesse. Antes do custeio baseado na atividade, os funcionários e gerentes só pensavam no número de horas, por dia, que os funcionários dedicavam à atividade. Não reconheciam o tempo improdutivo, os equipamentos em excesso, estoques e custos indiretos, inclusive a gerência. Com a nova avaliação, os funcionários passaram a perceber uma equipe especializada em *tapar buracos*, verificando quantos veículos utilizavam, qual seu orçamento anual de suprimentos, seus custos de aluguel e manutenção de instalações e veículos. Não percebiam os custos enterrados em um buraco junto com o asfalto. Em muitos casos, os salários dos funcionários horistas passaram a representar apenas 20% da carga total de custos, quando, antes do ABC, a gerência estimaria em 80-90% do custo total.

Visando reduzir ou eliminar os custos, com o objetivo de prepararem-se para o processo competitivo que estava por vir, começaram a investigar o custo de manutenção de um veículo, calculado em outra divisão. A gerência e o sindicato sentaram juntos e



trabalharam para reduzir os custos. Decidiram que não era preciso disponibilizar uma equipe de cinco ou seis homens, além de um supervisor, pois o trabalho poderia ser feito com segurança, usando uma equipe autogerenciada de três ou quatro homens. Houve redução de pessoal. Foi reconfigurada a atividade de *tapar buracos*, reduzindo o número de operários de cada equipe e mudando o tipo e o volume de equipamentos utilizados. Foram feitas considerações do tipo: eliminando um misturador extra, reduziríamos um motorista alocado para o trabalho, e em quanto isto reduziria no custo de uma tonelada por dia.

Utilizando o mesmo recurso humano para várias tarefas, como, por exemplo, enquanto se espera a preparação e a chegada da mistura asfáltica, a equipe é alocada para outras tarefas, do tipo varrer uma ponte ou recolher entulho, e foram alocadas suas horas a essas tarefas. Assim, foi possível manter o pessoal ocupado em tarefas úteis, e a atividade tapar buracos não ficou sobrecarregada com tempo improdutivo. Houve uma redução de 35% dos custos.

Na licitação seguinte, para o serviço, os operários municipais venceram com facilidade a concorrência. Em 66 licitações ocorridas na cidade de Indianópolis, envolvendo mais de 500 milhões de dólares durante quatro anos, 37 foram vencidas pelo setor privado, normalmente as grandes concorrências, tendo mais sucesso em contratos envolvendo questões técnicas complexas como tratamento de esgotos e tecnologia avançada, como serviços de tecnologia da informação. Os funcionários municipais venceram 29 licitações para os serviços altamente dependentes de mão-de-obra e execução de tarefas, como manter as ruas, tapar buracos e outros, que permitiam aproveitar sua experiência, suas habilidades e seus equipamentos.

Os planejadores municipais identificaram economias de custos com as concorrências de quase 80 milhões de dólares e, outros 150 milhões de dólares em economias contratualmente comprometidas, a serem realizadas durante os anos subseqüentes. Com a introdução da concorrência baseada no ABC, os orçamentos municipais caíram nos anos subseqüentes, e o orçamento de 1996 foi 90 milhões de dólares menor do que seria a tendência de 8% ao ano. As economias de custos foram acompanhadas de melhorias no resultado do serviço.

Esse tipo de análise é importante, para definir quais serviços são interessantes de serem mantidos com execução direta pelo órgão ou não. No caso do DAER/RS, dificilmente são contratados serviços de *tapa buracos* completos; mas, sim, o fornecimento da massa asfáltica através de contratação com a iniciativa privada e os DRR – Distritos Rodoviários

Regionais, que ainda possuem pessoal próprio especializado, executam os serviços de preparação do buraco para receber a massa, pois é um serviço muito caro para ser contratado..

Nos contratos que estão começando a ser implantados no Brasil e, mais recentemente, no Rio Grande do Sul, do tipo Contratos de Restauração e Manutenção (CREMA), já comentado neste trabalho, há expectativa do orçamento ser realizado considerando-se uma lista de atividades e não da forma tradicional, por levantamento de itens de serviço *versus* preços unitários.

### 3.5- SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 3

Refere-se, no Capítulo, a classificação dos custos totais de transporte na modalidade rodoviária. O administrador do sistema, seja o órgão rodoviário ou a concessionária, é responsável pelos Custos de Construção da Rodovia, toda a sua implantação e posteriormente por mantê-la, Custos de Manutenção, Conservação e Restauração. Do ponto de vista do usuário ou da carga a ser transportada, apresentaram-se os Custos Operacionais dos Veículos e os Custos Exógenos.

Conclui-se que todos são fatores inter-relacionados, pois as más condições de uma rodovia causam maiores custos operacionais dos veículos e maior desperdício de tempo dos usuários (passageiros e cargas).

O Custo Brasil é analisado de uma forma bem ampla, tema atual, que tem reflexos em todos os processos produtivos do país. Na pesquisa bibliográfica efetuada, identificam-se os múltiplos fatores que encarecem a produção brasileira. Estudos concluíram que não seria relevante o reflexo de uma redução dos Encargos Sociais sobre o custo das empresas, pois haveria redução de apenas 2 a 5% no custo total das empresas e teria conseqüências significativas para a política fiscal do governo. Vários estudos e medidas vêm sendo realizados, visando reduzir as diferenças do Custo Brasil, com benefícios mais imediatos e mais baixos impactos na política fiscal do governo.

Passou-se, após, ao preço sombra e às considerações sobre as características relevantes que devem ser incluídas na avaliação econômica de um projeto de transporte, tais como a moeda estrangeira, os impostos, os salários e os juros de um determinado país. Sugerem-se estudos para elaboração de parâmetros específicos a serem utilizados, pelo DAER/RS, nas análises econômicas de projetos de transportes.

Por outro lado, foi oportunizada a apresentação de técnicas, que podem vir a ser aplicadas na área de custos de infra-estrutura rodoviária; discorreu-se sobre as modernas técnicas de Custeio Baseado em Atividades e apontou-se a possibilidade de uso do ABC nos custos de infra-estrutura rodoviária.

As constatações levam a concluir a importância do aprofundamento de estudos no assunto - custos rodoviários, objeto desta dissertação, visto que é um fator de tomada de decisão em todas as etapas, desde o planejamento, o projeto, a implantação, a operação, o controle e a manutenção de uma rodovia.

Expõem-se, no Capítulo seguinte, os métodos e critérios básicos de estruturação de preços unitários de serviços para elaboração de orçamentos de obras rodoviárias.

#### 4. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE UMA RODOVIA

Ao longo de todas as fases de implantação, os custos totais de transporte interagem de forma a resultar numa solução economicamente viável. A Figura 3 mostra, esquematicamente, o ponto ótimo de investimento para a escolha dos padrões de uma rodovia.

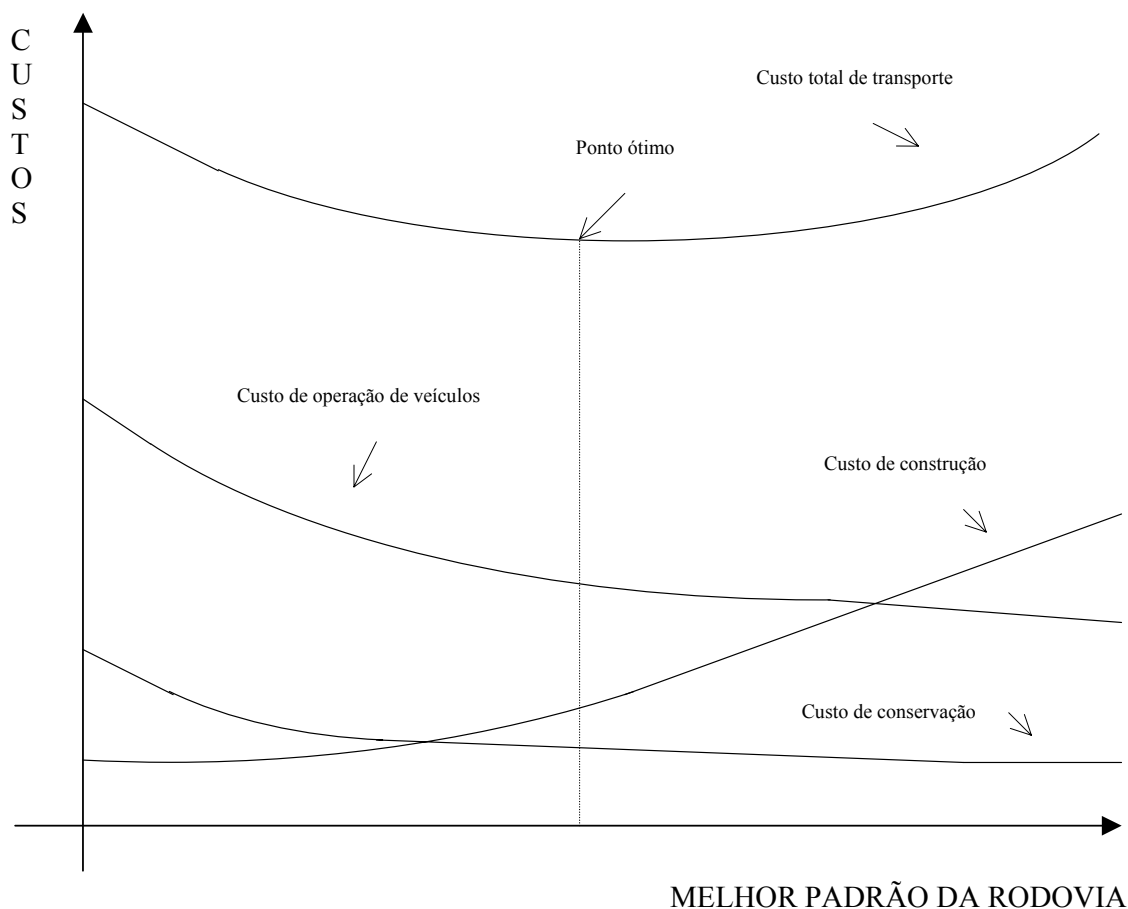


FIGURA 3 – Interação entre os componentes do custo total de transporte.

Fonte: Aranovich (1998).

No que se refere ao órgão responsável pela infra-estrutura, a fase inicial de implantação é o projeto, antecedido de estudos de tráfego, topográficos, geotécnicos e geológicos, hidrológicos e ambientais. Segue a orçamentação, a licitação, a execução da obra, a manutenção e a restauração.

As etapas de estudos e projetos não serão detalhadas nesta dissertação, ainda que os custos analisados sejam ferramentas indispensáveis para as tomadas de decisões.

Por outro lado, a análise de preços para contratação de projetos (consultoria) foi eliminada do trabalho, em face da complexidade e extensão do assunto.

#### 4.1- ORÇAMENTOS DE OBRAS RODOVIÁRIAS

A definição clássica de *orçamento* é a previsão monetária, vinculada ao planejamento de uma empresa, em que são fixadas as metas e os objetivos, estruturados em planos e programas que devem ser executados em um período determinado, nos quais são apresentados os custos das atividades propostas para alcançar esses fins, bem como os quantitativos que medem as realizações (Brookson, 2000).

Já, no presente trabalho, o assunto abordado é a técnica orçamentária para previsão do custo ou preço de uma obra. Da mesma forma, ao longo do projeto, são elaborados orçamentos parciais, possibilitando concepções mais adequadas.

Além disso, nos volumes de projeto, é apresentado o resumo dos valores envolvidos na obra, na parte referente ao resumo geral do projeto, habitualmente, denominado *data sheet*. Os custos são reunidos em grandes grupos identificados na Terraplenagem, Pavimentação (incluindo material asfáltico), Drenagem, Obras Complementares, Sinalização, Obras de Arte Especiais - OAE e outros.

Os orçamentos de obras rodoviárias são o resultado da associação dos quantitativos de serviços extraídos de projetos e as composições de preços unitários dos serviços. A seqüência dos componentes de um orçamento rodoviário, no DAER/RS, é apresentada na Figura 4.

Na construção civil, Faillace (1988) define serviço como os itens em que, convencionalmente, se divide uma obra, para facilitar a execução de um orçamento.

É importante a definição clara da forma de medir e de pagar os serviços para elaboração dos custos. Por exemplo, se determinado serviço é medido na jazida ou na pista (compactado), a composição do seu custo é diferente em função de fatores como o empolamento do material. O empolamento pode estar no quantitativo ou no preço.

No DAER/RS, os orçamentos são elaborados pela EER - Equipe de Economia Rodoviária da Divisão de Planejamento, que é vinculada à Diretoria de Administração e Planejamento.

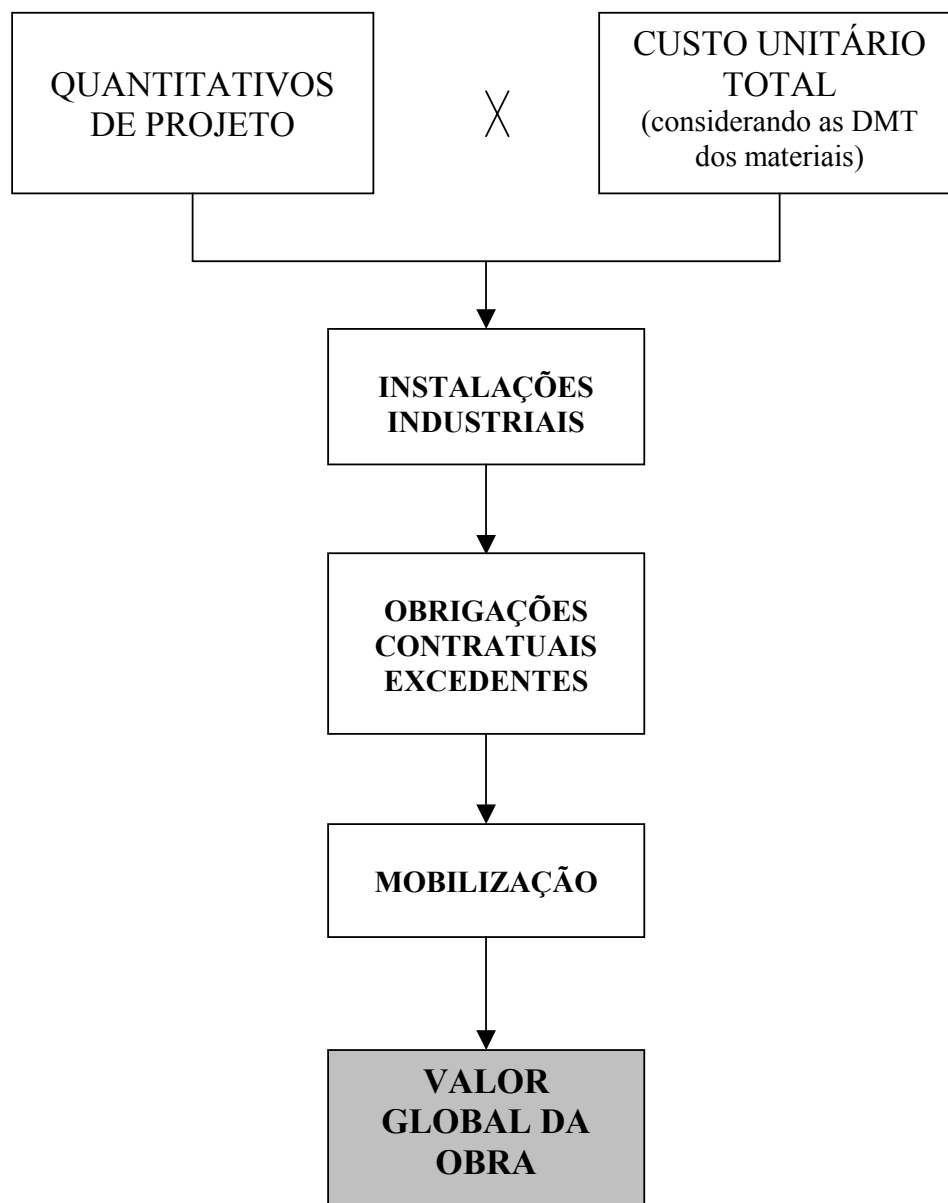


FIGURA 4 – Orçamento de uma obra rodoviária no DAER/RS.

Um dos diferenciais dos custos de obras rodoviárias é que os materiais necessários não estão disponíveis próximos ou no local de aplicação. Assim sendo, para elaboração do orçamento, os dados de Projeto devem indicar as Distâncias Médias de Transportes - DMT - dos materiais que constem nos serviços, desde o local da sua aquisição (origem), até o local da utilização (destino). Deve ser indicado se o trecho a ser percorrido é em caminho de serviço (dentro da obra), revestido ou pavimentado.

Os materiais mais utilizados em obras rodoviárias, que necessitam de indicação de DMTs – Distâncias Médias de Transportes para o cálculo do orçamento no DAER/RS, são:

PARA A PAVIMENTAÇÃO:

- Brita
- Macadame seco
- Areia para os revestimentos asfálticos
- CBUQ, PMQ ou PMF (massa asfáltica)
- Materiais asfálticos: transporte a quente e a frio

PARA A DRENAGEM:

- Brita
- Areia
- Cimento
- Tubos
- Aço
- Madeira

Esses transportes serão incluídos nos custos unitários dos serviços e, algumas vezes, formarão um item à parte.

No caso do transporte de base e sub-base de brita graduada e de macadame seco, por exemplo, os transportes são pagos como itens à parte, conforme consta nas Especificações Gerais do Órgão. (DAER/RS, 1998)

Os tipos de orçamentos elaborados no DAER/RS podem ser classificados em Orçamentos de Obras de Construção e Restauração de Rodovias, com recursos próprios do Estado ou com Financiamentos Internacionais, Orçamentos para Fornecimento de Massa Asfáltica e Orçamentos para Programa de Revestimento Primário, além dos específicos, de OAE - pontes e viadutos - e de Sinalização, em separado. Também são desenvolvidos os orçamentos para contratação de projeto e consultoria, que não serão tratados nesta dissertação, conforme já mencionado.

Nas *obras de construção de rodovias e de restauração*, a elaboração do orçamento dá-se a partir de um Quadro de Quantidades extraído do projeto, muitas vezes de um Projeto Básico, da mesma forma nos orçamentos de pontes e viadutos. Este orçamento é o *Preço Oficial* do órgão. De acordo com o Decreto 8.666, de 21 de junho de 1993 com alterações

constantes nas Leis 8.883, de 8 de junho de 1994 e 9.648, de 27 de maio de 1998, este será o preço máximo aceitável. As propostas com valores superiores serão desclassificadas.

Entretanto, antes da citada lei de licitações e suas alterações, o critério de julgamento que prevalecia era o intervalo calculado através da média e desvio-padrão do preço orçado pelo órgão, procedimento definido em Decreto Estadual. As empresas poderiam ser desclassificadas por preços 20% superiores ao preço oficial, ou se apresentassem preços inferiores ao limite inferior do intervalo (0,90 do Preço Oficial - PO).

A nova legislação prevê, também, desclassificação por preços manifestamente inexequíveis. No caso de licitações pelo critério de julgamento de menor preço, são descartadas, diretamente, as propostas com valores inferiores a 50% do preço oficial. Aplicam-se 70% sobre a média aritmética dos valores das propostas restantes, bem como sobre o preço oficial – o menor dos dois é o limite abaixo do qual também são consideradas propostas inexequíveis e desclassificadas.

Na forma geral de procedimento, o fornecimento de materiais asfálticos é excluído do preço oficial, tendo em vista o DAER adquirir o produto e diretamente fornecer à obra. Acompanhando o orçamento, é feita previsão de dispêndio com materiais asfálticos e seu transporte.

Por outro lado, para a sinalização da rodovia, em alguns casos, é elaborado um orçamento à parte, objeto de licitação específica, pois, normalmente, é executada por empresas especializadas, além de ser a última etapa da obra, que tem longos prazos de execução. Em outros casos, licita-se a sinalização junto com a obra.

Outro tipo de orçamento elaborado é para *as obras de construção de rodovias através de financiamentos internacionais*, como do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID. São os chamados *Preços de Referência*. As empresas podem, na licitação, apresentar preços abaixo ou pouco acima do orçamento do órgão. Para as obras licitadas até maio de 2000, os materiais asfálticos faziam parte do orçamento como item, sendo pagos por toneladas, ou de acordo com a apresentação da Nota Fiscal (que inclui o transporte). Após essa data, os materiais asfálticos passaram a fazer parte do item, embutido no preço do revestimento.

As obras do Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD são de restauração de rodovias, seguindo os mesmos critérios, sempre incluindo o material asfáltico no preço do item de revestimento.



Há, ainda, os *orçamentos de fornecimento de massa asfáltica* visando à licitação, para utilização dos Distritos na manutenção da rede rodoviária do Estado (recapeamento, reperfilamento e tapa-buracos).

Na maioria das vezes, é licitado somente o fornecimento da massa asfáltica tipo CBUQ ou PMQ, retirado na usina. O Distrito, com pessoal e equipamento próprio, transporta e executa o serviço na pista. O preço é calculado em tonelada, retirando-se da composição os equipamentos utilizados para execução dos serviços na pista, tais como a vibroacabadora e os rolos utilizados na compactação, e é incluído o material asfáltico.

A mão-de-obra é reduzida, em função do serviço completo exigir dois encarregados, um para a pista e outro para a usina. O número de serventes original também é reduzido pelo mesmo motivo.

Em alguns casos, se o Distrito não possuir pessoal para executar o serviço diretamente, é licitado o serviço completo de CBUQ ou de PMQ. Normalmente, o critério de medição é o serviço concluído, medido na pista, compactado, pago em metro cúbico, incluindo material asfáltico

Nos orçamentos em que a empresa seja contratada para executar o serviço todo é devida a mobilização; mas quando a massa é retirada na usina, não, já que a empresa não irá se deslocar até a obra.

Para não ocorrer que empresas muito distantes do local da obra vençam a licitação e torne-se inviável econômica e tecnicamente, o Distrito ir até a usina retirar a massa, é importante o Edital apresentar, de forma clara, as exigências técnicas e limites de distância. Locais muito distantes tornam as características da massa, até sua aplicação, sem condições técnicas, em função da temperatura. É necessário prever pintura de ligação para a licitação, quando o Distrito não tem condições de executá-la.

O Distrito deve fazer uma avaliação dos volumes e das distâncias das usinas existentes, calculando de forma ponderada, para apresentar a mais próxima, e este ser o valor máximo aceitável para o órgão. Se alguma empresa, com usina mais distante, tiver como objetivo vencer a licitação, deverá apresentar preço inferior ao da menor DMT. O Distrito também poderá solicitar o transporte da massa asfáltica como um item à parte, pois, no caso de possuir caminhões para transportar, não paga (mede) o transporte para a empresa. Quando não possuir equipamento disponível, mede no Contrato e a empresa transporta.

É necessária a informação da DMT - da areia até a usina e dos materiais asfálticos até a usina. No caso da empresa ficar encarregada de transportar a massa asfáltica, é preciso que o Distrito informe esta DMT da massa até a obra (local de aplicação).

Esses orçamentos não comportam itens como Instalações Industriais específicas, só para este fornecimento. Já para a implantação de uma nova rodovia, é viável o órgão prever a instalação de uma usina somente para sua execução.

Os *orçamentos do programa de revestimento primário* são para manutenção da rede não-pavimentada. As Prefeituras Municipais do interior do Estado utilizam muito este tipo de contratação. Os itens de serviços foram sendo discriminados em função dos Distritos poderem executar alguns serviços, no caso de disponibilizarem equipamentos no momento da aplicação.

#### 4.2.- CUSTOS UNITÁRIOS DOS SERVIÇOS

O custo total de produção tem dois componentes: o custo indireto ou fixo e o direto ou variável, que, para serem definidos em uma categoria ou outra, depende-se do horizonte de tempo com o qual se está lidando. Uma boa análise destes componentes é feita por PINDYCK (1999).

Segundo o autor, os *Custos Indiretos ou Fixos* são os custos que a empresa irá incorrer, independente do nível de produção obtido, e não serão modificados em curto prazo. São *indiretamente* envolvidos na produção. Devem ser pagos mesmo que não haja produção. Nos custos unitários de serviços rodoviários, a parcela que permanece inalterada, independentemente do volume de produção, circunstancialmente é: um número mínimo de funcionários, entre eles os engenheiros, o pessoal administrativo, os aluguéis e custos de manutenção das instalações, impostos e os custos de serviços públicos como água, luz e telefone. São também chamados de *Custos Administrativos*.

Os *Custos Diretos ou Variáveis* são os diretamente associados à execução (produção) dos serviços. Os exemplos são as despesas com combustíveis, com óleos, peças, pneus e a mão-de-obra envolvida nos custos dos equipamentos utilizados na produção de um determinado serviço, bem como outros insumos e a matéria-prima necessários. A mão-de-obra direta (encarregados, serventes, etc.) também é um custo direto ou variável, que depende da produção.

Muito embora, em um horizonte de curto prazo, correspondendo a um ou dois meses, a maioria dos custos é fixa - isto ocorre porque, em tal horizonte de tempo, uma empresa é obrigada a receber e pagar pela entrega de matérias-primas e não pode dispensar temporariamente seus trabalhadores - , por outro lado, em um horizonte de tempo mais longo, dois ou três anos, a maioria dos custos é variável, pois a empresa pode reduzir sua força de trabalho, comprar menos matérias-primas e, talvez, até vender parte de seu capital.

Dentre diversos outros tipos de custos definidos na microeconomia, cita-se o *Custo Marginal*, que é o aumento de custo ocasionado pela produção de uma unidade adicional de produto. O custo marginal de um produto adicional é, inicialmente, alto, pois os primeiros insumos, provavelmente, não aumentarão muito a produção de uma fábrica grande, entretanto, à medida que os insumos se tornarem mais produtivos, seu custo adicional cai substancialmente e, aí, entra-se na questão do efeito dos rendimentos decrescentes.

Várias definições são encontradas na literatura, apontando as diferenças entre custo e preço.

- **CUSTO:**

Sandroni (1989) define como a avaliação em unidades monetárias de todos os bens materiais e imateriais, trabalho e serviços consumidos pela empresa na produção de bens industriais, bem como aqueles consumidos na manutenção de suas instalações.

DNER (1997), valor pago pelos bens e serviços necessários para produzir um determinado produto.

Faillace (1988) define custo de uma obra ou serviço de construção civil (edificações) como o valor, em unidades monetárias, correspondente à soma de todos os gastos previstos ou dispendidos na sua execução.

- **PREÇO:**

Sandroni (1989) diz que num sentido amplo o conceito expressa a relação de troca de um bem por outro. Em sentido mais usual ou restrito, representa a proporção de dinheiro que se dá em troca de determinada mercadoria, constituindo, portanto, a expressão monetária do valor de um bem ou serviço.

Para o DNER (1997), é o valor ou a quantidade de moeda pela qual se pode trocar o bem econômico. É o custo acrescido do lucro.

Faillace (1988) define o preço de uma obra ou serviço de construção civil como o custo mais lucro ou benefício.

No presente trabalho, observa-se que, ao se excluir as Bonificações e Despesas Indiretas - BDI - dos preços, não se obtém o custo, pois ao compô-lo, conforme será mostrado no item 4.2.6 deste Capítulo, têm-se parcelas referentes a outros custos indiretos e não só ao lucro.

Dando continuidade, os custos das obras rodoviárias no DAER/RS seguem metodologia estabelecida no Manual de Composição de Custos Rodoviários do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER, 1972). O DNER passou a estimar os custos unitários baseado em composições unitárias de serviços, a partir da década de setenta, surgindo como novidade absoluta no país. Na Figura 5 é mostrada a sistematização do cálculo do custo unitário de um serviço.

Visando organizar a elaboração dos orçamentos, é adotado um sistema de codificação de itens, embora não seja uniforme para todos os órgãos. O DAER/RS adota codificação própria para os serviços codificados na Tabela, de acordo com as Especificações Gerais do órgão, que devem ser obedecidos pelos projetistas, ao listarem os serviços no Quadro de Quantidades. É a forma de padronizar a descrição do serviço e sua respectiva unidade de medida.

Assim sendo, cada serviço codificado tem um custo. Este custo é composto pelas operações necessárias para execução de determinado serviço, incluindo equipamento, mão-de-obra, materiais necessários. Como exemplo cita-se o serviço de *Base ou Sub-base de Brita Graduada*, serviço de código 861. Nas especificações é sugerido o equipamento para sua execução, a granulometria adequada para o material, as etapas de execução, como deve ser medido e pago e os devidos controles tecnológicos. A composição unitária deste serviço retrata, em valores, a especificação.

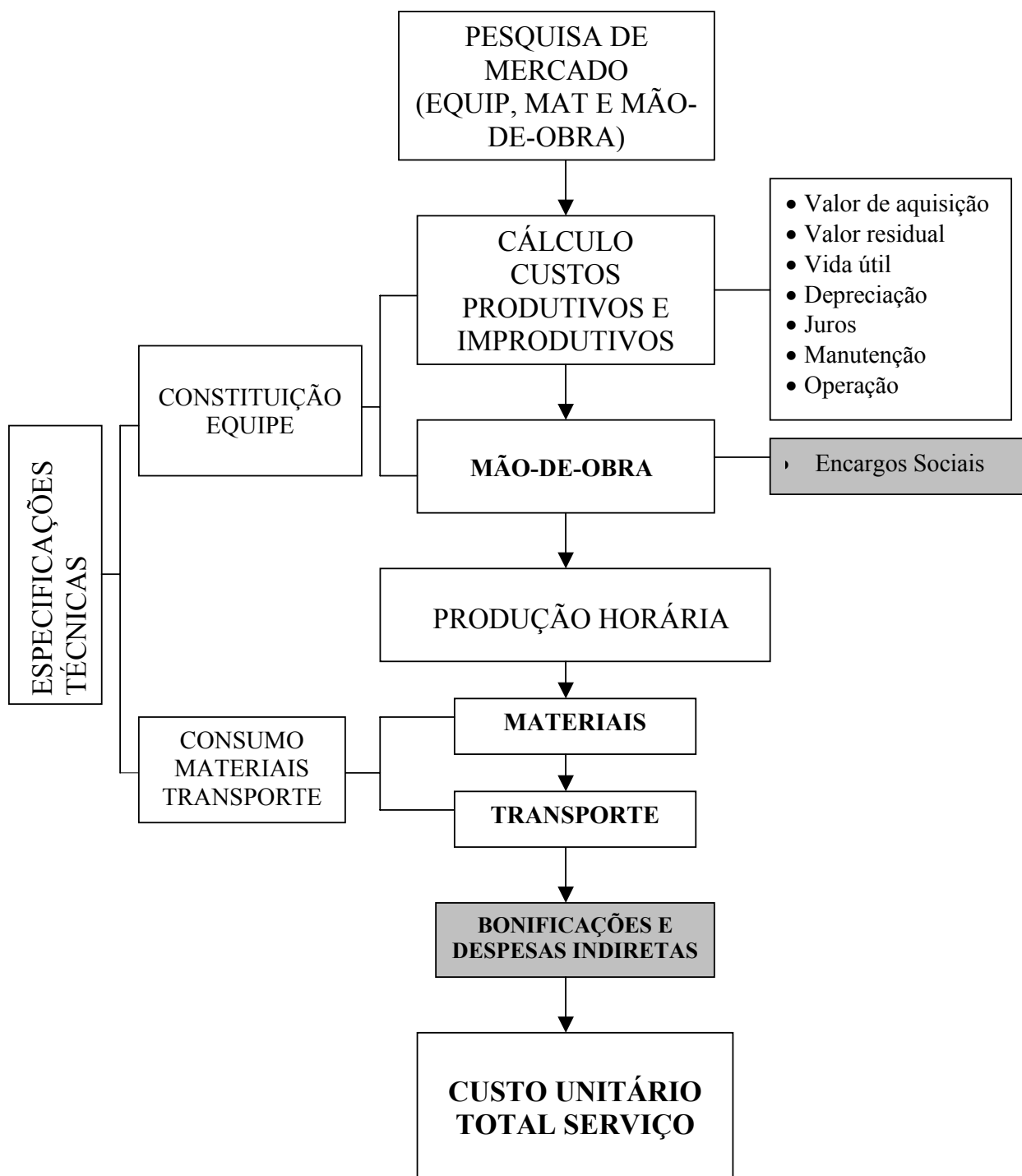


FIGURA 5 – Sistematização da metodologia de composição de custo unitário de um serviço.

Além dos novos serviços surgidos pela evolução da tecnologia, em alguns casos, por peculiaridades de projeto, tornam-se necessárias concepções específicas. Não pode haver sobreposição, ou seja, incluir uma determinada operação ou insumo em mais de uma composição e, também, não pode ser desconsiderado algum elemento, não constando em nenhuma composição unitária. Não pode ocorrer repetição nem omissão, evitando-se problemas de pagamento em duplicidade.

Ao elaborar um orçamento, é imprescindível que custo unitário de determinado serviço seja calculado na mesma unidade em que o serviço é medido. Por isto, volta-se a ressaltar a importância de Especificações Técnicas serem claras, coerentes e atualizadas com os custos e com a forma de quantificá-las.

Os custos unitários dos serviços de obras rodoviárias são obtidos pelo somatório dos componentes (insumos) envolvidos na sua execução, referentes a:

- Equipamentos;
- mão-de-obra;
- materiais;
- transportes.

Foram analisadas 508 composições de serviços codificados na Tabela de Preços Unitários do DAER/RS, julho/99, onde, em cada serviço, acrescentou-se o transporte. As Distâncias Média de Transporte - DMT utilizadas no cálculo foram valores médios obtidos no Estudo de Caso - Capítulo 6 deste trabalho, apresentados no Anexo 3.

Conforme mostra o gráfico, Figura 6, nos custos unitários dos serviços de terraplenagem, o fator preponderante é o custo com os equipamentos acrescidos da mão-de-obra para sua operação, correspondendo a 52% do total do custo unitário. Já, os materiais e os seus transportes participam com 33%.

Por outro lado, quinze por cento corresponde à mão-de-obra, exceto a de operação dos equipamentos, que está incluída no maior componente.

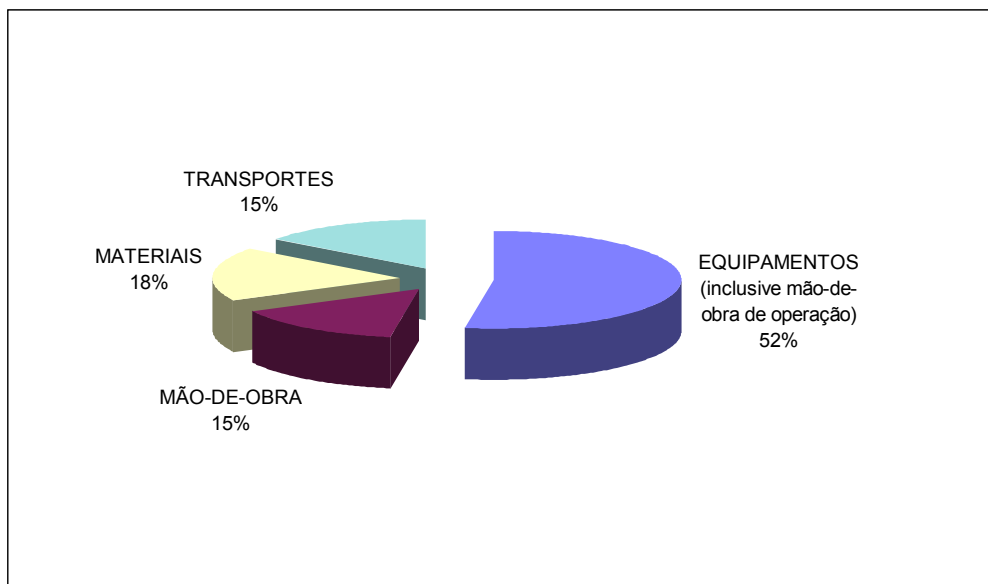


FIGURA 6 – Porcentagem dos componentes nos preços unitários de terraplenagem.

Já nos custos unitários de pavimentação, verifica-se o principal elemento a ser considerado: é a despesa com materiais, 74%, pois incluíram-se, nos itens, os materiais asfálticos.

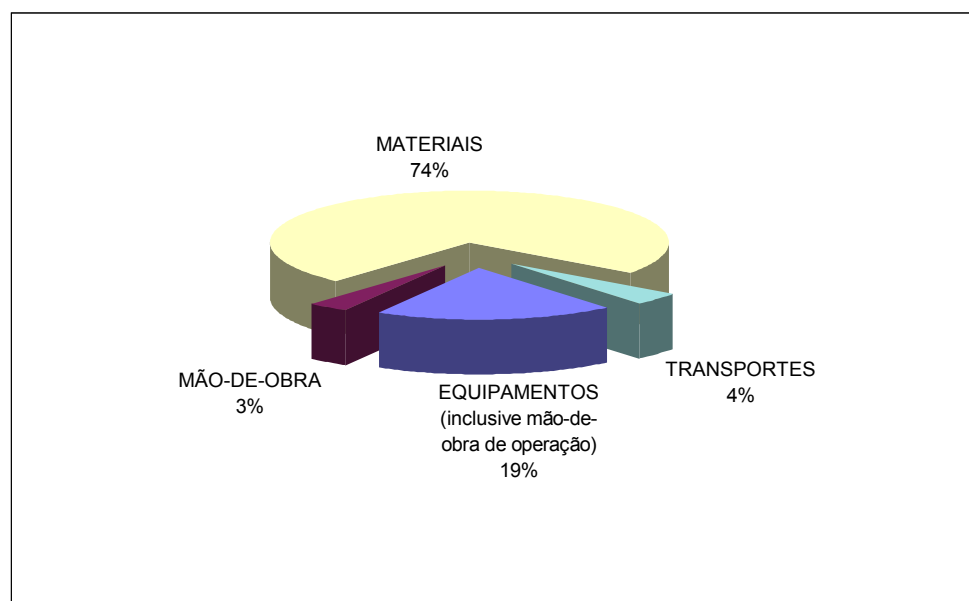


FIGURA 7 – Porcentagem dos componentes nos preços unitários de pavimentação.

Por outro lado, nos custos unitários de drenagem, o componente que maior peso tem é a despesa com materiais, 69%. Porém, é um item de pouca relevância no total do orçamento, conforme apresentado no Capítulo 6.

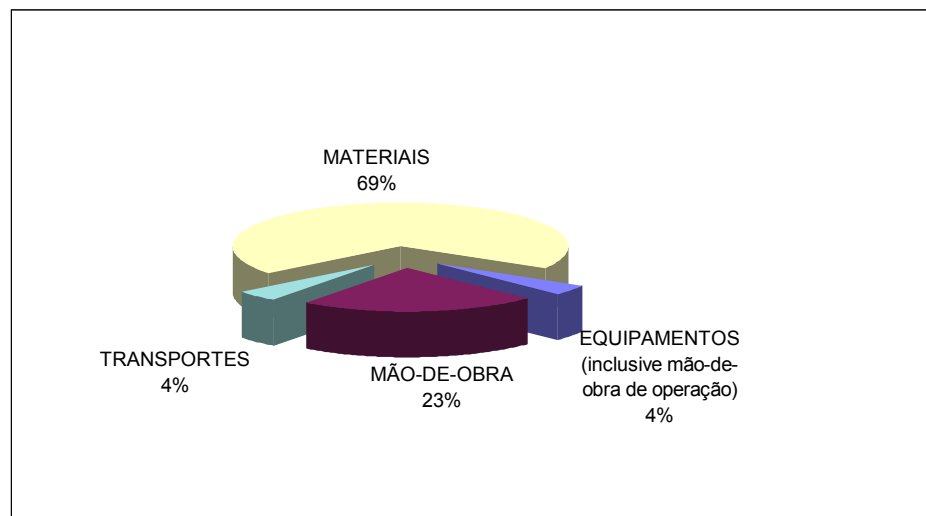


FIGURA 8 – Porcentagem dos componentes nos preços unitários de drenagem.

Na análise comparativa da Tabela 2, onde os dados obtidos foram agrupados, verifica-se que, na Terraplenagem, os materiais tem baixo valor agregado, logo, o seu custo fica percentualmente inferior, comparando-se aos demais.

TABELA 2 – Resumo percentagens componentes custos unitários.

	<b>MATERIAIS</b>	<b>MÃO-DE-OBRA</b>	<b>EQUIPAMENTOS</b>	<b>TRANSPORTES</b>
<b>Terraplenagem</b>	18%	15%	52%	15%
<b>Pavimentação</b>	74%	3%	19%	4%
<b>Drenagem</b>	69%	23%	4%	4%

Na pavimentação os materiais têm maior valor agregado e é importante, também, o custo referente aos equipamentos envolvidos no serviço.

Na drenagem os materiais representam alta participação. Como os serviços têm características mais manuais do que mecânicas, o custo referente à mão-de-obra é bastante significativo.

Os cálculos dos componentes da composição de custos unitários das obras rodoviárias são elaborados através de uma Planilha de Composição de Custos Unitários. Assim sendo, passa-se a analisar e detalhar cada item do modelo de composição apresentada no Quadro 3.



QUADRO 3 – Modelo de planilha de composição de custo unitário.

<b>Código:</b>	<b>Data:</b>	<b>Serviço:</b>						<b>Unidade: RS/</b>
<b>A - EQUIPAMENTOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	<b>QUANT</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>		<b>CUSTO OPERACIONAL</b>		<b>CUSTO HORÁRIO</b>
				<b>PROD.</b>	<b>IMPR.</b>	<b>PRODUTIVO</b>	<b>IMPRODUTI VO</b>	
<b>(A) TOTAL</b>								
<b>B - MÃO-DE-OBRA</b>		<b>CÓDIGO</b>	<b>K ou R</b>		<b>QUANTIDADE</b>	<b>SAL. BASE</b>	<b>CUSTO HORÁRIO</b>	
<b>(B) TOTAL</b>								
<b>C - PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>			<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL (A) + (B)</b>					
<b>D - CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO</b>	<b>(D) = ((A) + (B)) / (C)</b>							
<b>E - MATERIAIS</b>		<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADE</b>		<b>QUANTIDADE</b>	<b>PREÇO</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>	
							<b>(E) TOTAL</b>	-
<b>F - TRANSPORTE</b>		<b>DMT(T)</b>	<b>DMT(R)</b>	<b>DMT(P)</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTO</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>	
							<b>(F) TOTAL</b>	
<b>CUSTO DIRETO TOTAL (D) + (E) + (F)</b>								
<b>BONIFICAÇÃO - BDI:</b>								
<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>								
<b>OBSERVAÇÕES:</b>								
				<b>PLANILHA DE CUSTO UNITÁRIO</b>				

#### 4.2.1- Equipamentos

Considerando a importância dos equipamentos no total do custo unitário de um serviço de engenharia, para obras rodoviárias, são relevantes as considerações referentes aos avanços tecnológicos destes, no decorrer dos últimos anos.

Auxílios eletrônicos referentes à comunicação, segurança, motor, radar, luzes, rádio-computador, regulagem de aceleração do motor, regulagem do *chassis*, posição dos assentos, automática, num equipamento pesado deve ser considerado como fator importante nos custos, na produtividade e na qualidade dos serviços a serem executados.

Aparece em primeiro lugar, como vantagem da *eletrônica embarcada* nas máquinas industriais, a produtividade aumentada, pois é possível otimizar a sua produção. Segundo Martins (1999), um sistema de *eletrônica embarcada* é composto por transdutores espalhados ao longo do equipamento, responsáveis por captar as informações e enviar para a sua central eletrônica. A economia advém do monitoramento constante que a eletrônica permite, possibilitando que esteja sempre sendo utilizado o potencial máximo da máquina e que ela esteja sempre trabalhando com seus parâmetros ideais.

A empresa Caterpillar (1999), em pesquisa realizada junto a seus clientes, no Brasil e demais países latino-americanos, constatou que há similaridade de aspirações entre estes e os usuários dos países mais industrializados. Esta realidade pode ser comprovada com o número cada vez maior de equipamentos comercializados no Brasil, incluindo carregadeiras, dotadas de cabine com ar-condicionado.

Verifica-se esta visão, por exemplo, com o primeiro equipamento a operar no Brasil, do tipo pavimentadora e perfiladora contínua, para execução de pavimentos de concreto (rígido), adquirido pela ABCP (1999). A máquina tem autopropulsão sobre esteiras e desenho modular, permitindo uma transformação rápida e fácil para execução também de peças monolíticas de concreto de grande variedades. O pavimento rígido não tem tradição de uso no Rio Grande do Sul, podendo uma pesquisa na área indicar a relação benefício/custo positiva com sua utilização.

Mas, de acordo com Menéndez (2000), na Espanha, o asfalto (pavimento flexível) está se sobrepondo ao uso das placas de concreto (pavimento rígido). Lá, o uso do concreto está sendo abandonado por ser muito rígido e exigir juntas a cada 200 metros, considerando que o

usuário elege o atributo conforto como essencial, além do que o custo do pavimento asfáltico é 20% inferior ao do concreto.

Já, as empresas espanholas alegam que o custo é praticamente o mesmo, mas o custo de conservação do asfalto é mais alto e o concreto apenas necessita de reparos a partir de 20 anos. Por outro lado, ainda de acordo com Menéndez (2000), o *Ministerio de Fomento* argumenta que, quando o revestimento de concreto rompe-se, é muito mais caro ser reparado e, considerando que o revestimento é a metade do custo de conservação da via, é um dado que deve ser levado em conta.

O método utilizado para cálculo dos custos de equipamentos é baseado no Sistema de Custeio da Caterpillar, por centros de responsabilidade. (CATERPILLAR, 1987)

Segundo Kaplan e Cooper (1999), este método é considerado um dos melhores sistemas de custos americanos, semelhantes aos usados pelos alemães, porém menos sofisticados.

No Quadro 4, abaixo, apresentam-se estes itens nas colunas.

QUADRO 4 – Exemplo de cálculo de equipamento em composição de custo unitário.

Código: 901		Data: Jul/99		Serviço: RECICLAGEM PAVIMENTO COM ADIÇÃO DE ESPUMA ASFALTO E CIMENTO					Unidade: R\$/M³
A - EQUIPAMENTOS		CÓDIGO	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO	
				PROD.	IMPR.	PRODUTIVO	IMPRODUTIVO		
Recicladora Mod. WR-2500		1075	1	1,00	0,00	518,06	226,70	518,06	
Caminhão Carroceria Fixa Mod. L-1620/51		104	1	0,60	0,40	28,11	10,25	20,97	
Caminhão Irrigador 8000 l Mod. 1718/K36		106	2	1,00	0,00	24,85	9,96	49,70	
Motoniveladora Mod.120H		602	1	1,00	0,00	53,38	20,56	53,38	
Rolo Compactador Autopropelido de Pneus Mod. CA-25		855	1	1,00	0,00	32,19	11,43	32,19	
Rolo Compactador Pneus Autopropelido Mod. SP-8000		851	1	1,00	0,00	25,89	11,70	25,89	
Caminhão Distribuidor de Asfalto 6000 l Mod. 1214K/36		105	1	1,00	0,00	43,29	19,60	43,29	
<b>(A) TOTAL</b>								<b>743,48</b>	

Para cálculo da parcela referente ao custo do uso dos equipamentos envolvidos na execução de um determinado serviço de engenharia, define-se:

- a quantidade de equipamento usado para a produção do serviço;

- a quantidade de uso *produtivo* do equipamento;
- a quantidade de uso *improdutivo* do equipamento;
- o custo horário *produtivo* do equipamento;
- o custo horário *improdutivo* do equipamento.

Conforme já dito, o processo de apropriação de custos dos equipamentos tem algumas peculiaridades: emprega-se o cálculo do custo horário de utilização dos equipamentos envolvidos em cada serviço, onde são computados os valores referentes aos itens apresentados na Planilha modelo de cálculo do custo horário de equipamento (Quadro 5).

Expõem-se os componentes do cálculo mostrado no Quadro 5 e a origem dos dados:

- **Custo Horário de Depreciação ou Amortização e Juros do Equipamento** durante sua vida útil. Considerando: valor aquisição do veículo, valor residual, vida útil do equipamento e juros.

O **valor de aquisição** advém de pesquisa no mercado junto aos fornecedores de equipamentos. É fundamental que nesta pesquisa de preços de equipamentos, junto aos fornecedores, seja coletado preço de transação e não lista de Preços de Equipamentos Tabelados, pois possuem diferenças significativas, provocando grandes variações nos custos unitários. Ao efetuar a pesquisa, deve-se informar ao fornecedor exatamente o objetivo da cotação e o interesse que o preço seja o de comercialização real e não preço de tabela. Também, o dia e mês a que se refere a cotação, para todos os preços possuïrem a mesma base. No DAER/RS, a pesquisa realizada é sempre do dia 15 do mês de referência.

A próxima coluna da Planilha de Custo Horário de equipamento é o **valor residual**. É o valor que o equipamento poderá ser vendido após o término da sua vida útil, definido por uma porcentagem sobre o valor de aquisição. Após oito anos, um Caminhão Basculante 9 m<sup>3</sup>, por exemplo, ainda poderá ser vendido por 20% do seu valor de aquisição. Os percentuais adotados pelo DAER variam de 5 a 25%, que representam valores de mercado.

A **potência** em HP dos equipamentos é dada por prospecto do equipamento. A **vida útil**, que é o período de tempo que vai de sua aquisição até a sua retirada de serviço, depende do tipo de equipamento e das condições de serviço. Os valores estipulados pelo DAER/RS, para a vida útil dos equipamentos, são variáveis entre 6 a 16 anos. O número de horas trabalhadas pelos equipamentos é variável de 1.000 a 2.000 horas por ano. É o número de horas trabalhadas, estimadas por ano.

QUADRO 5 - Modelo de planilha de cálculo de custo horário de equipamento.

Finalmente, a **amortização ou depreciação**, que é a perda de valor do equipamento, por hora, em reais, é calculada pela fórmula:

$$\text{Depreciação} = \frac{(\text{Valor de aquisição} - \text{Valor residual})}{(\text{Vida útil em anos} \times \text{Horas trabalhadas no ano})}$$

FIGURA 9 – Fórmula para cálculo da depreciação dos equipamentos.

E os **juros**, que é a remuneração do valor monetário do equipamento, por hora trabalhada, em reais, são calculados pela fórmula:

$$\text{Juro} = \text{Depreciação} \times \frac{(n(1+i)^n i)}{((1+i)^n - 1)} - 1 \text{ onde:}$$

FIGURA 10 – Fórmula para cálculo do juro dos equipamentos.

Depreciação = fórmula descrita no item anterior

n = vida útil do equipamento

i = taxa líquida de juros ao ano, representando o custo atual de oportunidade do capital

No DAER/RS é usada a taxa de 12%, descontada do lucro, resultando em 10,71%.

Assim, na fórmula utiliza-se:

i = 12 % (taxa de juros ao ano)

l = 12 % (lucro no BDI)

i<sub>e</sub> = taxa expurgada de juros = i/1,12 = 12/1,12 = 10,71%

No Manual de Custos - DNER(1972) – a taxa de juros utilizada é de 10%.

Atualmente, a taxa anual de juros, no mercado, é de 12% a.a.

- Custo horário de **manutenção**, onde são computados os gastos com os serviços de manutenção incluindo peças de reposição, oficina, regulagem, limpeza, pintura, pneus, correias, ou seja, as peças que desgastam durante a operação do equipamento. É utilizado um percentual sobre o custo de aquisição do veículo, distribuído ao longo da sua vida útil. É referente a gastos e peças utilizadas na manutenção:

$$\text{Manutenção} = \frac{(\text{Valor de aquisição} - \text{Valor residual})}{(\text{Vida útil em anos} \times \text{Horas trabalhadas no ano})} \times K$$

FIGURA 11 – Fórmula para o cálculo da manutenção dos equipamentos.

K = é um coeficiente variável dependendo do equipamento

Os custos de manutenção são obtidos vinculando, para fins de previsão, os gastos de manutenção com o valor de aquisição do equipamento. Sugere-se estudo de séries estatísticas de custo de manutenção para apropriação destes custos de forma mais realística. Os coeficientes utilizados no DAER/RS, atualmente, advêm de estudos de técnicos da Equipe de Economia Rodoviária no ano de 1996, quando foi feita re-adequação da vida útil dos equipamentos.

- A **operação** do equipamento é o custo de utilização do equipamento. Considerando: potência do equipamento, o custo do combustível e o valor da mão-de-obra para operar o equipamento.

Como os custos das peças já foram previstos nos custos de manutenção, na operação, só se consideram os custos com materiais de consumo do tipo combustível, óleos lubrificantes, graxa, filtros. É calculado pela expressão:

$$\text{Custo horário de operação para caminhões (material de consumo)} = 0,109 \times \text{Potência do equipamento (em HP)} \times \text{custo do combustível}$$

FIGURA 12 – Exemplo cálculo do custo horário de operação (material de consumo).

O fator 0,109 é o consumo, em função do gasto médio com os outros materiais, inclusive o combustível. Este valor é o adotado para caminhões, sendo variável entre 0,18 a 0,245 para os outros tipos de equipamentos. O manual do DNER adota 0,181 para todos os equipamentos.

A mão-de-obra de operação são os custos com motoristas e operadores dos equipamentos, adotando os valores descritos no item 4.2.2. deste trabalho.

Assim sendo, chega-se ao objetivo final, que é o cálculo dos custos produtivos e improdutivos dos equipamentos.

No caso dos **custos produtivos**, o valor final é o somatório:

$$\text{Custo produtivo} = \text{depreciação (amortização)} + \text{juros} + \text{manutenção} + \text{operação}$$

FIGURA 13 – Cálculo do valor final do custo produtivo.

No **improdutivo**, somam-se:

$$\text{Custo improdutivo} = \text{depreciação (amortização)} + \text{juros} + \text{mão-de-obra da operação}$$

FIGURA 14 – Cálculo do valor final do custo improdutivo.

A mão-de-obra da operação é considerada no custo improdutivo, pois esta fica à disposição, mesmo com o equipamento parado, aguardando o restante da equipe desenvolver alguma tarefa.

A principal novidade, dentro da linha de equipamentos para terraplenagem, é o uso das escavadeiras hidráulicas que, além de gerenciamento eletrônico da potência do motor, fazem o diagnóstico das falhas. Pode-se escolher os módulos de potência com os quais se pretende trabalhar, além do tipo de lança e de giro para cada operação e o tipo de acessório necessário (martelo, garra, tesoura e outros).

Segundo Martins (1999) os sistemas modernos eletrônicos dos equipamentos de terraplenagem podem eliminar o uso de teodolitos, pois a topografia estará, por satélite, na tela do operador, dentro da cabine.

#### 4.2.2- Mão-de-Obra

É o produto da quantidade necessária de pessoal e o salário horário médio incluindo encargos sociais da mão-de-obra direta suplementar. São encarregados, serventes, profissionais, etc., pois a mão-de-obra para operar os equipamentos já foi computada..

A pesquisa do valor dos salários de toda a mão-de-obra é feita junto ao Sindicato da categoria.

No Quadro 6, é apresentado um exemplo de cálculo em uma composição de serviço.



QUADRO 6 – Exemplo de cálculo de mão-de-obra em composição de custo unitário

B - MÃO-DE-OBRA	CÓDIGO	K ou R	QUANTIDADE	SAL. BASE	CUSTO HORÁRIO
Encarregado	5	6,55	1	6,55	6,55
Servente	1	3,38	2	3,38	6,76
<b>(B) TOTAL</b>					13,31

Os coeficientes *K* ou *R* que são mostrados no Quadro 6 são os multiplicadores utilizados pelo DNER para cálculo da mão-de-obra. O *K* é variável entre 2 a 20 e aplica-se à mão-de-obra especializada. O *R* é para mão-de-obra semi e não-especializada. No item 4.2.2.1. é demonstrado o cálculo utilizado no DAER/RS, que não inclui o critério de escala salarial com multiplicadores do DNER, exceto para o cálculo do salário dos encarregados.

Com a modernidade tecnológica dos equipamentos, poderá ser maior o custo da mão-de-obra, em função do treinamento de pessoal para operá-los. Segundo Fiat Allis (1999), a evolução exige um operador e um mecânico com novo perfil profissional.

Os Encargos Sociais, utilizados no cálculo de mão-de-obra no DAER/RS, tanto dos operadores dos equipamentos quanto a suplementar, é de 133%.

O percentual usado para cobrir as despesas com equipamentos de segurança, alimentação e transporte proporcional varia entre 11 e 27% no DAER/RS.

#### 4.2.2.1- Pisos Salariais

Os pisos salariais das categorias ligadas à construção de estradas, no Rio Grande do Sul, são definidos em convenção e acordo coletivo no Sindicato da Indústria da Construção de Estradas, Pavimentação e Obras de Terraplenagem em Geral dono Estado do Rio Grande do Sul - SICEPOT/RS e o Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Pesada no Estado do Rio Grande do Sul - SITICEPOT/RS.

De acordo com os referidos sindicatos, os salários vigentes, a contar de 10 de maio de 1999 a 30 de abril de 2000, são os abaixo discriminados e foram adotados para cálculo da Tabela de Preços Unitários de jul/99, do DAER/RS:

- a) Servente de obra: R\$ 1,06 por hora;

b) Motoristas de caminhão fora de estrada, com capacidade de carga até 30 ton, de caminhão caçamba e de caminhão caixa: R\$ 1,41 por hora;

c) Operadores de máquinas automotoras: R\$ 1,23 por hora;

d) Profissionais, assim considerados os carpinteiros, ferreiros e pedreiros: R\$ 1,47 por hora;

e) Operadores de trator de lâmina, motoscaper, motoniveladoras, acabadora de asfalto, de concreto, retroescavadeira, carregadeira com mais de 110 CVs, caminhão fora de estrada com capacidade de carga acima de 30 ton, dragas e escavadeiras: R\$ 1,47 por hora.

Assim, de acordo com a concepção de cálculo adotada, até então, no DAER/RS, incidem-se os Encargos Sociais de 133% e o percentual de variável entre 11 e 27%, referente a equipamentos de segurança, alimentação e transporte proporcional, de acordo com a fórmula abaixo, e obtém-se:

$$\text{Servente: } [1,06 \times 2,33 + 0,27 \times T = T] = 3,38$$

$$\text{Profissional: } [1,47 \times 2,33 + 0,20 \times T = T] = 4,28$$

$$\text{Operador – condições de trabalho leve: } [1,23 \times 2,33 + 0,19 \times T = T] = 3,53$$

$$\text{Motorista: } [1,41 \times 2,33 + 0,19 \times T = T] = 4,05$$

$$\text{Operador – condições de trabalho pesado: } [1,47 \times 2,33 + 0,15 \times T = T] = 4,02$$

O salário do Encarregado, com base no valor do salário mínimo, R\$ 136,00, para jul/99, e 220 horas trabalhadas no mês:  $[4,05 \times (136/220) \times 2,33 + 0,11 \times T = T] = 6,55$

O coeficiente 4,05 é adotado para o cálculo do salário dos encarregados.

As condições de serviço são devido a:

*Operador de máquina leve* - para cálculo dos preços unitários, são considerados os operadores de caminhão pipa, rolo compactador, espargidor de asfalto, retroescavadeira, máquina de pintura de faixas, compressor de ar, trator agrícola.

*Operador de máquina pesada* - são os operadores de tratores de esteira, de pás carregadeiras, de motoniveladoras, motoscaper, escavadeira hidráulica, caminhão fora de estrada, usinas, instalações de britagem, dragline, fresadora, acabadora, distribuidora de agregado.

No entanto, dando continuidade à análise, procede-se à pesquisa sobre os Encargos Sociais, no que constituem e as suas variações percentuais.

#### 4.2.2.2- Encargos Sociais

Os Encargos Sociais, incidentes nos custos de mão-de-obra da indústria de construção de infra-estrutura rodoviária, apresentam-se de uma forma bem variada nas diversas publicações pesquisadas.

Os percentuais são diversificados e as definições e inclusões de itens que realmente representam os Encargos Sociais são discutíveis.

Encargos Sociais e Trabalhistas são definidos, em algumas bibliografias, por exemplo SICEPOT/MG (1992), como as obrigações incidentes sobre o salário nominal do empregado, por força da legislação, dissídios ou acordos.

O DIEESE (1997) define Encargos Sociais como outro componente, além do salário, nos custos totais do trabalho, restringindo-se às contribuições sociais pagas pelas empresas, como parte do custo total do trabalho, mas que não revertem em benefício direto e integral do trabalhador. Neste caso, salário é a remuneração total recebida direta e integralmente pelo trabalhador.

Pastore (1998) inclui, no conceito de encargos sociais, tudo o que a empresa desembolsa e que excede o custo da hora efetivamente trabalhada.

Com base em dados coletados junto a publicações técnicas, ao DAER, SICEPOT/MG, Editora PINI, SINDUSCON/RS e DIEESE, resumidos no Quadro 7, apresenta-se, a seguir, os grupos de Encargos Sociais:

*Grupo "A"*: são os encargos previdenciários básicos, que incidem diretamente sobre a folha de pagamento e recaem sobre o custo da mão-de-obra e sobre os pagamentos feitos ao empregado. Em sua grande maioria, têm sua arrecadação ou Fiscalização atribuída à Previdência Social.

Os encargos que compõe este grupo não sofrem alterações de empresa para empresa, com exceção do Seguro Acidente, que sofre acréscimo entre 0,90 a 1,80%, caso apresentem índices de acidentes superiores aos da média do respectivo setor. São os seguintes:

**A 1 – INSS (20%)**

Lei 7.787 de 30-06-89

**A 2 – FGTS (8%)**

Lei 5.107 de 13-09-1966 e Decreto 59.820 de 20-12-1966

**A 3 – SESI (1,5%)**

Lei 5.107 de 13-09-1966

**A 4 – SENAI (1%)**

Decreto 6.246 de 05-11-84

**A 5 – SEBRAE (0,6%)**

Lei 8.154 de 28-12-1990

**A 6 – INCRA (0,2%)**

Decreto-lei 1.146 de 31-12-1970

**A 7 – Salário Educação (2,5%)**

Decreto 87.043 de 22-03-1982

Todos os encargos citados representam taxas fixas de recolhimento obrigatório pela empresas. Há, praticamente, unanimidade nos percentuais referentes a esse grupo, na pesquisa efetuada. Verifica-se que os diferentes são por uso inadequado. Exceto quanto ao FGTS, que o DIEESE considera remuneração direta ao trabalhador e não encargo social.

**A 8 – Seguro Contra Acidentes de Trabalho (3%)**

Portaria 3.002 de 02-01-92 do Ministério do Trabalho e Previdência Social

Essa taxa de seguro contra acidentes pode ser reduzida, através da eficácia da prevenção de acidentes, medida anualmente pelos coeficientes de gravidade e de frequência de acidentes registrados na empresa.

**A 9 – SECONCI – Serviço Social da Indústria da Construção e do Mobiliário (1%)**

Portaria 3.002 de 02-01-92 do Ministério do Trabalho e Previdência Social

Somente aplicável a localidades que possuam ambulatório do SECONCI e às empresas filiadas, em cujos Acordos Sindicais preveja-se esta contribuição.

*Grupo “B”*: correspondem aos direitos pagos diretamente ao empregado na folha de pagamento. Estão sujeitos à incidência do grupo “A”. Arrola as parcelas pagas diretamente ao trabalhador, por força da legislação trabalhista.

Para obtenção desses percentuais, é necessário detalhar os parâmetros básicos de cálculo, tais como: total de dias no ano, domingos e feriados, férias, afastamento por enfermidade, afastamento por acidente de trabalho, chegando-se a um total de dias trabalhados por ano.

Cada empresa elabora seus próprios percentuais, considerando adicionais tais como insalubridade e periculosidade, horas extras, adicional noturno, alimentação, transportes, creches e uniformes. São salários recebidos em tempo não-trabalhado. Os itens mais freqüentes são:

B 1 – Repouso semanal remunerado

B 2 – Feriados

- B 3 – Férias
- B 4 – Adicional de férias
- B 5 - Auxílio enfermidade
- B 6 – 13<sup>o</sup> Salário
- B 7 – Licença paternidade
- B 8 – Dias de chuvas/faltas justificadas/acidentes de trabalho/greves/outros

Esses encargos são apresentados de diversas formas no material pesquisado, principalmente porque cada empresa considera o tempo de trabalho útil, durante o ano, de forma diferente.

*Grupo “C”*: correspondem às obrigações trabalhistas que não têm incidências dos demais encargos.

Também são pagas diretamente ao trabalhador. Cobrem o pagamento de dias não trabalhados, tais como:

- C 1 – Multa por rescisão de contrato de trabalho sem justa causa
- C 2 – Férias
- C3 - Aviso prévio indenizado

Nesse grupo há divergências nas diversas fontes pesquisadas (ver Quadro 7).

*Grupo “D”*: são as taxas de reincidência dos encargos sociais básicos (Grupo “A” sobre Grupo “B”).

Os encargos deste Grupo correspondem às taxas de reincidência dos encargos sociais básicos. Entre eles, incluem-se:

- D 1 – Incidência cumulativa do Grupo “A” sobre o Grupo “B”
- D 2 – Incidência da multa por rescisão do contrato de trabalho sem justa causa sobre C3 ou incidência do FGTS sobre o décimo terceiro salário.

Conforme os conceitos apresentados inicialmente, segundo DIEESE (1997), algumas obrigações trabalhistas são consideradas, por alguns autores, como Encargos Sociais e, assim, gera-se toda a disparidade de percentuais.

De qualquer forma, as despesas listadas são desembolsadas, devendo ser considerado o salário incluindo-as, quer seja com a denominação de encargo social, quer seja no próprio salário. Com coleta de dados sugere-se a revisão dos Encargos Sociais utilizados no DAER/RS. Como recomendação inicial apresentam-se os percentuais sistematizados na última coluna do Quadro 7. A incidência deve ser direta no salário-hora definido na convenção do Sindicato.

QUADRO 7 – Resumo pesquisa encargos sociais.

### 4.2.3- Produção da Equipe

O próximo componente da planilha de Modelo de Composição de Custo Unitário apresentado é o item C (ver Quadro 3, pag. 45) - Produção da Equipe Mecânica. O Quadro 8 apresenta um exemplo de utilização deste item.

QUADRO 8 – Exemplo de produção horária de equipe em composição de custo unitário.

C - PRODUÇÃO DA EQUIPE	206,691	CUSTO HORÁRIO TOTAL (A) + (B)	204,98
D - CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO	$(D) = ((A) + (B)) / (C)$		0,99

É o quanto a Equipe, composta de equipamentos e mão-de-obra já descritos, consegue produzir por hora na unidade do serviço a ser executado. É importante observar que é a produção da equipe como um todo que deve ser considerada, para realizar o serviço completo. É comum confundir este item com a produção do equipamento retirado de prospectos de fabricantes de equipamentos. Nestes prospectos é o quanto produz o equipamento de forma isolada, não se referindo ao serviço como um todo, no qual diversos equipamentos e pessoas atuam em conjunto.

A Produção da Equipe é obtida do cálculo da PRODUÇÃO DA EQUIPE MECÂNICA - PEM ou por observação e levantamentos *in loco*, enquanto os serviços estão sendo executados. O objetivo principal do monitoramento no campo, apropriando o tempo de execução dos serviços, é a contínua verificação deste item nas composições.

- Produção da Equipe Mecânica

Para apresentação do cálculo da PEM – Produção da Equipe Mecânica - são necessários alguns conceitos de equipe, produção da equipe, capacidade da caçamba do equipamento a ser utilizado, a distância média de transporte do material, os fatores de carga, de conversão, de eficiência e o tempo fixo. Estes conceitos acompanham o modelo de planilha no Anexo 1 desta dissertação.

- Cálculo da Produção Horária:

Através de fórmulas, calcula-se a produção horária de cada um dos equipamentos. Ex.:

- da escavadeira:

$P = (60 \times \text{capacidade}(b) \times \text{fator de carga}(g) \times \text{fator de conversão}(h) \times \text{fator de eficiência}(i)) / \text{tempo de ciclo}(r)$

$$P = (60 \times 0,57 \times 0,55 \times 0,90 \times 0,61) / 0,5 = 20,653$$

- do caminhão:

$P = (60 \times \text{capacidade}(b) \times \text{fator de carga}(g) \times \text{fator de conversão}(h) \times \text{fator de eficiência}(i)) / ((\text{tempo de carga}(o) \times \text{distância}(d) / \text{velocidade média ida}(s) + \text{distância}(d) / \text{velocidade média retorno}(t))$

Calcular o tempo total do ciclo:  $d = v \times t$ , onde:

$$t = d / v = \text{distância} / \text{velocidade}$$

$$P = (60 \times 8,78 \times 1,00 \times 0,90 \times 0,75) / ((250/250 + 250/250) + 16,77) = 18,945$$

A velocidade do caminhão de ida e de volta é a mesma.

Para cálculo da utilização produtiva da escavadeira:

$$18,945 / 20,653 = 0,92 \text{ e, a utilização improdutiva é } 1 - 0,92 = 0,08$$

O cálculo da produção das equipes mecânicas é o mais complexo, sugere-se um trabalho só para detalhar este cálculo e as inovações dos equipamentos do tipo escavadeira hidráulica, já citados no item 4.2.1.

No Anexo 1, é mostrado um Modelo de Planilha de Produção de Equipe Mecanizada, de acordo com o exemplo de cálculo apresentado acima.

#### 4.2.4- Materiais

São os materiais necessários para execução de determinado serviço, considerando o seu consumo na unidade correspondente da composição. Tem maior relevância nos custos de pavimentação e drenagem (ver páginas 43 e 44). Item *E* da PCU, conforme mostra a Quadro 9 abaixo:

QUADRO 9 – Exemplo de cálculo de materiais em composição de custo unitário.

E - MATERIAIS	CÓDIGO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO	CUSTO UNITÁRIO
Areia regular – sem frete	17	M3	0,056	8,00	0,45
Pedra britada - produção	584	M3	0,6050	11,95	7,23
CAP-20	9200	T	0,060	312,90	18,77
<b>(E) TOTAL</b>					<b>26,45</b>



Assim como os equipamentos, os preços dos materiais são pesquisados junto aos fornecedores.

Para esta pesquisa, é importante o discernimento de alguns conceitos utilizados em cotações de preços, tais como:

- CIF (*Cost, Insurance and Freight*): Custo, Seguro e Frete. A abreviatura CIF vem seguida do nome do porto de destino. Indica que o preço inclui o custo da mercadoria, o frete até o destino (porto) e o seguro coberto.
- FOB (*Free on Board*): *Livre a Bordo*. Expressão comumente empregada nas cotações de preços e indica que a mercadoria é colocada a bordo por conta do vendedor, correndo, a partir daí, todas as despesas por conta do comprador.

A cotação de preço de materiais para a Tabela de Preços do DAER/RS é do tipo CIF Porto Alegre.

Por exemplo, no caso de mercadorias que sejam fabricadas em São Paulo, tais como gabiões, geotêxtil, aditivos de asfalto, etc., deve-se incluir, no preço da mercadoria, o frete de São Paulo até Porto Alegre.

O mesmo ocorre com preço de equipamentos (veículos), caso não sejam fabricados em Porto Alegre. Deve-se acrescentar ao preço o frete até Porto Alegre. Os insumos disponíveis nesta cidade Porto Alegre são cotados sem frete.

Por outro lado, alguns materiais, como, por exemplo, os materiais asfálticos, cuja industrialização é em refinarias na Grande Porto Alegre, o projetista deve indicar a distância média deste local de aquisição até a localização prevista para a usina (tanques de estocagem), pois na pesquisa de preços, o material asfáltico é sem o frete. Para cada obra é calculado o transporte específico. Depois de usinada, a massa asfáltica é transportada da usina até a pista onde será aplicada. Este é o transporte da massa asfáltica que será calculado, também, para cada situação, e o projetista deve indicar.

As DMT definidas em projeto, para as obras no Estado, indicam o local mais próximo da obra, para obtenção dos outros insumos nas quantidades e qualidade suficientes e necessárias para execução dos serviços.

A brita considerada para as obras é a produzida, ou seja, o DAER/RS calcula o custo unitário para a produção desta, considerando todos os equipamentos, mão-de-obra e materiais necessários para produzi-la. Logo, o preço comercial da brita não é utilizado para os serviços de pavimentação.

No entanto, em algumas localidades do interior do Estado, como na região de Santa Maria e Santiago, a produção da brita não é executada por empreiteiras. Nestes casos, é utilizado o preço de *brita comercial*. Há uma grande diferença em relação a impostos pagos por uma empresa que comercializa brita e uma empreiteira que presta serviços, incluindo o fornecimento de brita produzida por ela mesma, principalmente em relação ao Imposto de Produtos Industrializados – IPI.

No caso do aço, é feita cotação, sem frete, em grandes siderúrgicas, próximas a Porto Alegre, responsáveis pelo abastecimento do material para todo o Estado. Normalmente, devido a grandes quantidades de aço para a obras de arte corrente ou obras de arte especiais, é indicada, pelo projetista, distâncias de transporte da grande Porto Alegre até o local da obra. O transporte específico é calculado para cada obra.

Pode até o comércio local ter o produto, só que, certamente, o frete de onde foi produzido até o local da comercialização está embutido no preço final de venda. Deve haver coerência no orçamento, evitando preços fora de mercado.

Os artefatos de cimento (tubos) para a drenagem, via de regra, não se encontram disponíveis em quantidade suficiente para a execução da obra, próximo do local. A pesquisa de preços do DAER/RS é feita em grandes fábricas. Logo, deve-se acrescer ao preço os valores correspondentes ao transporte, de acordo com a DMT, informada pelo projetista.

Já, quando o material é extraído em região específica no Estado, como por exemplo o *filler* e a cinza, utilizados e produzidos, respectivamente, em alguns traços de CBUQ em Pantano Grande e de AAUQ em Candiota, o preço é pesquisado na fonte, e a DMT, a ser informada pelo projetista, deve ser destes locais até a obra, para possibilitar a inclusão do frete.

Em suma, a pesquisa para cotação de preços é feita em Porto Alegre ou arredores, onde se concentra a maioria das indústrias dos insumos pesquisados. O que for de fora do Estado deve ser acrescentado frete até Porto Alegre. Os demais transportes, sejam com

caminhões com carroceria fixa ou com caminhões basculantes são, calculados para cada obra e acrescidos ao preço do material.

Essa é a sistemática adotada com relação à forma de pesquisar o material e computar o seu frete.

A seguir, é detalhada a inclusão do transporte em uma composição.

#### 4.2.5- Transporte

O custo unitário do transporte é calculado, considerando o veículo a ser utilizado, pela fórmula geral:

$$\text{Custo Unitário} = \frac{\text{Custo horário de utilização do caminhão}}{\text{Produção Horária}}$$

FIGURA 15 – Fórmula geral para cálculo do custo de transporte.

A produção do veículo é em função do tipo de rodovia a ser percorrido e da distância de transporte. Há uma fórmula para cada tipo de rodovia, detalhada no Manual de Custos do DNER e adotada pelo DAER/RS.

Esse cálculo envolve conceitos, tais como a produção do veículo em  $m^3/h$  ou em  $t/h$ , a capacidade em  $m^3$  ou em  $t$ , a eficiência de operação, a velocidade média, o tempo de espera, a distância de transporte em km. Dele se obtém os coeficientes  $a$  e  $b$  da equação para cálculo do transporte.

O transporte é o item  $F$  da Planilha de Custo Unitário - PCU. Utiliza-se a equação do tipo  $y = ax + b$ , onde, substituindo-se o  $x$  pelo valor da distância média de transporte em quilômetros, considerando o tipo de via que está sendo percorrido, obtém-se o valor de  $y$ , em reais. O Quadro 10, a seguir, apresenta um exemplo do seu uso.

QUADRO 10 – Exemplo de cálculo de transporte em composição de custo unitário

F - TRANSPORTE	DMT(T)	DMT(R)	DMT(P)	CONSUMO	CUSTO	CUSTO UNITÁRIO
Transporte de Massa Asfáltica $y = 0,15x_r + 0,10x_p + 0,45$	0,00	30,00	0,00	1,05	4,95	5,20
Transporte Caminhão Basculante $9m^3$ $y = 0,25x_r + 0,18x_p + 0,38$	0,00	0,00	20,00	0,056	3,98	0,22
					(F) TOTAL	5,42

Todos os materiais precisam chegar do local da sua aquisição até o local da obra, bem como da sua preparação em usinas até o local da aplicação. Todas as distâncias consideradas são Distâncias Médias de Transporte - DMT. Todos os insumos (materiais industrializados) precisam ir até o local da obra. Todos os materiais terrosos, pétreos e areia têm que ser deslocados do local de extração/aquisição até a pista e/ou usina e, após, até a sua aplicação na pista.

Considera-se, como exemplo, três segmentos de via como mostra a Figura 16. Os segmentos B e C são os trechos em obra. O segmento em A é a distância destes segmentos até a usina, por exemplo. A DMT, para o transporte dos materiais pétreos, por exemplo, até a obra, é calculada através da equação:

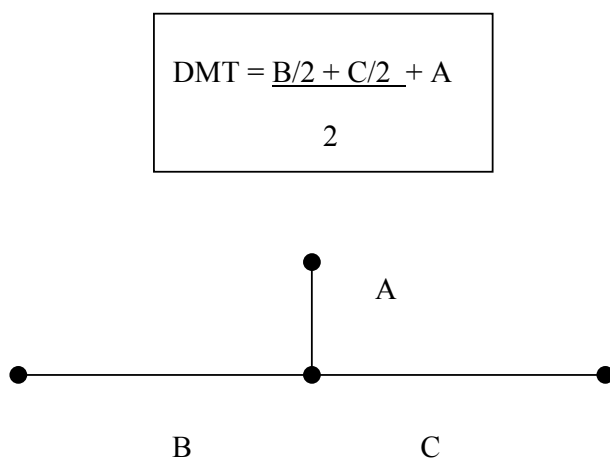


FIGURA 16 – Exemplo de cálculo de DMT.

Para o transporte dos volumes de terraplenagem, esta DMT deverá ser calculada de forma ponderada, considerando os volumes ( $V_B$  e  $V_C$ ) de cada trecho.

$$DMT = \frac{(B/2) V_B + (C/2) V_C}{2(V_B + V_C)} + A$$

As Bonificações ou Benefícios e Despesas Indiretas – BDI, é o próximo item a ser apresentado do modelo de composição de preço unitário.

#### **4.2.6- Bonificações e Despesas Indiretas – BDI**

São os custos indiretos decorrentes da estrutura da obra (e da empresa) que devem ser considerados, para obtenção dos preços unitários totais dos serviços. Não é somente o lucro.

O valor das Bonificações ou Benefícios e Despesas Indiretas é um percentual correspondente à representatividade das despesas indiretas com os serviços desenvolvidos para a execução da obra e do lucro.

Os valores incluídos no BDI de uma obra rodoviária, resumidamente, são:

- *Administração central e local*: é em função da estrutura administrativa central da empresa e a necessária à realização da obra. Inclui o dimensionamento do canteiro de obras, abrange toda a mão-de-obra técnica, além de custos com a administração central.
- *Eventuais*: percentual para cobrir os gastos não-previstos, que podem ocorrer durante a obra.
- *Impostos*: para cobrir os impostos e taxas que devem ser pagos para execução dos serviços.
- *Lucro*: lucro previsto pela empresa para execução dos serviços.

Na Composição de Custo Unitário é o último item, incidindo sobre o total do custo direto:

QUADRO 11 – Exemplo de BDI em composição de custo unitário.

<b>CUSTO DIRETO TOTAL (D) + (E) + (F)</b>	1,69
<b>BONIFICAÇÃO: 45,04%</b>	0,76
<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>	2,45

#### 4.2.6.1- BDI Discriminado DNER

O valor do BDI, constante do Manual de Composição de Custos Rodoviários do DNER, órgão nacional, foi aprovado pelo Conselho Administrativo em 20-12-1972, através da Resolução nº 1658/72-CA, é de 38,5 %.

O supracitado percentual inclui a mobilização de pessoal e equipamentos para a obra. No entanto, hoje, nos orçamentos do órgão estadual, DAER/RS, a mobilização é um item à parte no orçamento da obra, discriminado no Edital da Licitação, em virtude de exigência da lei 8.666, já referida neste trabalho. O Quadro 4 discrimina os itens do BDI do DNER.

QUADRO 12 – BDI do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER).

Mobilização	2%
Administração	10%
Eventuais	5%,
Impostos	5%
Lucro	12%
<b>TOTAL</b>	<b>38,5%</b>

#### 4.2.6.2- Alguns BDI Utilizados

Obtiveram-se alguns percentuais utilizados no cálculo de custos rodoviários em mais de um órgão do País, além dos que serão apresentados discriminados. Também, o utilizado na construção civil, no Estado.

- DER/GOIÁS: 40,67%
- DER/SANTA CATARINA: 37,78%
- BDI para obras de construção civil:

Schmitt (1998) apresenta o BDI sugerido pelo SINDUSCON/RS para obras de construção civil – Edificações:

QUADRO 13 – BDI discriminado do SINDUSCON/RS.

<b>BDI – CONSTRUÇÃO CIVIL – EMPRESA DE PORTE MÉDIO</b>	
Administração Central (Cac)	6,64 % da receita operacional bruta (V) Cac = 0,0664 x V
Eventuais	5 a 10% dos custos diretos
Impostos e taxas	5% do valor resultante do somatório dos custos diretos, custo da administração central e eventuais
Custos Financeiros	Cf = Valor resultante da aplicação da taxa de juros que o construtor deverá pagar ao pedir um financiamento para a execução da obra ou taxa relativa à aplicação do dinheiro empregado na obra, caso os serviços fossem diretamente financiados pelo cliente
Pis e Finsocial	10% sobre o imposto de renda recolhido
Benefício ou Lucro	10% sobre o valor da proposta
<b>TOTAL</b>	Depende da taxa usada – SEGUE TABELA

Em função da taxa diária média de juros e do correspondente custo financeiro, tem –se:

Taxa mensal (%)	Cf	BDI (%)
5	0,0759 x V	53,02
10	0,1537 x V	71,54
15	0,2333 x V	95,79
20	0,3145 x V	128,78
30	0,4822 x V	250,89

## 4.2.6.3- BDI Discriminado DER - MINAS GERAIS

QUADRO 14 – BDI discriminado DER- Minas Gerais.

<b>Instalação</b>		
Canteiro de Obras/Alojamento	0,80	
Residência de pessoal de nível superior, encarregados e técnicos	1,20	2,00
<b>Mobilização e Desmobilização</b>		
Transporte de equipamentos e veículos	2,00	
Transporte de pessoal	1,00	3,00
<b>Administração Local</b>		
Mão-de-Obra	1,35	
Escritório	1,20	
Medicina e Segurança do trabalho	0,80	
Viagens e estadas	0,80	
Diversos (materiais, taxas, transporte local, pessoal)	2,00	6,15
<b>Impostos</b>		
Pis/Confis	3,65	
ISSQN	3,00	6,65
<b>Outros</b>		
Administração Central	6,00	6,00
Lucros	12,00	12,00
<b>TOTAL</b>		<b>35,80%</b>

## 4.2.6.4- BDI Discriminado DAER – RIO GRANDE DO SUL

O percentual utilizado para o BDI, no DAER/RS, até 1997, era de 35,83%.

Hoje, o BDI adotado é de 45,04%, expresso na Decisão do Conselho Executivo do DAER/RS, nº 23.189, homologada pela Resolução nº 3.605 do Conselho Rodoviário de 1997.

É oriundo de proposição do Sindicato da Indústria da Construção de Estradas, Pavimentação e Obras de Terraplenagem em Geral no Estado do Rio Grande do Sul – SICEPOT/RS de elevação para 75,36%. O estudo apresentado foi analisado e alterado por Comissão composta por técnicos do DAER/RS, designada especificamente para este fim, em 1996, concluindo pelo coeficiente de 45,04%.

Foi considerada uma estrutura média necessária para execução de uma obra de 30 km, com prazo de execução de 24 meses. A administração central foi dimensionada com 53 pessoas, atendendo, no máximo, a sete obras e administração local suficiente para duas obras.

O resultado dos percentuais, definido pela Comissão, é apresentado no Quadro 15, a seguir.

QUADRO 15 – BDI discriminado DAER/RS.

DEMONSTRATIVO DE BDI		
ITEM	%	
	CUSTO DIRETO	PREÇO DE VENDA
A - Administração Local	12,33	-
B - Administração Central	5,00	-
C – Lucro Líquido	-	12,00
D - PIS	-	0,65
E - COFINS	-	2,00
F – Contribuição Social (7,41% sobre C) (0,0741 x 12)	-	0,89
G – Imposto de Renda (35% sobre (C-F) 0,35 x (12,00 – 1,09) / 0,65 não computado	-	-
H –Custo de Caução (3,2% ao ano sobre 2% do PV) (0,032 x 2 x 2 anos)	-	0,13
I – Seguro contra Terceiros	-	0,46
J - Eventuais	5,00	-
K - Cientec	-	1,00
L – Custos Financeiros	-	-

Fonte: Quadro extraído do relatório da Comissão que analisou a proposta do BDI, proposto pelo SICEPOT.



No percentual de 35,83, anteriormente utilizado para o BDI, no DAER, o ISSQN, atual ISS, estava incluído.

Sendo:

**PV** = Preço de Venda

**L** = Lucro

**CS** = Contribuição Social

**CD** = Custo Direto

**PV** = P + L + CS

**P** = [(1,00 + A + B + J)CD] + [(D + E + H + I + K)PV]

**L** = C x P

**CS** = 0,0741 x L

**P** = [(1,00 + 0,1233 + 0,05 + 0,05)CD] + [0,0065 + 0,02 + 0,0013 + 0,0046 + 0,01)PV]

**P** = 1,2233CD + 0,0424PV

**L** = 0,12(1,2233CD + 0,0424PV)

**L** = 0,146796CD + 0,005088PV

**CS** = 0,0741 (0,146796CD + 0,005088PV)

**CS** = 0,01087CD + 0,000377PV, substituindo na expressão PV = P + L + CS:

**PV** = 1,38097CD + 0,047865PV

**PV** = (1,380975/ (1 - + 0,047865))CD

**PV** = 1,450398CD

**BDI** = 45,04%

• **Administração Local (12,33%)**

Considerando uma estrutura para implantação e operação do canteiro de obras, as despesas com a *Administração Local* são os Custos Indiretos do Canteiro de Obras, que incluem:

- *mão-de-obra indireta*: é o pessoal não-computado no cálculo dos custos unitários de serviços, tais como engenheiros, chefe de escritório, apontador, vigilante, pessoal de limpeza, motoristas, técnico para medições, engenheiro de manutenção e todo pessoal complementar. Equipe completa de topografia e laboratório: topógrafo, nivelador e auxiliares, laboratorista, laboratorista auxiliar e auxiliar de laboratório (equipamentos de topografia e laboratório completos).

Nos custos unitários dos serviços, está a mão-de-obra direta – computada no custo produtivo e improdutivo dos equipamentos a mão-de-obra necessária para operá-los e, à parte,

a mão-de-obra direta especificada como, por exemplo, os encarregados, profissionais e serventes, envolvida diretamente na produção dos serviços.

Salienta-se esta mão-de-obra indireta para ficar claro que, nos contratos de obras do DAER, para Terraplenagem, Drenagem, Pavimentação, Obras Complementares das rodovias, as empresas contratadas têm obrigação de realizarem controle tecnológico. Este controle é pago pelo DAER, conforme se discriminou. Além do fato das empresas terem que seguir as especificações técnicas do órgão para os serviços a serem executados. Nestas especificações, são estipulados limites a serem respeitados, medidos através de ensaios (controle tecnológico). A empresa assina uma ART - Anotação de Responsabilidade Técnica da execução da obra. É responsável, perante o CREA, pela qualidade técnica dos serviços executados.

Nesse sentido, as obras realizadas por empresas, tanto para atender um contrato de concessão (CREMA ou rodovia pedagiada) como contrato direto com o órgão, tem a mesma qualidade.

Em alguns contratos, além destes valores embutidos no BDI, para o controle tecnológico, as empresas que executam as obras têm que deixar disponível, para a supervisão (fiscalização) um escritório, um laboratório, equipe de topografia, etc., no item chamado Obrigações Contratuais.

- *transportes internos de pessoas na obra;*
- *refeições da mão-de-obra indireta* (neste caso a Comissão corrigiu, não aceitando a % proposta, pois as refeições da mão-de-obra direta já estão incluídas no custo da mão-de-obra dos custos unitários dos serviços);
- *equipamentos de segurança* – macacões, capacetes, botinas, luvas, proteção auricular, óculos (a Comissão excluiu este item incidindo sobre a mão-de-obra direta, pois já está incluído no cálculo dos custos unitários dos serviços);
- *sinalização da obra* – placas, cones – a Comissão utilizou os valores apresentados, só que considerou um reaproveitamento de 50%. Isto significa que, no preço unitário dos serviços, com o BDI, já está incluída a despesa com barreiras, sinais de precaução, de indicação de direção, bandeiras vermelhas e luzes indicativas que forem necessárias para proteção dos trabalhos e para segurança dos empregados da empresa e dos usuários da rodovia. Em casos especiais, para pontes, é admissível sinalização especial, semaforizada;
- *energia elétrica* para o canteiro e acampamento, materiais de consumo, aluguéis de casas para engenheiro, topógrafo, etc.;
- *despesas de viagem* tais como passagens de ônibus para funcionários alojados a cada dois meses e engenheiro, três viagens por mês. Assim como comunicações, despesas para instalar o

canteiro de obras – preparo do terreno, construções, móveis e equipamentos, captação de água/esgoto.

O item manutenção dos equipamentos, como custo adicional, não foi considerado no cálculo, por já estar apropriado no custo horário dos equipamentos.

Para a obtenção dos 12,33%, a Comissão calculou o somatório das despesas com cada um dos itens relacionados acima e dividiu por duas vezes o custo médio mensal, para uma obra de 30 km, considerando que estas despesas indiretas do canteiro seriam suficientes para duas obras.

- **Administração Central (5%)**

A *Administração Central* são as despesas da estrutura principal (sede) da empresa, onde está computada a Diretoria, Assessorias Jurídica, Tributária/Fiscal, Departamentos: Técnico/Licitações, Financeiro, Contabilidade, Recursos Humanos, Compras, CPD, Apoio Administrativo, Oficina Central (transporte e almoxarifado), Alimentação, Transporte, Despesas Gerais.

A Comissão estipulou o máximo admissível de **5%** para este item, não levando em conta os valores apresentados.

O BDI de 45,04% é utilizado em todas as composições de serviço de obras rodoviárias do DAER. O critério adotado é, desde que o material sofra processo de transformação, montagem ou similar para compor um determinado serviço. Deve ser aplicado o mesmo BDI para todos os serviços.

Há controvérsias quanto à utilização desta bonificação sobre alguns produtos, como o material asfáltico. Em obras em que o produto aparece como um item à parte, para fornecimento do material asfáltico em tonelada, o DAER utiliza a porcentagem de 20% sobre o valor do insumo. Vinte por cento (20%) é uma taxa que inclui 12% de administração (incluindo o lucro) e 7,5% de impostos, perfazendo, um sobre o outro:  $1,12 \times 1,075 = 1,20$ , ou seja, 20%. São os custos administrativos – indiretos - que a empresa tem para fornecer o insumo já que terá que emitir uma fatura para a cobrança e devido a este faturamento ocorrem estas despesas que serão ressarcidas utilizando 20%.

Esse porcentual também é adotado quando o serviço tem que ser subcontratado pela empresa que irá ser detentora do Contrato da obra, por se tratar de serviço especializado que exige equipamentos especiais.

Também, os 20% são considerados quando o material a ser utilizado não irá sofrer transformação durante a realização do serviço.

- Taxas e Impostos

Os demais itens são referentes a impostos, que sofreram variações no período. O imposto de renda não é computado em função de incidir sobre o lucro da empresa (em todos os BDI pesquisados este imposto não é computado). Alguns impostos sofreram alteração, como, por exemplo o CONFINS, mas como o BDI deve ser redimensionado, a alteração de 2% para 3%, neste imposto, é irrelevante.

Esses dados são importantes para definição do *shadow price*, na parcela referente à redução dos impostos a considerar nos ajustes dos preços de mercado, apresentados no Capítulo 3 deste trabalho.

Na análise do BDI do DAER/RS, é perceptível a necessidade de verificação, principalmente no que se refere à administração local e central, já que na pesquisa estes índices apresentam percentuais diferenciados: 10% para administração em geral, no DNER; 6,64% para administração central, na construção civil; 6% + 6,15%, no DER/MG, respectivamente, para administração central e local, enquanto no DAER é de 5% para a central e 12,33% para a local.

No Quadro 16 é apresentado o resumo dos percentuais encontrados.

QUADRO 16 – Resumo pesquisa BDI

<b>FONTE</b>	<b>BDI (%)</b>
DER - GOIÁS	40,67
DER – MINAS GERAIS	43,31 (*)
DAER – RIO GRANDE DO SUL	45,04
DER – SANTA CATARINA	37,78
DNER	35,80

(\*) BDI de 35,80%, mas incluindo Supervisão ou Gerenciamento de 5,53%, obtém-se:  $1,3580 \times 1,0553 = 1,4331$

Embora não inclua o ISSQN, o BDI do DAER/RS é o maior encontrado na pesquisa; excluindo o BDI da construção civil que computa custos financeiros. Porém, devido à complexidade do assunto, optou-se por evidenciar as distorções, desencadeando a discussão. O percentual da construção civil não foi incluído no resumo, referenciando somente aos de uso rodoviário.

#### 4.3- MOBILIZAÇÃO

Consiste em todas as atividades de *mobilização* ou *deslocamento* de equipamentos e instalações administrativas e funcionais e de apoio, necessárias para o pleno andamento da obra. A forma como é inserida no orçamento é demonstrada a seguir.

- **Em orçamentos de obras:**

Sobre o preço total da obra é calculado o custo da mobilização dos equipamentos e pessoal para o local da obra. Inclui a mobilização das Instalações Industriais, também. Este percentual não está no BDI. Por exigência do Decreto 8.666, a mobilização passou ser um item separado.

O valor adotado é 0,0181845, multiplicado pelo valor total da obra, que nada mais é que 2% sobre o total geral.

A forma de pagamento desta mobilização é diferente nos diversos Estados. No DAER/RS, normalmente, é adotado o pagamento da mobilização no primeiro mês.

- **Em orçamentos de sinalização (quando em separado da obra):**

Quando é feito um orçamento só para a sinalização, o cálculo da mobilização é diferenciado. Elaboram-se o orçamento da sinalização e calculam-se 4% e 20% deste valor.

Caso o resultado seja inferior a R\$ 4.000,00 (quatro mil reais), adota-se a mobilização de R\$ 4.000,00, a menos que 20% do valor total da sinalização seja inferior a R\$ 4.000,00. Neste caso, adota-se para a mobilização o valor correspondente a 20% do valor total do orçamento. Exemplos:

Valor Total da Sinalização = R\$ 50.000,00  $\Rightarrow$  4% = R\$ 2.000,00  
 $\Rightarrow$  20% = R\$ 10.000,00 > R\$ 4.000,00,  
 $\Rightarrow$  Adotar Mobilização = R\$ 4.000,00  
 Valor Total da Sinalização = R\$ 120.000,00  $\Rightarrow$  4% = R\$ 4.800,00  
 $\Rightarrow$  Adotar Mobilização = R\$ 4.800,00

Valor Total da Sinalização = R\$ 15.000,00  $\Rightarrow$  4% = R\$ 600,00 < R\$ 4.000,00  
 $\Rightarrow$  20% = R\$ 3.000,00 < R\$ 4.000,00,  
 $\Rightarrow$  Adotar Mobilização = R\$ 3.000,00

- **Em orçamento de OAE:**

Quando é feito um orçamento só para licitar uma ponte, o cálculo da mobilização é especial, semelhante ao da sinalização, porém, levando em consideração a extensão da ponte.

#### 4.4- INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

O Projeto deve definir a necessidade de instalação de nova pedreira e usina para a execução da obra.

Se a indicação de projeto for considerando uma usina existente e instalada, o DAER/RS não pagará as Instalações Industriais. O preço máximo admissível global da obra é o mais econômico para o órgão, considerando as indicações de projeto. Caso alguma empresa consiga fornecer um preço mais baixo ou igual ao Preço Oficial, instalando outro conjunto completo, deverá apresentá-lo na licitação para vencer a competição; mas, de qualquer forma, não serão medidos os itens referentes a Instalações Industriais.

As instalações Industriais constituem-se de:

- conjunto de britagem;
- usina de solos;
- usina gravimétrica (só quando o revestimento exigir, como CBUQ);
- tanques.

No DAER/RS, os valores para instalação do conjunto de britagem e usinas necessárias para a obra são estimados como 10% do valor de aquisição destes equipamentos. Esta verba computa os caminhos necessários a serem construídos, as bases de concreto para estas instalações, os silos, etc.

Em épocas anteriores, esse cálculo era feito na Planilha de Custo Unitário da própria composição do serviço onde aparece cada um destes equipamentos. Os 10% eram aplicados na quantidade e multiplicados pelo custo produtivo e improdutivo. Alguns Estados utilizam, ainda, esta formatação.

As empresas podem propor, em vez de instalar e receber o valor da instalação, fornecer a massa de uma outra usina mais longe, computando o transporte de brita novo, se, assim mesmo, for inferior ao orçado.

Se a brita vier de pedreira comercial, não se inclui o Conjunto de Britagem nas Instalações Industriais.

O impactor exigido permite que maior quantidade de material fino seja produzido. No caso de materiais que já produzam muito pó, por suas características próprias, é dispensável. Este equipamento foi incluído nas Instalações Industriais, por exigência do Meio Ambiente, pois deixa menos pó no ar.

O pagamento do *uso* desta usina, levando em conta a depreciação, os juros, etc., está computado no custo produtivo e improdutivo de cada composição de serviço, onde se faça necessária.

#### 4.5- OBRIGAÇÕES CONTRATUAIS

Alguns orçamentos de obras, no DAER/RS, apresentam, no final, as Obrigações Contratuais.

São itens pagos por mês, exclusivamente para a fiscalização, tais como veículos, laboratório, escritório, etc. Os preços destes itens são calculados de acordo com as especificações para cada obra. Normalmente, os veículos não incluem motorista, mas a manutenção e operação. Operação é o combustível, o óleo, os lubrificantes, etc.

São todos para uso da fiscalização.

Os gastos com escritório da obra, laboratório, veículos, para uso da própria firma, estão nas despesas administrativas embutidas no *BDI*, que são de 45,04%, conforme já demonstrado anteriormente.

#### 4.6 - LICITAÇÃO DA OBRA

Como já foi dito, uma obra rodoviária pode ser executada diretamente pelo órgão ou, através de um processo licitatório, com a contratação de uma empresa (empreiteira). Os Editais prevêm contratação do tipo empreitada global por serviços unitários para a execução propriamente dita da obra.

A definição do tipo de licitação depende do valor orçado para a obra. Os tipos de licitação, de acordo com a legislação em vigor, Decreto 8.666, de 21 de junho de 1993, e os limites em vigor para o Estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2000 são mostrados no Quadro 17.

QUADRO 17 – Limites licitatórios de obras e serviços de engenharia.

<b>LICITAÇÕES</b>		
<b>OBJETO</b>	<b>MODALIDADE</b>	<b>RS</b>
OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA	DISPENSÁVEL	15.000,00
	CARTA - CONVITE	150.000,00
	TOMADA DE PREÇO	1.500.000,00
	CONCORRÊNCIA PÚBLICA	Acima de 1.500.000,00

Conforme abordado no item 4.1, deste trabalho, principalmente na página 36, para alguns tipos de obras, o orçamento elaborado pelo órgão é somente o preço referencial. Para a maioria, o preço oficial é o valor máximo aceitável na licitação, de acordo com o referido Decreto e suas alterações.

A Medida Provisória nº 2.026, de 4 de maio de 2000, regulamentada pelo Decreto nº 3.555/2.000, instituiu, o *Pregão*: espécie de leilão ao contrário, que promove a disputa direta entre os fornecedores. Nele, os participantes interessados em vender serviços e produtos para a Administração Pública fazem lances verbais sucessivos, até a proclamação de um vencedor.

Em nível federal, esse procedimento está sendo posto em prática para aquisição de despesas de custeio, tais como: materiais de consumo, prestação de serviços, locação de veículos, etc., mas ainda não está sendo utilizado para obras e serviços de engenharia.

Cita-se este novo método em função de que, futuramente, possa vir a ser utilizado em licitação de obras e serviços de engenharia.

#### 4.7- EXECUÇÃO DA OBRA RODOVIÁRIA, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO

A empresa vencedora da licitação assina o Contrato com o órgão e são feitas medições mensais dos serviços executados, acompanhados e atestados pela Fiscalização. Com base nestas medições, são emitidas faturas para pagamento.



Com relação aos aspectos ambientais, algumas considerações devem ser observadas, tais como a camada vegetal, que deverá ser estocada para recomposição vegetal de taludes; os caminhos de serviço após o término das obras devem ser recompostos, evitando formação de corredeiras d'água, causando erosões, voçorocas e empoçamentos de água que permitam a proliferação de microorganismos (DNER, 1996 b).

Poeira e lama, geradas pelas obras de terraplenagem, podem causar acidentes. Devem ser tomadas medidas corretivas para sanar esses efeitos nocivos, tais como manter úmidas as superfícies sujeitas à poeira. O desmatamento deve ser amplo o suficiente para permitir a insolação da rodovia e evitar que quedas de árvores obstruam o tráfego. Devem ser utilizados filtros de pó nos britadores e nas usinas de asfaltos, verificados os ventos predominantes, para evitar que a fumaça atinja áreas habitadas. Exigir limpeza total do canteiro durante e após as obras. Para evitar acidentes durante a obra, deve ser controlada a velocidade dos equipamentos, e a sinalização tem que ser eficiente.

Segundo Menéndez (2000), o impacto ambiental acrescenta um custo indireto que incrementa em 5% a obra em função de alternativas mais caras em função de condicionantes ambientais e medidas corretoras que encarecem a obra em 3%.

No Anexo 2, onde se apresenta um modelo de orçamento, há indicação de verba para cobrir as despesas adicionais, decorrentes das necessidades ambientais.

Já, a *conservação* ou *manutenção* é o conjunto de operações destinadas a manter as características técnicas e operacionais da rodovia.

De acordo com DNER (1996 a), a conservação pode ser de dois tipos:

- *Conservação Preventiva Periódica*: conjunto de operações de conservação, realizadas periodicamente, com objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. Ex.: Limpeza de sarjetas e meios-fios, limpeza manual de valetas, limpeza de bueiros, limpeza de bocas de drenos, limpeza e pintura de pontes, limpeza e pintura de juntas, roçada, capina.
- *Conservação Corretiva Rotineira*: conservação realizada de acordo com uma programação, com base em mesma técnica para eliminação de imperfeições existentes. É o conjunto de operações de conservação, realizadas com objetivo

de reparar ou sanar defeitos. Ex.: Selagem de trincas, recomposição de elementos de drenagem.

A *restauração* é o conjunto de operações destinadas a restabelecer o perfeito funcionamento do pavimento. Processa-se, normalmente, pela substituição e/ou confecção de uma ou mais camadas existentes, complementadas por outras que deverão conferir ao pavimento o aporte de capacidade estrutural necessário, restabelecendo, na íntegra, suas características originais.

Os pavimentos rodoviários são projetados para durar, em boas condições, toda a sua vida útil. Havendo necessidade de uma ação de restauração, como, por exemplo, um recapeamento, considera-se exaurida a vida útil do pavimento associada à do revestimento que, na verdade, é o definidor das condições de trafegabilidade.

Os principais defeitos observados em revestimentos betuminosos são: fissuras devidas à fadiga, provocadas por repetição das cargas, e afundamento da trilha de roda, ocasionada por acúmulo de deformações permanentes. Assim, em função da amplitude dos danos, avalia-se a serventia de um pavimento através da determinação das condições de degradação superficial e das deformações em perfil, concluindo-se pela necessidade de intervenção, que pode ser um reperfilamento ou, mesmo, uma restauração que envolve uma reorganização estrutural.

Muitos fatores podem afetar a longevidade de um pavimento: as espessuras das diversas camadas, a qualidade dos materiais utilizados, os procedimentos executivos adotados, as propriedades do subleito existente, as condições de manutenção, as condições do meio ambiente e, principalmente, o uso da via, representado pelo tráfego de veículos pesados.

As rodovias, principalmente por ação do tráfego pesado, passam por um ciclo de contínua deterioração. Schliesser e Bull (1994) ilustram, no gráfico da Figura 17, para estradas típicas da América Latina, o ciclo de vida de uma rodovia pavimentada revestida com concreto asfáltico. Afirmam os autores que, ao fim da fase C e durante a fase D, cabe somente reconstruir completamente o pavimento a um custo que pode equivaler entre 50 a 80 % do valor de um pavimento completamente novo.

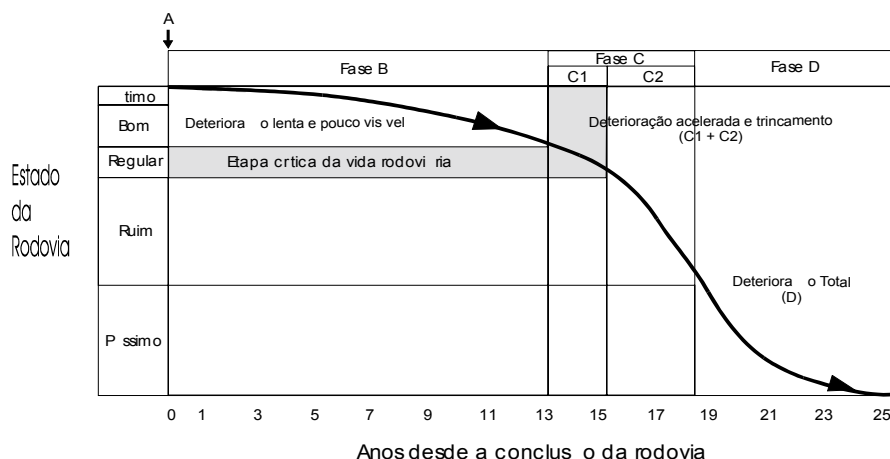


FIGURA 17 - Ciclo de vida de uma rodovia pavimentada.

Geralmente, os projetos de pavimentos brasileiros consideram uma expectativa de duração ou vida útil de 10 a 15 anos. A tendência, nos países desenvolvidos, é a previsão de uma vida útil maior (de 20 a 50 anos), minimizando-se interferências com fluxo de veículos, mesmo que esta condição importe em maior investimento inicial.

No Brasil, os transportadores de cargas são tentados a trafegar sobrecarregados, em face das vantagens decorrentes do aumento de produtividade. Várias facilidades colaboram para esta condição: falta de um controle sistemático do peso por eixo dos veículos, maior capacidade de carga e uso de maiores pressões de inflação nos pneus, proporcionadas pelo avanço tecnológico na fabricação de pneus radiais e, ainda, a possibilidade dos maiores custos operacionais serem repassados.

A bibliografia existente e os levantamentos e estudos executados no Brasil e exterior indicam, fartamente, que o excesso de carga por eixo é a maior causa da deterioração dos pavimentos.

Fernandes Jr. *et al.* (1995) informam que, de acordo com pesquisas executadas pelo GEIPOT, nas rodovias brasileiras, os caminhões trafegam com sobrecargas de 10 a 30 %. Martins e Miranda (1995) indicam que os dados colhidos em postos de pesagens, localizados na BR/174 e BR/163, acusam excessos de carga de 20% e 30 % para os eixos pesados. Referem, também, que a consequência imediata da destruição dos pavimentos, com base em levantamentos no Estado do Mato Grosso, é a elevação do custo do transporte: discriminado

em até 58% no excesso do consumo de combustível, 30% no desgaste da frota e 100% no tempo de percurso.

Albano (1998), utilizando como resposta do pavimento a máxima deflexão superficial recuperável e a variação do Fator de Equivalência de Cargas para medida do desempenho do pavimento, conclui que a vida estimada do pavimento testado pode ser reduzida em até 85%, quando a carga por eixo e a pressão de inflação aumentam, de 8,2 tf/eixo e 80 psi, para as severas condições de 12,0 tf/eixo e 100 psi, respectivamente.

Quando as rodovias são submetidas a um controle sistemático do tráfego pesado, chega-se a ciclos de recapeamento (em média de quatro anos) três vezes menor do que rodovias sem controle de peso, de acordo com os padrões do DERSA. Segundo Oliveira Jr. *et al.* (1995) a Rodovia dos Bandeirantes, inaugurada em 1978, teve seu primeiro recapeamento no ano de 1992, com 14 anos de vida útil sem manutenção corretiva. Citam, também, a Rodovia dos Trabalhadores, inaugurada em 1981, com o primeiro recapeamento em 1994, resultando um período de 13 anos.

O excesso de carga é responsável por elevados custos de manutenção das rodovias, além do maior risco de acidentes.

#### 4.8 - SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 4

Neste Capítulo são, efetivamente, sistematizados os custos de infra-estrutura rodoviária, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul.

Os orçamentos de obras rodoviárias são resultados de quantitativos *versus* preços unitários de serviços, devidamente especificados e codificados.

Para obtenção do preço unitário do serviço, calcula-se o custo, composto pelos elementos: equipamentos, mão-de-obra, materiais e transportes. Detalham-se cada um destes componentes. É apresentada a forma como são realizadas as cotações de preços junto aos fornecedores.

Na análise e sistematização dos custos de terraplenagem, envolvendo o cálculo do custo produtivo e improdutivo dos equipamentos e as produções das equipes, verificou-se a necessidade de pesquisa para elaboração de composição, utilizando-se escavadeira hidráulica. Esta consideração é ampla, pois pode alterar, também os custos de mão-de-obra, já que o

treinamento é uma condição indispensável pois os operadores são, via de regra, despreparados para operar máquinas programáveis.

Por outro lado, este trabalho analisa os parâmetros adotados, entre eles o percentual de Encargos Sociais incidentes sobre a mão-de-obra e as Bonificações e Despesas Indiretas – BDI, comparando com os pesquisados em outros órgãos e Estados. Mostra as contradições existentes e sugere modificações.

Define-se a Mobilização, as Instalações Industriais e as Obrigações Contratuais como itens integrantes do orçamento da obra.

De uma forma concisa, são apresentados os limites licitatórios e, quanto à execução da obra, são feitas recomendações sobre as atuais exigências ambientais, bem como são definidos os tipos de manutenção e restauração com considerações a respeito.

Concluindo este Capítulo, tomando por base a pesquisa apresentada sobre Encargos Sociais envolvidos no cálculo da mão-de-obra, é sugerida proposta de alteração dos utilizados no DAER/RS.

Também, sugere-se redimensionamento do BDI utilizado no DAER/RS, com base na sistematização dos dados apresentados, principalmente, no que se refere à administração local e central, já que na pesquisa os percentuais encontrados são bem inferiores e, mesmo não incluindo o ISSQN, é o maior BDI encontrado. Neste sentido, devido à complexidade do tema, inicia-se a discussão sobre o assunto, que deve ser ampliada até a tomada de decisão adequada.

## 5. PREÇOS UNITÁRIOS DO DAER/RS

A partir da pesquisa de *insumos*, de *equipamentos* e de *mão-de-obra* e calculando-se todas as composições dos custos unitários dos serviços, conforme demonstrado detalhadamente neste trabalho, elabora-se a Tabela de Preços Unitários, alusiva à data da pesquisa, que serve de referência para os orçamentos a serem executados. Encontra-se no Anexo 2, como exemplo, a Tabela datada de julho de 1999.

A Equipe de Economia Rodoviária – EER do DAER/RS prepara dois tipos de listagens: a *Tabela* e o *Orçamento*. A primeira é fornecida para terceiros e não inclui transporte. Todos os transportes estão excluídos. A listagem tipo *Orçamento* é de uso interno da EER. Nesta listagem os serviços que incluem transporte o  $x$  é zero e a parte independente –  $b$  - da fórmula  $y = ax + b$  está somada ao preço do serviço, por isto seu uso é restrito.

A maioria dos serviços da Tabela inclui o BDI. Exceto nos materiais asfálticos, que são os preços de insumo pesquisados, sem nenhum adicional. Quando elaborado um orçamento, se o asfalto for um item a parte, para fornecimento em tonelada, deve ser acrescido de 20 %, ou, quando incluído na composição do CBUQ, o cálculo da Planilha já irá utilizar os 45,04%.

Tendo em vista que o objetivo da Tabela de Preços Unitário dos Departamentos de Estradas de Rodagem é ser referencial de preços, podendo sofrer variações no caso de cálculo de orçamento, poderia denominar-se *Lista ou Referencial de Preços para Obras Rodoviárias*, conforme já sugerido em reuniões entre participantes da área de diversos Estados.

Outra sugestão interessante é a edição da Tabela, excluindo os custos indiretos (BDI). Estes custos indiretos só seriam computados pelas empresas que fossem participar de uma determinada licitação, em função do caráter particular de cada projeto ou serviço específico, da sua administração enxuta ou não, do plano de obra, da sua disponibilidade na ocasião da obra, do seu custo de oportunidade, do seu lucro, etc.

Independente dos preços tabelados (referenciais) do órgão e do Preço Oficial, nas licitações, as empresas devem calcular o seu próprio custo, e conseqüentemente, seu próprio BDI, concorrendo, desta forma, com as demais participantes da licitação, de acordo com sua

competência e eficiência que iria acurando com o passar dos anos, tendo-se os custos de operação reais, considerando os seus equipamentos e a sua produção.

## 5.1- TERRAPLENAGEM

- Serviços Preliminares

Ao iniciar a terraplenagem, é necessário limpar a área a ser terraplenada. São os dois primeiros serviços da Tabela. No item 1 da Tabela, serviços de *desmatamento, destocamento com diâmetro < 30 cm*, é importante destacar que está expresso, nas Especificações Gerais do DAER/RS, que o *bota-fora* dos materiais provenientes desta limpeza não serão medidos.

Os itens de Códigos 3 e 4 - Desgalhamento, corte em toras e empilhamento de árvores, em m<sup>3</sup>, e transplante e manutenção de mudas de figueiras em viveiro, em unidade, – são serviços que foram criados especificamente para determinada obra, devido ao grande volume de árvores no local e exigências ambientais.

- Escavação, Carga e Transporte Material

Os próximos itens são os serviços de Escavação, carga e descarga de materiais de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> em faixas de DMT, em m<sup>3</sup>. A classificação refere-se ao tipo de material a ser escavado. Os volumes a serem considerados são os medidos na jazida.

*1<sup>a</sup> CATEGORIA Códigos 5 a 10 e 20 a 30 – escavação em solo;*

*2<sup>a</sup> CATEGORIA Código 13 a 16 e 45 a 56 – escavação em solo com maior dificuldade de ser escavado;*

*3<sup>a</sup> CATEGORIA Código 70 a 80 – escavação em rocha, com uso de explosivos.*

Para os materiais de 3<sup>a</sup> categoria, nas Tabelas anteriores à versão de julho de 1999, utilizava-se custo diferenciado para os cortes em bancadas menores que 1 metro. Esses preços faziam parte da Tabela, mas foram retirados, em função de só poderem ser utilizados nos casos em que a escavação ocorrer em local urbanizado ou próximo a redes elétricas, e a detonação tiver que ter especial execução, com maior quantidade de explosivo para evitar danos no entorno, independente da altura da bancada.

É importante salientar que as composições de preços para serviços de escavações em solo, em 2<sup>a</sup> categoria e em rocha *códigos 7248 a 7252* da Tabela, referem-se a escavações realizadas em pontes, com características especiais, devido à dificuldade executiva maior.

Para os serviços de terraplenagem corriqueiros, internamente, a Equipe que elabora os orçamentos avalia o serviço a ser executado, dependendo do volume de terraplenagem. Utiliza-se o critério de economia de escala. Se o somatório de determinados itens tiver *volume menor que 100.000 m<sup>3</sup>*, usam-se os preços de terraplenagem com caminhão, pois são volumes pequenos, que, apesar do custo unitário superior compensam a mobilização de *motoscraper*.

Independente desse critério de economia de escala, é calculado, internamente, a cada nova pesquisa, o limite, onde passa a ser econômica a utilização de um tipo ou outro de preço, considerando o equipamento mais adequado. Para as extensões inferiores a 1200 metros é calculada a Produção de Equipe Mecânica – PEM, utilizando *motoscraper* e caminhão. Cada vez mais, devido ao aumento de preço de aquisição de equipamentos tipo *motoscraper*, o seu uso torna-se antieconômico. Nas Tabelas, distribuídas a terceiros, só estão disponíveis os menores preços.

Antes da Tabela de julho de 1997, os preços de *Escavação, carga e transporte* eram apresentados através de uma equação de 1<sup>o</sup> grau ( $y = ax_{cs} + ax_{rs} + ax_p + b$ ), onde y é o custo unitário obtido em função de x, que representa a distância média de transporte em que o material escavado e carregado foi transportado, em km, considerando o tipo de caminho percorrido: (cs) caminho de serviço, (r) revestido e (p) pavimentado.

Em alguns casos, nessa época, os orçamentos apresentavam até 3 (três) fórmulas de transporte:

- *uma para distâncias pequenas, com o uso exclusivamente de trator, pois o mesmo equipamento escava e já coloca o material na distância estipulada, não necessitando o uso de caminhões para transporte;*
- *outra para distâncias médias, com o conjunto de equipamentos, tendo o motoescavotransportador atuando, transportando o material;*
- *e uma última para distâncias maiores, com transporte utilizando caminhões.*

No caso do uso destas fórmulas, o fiscal deve igualar as mesmas, obtendo os pontos de interseção. Obtêm-se duas distâncias que limitam as faixas de uso de fórmulas. Instruções específicas para a utilização das fórmulas foram criadas, com observações de que sob o ponto de vista de pagamento, um serviço feito com trator é absolutamente diferente de um serviço realizado com *scraper* ou caminhão.

Não é admissível o uso de fórmula de trator para pagar serviços executados com caminhão, pois estariam pagando a mais. Não é correto pagar *Escavação, carga e transporte*



feitos com trator por fórmula calculada para serviço a ser feito com caminhão. Também se estará pagando a mais.

A partir de julho/97, os preços passaram a ser apresentados em intervalos de DMT, evitando os transtornos para a fiscalização. A composição do item já define o equipamento a ser utilizado e, dependendo do volume, a Equipe de Economia Rodoviária utiliza o preço adequado. Mas alguns contratos em vigor contêm o sistema mencionado.

Dando continuidade, na análise dos preços atuais, os serviços de terraplenagem são diferenciados pelo tipo de caminho percorrido, caracterizando, para caminhões, trecho em *caminho de serviço*, (*T*) ou (*CS*) ou seja, dentro da obra, ou trecho em que a velocidade do equipamento não exceda 15 km/h, devido às dificuldades operacionais; *caminho revestido* (*R*), em que já é possível equipamentos como caminhões desenvolverem velocidades da ordem de 30 km/h e *caminho pavimentado* (*P*), em que as boas condições do trecho permitem desenvolver velocidades da ordem de 50 km/h. Também influenciam, na adoção destes parâmetros, as extensões percorridas, visto que em 200 metros o percurso de ida do caminhão não irá desenvolver mais que 15 km/h. De 200 a 600 metros, velocidade média de 30 km/h e superiores a 600 metros, já é possível atingir velocidades maiores.

Nos preços de terraplenagem da Tabela, o transporte é em *caminho de serviço* (*cs*). É necessário verificar se a escavação é fora da estrada, ou seja, material vindo de jazida, e, sendo assim, provavelmente, parte do transporte seja em rodovia pavimentada e parte em não-pavimentada, ficando o custo da Tabela, que é todo em (*cs*), muito alto. Com a fórmula, o fiscal diferencia ao medir. Com as faixas, os projetistas e os fiscais devem definir o tipo de caminho percorrido, possibilitando à EER calcular de modo diferenciado, no caso de não ser em *caminho de serviço*, considerando as velocidades para cada tipo de caminho percorrido.

As diferenças de valores são significativas. Se o transporte é dentro do trecho em obras, onde a abertura de elementos de drenagem e o andamento da obra prejudicam a velocidade da via a ser percorrida, é adotada a expressão *caminho de serviço*.

Em todas as composições de serviços de *Escavação, carga e transporte*, é considerada uma motoniveladora, para, no final, espalhar o material, somente com o objetivo de abrir caminho para a execução do serviço. O preço do espalhamento está na Compactação.

Os órgãos públicos ainda não estão utilizando, nos custos dos serviços de terraplenagem a escavadeira hidráulica, o que, possivelmente, reduzirá, sensivelmente, o

custo, pois substitui o trator e a carregadeira por um único equipamento. É necessário obter-se levantamentos, *in loco*, da produção deste equipamento. Os outros Estados, também, ainda não adotaram este tipo de equipamento para os serviços de terraplenagem.

- Escavação, Carga de Material de Jazida - Códigos 106 e 114

Esses preços (Código 106 a 114) não podem ser usados separadamente. São composições auxiliares para outros serviços. Caso a fiscalização utilize para pagamento estes preços, estará pagando duplamente algum serviço. A denominação do serviço foi corrigida, na Tabela de julho de 2000, pois, neste preço, não está incluída a operação de carga.

- Escavação de Material de 3ª Categoria Bancada > 1,00 m e Esc Mat 3ª Cat Bancada < 1,00 m - Códigos 110 e 112, Esc, Mat 3ª Cat - Pedreira - Código 113

São composições auxiliares para cálculo da escavação de 3ª categoria. Estes preços também não podem ser usados separadamente. Caso a fiscalização utilize estes preços, estará pagando duplamente os materiais explosivos utilizados nas escavações de 3ª categoria.

- Alvenaria de 15 cm – Código 114

É uma composição auxiliar para cálculo de alvenarias de caixas de drenagem. Pode ser utilizada, separadamente, caso necessário. Na Tabela de julho de 2000, alterou-se a posição deste item, pois estava deslocado.

- Carga, Transp, Espalhamento de Mat de Decapagem para Recomposição Ambiental Área de Jazida – Distâncias Variáveis Códigos 120 a 124

Ao decapar uma jazida de solo, para utilizá-la na terraplenagem, é usado o preço de *Escavação, carga e transporte* do respectivo material, considerando o intervalo de DMT. O material é deixado a uma distância que não atrapalhe os serviços.

Após o término do uso da jazida, recoloca-se o material da decapagem de novo, recompondo-se a camada vegetal da jazida. Estes itens do código 120 a 124 foram criados para pagamento destes serviços.

- Reaterro de Canteiros Código 130

É o aterro com apiloamento manual. É o *compactar* com compactador manual - *sapo*. Na Tabela pode ser usado o *item 1.080 - reaterro de valas p/bueiros* ou *130 - reaterro de*

*canteiros*. Os dois itens são compostos somente com ferramentas manuais e *sapo*. Já, o apiloamento mecânico é a compactação com equipamentos de terraplenagem (rolos compactadores).

- Compactação de Aterros com Diferentes Graus de Compactação Códigos 136, 150 e 151

É a execução dos aterros de solo, seguem a Especificação Geral. Os usuais são os correspondentes ao Proctor Normal ou :

- *95% PN - 95% AASHO T99 - Código 136*
- *100% PN - 100% AASHO T99 - Código 151*

Os volumes a serem considerados são compactados na pista.

- Execução de Aterros de Rocha E Mistos – Código 152 e 153

São serviços previstos nas especificações do DAER/RS.

- Execução de Aterros com Areia – Códigos 154 a 167

São aterros executados com areia retirada de dunas, cujo preço inclui a escavação, ou aterros de areia com preço comercial, que é importada. Nos dois casos, deve ser computado o transporte da areia, seja produzida ou adquirida comercialmente.

- Remoção de Solos Moles - Códigos 180 a 183 – e Remoção de Solos Inadequados

A escavação dos solos inadequados ao subleito pode ser necessária por dois motivos:

a)- quando se tratar de solos moles e, conseqüentemente, não-adequados ao subleito, cujo material não se consegue escavar com equipamento tradicional, tendo que se usar equipamento especial;

b)- ou por se tratar de solo que não tenha, por exemplo, o CBR mínimo exigido na especificação. Tem que ser escavado, mas não necessita de equipamento especial como os solos moles. Utilizam-se, para estes casos, os itens de escavação normal, dependendo da DMT que determina para onde será transportado.

Nas camadas finais de reforço, itens de Pavimentação, pode-se substituir este solo por outro, aí se utilizam os serviços de substituição de solos inadequados, *código 711* e a seqüência de serviços que vem depois dele, podendo ser até mesmo com brita. Na terraplenagem, deve-se seguir o exposto acima.

- Decapagem da Pedreira Códigos 501 a 533

São serviços iguais ao de terraplenagem para os diversos intervalos.

- Remoção de Paralelepípedo – Código 548

Este preço também serve para remoção de poliédricos ou de blocos de concreto. O pagamento é em m<sup>2</sup>. No *Código 980*, tem-se a remoção de paralelepípedos, considerando o reaproveitamento do material.

- Revestimento Primário Mat de 1<sup>a</sup> e de 2<sup>a</sup> itens 550 e 561

São utilizados para revestir estradas de terra que não possuam revestimento asfáltico. O revestimento de 2<sup>a</sup> categoria, mais usado, é o saibro. Nos orçamentos dos programas de revestimento primário, citados no item 4.2 desta dissertação, esses serviços são abertos em vários itens, de forma a possibilitar ao Distrito Regional contratar somente a extração do saibro e executar com pessoal e equipamento próprio o transporte do material.

Caso seja utilizado este item, o projetista deve informar a DMT, para o transporte ser incluído no preço.

- Fornecimento, Espalhamento, Compactação ou Acomodação de Brita ou Material Rochoso Local para Fechamento de Corte em Rocha – Códigos 564 e 566

No caso de execução de corte em rocha, pode ser necessário o fechamento final com brita ou material local, para regularizar a seção do terrapleno, que não fica regular após a detonação. O transporte deve ser incluído no item, por isso o projetista tem que indicar qual a DMT a ser utilizada.

- Lastro de Brita para Bueiros – Código 570

Nos bueiros de acesso, cujos preços são os mesmos de esgoto pluvial, o tubo é assentado diretamente sobre o terreno. Em alguns casos, a fiscalização solicita um lastro de brita para assentar esse bueiro. É pago em m<sup>3</sup>.

O equipamento utilizado é retroescavadeira, com ferramentas manuais, e a produção é baixa, diferente da execução do serviço anterior, que o espalhamento é na pista, de forma contínua.

## 5.2- PAVIMENTAÇÃO

São os serviços dos códigos 546, 547, 565, 576 ao 980; 8020; 9090 a 9098; 9280 da Tabela. Mais especificamente, a partir do item 576, os preços da Tabela referem-se à Pavimentação. Serviços que são executados após o término da terraplenagem, ou seja, os caminhos percorridos são sobre caminhos revestidos ou pavimentados. No DAER/RS, para fins de custo, a partir do término da terraplenagem não se utiliza baixas velocidades de transportes em caminho de serviço.

- Remoção Mecânica de Pavimento e Remoção Manual de Pavimento – Código 546 e 547

A remoção de pavimento, em áreas grandes, é feita com equipamentos de terraplenagem, mas as áreas pequenas são removidas com equipamentos manuais. O pagamento é por m<sup>3</sup>.

- Camada Drenante de Brita - Código 565

É a camada drenante de brita, utilizada como componente estrutural do pavimento. É o mesmo preço da camada final de regularização da seção de aterro de rocha. O equipamento vai espalhando de forma contínua a brita.

- Pedra-de-Mão, Britada, Cascalho, Laterita e Seixo Código 580 a 590

Os próximos itens referem-se aos materiais pétreos, que farão parte de algum serviço de pavimentação. Por exemplo, a pedra-de-mão é utilizada para compor o preço de Base ou Sub-Base de Macadame Seco. É o preço do processo de britagem inicial, só no britador primário. São composições auxiliares.

O item 584 é o preço somente para britar, produzir a pedra, assim como o 585 e o 586 do cascalho ou da laterita. Já o item 583 é a Pedra Britada Usinada, ou seja, é o preço de produzir a brita e usiná-la, para utilização como insumo na Sub-Base ou Base de Brita Graduada. Os demais itens são também insumos de materiais pétreos.

O seixo britado – produção, código 587, tem o custo inferior ao da pedra britada – produção, código 584, pois o seixo é encontrado na natureza, não necessitando do custo para escavá-lo como a brita.

Reforça-se que estes serviços são todos auxiliares.

- Regularização do Subleito – Código 591

Este preço está de acordo com a especificação e não suscita dúvidas.

- Reforço do Subleito e Substituição de Solos Inadequados do Subleito – Código 606 a 791

Estes itens são polêmicos e, para esclarecer a questão, recorreu-se às especificações técnicas.

*Remoção e substituição de solos inadequados do subleito* é um serviço de terraplenagem pelas Especificações.

*“É a escavação e substituição de materiais nitidamente instáveis do subleito de corte e aterros, por condições da umidade excessiva e de aeração praticamente inviável (borrachudos), e/ou por características intrínsecas de baixo poder-suporte. Apresenta-se sob a forma de bolsões ou em áreas restritas, que possam afetar o bom desempenho do pavimento a ser-lhes superposto e cujo surgimento não possa ser atribuído à imperícia ou negligência na execução dos serviços de terraplenagem.”(DAER/RS-1998)*

Seguindo as Especificações, os materiais removidos deverão ser substituídos por outros de qualidade igual ou melhor que a do restante corpo estradal circunjacente, em termos de ISC, expansão e teor de umidade, cabendo à Fiscalização indicar-lhes a origem.

Essa definição está de acordo com a descrição já dada no item de terraplenagem: *remoção de solos moles ou solos inadequados ao subleito*, onde foi definida a diferença de preços em função dos dois motivos: solos moles ou solo que não tenha, por exemplo, o CBR mínimo exigido na especificação

Já o *reforço do subleito*, nas especificações Técnicas, é um serviço de Pavimentação, definido como a camada de espessura constante transversalmente e variável longitudinalmente, de acordo com o dimensionamento do pavimento, fazendo parte integrante deste, e que será executado sobre o subleito.

Os materiais a serem empregados no reforço do subleito deverão ser proveniente de jazidas indicadas no projeto, possuindo características superiores às do subleito.

Então, os serviços de pavimentação são os itens de reforço do pavimento, códigos 606 e 621, quando o material de reforço for de 1ª ou de 2ª, este último utilizado para o Reforço do subleito de solo laterítico, códigos 636, 651, 666, 681, 696, respectivamente para os reforços

de cascalho britado, seixo natural, seixo britado, de rachão com camada de bloqueio e de brita graduada.

O transporte dos materiais utilizados no reforço deve constar como um item à parte, tal como os materiais para as bases e sub-bases. Os transportes devem ser medidos, de acordo com o tipo de material e a DMT de projeto, com as fórmulas de transportes constantes na Tabela Códigos 8006 e 8007.

Os itens referentes à substituição de solos inadequados, código 711, e a seqüência de serviços que vem depois dele, na Tabela, podem referir-se às camadas finais do subleito, considerando-se serviços já de Pavimentação. É viável substituir o solo inadequado por outro, podendo ser até mesmo com brita.

É importante informar que no preço dos itens Substituição de Solos Inadequados por outros materiais:

- *não está incluído o custo da escavação do material que será substituído;*
- *está incluído o custo com a escavação do material que virá substituir o outro, provavelmente, de alguma jazida.*

- Sub-base ou base de diversos tipos códigos 801 a 879

A partir do código 801, a Tabela apresenta os preços dos mais variados tipos de sub-base ou base utilizados em pavimentação tais como sub-base ou base de brita graduada, de solo-cimento, de rachão, de macadame hidráulico, de macadame seco. A definição, se a camada será de base ou sub-base, é do projetista.

São serviços medidos em m<sup>3</sup>, compactado na pista.

Todos os preços excluem os transportes dos materiais pétreos. Estes são, normalmente, pagos à parte nos contratos. Os preços de referência destes transportes estão nos itens: 8010 para a brita graduada, 8008 para o macadame seco e 8009 para o rachão, no final da Tabela. Nestas fórmulas, já constam os coeficientes de empolamento necessários para transportar os materiais, podendo ser utilizada a mesma quantidade compactada para medi-los.

- Selagem de Trincas com Manta Geotêxtil - Código 880

O item 880 é a selagem de trincas com geotêxtil não-trançado, não incluindo o banho com emulsão.

- Imprimacão/Pintura de Ligação/Capa Selante - Códigos 881, 883 e 885

Estes itens têm seus preços de acordo com as especificações. Não incluem os materiais asfálticos, nem o seu transporte.

A fórmula adequada para transporte desses materiais asfálticos, caso necessitem serem incluídos, é a 8003 – transporte asfalto a frio, no final da Tabela.

Para a capa selante, como tem agregado na sua composição, é necessário calcular o transporte deste agregado na obra específica.

- REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS – CÓDIGOS A PARTIR 887

A seguir, passa-se a esclarecer aspectos referentes aos preços dos diversos revestimentos.

- Lavagem do Agregado – Código 890

É o preço para lavar o agregado utilizado nos tratamentos superficiais. O objetivo da lavagem é retirar o pó do agregado, permitindo maior aderência do material asfáltico. Medidos em m<sup>3</sup>. Este item só é pago quando a lavagem for realizada de forma adequada. Lavagem no caminhão não é medida.

- PMF e PMQ - Códigos 894 e 895

Para o PMQ, se for incluído no preço o transporte do material asfáltico, deve ser usada a fórmula do item 8004 – transporte asfalto a quente.

- CBUQ - Códigos 896, 897, 905, 9095 e 9096

É comum o leigo confundir o revestimento asfáltico tipo **CBUQ** com o material asfáltico **CAP-20**.

O CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente - é a mistura de materiais, em usina apropriada. Os materiais utilizados são:



- ⇒ material pétreo (agregado graúdo – brita)
- ⇒ material de enchimento (agregado fino – areia ou pó-de-pedra ou *filler*)
- ⇒ material asfáltico tipo CAP-20

Cada um desses componentes tem o custo com transporte, que deve ser acrescido ao preço da Tabela.

A mistura resulta numa massa asfáltica, que será transportada até a pista (obra).

Os diversos preços de CBUQ, que aparecem na Tabela, diferenciam-se por:

⇒ **Código 896** - É o CBUQ para a pavimentação de uma rodovia nova. Depende de liberações de canchas com a base compactada e imprimada, pois a quantidade de base a ser executada é limitada a uma extensão máxima de dois quilômetros. Tem produção menor, logo é mais caro. O material de enchimento desta composição é a areia. Este preço não inclui o material asfáltico, nem o seu transporte da refinaria até a usina. Medido em m<sup>3</sup>. Devido à produção mais baixa, também é usado no caso de tapa-buracos.

⇒ **Código 897** - É o CBUQ para recapeamento ou reperfilamento. Como já existe o pavimento, não é necessário interromper a execução para aguardar a base estar imprimada. A produção é maior e contínua, logo o preço é mais baixo. O material de enchimento também é a areia. Também não inclui o material asfáltico, nem o seu transporte da refinaria até a usina. Medido em m<sup>3</sup>.

Deve-se incluir o transporte da massa asfáltica e da areia nestes preços de CBUQ.

⇒ **Código 905** - É similar ao 896, para a pavimentação de uma rodovia nova, com produção reduzida e conseqüente preço mais alto. A única diferença é que o material de enchimento desta composição é o *filler*. Medido em m<sup>3</sup>.

⇒ **Código 910** - É similar ao 897, para recapeamento ou reperfilamento., a produção é maior e contínua, e o preço é mais baixo. A única diferença é que o material de enchimento é o *filler*. Medido em m<sup>3</sup>.

⇒ **Código 9095** - É o CBUQ com material asfáltico incluído. É medido em tonelada. O material de enchimento também é a areia. É utilizado nos programas de massa asfáltica. A produção não é reduzida.

⇒ **Código 9096** - É o CBUQ com material asfáltico incluído. É medido em tonelada. A única diferença com relação ao 9095 é que o material de enchimento também é o pó de pedra. Quando a região tem dificuldade de obtenção de areia, a massa asfáltica é calculada sem a areia e seu transporte e, aumentado o consumo da brita.

- AAUQ – Código 898

O preço da Tabela não inclui material asfáltico.

- Reciclagem de Pavimento – Código 899, 900 e 901

Preços apropriados em acompanhamento da execução dos serviços por empreiteira, com uso de recicladora. O mesmo equipamento fresa o pavimento (inclui até a base) com espessuras variáveis de 10 a 17 cm, recicla este material dentro da recicladora, acrescentando espuma asfalto e com uso de cimento, é feito o novo pavimento. O DAER/RS não possui, ainda, especificações deste serviço.

- Lama Asfáltica com Ruptura Controlada (7 mm) e Microconcreto com Asfalto Modificado com Polímeros e Fibras (1,5 cm) Códigos 903 e 904

Os preços destes revestimentos incluem o material asfáltico. São utilizados para rejuvenescer os pavimentos. Seus usos são recentes. Medidos em m<sup>2</sup>. Deve ser informada a DMT do asfalto.

- Fresagem Contínua e Descontínua a Frio – Códigos 920, 921, 922, 923

O DAER/RS não possui, ainda, especificações deste serviço. É necessária a definição de quando uma fresagem passa a ser descontínua, pois gera preço maior, visto que a produção é reduzida.

- Revestimentos Diversos – Códigos 950 a 960

Do item 950 em diante, tem-se as pavimentações com paralelepípedos (com colchão de areia e sem), pedra irregular e com blocos pré-moldados de concreto articulado tipo PAVI-S.

Esses preços são referenciais, pois o mais indicado é pesquisa de preços na região onde será utilizado este revestimento. Ao se acrescentar os transportes do material nestas composições, os preços ficarão inviáveis, já que a pesquisa destes materiais é feita em Porto Alegre. Logo, ao fazer um orçamento com estes revestimentos, é aconselhável a pesquisa do preço de cada material na região onde será aplicado, para tornar viável o uso deste tipo de revestimento.

Também, no item 955, tem-se passeio de laje de grês. O item 980 está deslocado, devendo ficar próximo do 548.

### 5.3- DRENAGEM

Como as obras rodoviárias necessitam de grandes quantidades de materiais, normalmente não-disponíveis próximos à obra, e considerando que os preços pesquisados dos materiais não incluem estes transportes é necessária a indicação no projeto destas DMT, conforme já descrito nesta dissertação.

Deve-se observar que a DMT da areia, neste caso, será do local da aquisição até a obra, diferente da areia para a pavimentação CBUQ, que será considerada do local da aquisição até a usina.

A DMT da brita também servirá para cômputo no preço de enchimento de drenos.

Outro dado importante é a DMT para transporte dos tubos para os bueiros (artefatos de cimento).

O estudo feito com o orçamento, apresentado nesta pesquisa, mostra que a variação dos preços dos itens de drenagem com abastecimento das distâncias de projeto é da ordem de 10%, com relação aos preços de Tabela (sem transporte).

- Escavações/Reaterros na Drenagem Códigos 1000 a 1082

Nos preços dos drenos, não está incluída a escavação. A escavação é medida no item escavação de elementos de drenagem, pois dependem do tipo de solo onde será executado, ou seja da sua dificuldade de ser escavado, podendo ser de 1ª, 2ª ou 3ª categoria, da mesma forma que a terraplenagem. O mesmo preço é usado para as escavações da drenagem superficial, como para a subterrânea.

Os preços das escavações para drenagem são diferentes das escavações para os bueiros, pois, nos primeiros, não se pode utilizar o material para reaterro, tendo que ser retirado do local, enquanto, nos bueiros, o material escavado é reaproveitado, podendo ser conservado próximo do local para após ser reaterrado (pagos com preço do item *reaterro valas bueiro*). A escavação dos elementos de drenagem pode ser manual ou mecânica.

*Reaterro de valas com material selecionado* é o preço para o caso do material a ser utilizado no reaterro provir de uma jazida. Deve-se abastecer a composição de preços com a distância de transporte deste material, para ser computado no preço.

- Compactação de Áreas Confinadas – Código 1083

Este é um serviço (preço) auxiliar, pois nos reaterros já estão incluídos os custos de compactação – este item não deverá nunca ser medido à parte, pois estará sendo pago duas vezes o mesmo serviço.

- Calha de Concreto – Códigos 1083 a 1087

É o elemento de drenagem que utiliza meio tubo nos diversos diâmetros. Pago em metro.

- Acesso a Propriedades Adjacentes/Bueiros de Acesso/Esgoto Pluvial – Códigos 1090 a 1148

Os preços de esgoto pluvial de diversos diâmetros são os bueiros de acesso, quando o bueiro é executado sem berço de concreto. Os tubos podem ser armados ou simples, dependendo do projeto.

As testadas acompanham, normalmente, os bueiros de acesso, cuja cotação na Tabela é do código 2518 em diante.

As bocas de bueiro acompanham os bueiros com berço de concreto, BSTC, BDTC, BTTC, etc.

- Valetas / Sarjetas / Transposições / Decidas D'água / Caixas de Ligação, de Passagem / Dissipadores de Energia

Códigos 1150 a 1220, 1230 a 1420, 1430 a 1480, 1570 a 1831, 1833 a 1849, 1865 a 1930, 2091 a 2119, 2200 a 2273, 2274 a 2275, 2276 a 2295, 2301 a 2372

Os demais preços de valetas (de corte e de aterro), sarjetas (de diversos tipos de seção e de grama ou de concreto) seguem a nomenclatura dos detalhes do Álbum de Drenagem do DAER, bem como as transposições de segmentos de sarjetas, as entradas e descidas d'água, as decidas d'água tipo rápido e em degraus, as caixas de ligação, de passagem, os dissipadores

de energia para sarjeta e para bueiros, as bocas de lobo, as caixas coletoras, os poços de visita, as chaminés de poço de visita.

É interessante salientar que as caixas coletoras de sarjeta, quando necessitarem de tampa (grelha de ferro ou de concreto), estas devem constar como um item à parte, códigos 2274 e 2275. Alguns elementos são medidos por metro e outros por unidade.

Com a revisão proposta nos preços dos concretos, os preços dos itens da drenagem que tem concreto, ou seja, a maioria, irão reduzir, conseqüentemente.

- Meio Fio de Concreto – Códigos 1490 a 1551

Na pesquisa realizada, verifica-se que os preços de meio-fio necessitam de revisão, da mesma forma que o dos concretos utilizados para os demais elementos de drenagem. A execução do serviço é *in loco*, que pode ser substituído por peças pré-moldadas. Com a revisão dos consumos de concreto, o preço poderá se ajustar.

- Drenos – Código 2329 a 2500

Os preços dos drenos incluem todos os materiais e mão-de-obra necessários para a sua execução. A brita, a manta geotêxtil, quando especificada, o tubo, etc. Não inclui a escavação, em função das escavações possuírem preços diferenciados, dependendo do material a ser escavado (1ª, 2ª ou 3ª). Os drenos são medidos em metros e as bocas em unidade.

- Demolição – Códigos 2510 a 2513

São as demolições de alvenaria de pedra, de concreto simples e armado e alvenaria que se fazem necessários em função de recuperação de elementos de drenagem. Medidos em m<sup>3</sup>.

- Limpeza e Desobstrução de Bueiros Simples, Duplo e Triplo – Códigos 2514 a 2516

É a execução de limpeza e desobstrução de bueiros existentes. Medido por metro.

- Bueiros e Bocas de Bueiros– Códigos 2518 a 3150

São todos os tipos de bueiros e bocas utilizados e de acordo com o álbum de drenagem do DAER/RS. Os preços de tabela são considerando as espessuras de recobrimento de 2,50m, com consumos correspondentes de concreto, formas, aço, tubos, etc.

Se o bueiro possui de camada de aterro, sobre ele, superior a 5 metros, tem-se que pesquisar nos modelos do Álbum de Drenagem a quantidade (o consumo) de cada item da sua composição de preços, pois o bueiro será mais robusto para suportar a carga. As quantidades de lastro, forma, concreto do bueiro 1,5x1,5 simples ficam iguais até 5 metros de recobrimento. Mais que isso, alteram-se os consumos de concreto, argamassa, aço, madeira para executá-lo, alterando o preço.

- Testadas – Código 2590 a 2596

Entre os bueiros e as bocas, encontra-se o preço para as testadas, a serem utilizadas como complementos dos bueiros de acesso.

- Remoção de Bueiros – Códigos 2671 a 2684

Preços para remoção de tubos de bueiros executados que devem ser desmanchados.

- Pedra Jogada, Arrumada e Argamassada - Código 3160 a 3180

São os diversos tipos de uso de pedra, principalmente na drenagem. Pedra amarrada de bueiros é igual ao preço de pedra arrumada da Tabela. Estes serviços têm preço elevado, pois não são executados com equipamentos, como a camada drenante e o rachão, mas de uma forma meio manual.

- Argamassa, Concretos, Aço e Formas – Código 6000 a 6120

São as composições de preços auxiliares para execução dos elementos de drenagem como para obras de arte especiais (pontes e viadutos). Verificou-se que os preços de concreto estão mais elevados do que em outros Estados e, na bibliografia pesquisada, detectou-se o problema no consumo de cimento utilizado na composição.

O escoramento, código 6120, é para bueiros, drenagem. Não é para pontes.

#### 5.4- OBRAS COMPLEMENTARES

Códigos 7010 a 7066

Estes itens contêm preços de obras complementares, tais como cercas, enleivamentos, hidrossemeaduras, etc.

## 5.5- OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

Códigos 7070 a 7260

Escoramento para pontes é Código I - é o escoramento para alturas de pontes inferiores a 8 metros ( $h < 8m$ ). As escavações de materiais para pontes são mais caras que as de terraplenagem normais, em função das dificuldades executivas.

O preço do tubulão por  $m^3$  é auxiliar. O preço que se deve usar, para orçar, é o por metro.

## 5.6- SINALIZAÇÃO

– Códigos 7259; 7262 ao 7785

HORIZONTAL: Preços tabelados. Áreas especiais preço diferenciado. Pintura branca e amarela mesmo preço.

VERTICAL: Preços tabelados. Semi-refletiva e toda refletiva, dependendo do tipo definido pelo projetista, considerando o tipo de placa: de regulamentação, de advertência, placas indicativas e placas de serviço auxiliar.

Verificou-se que os preços de pórticos têm seu preço alto, mas houve dificuldade de comparação em virtude dos tipos de pórticos. Os cotados são treliçados.

Para as tachas e os tachões, com a ampliação de cotação entre fornecedores de fora do Estado, foi possível reduzir o preço tabelado.

Nos projetos em que constam tachas, nos Quadros de Quantidades, tem-se 4x4 m e 8x8 m. É o afastamento entre elas e não, o indicativo do tipo de tacha.

Delineador para defensas é o mesmo que refletivo prismático para defesa, Código 7273 da Tabela. As defensas são dispositivos de aço ou de concreto, utilizados para atenuar o choque de um veículo desgovernado contra estruturas fixas, ou evitar a sua saída da plataforma da estrada, sempre que houver perigo do veículo rolar pelo talude dos aterros. Podem ser simples ou duplas.

Para elaboração de orçamentos com *controladores eletrônicos ostensivos de velocidade* – CEOV, deve-se ter o cuidado de não o incluir no cálculo da mobilização, quando o orçamento for de aluguel de controlador e de sinalização.

Pela dificuldade de contratar os serviços *sinalização vertical*, possíveis de serem concluídos em um prazo curto, por exemplo, de um mês e, no mesmo contrato, alugar o equipamento por um ano, optou-se por separar os orçamentos e as licitações. Também, pelo fato de fornecedoras diferentes disponibilizarem os serviços de sinalização e equipamentos.

O preço dos controladores eletrônicos ostensivos de velocidades, tabelado, é aluguel para um equipamento, por mês. A tabela tem tipos diferentes de CEOV, 1/1; 1/2; 2/1 por exemplo, ½ 2 TORRES, 1 MICRO. O preço de tabela do CEOV inclui instalação e manutenção. Quanto ao controle e gerenciamento dos dados (formatação), é considerado que será executado, no DAER/RS, pelo 1º DRR.

Os *controladores eletrônicos discretos de velocidade* - CEDV - são os pardais. O custo médio é de R\$ 10.000,00/mês. Não tem preço em Tabela. É pesquisado caso a caso.

## 5.7- FÓRMULAS DE TRANSPORTES

Códigos 7800 a 8019 e 9101

Utiliza-se a fórmula  $y = ax + b$ , onde, substituindo-se o  $x$  pelo valor da distância média de transporte, em quilômetros, considerando o tipo de via que está sendo percorrido. O resultado,  $y$  é em reais. Verificaram-se valores elevados, podendo ser devido ao preço de aquisição dos veículos, já que seu cálculo depende deste custo.

Como, normalmente, a usina e a pedreira utilizadas em obras com CBUQ, PMQ e PMF são juntas, instaladas no mesmo lugar, não é necessária a informação da Distância Média de Transporte da brita até a usina, pois a DMT é nula. Nos casos em que a pedreira está distante da usina, este dado deve constar no projeto, pois altera o preço.

Já, nos revestimentos tipo TSS, TSD, TST, é indispensável a informação da DMT do agregado (brita) até a aplicação na pista, pois não é necessária a usina para gerar a massa asfáltica, já que os materiais vão da pedreira (com usina de solos), nos caminhões, direto para aplicação em camadas na pista.

Por exemplo, a fórmula de transporte da base de brita, na Tabela, é:

$$Y_{\text{BASE DE BRITA}} = 0,55 X_R + 0,39 X_P + 0,82 \text{ por metro cúbico}$$

Já, a fórmula de transporte da massa asfáltica é:

$$Y_{\text{MASSA ASFÁLTICA}} = 0,23 X_R + 0,15 X_P + 0,65 \text{ por tonelada}$$



Considerando os parâmetros apresentados, para transformar em metro cúbico, multiplica-se pela massa específica e obtém-se: fórmula/ ton x 2,3 ton/m<sup>3</sup> = fórmula / m<sup>3</sup>

$$Y_{\text{MASSA ASFÁLTICA}} = 0,52 X_R + 0,34 X_P + 1,49 \text{ por m}^3$$

referência do exemplo: jul/99

Por outro lado, o transporte com caminhão basculante de 9 m<sup>3</sup>, código 8002, é o transporte medido no caminhão, com a fórmula

$$y_- = 0,87 X_{cs} + 0,37 X_r + 0,26 X_p + 0,55 \text{ (material solto).}$$

No caso de transporte material 1ª categoria, código 8006, em diante é o transporte medido na pista, fórmula

$$y_- = 0,57 X_r + 0,40 X_p + 0,85 \text{ (material compactado).}$$

da jazida para o caminhão = x 1,2

do caminhão para a pista (compactado) = x 1,3

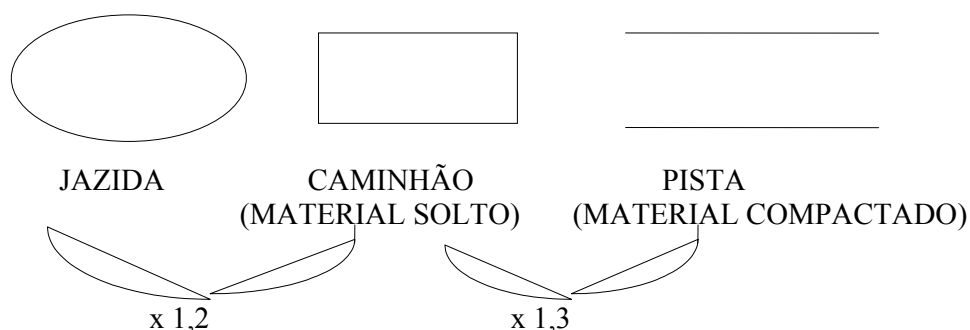


FIGURA 18 – Exemplo esquemático de empolamento.

## 5.8- MATERIAIS ASFÁLTICOS

– Códigos 9200 a 9206

É o preço do material asfáltico cotado na Petrobrás, por tonelada, não incluindo BDI.

## 5.9- MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO

Código 9210 a 9250

Poucos são os itens de serviços tabelados para manutenção e conservação. A laminagem é a patrolagem, Código 9250. É necessária a ampliação destes itens.

## 5.10- SUMÁRIO E CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 5

Neste Capítulo, detalharam-se e analisaram-se os serviços codificados e os preços da Tabela de Preços Unitários do DAER/RS.

Sugere-se que a Tabela referencial, para disponibilizar para terceiros, exclua os custos indiretos (BDI) ou somente o lucro, de forma que os custos indiretos fiquem a critério das empresas que participem de uma determinada licitação, em função do caráter particular de cada projeto ou serviço específico, da sua administração enxuta ou não, do plano de obra, da sua disponibilidade na ocasião da obra, do seu custo de oportunidade, do seu lucro, etc.

Já no Preço Oficial do órgão, como é balizador máximo admissível da licitação, constará o BDI adotado pelo mesmo.

Nos preços de serviços de *escavação, carga e transporte*, alerta-se para as diferenças significativas de valores de acordo com o trecho, caso seja dentro da obra, onde a abertura de elementos de drenagem e o andamento da obra prejudicam a velocidade da via a ser percorrida, ou fora dele, transitando caminhos revestidos ou pavimentados.

Foi verificado um sério problema nos serviços de terraplenagem, para o órgão público. As empresas estão executando diversos serviços com escavadeira hidráulica, possivelmente, porque reduz sensivelmente o custo dos serviços de terraplenagem, mas a composição destes serviços depende, além da sua formatação teórica, de verificação, *in loco*, da produção deste equipamento. Os outros Estados, os órgãos, também, ainda não adotaram este tipo de equipamento para os serviços de terraplenagem, a fim de se comparar os dados.

É necessária a ampliação de preços para execução de serviços de conservação.

No Capítulo 6, é apresentado o Estudo de Caso.

## 6. ESTUDO DE CASO: OBRAS DO DAER/RS

Efetuiu-se levantamento de orçamentos de construção e de restauração de rodovias com o objetivo de analisar os principais fatores que influenciam no preço, por quilômetro, das obras rodoviárias.

Os dados referem-se aos Preços Oficiais ou de Referência, elaborados pelo DAER/RS, calculados pela Equipe de Economia Rodoviária do órgão.

Salienta-se que, nas licitações, as empresas podem ter apresentado preços diferentes dos orçados pelo órgão, já que o orçamento é preço de referência e não o preço máximo aceitável, como nas licitações sem financiamentos internacionais. Os preços efetivamente contratados são diferentes dos apresentados.

Por outro lado, informa-se que os quantitativos que geraram os orçamentos são os iniciais, projetados. Ao longo das obras, ocorrem distorções em relação aos quantitativos apresentados para elaboração do orçamento inicial, em virtude de diversos motivos, tais como:

- *licitações baseadas em Projetos Básicos e, ao ser executado o Projeto Final de Engenharia, ocorrem modificações, alterando os quantitativos iniciais ou inserindo serviços extras;*
- *alteração na classificação do tipo de material utilizado na terraplenagem, visto que os quantitativos iniciais são elaborados com base em sondagens esparsas ao longo do trecho e, na execução, a classificação pode sofrer modificações;*
- *situações imprevisíveis posteriores ao projeto.*

Nos dados levantados, está sendo apresentado, também, o valor total da proposta da empresa nas licitações que já ocorreram. Os orçamentos de obras, em fase de licitação ou a licitar, são com base nos primeiros quantitativos apresentados à Equipe para encaminhamento ao Banco para análise, sendo que, até a licitação, pode ter havido variações de projeto, não servindo de parâmetro formal.

## 6.1- FUNDAMENTOS ESTATÍSTICOS

Para descrever dados observados ou realizar inferências a partir de uma amostra utilizam-se técnicas da Estatística Descritiva ou da Indutiva.

A *Estatística Descritiva* se ocupa da descrição de um conjunto de dados, sejam eles amostrais ou populacionais. Esta descrição é feita através de medidas estatísticas – de tendência central, de variabilidade e de assimetria.

As principais medidas de tendência central são a moda, a mediana e a média. A moda é o valor que ocorre com maior frequência. A mediana é o valor que divide o conjunto de observações exatamente no meio, de tal maneira que o número de observações maiores do que seja igual ao número de observações menores que a mediana. Já a média aritmética é igual à soma de todos os valores observados dividida pelo número de observações. Ela é o centro de gravidade da distribuição da variável.

A aplicação da média requer que a variável seja quantitativa. As variáveis podem ser *quantitativas*, isto é, variáveis que são medidas em uma escala numérica, como por exemplo, volume de vendas mensais, número de passageiros, temperatura, resistência, e, *qualitativas*, que não pode ser medida em uma escala numérica, por exemplo, as marcas de carro preferidas por consumidores, fabricantes de uma ferramenta de corte (A e B), o turno (manhã, tarde ou noite), sexo (masculino ou feminino).

Uma outra distinção importante é entre variáveis *contínuas* ou *discretas*. Variáveis *discretas* são aquelas associadas a processo de contagem como, por exemplo, número de empregados de uma empresa, enquanto que as *contínuas* são as derivadas de procedimentos de mensuração, como as alturas de um grupo de pessoas. A diferença fundamental entre elas é que as *contínuas* podem assumir um número infinito de valores para qualquer intervalo dado, por menor que seja, ao contrário da *discreta*.

As principais medidas de dispersão ou de variabilidade são a variância e o desvio padrão. A variância é a média dos quadrados dos desvios em relação à média e o desvio padrão é a raiz quadrada positiva da variância.

Por outro lado, a Estatística Inferencial ou Indutiva permite fazer inferências, isto é, estimativas, previsões sobre um conjunto populacional, com base nas informações contidas na amostra.

Uma das técnicas mais utilizadas para investigar e modelar o relacionamento existente entre as diversas variáveis de um processo é a Análise de Regressão Linear. Sua utilização vem se ampliando a cada dia, principalmente, devido ao fato da análise de regressão ser baseada na idéia, relativamente simples, de se empregar uma equação para expressar o relacionamento entre as variáveis de interesse.

A análise de regressão processa as informações contidas em um conjunto de dados de forma a gerar um modelo que represente o relacionamento existente entre as variáveis de interesse de um processo.

A análise estatística utilizada neste trabalho foi fundamentada na ferramenta de análise de *regressão múltipla*. A *regressão múltipla* é um meio de adequar funções e dados existentes, permitindo quantificar as relações entre as variáveis e testar hipóteses a respeito de tais relações.

Em uma regressão linear as funções que se encaixam nos dados existentes, apresentam a seguinte forma:  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k + e$

Essa equação relaciona uma variável dependente  $Y$  a diversas variáveis independentes  $X_1, X_2, \dots, X_k$ . Uma variável é algo cuja magnitude pode mudar, isto é, algo que pode assumir diferentes valores. O termo  $b_0$  representa o ponto de interseção da reta com o eixo vertical, enquanto  $b_k$  é a inclinação. O  $e$  representa a influência coletiva de quaisquer variáveis omitidas no modelo que também possam afetar  $Y$ . O objetivo da regressão é obter parâmetros  $b_0, b_1, \dots, b_k$  que melhor se ajustem aos dados disponíveis.

Algumas vezes a variável a ser utilizada é do tipo qualitativa e discreta. Neste caso, é necessário associar um conjunto de níveis numéricos a uma variável qualitativa para que seja possível avaliar, utilizando um modelo de regressão, o efeito que ela pode exercer sobre a variável resposta. Isto é feito por meio do uso de variáveis indicadoras - *dummy* (Werkema, 1996).

Como exemplo, seguindo o citado autor, seja a variável qualitativa *fabricante de ferramenta de corte* em que se tem dois níveis: fabricantes A e B. Sendo o objetivo de determinado estudo avaliar os efeitos exercidos pelas variáveis *fabricante da ferramenta de corte* e *velocidade do torno* no tempo de vida útil da ferramenta, através de ajuste de um modelo de regressão que relacionasse estas variáveis, é possível utilizar uma variável indicadora - *dummy* - que assuma os valores 0 e 1 para identificar os níveis desta variável

regressora. Assumindo os valores 0 e 1, usualmente utilizados, caso a observação seja obtida do fabricante A ou do B.

No modelo de regressão múltipla, cada coeficiente de inclinação mede o efeito de uma modificação ocorrida na variável independente sobre a variável dependente, mantendo constantes os efeitos de todas as demais variáveis interdependentes.

O critério adotado para o ajuste é o de *minimizar a soma dos quadrados residuais* entre os valores reais de Y e os valores *ajustados* de Y, obtidos depois da equação ter sido estimada. É denominado *método dos mínimos quadrados*.

As variáveis a serem incluídas no modelo devem ser testadas, através do teste de *t-student* a um determinado nível de significância, qualificando-as ou não para fazer parte do modelo.

Para verificação da qualidade do ajuste, o coeficiente de determinação utilizado na análise de regressão é o *R-quadrado* ( $R^2$ ), que mede o grau de eficiência do ajuste do modelo. É a performance do modelo e seu valor varia entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1, significa que as variáveis independentes melhor descrevem a variação ocorrida na variável dependente. Quando  $R^2$  é próximo de zero, significa que as variáveis independentes consideradas no modelo não possuem relação linear com a variável dependente.

Após estimado o modelo passa-se à fase de calibração onde se verifica a validade do modelo para que possa ser empregado como base de futuras análises. A validação do modelo tem como finalidade determinar se o modelo irá atender, com sucesso aos objetivos para os quais foi construído. Esta fase inclui estudos de coeficientes para determinar se seus sinais e magnitude fazem sentido no contexto do fenômeno estudado. É importante avaliar o seu emprego para um novo conjunto de dados visando avaliar a sua capacidade preditiva.

## 6.2- CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Analisou-se uma amostra de 17 (dezessete) orçamentos de obras de construção de rodovias, financiadas pelo BID, e 16 (dezesseis) de obras de restauração, financiadas pelo BIRD, referentes a todas as obras rodoviárias do DAER/RS, com financiamentos internacionais, do período de 1997 a 2000. As bases dos orçamentos situam-se entre janeiro de 1997 a março de 1999 e foram todas levadas por índices para a mesma base, julho de 1999.

As obras são em rodovias com características geométricas parecidas, enquadradas nas Classes II e III, em região ondulada, que caracterizam as obras do Estado do Rio Grande do Sul. As características técnicas e operacionais das obras de construção são:

Extensão: indicadas nas tabelas de dados

Velocidade de Projeto: 50 km/h – 1 trecho; 60 km/h – 10 trechos; 70 km/h – 2 trechos; 80 km/h – 4 trechos

Categoria da Rodovia: Classe III – 14 trechos e Classe II – 3 trechos

Faixa de Domínio: 40 m, sendo 1 trecho com 50 m

Plataforma de terraplenagem: aterro = a maioria 11 m, 2 trechos com 12 m; corte = 12 m

Pista de Rolamento: 7 m

Nos projetos de restauração, o IRI, previsto para o décimo ano, é maior ou igual a 4, com recape em CBUQ de 3 cm a 4 cm, eliminando degraus do acostamento, em alguns casos PMQ e em outros TSS sobre base de brita graduada, conforme demonstrado nas planilhas de dados, no Anexo 3.

### 6.3- ANÁLISE ATRAVÉS DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Aplicando-se a *Estatística Descritiva*, no caso, utilizando-se as médias, conseguiram-se as informações percentuais mostradas, a seguir, dos dados coletados nos orçamentos de 33 trechos, detalhados no Anexo 3. Obtiveram-se os percentuais exibidos nas Fig. 19 e 20, sendo os custos na construção de rodovias, com a Pavimentação, 47%. A Terraplenagem é responsável por 19% do custo total da obra, as Obras de Arte Especiais 4%, a Drenagem 16%, Obras Complementares e Sinalização 10% e outros, 4%. Estão incluídas, na categoria, a mobilização e as obrigações contratuais.

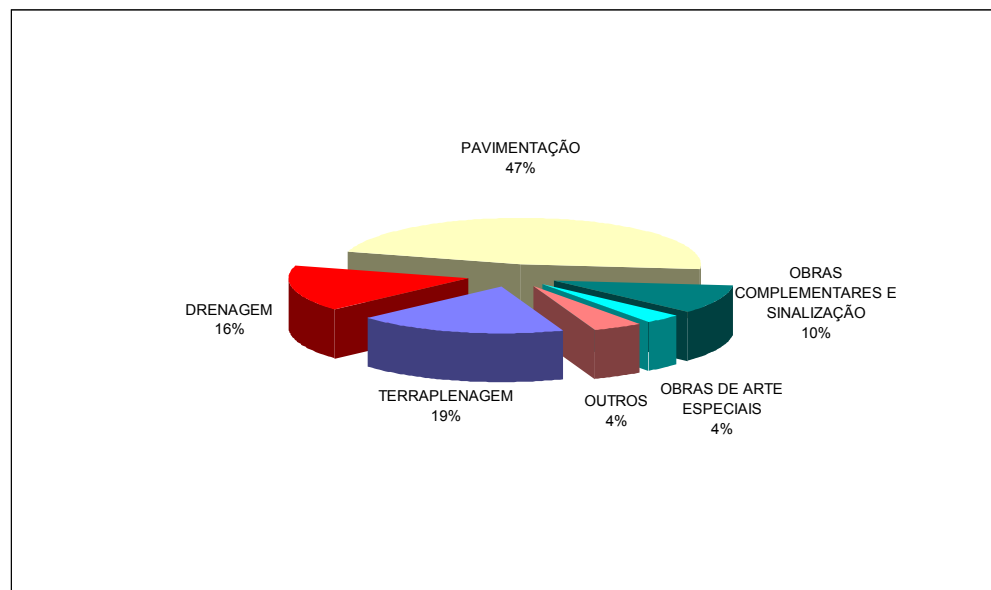


FIGURA 19 – Porcentagem dos itens no custo total das obras de construção de rodovias analisadas.

As obras referem-se, todas, à pavimentação de rodovias existentes.

Com relação aos dados de restauração, Fig. 20, tem-se 82 % na pavimentação; 9% na Drenagem; 6% na Sinalização e outros, 3%.

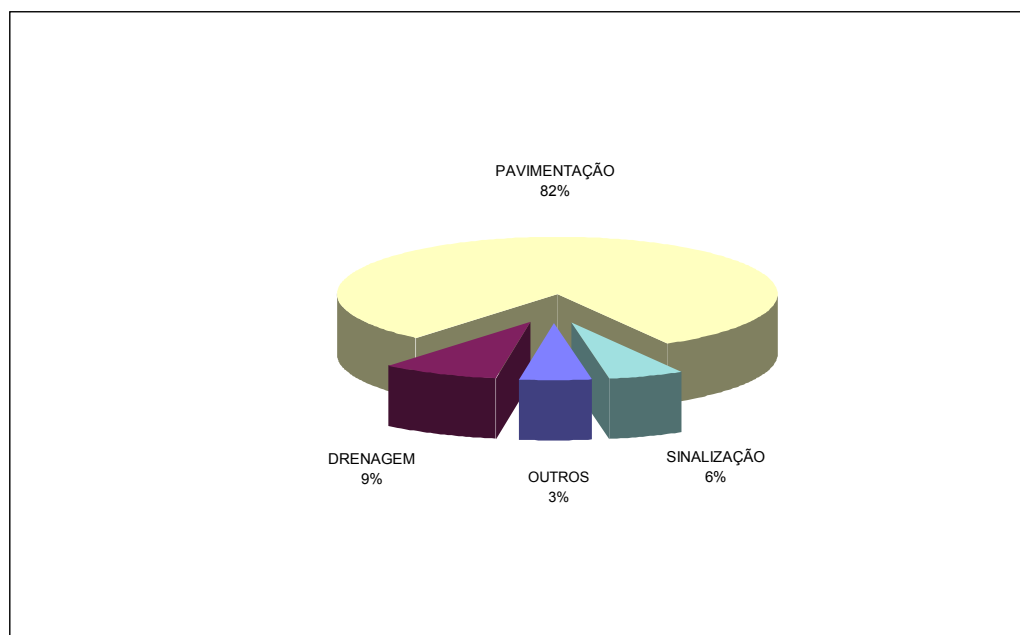


FIGURA 20 – Porcentagem dos itens no custo total das obras de restauração de rodovias analisadas.



O preço médio por quilômetro de construção de rodovia é de **R\$ 393.737,27**, mês de referência jul/99, com desvio padrão de **R\$ 100.509,47**, considerando as 17 obras analisadas.

O preço médio por quilômetro de restauração de rodovia é de **R\$ 96.656,36**, mês de referência jul/99, com desvio padrão de **R\$ 36.691,56**, considerando as 16 obras analisadas.

Os valores médios por quilômetro de todos os grandes grupos: pavimentação, drenagem e assim por diante estão em Tabelas, no Anexo 3.

Decompondo o item Pavimentação de acordo com o estudo feito das porcentagens dos componentes nos preços unitários de Pavimentação da Tabela de Preços do DAER/RS, apresentada neste trabalho, tem-se:

TABELA 3 – Porcentagem dos componentes na pavimentação –construção de rodovias

<b>Componentes</b>		<b>%</b>
Materiais	74% x 47%	34,8%
Mão-de-Obra	3% x 47%	1,4%
Equipamentos	19% x 47%	8,9%
Transportes	4% x 47%	1,9%
<b>Total</b>	-	<b>47%</b>

Por outro lado, considerando o estudo dos preços unitários para a restauração, os materiais no item pavimentação representam 60% do custo, pois  $74\% \times 82\% = 60\%$ .

Na Espanha, de acordo com Menéndez (2000), para construção de uma autovia sobre terreno plano, com uma velocidade de projeto de 120 km/h, os dados do *Ministerio de Fomento* estimam o custo médio em 4.933 mil reais\*\* por quilômetro, chegando a 10.963 mil

\*\* As conversões de moeda foram feitas com base na cotação de compra do Banco Central de 27-01-2001, na qual 1 *peseta* (Espanha) = 0,010963 reais

reais por quilômetro, no caso de terreno acidentado, e velocidade diretriz de 80 km/h e, nos muito acidentados, a cerca de 13.155 mil reais por quilômetro.

A razão desta diferença está no fato de os trechos, em regiões montanhosas, exigirem a construção de viadutos, cujo custo médio, estima o *Ministerio de Fomento* em um mil reais por m<sup>2</sup>. Afirma que o preço de túneis é muito variável, pois depende da rocha a escavar, da sua dureza, e, em locais onde a cada vez que se escava é necessário escorar, da largura .

Também na Espanha, Vassalo (apud Menéndez, 2000), refere que o custo de rodovias, dependendo da região, varia de 4.385 a 7.674 mil reais. Este autor diz que, para rodovias de 7 metros, como as estudadas nesta dissertação, os valores podem variar entre 657 até 2.740 mil reais. Alerta sobre a sinalização mais avançada que as rodovias com alta densidade de tráfego exigem: câmeras, painéis de sinalização, estações de coletas de dados, pontos de SOS e redes de comunicação.

Os custos apresentados são de difícil comparação com os referidos neste trabalho em função de realidades diferentes; mas a abordagem relativa à porcentagem e à importância de cada item, no custo total, é comparável.

Segundo Menéndez (2000), as parcelas mais importantes nos custos de construção são a Pavimentação (35%), seguida da Terraplenagem (25%), Obras de Arte Especiais (23%), Drenagem (5%), Sinalização (8%) e outros (4%). Ressalta que, previamente, as desapropriações devem ser realizadas , as quais os especialistas estimam em cerca de 10 a 20% dos custos totais da obra, incluindo possíveis demolições de edifícios e estruturas existentes, tais como pavimento existente.

#### 6.4- VARIÁVEIS UTILIZADAS E MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA OBTIDOS

Dando seguimento à análise de dados, com a *Estatística Indutiva ou Inferencial*, estimou-se um modelo que permitirá fazer inferências, isto é, previsões de preços por quilômetro para rodovias.

A assessoria estatística foi do LOPP – Laboratório de Otimização de Produtos e Processos do Programa de Pós-Graduação da Engenharia de Produção - PPGEP/UFRGS. A ferramenta utilizada foi o programa SPSS *for windows*, versão 8.0.

Esse programa, através de algoritmos, agiliza o cálculo da regressão e aceita as variáveis *dummy* (discretas) utilizadas. Automaticamente gera as diversas combinações entre as variáveis, incluindo ou excluindo as variáveis significativas ou não para o modelo.

As variáveis incluídas no modelo foram testadas, através do teste de *t-student* a um determinado nível de significância, qualificando-as ou não para fazer parte do modelo.

As variáveis utilizadas na análise das obras de *Construção de Rodovias* foram:

*Variável Dependente:*

Y = custo da construção da rodovia / km

*Variáveis Independentes:*

X<sub>1</sub> = DMT = distância média de transporte da brita

X<sub>2</sub> = tipo de pavimento (variável *dummy*):

CBUQ = 1

TSD ou TTS = 0

X<sub>3</sub> = custo da terraplenagem/km

X<sub>4</sub> = custo da pavimentação/km

X<sub>5</sub> = obras de arte especiais (variável *dummy*):

tem = 1

não tem = 0

Testou-se a variável *Classe da Rodovia*, sendo Classe II = 1 e Classe III = 0, mas devido à pequena diferença de características geométricas entre uma e outra, dos dados coletados, foi excluída, inicialmente do modelo. Isto ocorre, pois não há variações nos dados, como por exemplo, pista simples ou dupla, o que iria alterar significativamente o resultado. Também se incluiu a variável custo da drenagem/km, não sendo significativa.

A definição da variável pavimentação como significativa para o modelo deve, também, ser em função das estruturas do pavimento adotadas em projeto para cada trecho. A estrutura total do pavimento advém de dados provenientes do subleito, como o CBR e, outro fator que poderia ser relevante é o tráfego, que se traduz na opção do tipo de revestimento utilizado.

O ajuste da equação apresentou um coeficiente de determinação  $R^2$  de 0,928, bastante satisfatório, sendo os coeficientes variáveis independentes  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$  estatisticamente significantes. É atribuída uma maior importância à variável  $X_3$  = custo da terraplenagem/km, seguida da variável  $X_4$  = custo da pavimentação/km e da variável *dummy*,  $X_5$  = obras de arte especiais: tem = 1, não tem = 0. As demais foram excluídas, por não serem significativas para o modelo. O intercepto não foi considerado significativo.

*Modelo para Construção de Rodovias*

$$Y = 1,641 X_3 + 0,955 X_4 + 43.161,46 X_5$$

$$R^2 = 0,928$$

*Variáveis*

Y = custo da construção da rodovia / km

$X_3$  = custo da terraplenagem/km

$X_4$  = custo da pavimentação/km

$X_5$  = obras de arte especiais (variável *dummy*):

tem = 1

não tem = 0

A importância da terraplenagem, no modelo, é em virtude das diferenças de topografia entre os trechos, apesar de todos em região ondulada. O fato de ter maior volume de cortes e aterros implica aumento significativo no custo total da rodovia, por quilômetro. Para estimar os valores correspondentes ao  $X_3$  e  $X_4$ , é importante analisar os valores máximos e mínimos destas variáveis nos dados da amostra. O  $X_3$  varia de R\$ 10.852,44 a 181.243,38, sendo a média R\$ 74.719,20 e o desvio padrão de R\$ 41.792,32. Já o  $X_4$  tem média de R\$ 186.695,56 e desvio de R\$ 29.197,78.

Por outro lado, para o  $X_5$  é só ter a informação se, no trecho, irão existir Obras de Arte Especiais ou não.

Utilizando-se os dados médios de  $X_3$ ,  $X_4$ , no modelo, obtém-se R\$ 344.069,93, considerando ter OAE no trecho. Caso não necessite de pontes nem viadutos, a estimativa é de R\$ 300.908,47.

Considerando Vassalo (apud Menéndez, 2000), construir uma rodovia na Espanha, tem um custo que varia em função do tipo de terreno a atravessar, da classe da rodovia (municipal, nacional, autopista) e da velocidade diretriz (velocidade de projeto: 80 a 100 km/h), da sua largura (6-8 ou 7-10 metros), do tipo de revestimento (placas de concreto – pavimento rígido ou asfalto - pavimento flexível), e as obras de arte especiais, tais como túneis, viadutos e sinalização especiais necessárias, o que coincide com os resultados obtidos.

As variáveis utilizadas na análise das obras de *Restauração de Rodovias* foram:

*Restauração de Rodovias:*

*Variável Dependente:*

$Y =$  custo médio de restauração/km

*Variáveis Independentes:*

$X_1 =$  DMT = distância média de transporte da brita e do CBUQ

$X_2 =$  tipo de pavimento:

CBUQ = 1

parte com outro tipo de pavimento como TSD ou TTS = 0

$X_3 =$  custo da terraplenagem/km

$X_4 =$  custo da drenagem/km

$X_5 =$  custo da sinalização/km

$X_6 =$  instalações industriais:

completa = 1

não tem ou incompleta = 0

Variáveis relativas ao estado do pavimento antes da melhoria poderiam ser incluídos na análise, como por exemplo, o IRI.

O modelo obtido para Restauração de rodovias é mostrado a seguir.



## 7. CONCLUSÕES

Procedeu-se, neste trabalho de conclusão, à avaliação e organização de dados e informações utilizados na elaboração dos custos de infra-estrutura rodoviária, principalmente no DAER/RS, através de revisão bibliográfica e pesquisa sobre parâmetros adotados em diversos órgãos rodoviários.

Inicialmente, discutiu-se a relação positiva e significativa dos investimentos em infra-estrutura rodoviária com o crescimento econômico, bem como a dificuldade de obtenção de recursos para aplicação em infra-estrutura e a conseqüente concessão das rodovias à iniciativa privada. Contextualizaram-se os aspectos econômicos e foi apresentada a classificação dos custos totais de transporte na modalidade rodoviária, concluindo-se que são todos fatores inter-relacionados, pois as más condições de uma rodovia causam maiores custos operacionais dos veículos e maior desperdício de tempo dos usuários (passageiros e cargas).

Apresentaram-se técnicas como o *ABC*, Custeio Baseado em Atividades, que podem vir a ser aplicadas na área de custos de infra-estrutura rodoviária.

Conclui-se sobre a importância do aprofundamento de estudos no assunto custos rodoviários, visto que é um fator de tomada de decisão em todas as etapas, desde o planejamento, o projeto, a implantação, a operação, o controle e a manutenção de uma rodovia.

No corpo deste estudo, conceituaram-se os componentes dos custos rodoviários e nas conclusões parciais de cada capítulo procurou-se oferecer recomendações e novos critérios para o tratamento do tema.

Conforme apresentado, os orçamentos de obras rodoviárias são resultados de quantitativos *versus* preços unitários de serviços, devidamente especificados e codificados.

Para obtenção do preço unitário do serviço, calcula-se o custo dos equipamentos, mão-de-obra, materiais e transportes. Detalhou-se, ainda, cada um destes componentes, a forma de obter a sua parcela no custo unitário total do serviço, que inicia com pesquisa de mercado, com alertas sobre os cuidados na cotação de preços desses insumos.

No Capítulo 5 foi sistematizado uso da tabela de preços Unitários do DAER/RS. Verificaram-se alguns preços muito elevados: transportes, concretos, meio-fios, enleivamento e sinalização.

#### 7.1- PRIMEIROS RESULTADOS DA ANÁLISE

Os resultados obtidos no levantamento dos componentes nos preços unitários de uma amostra de 508 itens dos serviços de terraplenagem, pavimentação e drenagem da Tabela de Preços Unitários do DAER/RS, possibilitam verificar a representatividade das parcelas referentes a equipamentos, mão-de-obra, materiais e transportes nestes preços unitários.

Através da análise de 33 orçamentos de obras rodoviárias, elaborados no DAER/RS, é apresentada a distribuição de cada grande grupo – pavimentação, terraplenagem, obras de arte especiais, drenagem, obras complementares, sinalização e outros - no preço total de construção e restauração das rodovias no Estado do Rio Grande do Sul.

No cálculo dos custos de mão-de-obra, analisaram-se os parâmetros adotados, entre eles o percentual de Encargos Sociais incidentes sobre a mão-de-obra, comparando com os pesquisados na bibliografia, em outros órgãos e Estados.

Esses *Encargos Sociais* caracterizam-se por serem um tema polêmico. Portanto, faz-se necessária uma ampla discussão, através de uma análise multidisciplinar, pois envolve questões econômicas, trabalhistas, tributárias, contábeis, de recursos humanos e outros. Com base na pesquisa e, a partir da definição de quais itens de obrigações trabalhistas constam nos salários utilizados (salário/mês, salário/hora), poder-se-ão alterar os percentuais em uso para os custos de obras. No trabalho, propõem-se percentuais para auxiliar a tomada de decisão.

Sugere-se, também, a revisão do BDI utilizado no DAER/RS, principalmente no que se refere à administração local e central, já que, na pesquisa, os percentuais encontrados são bem inferiores. A discussão sobre o tema, que também é multidisciplinar, deve ser ampliada.

Detectou-se, também, a necessidade de inclusão de serviços de terraplenagem com equipamentos mais modernos. Este estudo foi iniciado, sendo que, para seu aprofundamento, sugere-se que sejam considerados os fabricantes dos equipamentos, entre eles Caterpillar (2001) e Fiat Allis (2001), o IPT e a USP, principalmente nas áreas de Engenharia Mecânica e Mecatrônica, o DNER, cujo SICRO está sendo atualizado e, especialmente, a análise e o



monitoramento, *in loco*, dos serviços que estão sendo executados com esses equipamentos, pela fiscalização do DAER/RS, nas obras.

Do estudo dos custos médios das obras obteve-se, através da Estatística Descritiva, que o preço médio por quilômetro de construção de rodovia é de R\$ 393.737,27 (mês de referência jul/99), com desvio padrão de R\$ 100.509,47, e o preço médio por quilômetro de restauração de rodovia é de R\$ 96.656,36 (mês de referência jul/99), com desvio padrão de R\$ 36.691,56, considerando as 33 obras analisadas.

A análise através da Estatística Inferencial, resultou em dois modelos:

*Modelo para Construção de Rodovias:*  $Y = 1,641 X_3 + 0,955X_4 + 43.161,46X_5$

*Modelo para Restauração de Rodovias:*  $Y = 77.005,10 + 3,34 X_4 - 21.639,9 X_6$

A análise dos resultados indica que, em uma obra de construção rodoviária, o principal atributo a influenciar no seu preço é o custo com a terraplenagem ( $X_3$ ) e, em uma restauração de rodovia pavimentada, o maior peso é o custo da drenagem/km e a necessidade ou não de instalações industriais para sua restauração ( $X_4$  e  $X_6$ ).

## 7.2- RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Como recomendação para futuros trabalhos a serem realizados na área, sugere-se o seguinte:

- Estudos para determinação de coeficiente *Shadow Price*, específico para o Estado do Rio Grande do Sul, referente à taxa de cambio e a impostos, com base nos dados dos financiamentos já realizados no Estado e nos dados sistematizados neste trabalho;
- Estudos sobre a relação benefício/custo das obras rodoviárias no Estado;
- Trabalho sobre o método ABC, aplicado a custos rodoviários;
- Pesquisas sobre o cálculo da Produção de Equipes Mecânicas – PEM – complementando e aprofundando os dados apresentados;
- Sistematização e análise dos parâmetros utilizados nos custos do órgão para contratação de supervisão e projeto;

- Avaliação da real influência das DMT no cálculo dos preços unitários nos orçamentos de obras rodoviárias;
- Elaboração de Especificações Técnicas dos serviços, cujos preços unitários já constam na Tabela do DAER, tais como fresagem e reciclagem, ajustando o preço à especificação e vice-versa;
- Definição do BDI e dos Encargos Sociais utilizados no cálculo dos custos rodoviários, com base nos dados sistematizados nesta dissertação;
- Elaboração de composição de custos unitários com uso de escavadeira hidráulica nos serviços de terraplenagem, incluindo produção medida *in loco*, com respectivo ajuste nas Especificações Técnicas;
- Monitoramento permanente das composições de custos unitários do serviço através de verificação nas obras, *in loco*, dos insumos envolvidos e da produção da equipe para execução dos serviços.

Em face do exposto, espera-se que os resultados de todos os estudos apresentados contribuam para o aperfeiçoamento dos métodos técnicos em uso, bem como auxiliem na revisão e atualização das normas e especificações dos serviços de engenharia rodoviária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, H. A. **Avaliação Econômica dos Projetos de Transportes**: metodologia e exemplos. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1978. 171p.
- ADLER, H. A. **Economy Appraisal of Transport Projects**: A Manual with Case Studies. Washington: Economic Development Institute of the World Bank, 1987. 235p.
- ALBANO, J. F. **Efeitos da variação da carga por eixo, pressão de inflação e tipo de pneu na resposta elástica de um pavimento**. 138p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- ANDRADE, M. H. F. **Curso de HDM**: Introdução ao HDM e a Avaliação Econômica. Porto Alegre, v.1, 1998.
- ARANOVICH, A. **Curso de HDM**: Operação do Programa HDM Manager. Porto Alegre, v.3, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRA-ESTRUTURA E INDÚSTRIAS DE BASE. **Infra – Programa de Demanda por Infra-estrutura**: Relatório 12. São Paulo, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Disponível em: <http://www.abcp.com.br>. Acesso em 21-12-1999.
- BANCO MUNDIAL. **Brazil – The Custo Brasil since 1990-92**. World Bank, 1996.
- BOUSQUET, F; QUEIROZ, C. **Road financing systems**: a cross-country comparison of typical issues and good practices. In: European Transport Forum, 24<sup>th</sup>, 1996, England. Proceedings of Seminar G – Roads: Finance, Provision and Operation. PTCR – Planning and Research and Computation International Association, 1996.
- BROOKSON, S. **Como elaborar orçamentos**. Tradução: Luís Reyes Gil e Tiago Tranjan. São Paulo: Publifolha, 2000. Título original: Managing Budgets.
- BUTTON, K. **Transport Economics**. 2. ed. Cambridge: Great Britais at the University Press, 1996. 269p.
- CATERPILLAR INC. **Manual de Produção Caterpillar**. 12 ed. São Paulo: Caterpillar Brasil S. A. 1987.

CATERPILLAR. **Eletrônica Embarcada: da prancheta ao pós-venda**. REVISTA M & T – MANUTENÇÃO E TECNOLOGIA. São Paulo: Sociedade Brasileira de Tecnologia para Equipamentos e Manutenção. Bimestral n.53, jul. 1999.

CATERPILLAR. Disponível em: <http://www.cat.com.br>. Acesso em 25-09-2000.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa Rodoviária CNT – 1999**. Disponível em: <<http://www.maccaferri.com.br>>. Acesso em: 22-01-2001.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria dos Transportes. **Programa Estadual de Concessão Rodoviária**. Porto Alegre, v.1, 1995.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Especificações Gerais**. Porto Alegre, 1998.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS. **Encargos Sociais no Brasil: Conceito, Magnitude e Reflexos no Emprego**. Pesquisa DIEESE nº 12. São Paulo, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Composição de Custos Rodoviários**. V.1, 1972.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Custos de Operação**. Rio de Janeiro. 1976.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Pavimentação**. 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Implantação Básica**. 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual do Aluno do Curso CT 4 - Custos Rodoviários**. Divisão de Capacitação Tecnológica da Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico do DNER: 1997, 2v.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Disponível em: <http://www.dner.gov.br>. Acesso em: 25-06-1999.

- EDITORA PINI. **Encargos Sociais e Riscos do Trabalho nos Custos de Construção para Horistas**. Disponível através de: <http://www.piniweb.com>. Acesso em: 24-08-2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE. GEIPOT. **Manual para Cálculo de Custos Operacionais de Veículos Rodoviários**. Brasília, 1980. 105p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE. GEIPOT. **Distribuição Percentual da Carga Transportada em Toneladas-quilômetros por Modal de Transporte – 1993-97**. 1998. Disponível em: <http://www.geipot.gov.br>. Acesso em: 03-12-2000.
- FAILLACE, R. R. **O Orçamento na Construção Civil**. Porto Alegre: DECIV/UFRGS, 1988.
- FERNANDES JÚNIOR, J.L.; SÓRIA, H. M. A.; WIDMER, J.A. **Efeitos das solicitações do tráfego sobre os custos de construção, manutenção e utilização de rodovias**. In: 29ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO. 1995. Cuiabá: ABPv, 1995, p. 267 – 284.
- FIAT ALLIS. Disponível em: <http://www.fiatallis.com.br>. Acesso em: 21-01-2001.
- HDM-4. Disponível em: <http://www.hdm4.piarc.org>. Acesso em 05-04-2000.
- KAPLAN, R. S.; COOPER, R. **Custo e Desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo**. São Paulo: Futura, 1998. 376p.
- LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES. **Avaliação do Impacto da Implantação de Concessões nas Rodovias do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Convênio UFRGS – DAER/RS, 1998. 265p.
- LEE, S. H. **Concessão de Rodovias à Iniciativa Privada: critérios para limitação de tarifas em processos de licitação**. 1996. 196f. Dissertação (Mestrado. em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- LERE, J. C. **Formação de preços: técnicas e práticas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 174p.

- MAC DOWELL, F.; DIOGO, F. **Manual de Engenharia Econômica**: Programa Computacional MAC, Custo Operacional e Fatores Virtuais. v.1, 1993.
- MAC DOWELL, F. **Manual de Engenharia Econômica – campo de aplicação: transporte rodoviário**. v. 1. Porto Alegre: DAER/RS, 1992.
- MAC DOWELL, F. **Custos Operacionais Rodoviários para Estudos Econômicos de Viabilidade**. Publicação 576. Rio de Janeiro: IPR - Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1972.
- MANTEGA, G.; VANUCCHI, P. (orgs.). **Custo Brasil**: mitos e realidade. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997, 212p.
- MARTINS, J. A. **Os Conceitos Básicos da Eletrônica Embarcada**. REVISTA M & T – MANUTENÇÃO E TECNOLOGIA. São Paulo: Sociedade Brasileira de Tecnologia para Equipamentos e Manutenção. Bimestral n.53, jul. 1999.
- MARTINS, E. R. C.; MIRANDA, L. M. **Controle de carga na rede pavimentada de Mato Grosso**. In: 29<sup>a</sup> REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO. 1995. Cuiabá: ABPv, 1995. p. 141-173.
- MENÉNDEZ, J. M. **Kilómetros a Precio de Oro**. REVISTA TRAFICO. Madrid. Disponível em <http://www.dgt.es/revista/num145/index.htm>. Acesso em 21-12-2000.
- NAKAGAWA, M. **ABC – Custeio Baseado em Atividades**. São Paulo: Atlas, 1994. 95p.
- OLIVEIRA JR, J.A.; LOUREIRO, C.F.G.; LIMA, L.C. **Sistema de pesagem de cargas Rodoviárias do Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes do Estado do Ceará (SPR/DERT) – um enfoque organizacional**. In: 9<sup>o</sup> CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. 1995. São Carlos: ANPET, 2v., v.2, p. 747 –753.
- PASTORE, J. **O desemprego tem cura?** São Paulo: Makron Books, 1998. 270p.
- PEARCE, D.; MARKANDYA, A. and BARBIER, E.B.: **Blueprint for a Green Economy**. London: Earthscan Publications, 5 v., 1989.
- PEARCE, D. W.; NASH, C.A.: **The Social Appraisal of Projects**: a text in Cost-Benefit Analysis. 3. ed. London: Macmillan, 1989. 225p.

- PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1999. 791p.
- QUEIROZ, C.; BORRALHO, F.; VISSER, A.; MOSER, B. **Pesquisa de Custos Rodoviários**: Estudos de Pavimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS E PROJETOS DE REFORÇO.. Rio de Janeiro: ABCP, 1979.
- REVISTA CONSTRUÇÃO REGIÃO SUL. São Paulo: PINI, 1948 - . Mensal. ISSN0102.0528
- REVISTA INFORMADOR DAS CONSTRUÇÕES – CONSTRUÇÃO LEVE E PESADA. Belo Horizonte, 1956- . Quinzenal.
- SANDRONI, P. **Dicionário de Economia**. 5 ed. São Paulo: Best Seller, 1989. 331 p.
- SCHMITT, C. M. **Custos na construção de edifícios**: conceitos e métodos de estimativas. Porto Alegre: DECIV/UFRGS, 1999.
- SCHMITT, C. M. **Por um modelo integrado de sistemas de informação para a documentação de projetos de edificação da indústria da construção civil**. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- SCHLIESSER, A.; BULL, A. **Caminhos: um novo enfoque para a gestão e manutenção rodoviária**. Brasília: CEPAL/Instituto Panamericano de Carreteras, 246p. 1994.
- SENNA, L.A.D.S.; MICHEL, F.D. A aceitação do pedágio por parte dos usuários gaúchos. **Transportes** – Revista da ANPET. Rio de Janeiro, n.8, 2000. p. 10-31.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE TERRAPLENAGEM EM GERAL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Encargos Sociais e Trabalhistas**. Belo Horizonte: SICEPOT/MG, 1992.

SOUZA, D. A. **Avaliação econômico-financeira de modelos de cálculo de tarifas para infra-estruturas rodoviárias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

TRIBUNAL DE CONTAS ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório e parecer prévio sobre as contas do Governo do Estado – Exercício de 1998**. Porto Alegre: TCE/RS, 1999. 388p.

WERKEMA, M. C. C. **Análise de regressão: como entender o relacionamento entre as variáveis de um processo**. Minas Gerais: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996. 311p.

YAMAGUCHI, S. e KUCZEC, E. **The Social and Economic Impact of Large-scale Energy Project on the Local Community**, in International Labour Review, v.123, n.2, mar/abr.



## ANEXOS

Complementado os dados apresentados nesta dissertação, necessitou-se da inclusão de três anexos ao trabalho.

Para ilustrar o **Capítulo 4**, no **Anexo 1**, é apresentado um modelo completo de orçamento de uma obra rodoviária e, complementando o item 4.2.3, uma planilha de Produção de Equipe Mecânica.

No **Anexo 2**, mostra-se a Tabela de Preços Unitários do DAER/RS, com data base de julho/99, complementando o **Capítulo 5** – Preços Unitários do DAER/RS, onde se discutiu a sua elaboração e as principais controvérsias na utilização. Neste Anexo, definem-se alguns termos úteis para seu uso e indicam-se os códigos por tipo de serviços – terraplenagem, pavimentação, drenagem e outros.

Detalhando o **Capítulo 6** - Estudo de Caso: Obras do DAER/RS, são apresentados, no **Anexo 3**, os dados coletados das obras, bem como as etapas e os parâmetros da regressão linear múltipla, utilizada para estimar o modelo, permitindo maior clareza dos procedimentos metodológicos adotados.

























## DEFINIÇÕES DA PLANILHA DE PRODUÇÃO DAS EQUIPES MECÂNICAS – PEM

*Equipe:* é o conjunto de equipamentos e veículos reunidos para execução conjunta de um dado serviço, considerando a mão-de-obra necessária para sua operação, acrescido de mão-de-obra complementar, a este serviço, a cada unidade de tempo (hora).

*Produção da equipe:* é a quantidade de serviço realizada num determinado período de tempo (comumente uma hora).

Os equipamentos envolvidos e mão-de-obra devem funcionar como um conjunto. Este cálculo é feito em planilhas específicas, considerando todas variáveis intervenientes como, por exemplo, a capacidade do equipamento, o fator de eficiência, o tempo envolvido, etc., determinando-se as produções, sempre para um específico tipo de serviço com um determinado tipo de material.

*Capacidade da caçamba:* é uma característica do equipamento. Quanto de material cabe dentro da caçamba do caminhão e, por exemplo, quanto cabe dentro da *concha* escavadeira que está sendo usada para carregar o caminhão. Esse cálculo é feito de forma tal, que não haja desperdício de tempo e de material.

*Distância:* é o intervalo de lugar onde o equipamento está atuando.

*Fator de carga:* É a perda de carga do material, pois não é possível, o equipamento não consegue carregar tudo (100%) do começo ao fim da operação. O fator de carga é a relação entre a capacidade efetiva pela capacidade nominal do equipamento. A capacidade nominal é a capacidade teórica, indicada nas especificações do equipamento.

*Fator de conversão:* é uma característica do *material*. Relação do volume *in natura* na jazida e o volume solto após o corte.

*Fator de eficiência:* é uma característica do *equipamento*. A eficiência pode ser abalada por falha do operador e por paradas para reabastecer.

*Tempo fixo por minuto:* É o tempo que o equipamento leva para executar todo o serviço: tempo gasto com a carga, descarga e manobras.

*Tempo total de ciclo:* é a soma do tempo fixo, tempo de percurso e tempo de retorno.



**ANEXO 2 – TABELA DE PREÇOS UNITÁRIOS DO DAER/RS**

## TERRAPLENAGEM

**ATERROS:** Construção feita com solo, rocha ou mista em segmentos de rodovia, elevada sobre o terreno natural, para permitir que a seção atinja a altura indicada no projeto, cuja implantação requer o uso de materiais provenientes de cortes executados na própria rodovia ou de empréstimos denominados jazidas. O usual é ter a sua compactação igual ou maior que 95% (para as camadas do corpo do aterro) e, 100% (para as camadas finais do aterro) do Proctor Normal.

**BOTA-FORA:** processo de depositar o material excedente da terraplenagem da estrada.

**ESCAVAÇÃO ou CORTE:** corte executado no terreno natural para permitir que a superfície da estrada fique na altura determinada no projeto, utilizando equipamentos de terraplenagem. O terreno a ser escavado pode ser constituído por materiais de 1ª categoria (solo), de 2ª categoria (solo com maior dificuldade de escavar) e de 3ª categoria (rocha). Unidade de medida: metro cúbico.

**MATERIAIS DE 1ª CATEGORIA:** compreendem solos em geral, residual ou sedimentar. Poderá haver ocorrência de pedras isoladas com diâmetro máximo de 0,15m. São facilmente escaváveis.

**MATERIAIS DE 2ª CATEGORIA:** os materiais que não se enquadram nas descrições de material 1ª ou 3ª serão classificados como de 2ª categoria, exceto solos moles e solos inadequados. Ocorre média dificuldade para escavar.

**MATERIAIS DE 3ª CATEGORIA:** compreendem rochas sãs e blocos isolados de rocha com diâmetro superior a 1,00m ou de volume igual ou superior a 1m<sup>3</sup>, cuja extração, a fim de possibilitar o carregamento, somente se processe com o emprego contínuo de explosivos.

**SUBLEITO:** é o terreno de fundação do pavimento.

**SOLOS INADEQUADOS:** são solos instáveis, por condições de umidade excessiva e de aeração praticamente inviável (borrachudos), e/ou por características intrínsecas de baixo poder-suporte, que não servem para utilização no subleito. Apresenta-se sob a forma de bolsões ou em áreas restritas, podendo afetar o bom desempenho do pavimento que virá a ser construído sobre ele. São removidos com equipamentos normais de terraplenagem, exceto quando forem solos moles.

**SOLOS LATERÍTICOS:** solos que resultam da ação dos agentes climáticos nas regiões tropicais, sob determinadas condições de drenagem.

**SOLOS MOLES:** são solos inadequados ao subleito, compressíveis, de baixa resistência, normalmente de origem orgânica, que mesmo com drenagem lateral por valas, não possibilitam sua remoção com equipamentos normais de terraplenagem (trator de lâmina, moto-scraper), necessitando de equipamentos especiais (tipo *drag-line*).

**PAVIMENTAÇÃO** códigos 546, 547, 565, 576 ao 980; 8020; 9090 a 9098; 9280, a partir do item 576, os preços da Tabela referem-se à Pavimentação

**AAUQ:** é uma mistura a quente, composta de agregado mineral fino graduado (areia), cinza para correção da granulometria e de cimento asfáltico de petróleo (CAP-20). É uma alternativa, de baixo custo, para pavimentos da faixa litorânea do Rio Grande do Sul, região que possui dificuldades de materiais pétreos, disponíveis somente a grandes distâncias, com proibições ambientais para abertura de novas pedreiras.

**ASFALTO DILUÍDO:** são diluições do cimento asfáltico em solventes derivados de petróleo de volatilidade adequada. Como exemplo temos o CM-30, asfalto diluído tipo Cura Média, para imprimação.

**BASE:** camada do pavimento destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento.

**BASE DE BRITA GRADUADA:** é a base constituída de mistura de produtos de britagem, em usina de agregado (de solos), previamente dosada com granulometria especificada, contendo material de enchimento e água que, devidamente compactada, oferece excelentes condições de resistência e distribuição de cargas.



**CAPA SELANTE:** é uma camada delgada, composta de uma aplicação de material asfáltico, coberta com agregado fino, com a finalidade de impermeabilizar e dar um melhor "fechamento" ao revestimento. A emulsão asfáltica utilizada é o RR-2C, com consumo de 0,0005 t/m<sup>2</sup>.

**CAP-20 – CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO:** é o asfalto obtido por destilação do petróleo em refinaria, com características adequadas ao uso na construção de pavimentos. Utilizado para execução do CBUQ. A classificação é em função da viscosidade. É semi-sólido.

**CBUQ:** é um tipo de revestimento para pavimentos composto por uma mistura (massa) flexível, resultante do processamento a quente, em uma usina apropriada, fixa ou móvel, de agregado mineral graduado (brita), material de enchimento (areia ou filler) e material asfáltico do tipo cimento asfáltico (CAP-20), espalhada e comprimida a quente. A taxa de CAP-20 é, em média, de 6% em peso. A massa específica padrão, utilizada no DAER/RS para custos, é 2,3 t/m<sup>3</sup>.

**EMULSÃO ASFÁLTICA:** é uma dispersão coloidal de uma fase asfáltica em uma fase aquosa ou vice-versa, com ajuda de um agente emulsificador. Obtida combinando água com asfalto aquecido, em um meio intensamente agitado e na presença de emulsificantes. As emulsões são utilizadas nos TSS, TSD e TST, em capa selante e nas pinturas de ligação. É líquido.

**IMPRIMAÇÃO:** é uma pintura de material betuminoso - CM-30, aplicada sobre a superfície da base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, com objetivo de aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado, promover condições de aderência entre a base e o revestimento e impermeabilizar a base. O consumo de CM-30 usual é de 0,0012 t/m<sup>2</sup>.

**LAMA ASFÁLTICA:** é uma mistura asfáltica aplicada na temperatura ambiente, com uma consistência fluida, obtida pela mistura de areia natural, pedrisco e/ou pó-de-pedra, filler, com água e emulsão asfáltica.

**MACADAME SECO:** é a base formada por uma camada de agregado graúdo (pedra britada, escória ou cascalho), devidamente bloqueado e preenchido por agregado miúdo (britado), de faixa granulométrica especificada. Pode ser utilizado como sub-base ou, em casos especiais, como base para rodovias de menor tráfego.

**PAVIMENTO:** estrutura composta de diversas camadas (reforço, sub-base, base e revestimento), construída sobre a terraplenagem (subleito), destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego, com objetivo de propiciar boas condições de rolamento, conforto e segurança aos usuários das rodovias.

**PINTURA DE LIGAÇÃO:** é a aplicação de uma pintura de material betuminoso sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente. A emulsão asfáltica utilizada é o RR-1 ou 2C, com consumo usual de 0,001 t/m<sup>2</sup>.

**PMF:** é um tipo de revestimento para pavimentos, constituído de mistura asfáltica a frio, em usina apropriada, de agregado mineral graduado (brita) e emulsão asfáltica ou asfalto diluído, espalhada e comprimida a frio. A emulsão utilizada é RM-1C, com taxa média de 5,8% em peso. A massa específica padrão, utilizada no DAER/RS para custos, é 1,9 t/m<sup>3</sup>.

**PMQ:** é um tipo de revestimento para pavimentos constituído de mistura asfáltica a quente executada em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado (brita) e cimento asfáltico de petróleo (CAP-20), espalhada e comprimida a quente na espessura do projeto. É similar ao CBUQ, porém menos nobre, com massa específica e traço diferentes. O asfalto tem uma taxa média de 5,5% em peso. A massa específica padrão, utilizada no DAER/RS para custos, é 2,2 t/m<sup>3</sup>.

**RACHÃO:** é um tipo de sub-base constituída pelo entrosamento de um agregado graúdo, produzido na britagem primária tal como pedra britada, escória ou cascalho, devidamente bloqueado e preenchido por agregado miúdo (britado ou natural) de faixa granulométrica especificada. Poderá ser utilizado como reforço do subleito ou sub-base.

**REFORÇO DO SUBLEITO:** é a camada de espessura constante, construída, se necessário, sobre o subleito regularizado, de acordo com o dimensionamento do pavimento, fazendo parte integrante deste. Tem características técnicas superiores ao material do subleito e inferior ao material usado na camada superior a ele.

**REGULARIZAÇÃO:** é a operação destinada a conformar o leito da estrada, transversal e longitudinalmente, através de serviços de escarificação, umedecimento ou aeração, compactação, etc., com cortes ou aterros até 20cm de espessura, sendo o excedente considerado como terraplenagem.

**REVESTIMENTO:** é a última e mais nobre camada do pavimento. Pode ser rígido ou flexível. Recebe diretamente a ação do tráfego, deve ser tanto quanto possível impermeável e destina-se a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste. Ex.: Concreto de Cimento, Poliédricos, Paralelepípedos, CBUQ, PMQ, PMF, TSS, TSD, TST.

**REVESTIMENTO PRIMÁRIO:** é o revestimento utilizado em estradas que não são pavimentadas. Usualmente é executado com saibro compactado sobre o leito existente.

**RL-1C:** emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta (velocidade de ruptura).

**RM-1C e RM-2C:** emulsões asfálticas catiônicas de ruptura média (velocidade de ruptura). A letra C é indicativa de catiônica e os números 1 e 2 de viscosidades crescentes, respectivamente. O RM 1 C é utilizado no PMF.

**RR-1C e RR-2C:** emulsões asfálticas catiônicas de ruptura rápida (velocidade de ruptura). A letra C é indicativa de catiônica e os números 1 e 2 de viscosidades crescentes, respectivamente. RR-2C, usado para capa selante e tratamentos superficiais. O RR-1C ou 2C são usados na pintura de ligação.

**SUB-BASE:** é a camada complementar da base, situada abaixo desta. É utilizada quando não for possível construir a base diretamente sobre o subleito ou reforço.

**SUB-BASE DE RACHÃO:** ver Rachão.

**TSD:** é um tipo de revestimento asfáltico composto por duas séries de aplicações alternadas de asfalto e agregado (brita), executados sobre uma superfície acabada e imprimada. O envolvimento parcial do agregado pelo ligante em cada aplicação processa-se por penetração originada pela ascensão do ligante sob a ação de enérgica compressão. A emulsão utilizada é também o RR-2C, com consumo médio de 0,0028 t/m<sup>2</sup>.

**TSS - Tratamento Superficial Simples de penetração invertida.** É um tipo de revestimento dos pavimentos constituído de material asfáltico e agregado, no qual o agregado é colocado uniformemente sobre o material asfáltico aplicado em uma só camada. Não é necessário ser misturado em usina como o CBUQ e PMQ. O material asfáltico utilizado é o RR-2C, com consumo médio de 0,0012 t/m<sup>2</sup>.

**TST – Idem,** composto por três séries. A emulsão utilizada é também o RR-2C, com consumo médio de 0,0040 t/m<sup>2</sup>.

#### **DRENAGEM** Códigos 1000 a 6020

**BERÇO:** camada, usualmente de concreto, sobre o qual é construído o bueiro.

**BDTC:** bueiro duplo (duas linhas de tubos) tubular de concreto, com berço de concreto.

**BOCA DE BUEIROS:** são as cabeceiras dos bueiros dos diversos tipos. A boca inclui as alas do bueiro.

**BOCA-DE-LOBO:** são dispositivos a serem executados junto aos meios-fios ou meios-fios com sarjetas, em áreas urbanizadas, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las à rede condutora.

**BOCA DE SAÍDA DOS DRENOS:** o tubo de saída de um dreno deverá ser protegido contra a erosão e soterramento, através da execução de bocas, de acordo com "Álbum de Projeto Tipo" (BSD 01 e BSD 02) conforme a posição do último tubo.

**BSCC:** bueiro simples (só uma linha de vazão) celular de concreto. É moldado no local, com seção quadrada ou retangular

**BSTC:** bueiro simples (só um tubo) tubular de concreto, com berço de concreto. Os tubos são pré-fabricados.

**BTCC:** bueiro triplo celular de concreto. Moldado no local.

**B TTC:** bueiro triplo (três linhas de tubos) tubular de concreto, com berço de concreto. Tubos pré-fabricados.

**BUEIRO:** obra construída sob a plataforma para possibilitar a passagem de água de um lado para outro da estrada. Em geral é feita com tubos pré-fabricados, seção circular, com berço ou sem, denominando-se bueiro tubular, ou moldado no local, com seção quadrada ou retangular, chamado bueiro celular ou galeria. Corpo do

bueiro é o bueiro propriamente dito. Primeiro, constrói-se o bueiro e depois se executa o aterro. Os vários modelos encontram-se detalhados no Álbum de Drenagem.

*BUEIRO DE ACESSO*: é o bueiro implantado diretamente sobre o solo, sem berço de concreto, utilizado nos acessos a propriedades lindeiras às rodovias. Se for necessário lastro de brita para sua implantação, deve ser medido e pago à parte. Na Tabela de Preços do DAER, está denominado Esgoto Pluvial. A complementação de um bueiro de acesso é a Testada de Bueiro. Para os bueiros de acesso não são utilizadas bocas.

*BUEIRO DE GREIDE*: é o bueiro utilizado em seções mistas (em corte e aterro). A diferença é a forma de execução com relação a um bueiro normal, pois depois da seção pronta, escava-se e constrói-se o bueiro.

*CAIXAS COLETORAS DE SARJETAS*: caixas coletoras de concreto simples com tampa (grelha). Coletam a água da sarjeta por um ou pelos dois lados e transpõem a estrada através de bueiro de greide. Também têm a função de rebaixar o nível da água.

*CAIXAS COLETORAS DE TALVEGUE*: não necessitam de tampas (grelhas). Coletam a água que vem de uma bacia e deságuam num bueiro de greide até o outro lado da rodovia. A entrada da água, na caixa, é por cima.

*CM-30*: asfalto diluído de Cura Média, utilizado na imprimação

*DESCIDAS D'ÁGUA EM DEGRAUS - DAD*: estes dispositivos aplicam-se à condução, através do talude de corte, das águas provenientes de valetas de coroamento e à condução, através do talude de aterro, das águas provenientes de meios-fios, de sarjetas de aterros ou de bocas de jusante de bueiros elevados. São previstas versões em concreto simples e concreto armado, ambas moldadas "in loco". O tipo é definido no Álbum de Drenagem, de acordo com o número que acompanha a sigla DAD, ou seja, 01, 02, 03, etc.

*DISSIPADOR DE ENERGIA*: dispositivo utilizado para reduzir o fluxo de água dos elementos de drenagem tipo sarjeta, saída de bueiros e descida d'água tipo rápido. Os dissipadores de energia serão moldados "in loco", distinguindo-se três tipos básicos: dissipadores constituídos por alvenaria de pedra argamassada, dissipadores constituídos por caixa de concreto preenchida com alvenaria de pedra argamassada e dissipadores de concreto providos de dentes.

*DRENAGEM*: conjunto de dispositivos destinados a recolher e encaminhar adequadamente as águas superficiais (que escoam na superfície) e subterrâneas (que infiltram). Todos os dispositivos utilizados estão detalhados no Álbum de Projeto de Drenagem do DAER.

*DRENOS LONGITUDINAIS CONTÍNUOS OU DESCONTÍNUOS*: de acordo com a natureza do solo a drenar, os drenos longitudinais profundos são classificados em contínuos ou descontínuos, conforme o enchimento da vala seja executado, respectivamente, com um ou mais materiais.

*DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS*: são dispositivos constituídos de valas abertas, paralelas ao eixo da rodovia, sob o acostamento, com ou sem tubos, perfurados ou não, assentados no fundo da vala, preenchidos com um ou mais materiais permeáveis, podendo ser encimado com um selo de material impermeável.

*EDA - ENTRADAS D'ÁGUA*: são os dispositivos que coletam as águas conduzidas por meios-fios ou sarjetas e as conduzem às descidas d'água, em pontos baixos ou em pontos de greide contínuo, em que a vazão-limite dos dispositivos de condução longitudinal é atingida. De acordo com o Álbum de Drenagem, apresentam uma numeração correspondente aos diversos modelos.

*ESCAVAÇÃO MANUAL*: escavação executada somente com emprego de mão-de-obra e ferramentas apropriadas, sem utilização de equipamentos, sendo o material escavado colocado ao lado das cavas abertas para posterior reaproveitamento ou bota-fora.

*GALERIA*: ver bueiro.

*PV*: Poço de Visita, destinado à inspeção e manutenção de condutos de drenagem subterrâneos

*SAÍDAS DE DRENO*: é a parte do dreno entre o fim do corte a drenar e a boca de saída. Será executado com tubos não-perfurados, rejuntados, sendo a vala preenchida com solo apropriado e compactado no grau exigido na terraplenagem.

*SARJETA*: dispositivo do sistema de drenagem superficial, constituído de valeta rasa, revestida ou não, destinado a recolher e encaminhar para fora da plataforma as águas superficiais.

*TESTADAS DE BUEIRO*: é a parede de concreto de acabamento para utilizada para o bueiro de acesso. É bem mais simples que uma boca.

*VALAS*: são dispositivos do sistema de drenagem superficial destinados à captação e condução das águas superficiais provenientes dos bueiros, valetas e sarjetas.

*VALETÕES*: são valas laterais ao corpo estradal, destinadas a remover as águas superficiais e/ou promover a drenagem subterrânea.

**OBRAS COMPLEMENTARES** Códigos 7010 a 7066

*GABIÃO TIPO CAIXA*: são elementos em forma de prisma retangular, constituídos de rede metálica em malha hexagonal de dupla torção. Em todas as suas arestas, o gabião é reforçado por um arame de diâmetro superior ao usado para a fabricação do mesmo, com o objetivo de robustecer a armadura metálica e facilitar a colocação na obra. Pode ser recoberto com PVC. É utilizado geralmente em estruturas que têm a finalidade de suportar empuxos através de seu próprio peso, tendo portanto função estrutural, que depois de armada no local é preenchida, manual ou mecanicamente, com pedra de mão.

*GABIÃO TIPO COLCHÃO RENO*: estruturas metálicas de gravidade (o peso próprio suporta o empuxo do solo) flexível, utilizada para estabilizar taludes, constituída por tela metálica em malha hexagonal de dupla torção, recoberta com PVC, em forma de paralelepípedo de notável superfície e pequena espessura, pré-fabricada que, após armada no local, é preenchida, manual ou mecanicamente, com pedra de mão.

**OBRAS DE ARTE ESPECIAIS – PONTES E VIADUTOS** Códigos 7070 a 7260

**SINALIZAÇÃO** Códigos 7259; 7262 ao 7785

**FÓRMULAS DE TRANSPORTES** Códigos 7800 ao 8019; 9101

**INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS** Códigos 8025 a 8033

**MATERIAIS ASFÁLTICOS** Códigos 9200 a 9206

**MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO** Códigos 9210 a 9250

*PATROLAGEM*: é o mesmo que laminagem, ou seja, regularização do terreno, efetuada com o equipamento motoniveladora que, freqüentemente, é chamada *patrol*.

































**ANEXO 3 – CÁLCULO DA REGRESSÃO E DADOS COLETADOS**

TABELA A.3. 1- Valores das licitações/contratos do programa BID - construção de rodovias

TABELA A.3. 2- Valores discriminados por tipo de serviço e DMT - BID - construção de rodovias





TABELA A.3. 3- Valores das licitações/contratos do programa BIRD – restauração de rodovias



TABELA A.3. 4- Valores discriminados por tipo de serviço e DMT - BIRD - restauração de rodovias





TABELA A.3. 5 – Variáveis do modelo - BID - construção de rodovias

TABELA A.3. 6 – Dados estatísticos - BID – construção de rodovias

TABELA A.3. 7 – Variáveis do modelo - BIRD - restauração de rodovias

TABELA A.3. 8 – Dados estatísticos - BIRD – restauração de rodovias