

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

LMA NOVA ABORDAGEM NA DETERMINAÇÃO DE TARIFA
NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

JOAQUÍN IVER SORIA OYOLA



0.192.394-0

UFSC-BU

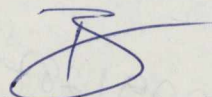
FLORIANÓPOLIS
SANTA CATARINA - BRASIL
ABRIL / 1988

UMA NOVA ABORDAGEM NA DETERMINAÇÃO DE TARIFA
NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

JOAQUÍN IVER SORIA OYOLA

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"MESTRE EM ENGENHARIA"

ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS EM SUA FORMA FINAL
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



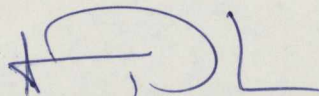
Prof.: Ricardo Miranda Barcia, Ph.D
Coordenador

Banca Examinadora:



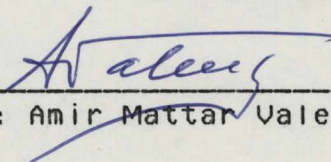
Prof.: Ricardo Miranda Barcia, Ph.D

Presidente



Prof.: Álvaro G. Rojas Lezana, M.Eng

Co-Orientador



Prof.: Amir Mattar Valente, M.Sc

À minha mãe

Cristina

À meus irmãos

Margoth

Carmen

Richard

AGRADECIMENTOS

Manifesto meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições :

- Ao Prof. ÁLVARO G. ROJAS LEZANA, M.Eng, pela brilhante e paciente orientação dada no transcorrer de todo este trabalho,
- Ao Prof. RICARDO MIRANDA BARCIA, Ph.D, pela suas proveitosas sugestões,
- Ao Prof. AMIR MATTAR VALENTE, M.Sc, pelo interesse demonstrado,
- À CAPES, pelo auxílio financeiro, e
- A todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho

S U M Á R I O

	pág.
LISTA DE QUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv

CAPÍTULO I

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Origem do trabalho	17
1.2 - Objetivo do trabalho	18
1.3 - Importância do trabalho	18
1.4 - Organização do trabalho	19
1.5 - Limitações do trabalho	20

CAPÍTULO II

2 - REVISÃO DAS METODOLOGIAS

2.1 - Introdução	21
2.2 - Metodologia da Associação Nacional das Empresas de Transporte Rodoviário de Cargas - NTC	22
2.2.1 - Componentes da Tarifa	22
2.2.1.1 - Frete-Peso	22
2.2.1.2 - Frete-Valor	27
2.2.1.3 - Taxas	27

	pág.
2.3 - Metodologia para o Cálculo dos Custos Operacionais .	28
2.3.1 - Da Revista "Transporte Moderno"	28
2.3.2 - Do Manual de Custos de Operação do DNER	32
2.3.2.1 - Itens do Custo Operacional	33
2.3.2.2 - Método do Comprimento Virtual	35
2.3.2.3 - Forma de Determinação dos Fatores ..	36
2.3.2.4 - Cálculo do Comprimento Virtual da Rodovia	38
2.3.2.5 - Sistemática para Cálculo do Custo Operacional Total	38
2.3.3 - Da Pesquisa do Inter-Relacionamento dos Custos Rodoviários - PICR	40
2.3.3.1 - Estimativa dos Custos de Operação ..	43
2.3.3.2 - Análise do Banco Mundial	51

CAPÍTULO III

3 - CUSTOS DE TRANSFERÊNCIA E CUSTOS ADMINISTRATIVOS E DE TERMINAIS

3.1 - Introdução	53
3.2 - Modelo de Custos de Transferência	54
3.2.1 - Introdução	54
3.2.2 - Critérios e Atributos Básicos	55
3.2.3 - Tipos de Modelos	56
3.2.4 - Propriedades Básicas do Veículo	58
3.2.5 - Modelo para Previsão da Velocidade	59

	pág.
3.2.6 - Modelo para Consumo de Combustível	61
3.2.7 - Modelo para Consumo de Pneus	63
3.2.8 - Modelo para Manutenção, Depreciação, Juros e Utilização do Veículo	64
3.2.8.1 - Modelo para Consumo de Peças	65
3.2.8.2 - Modelo para Mão-de-Obra de Manutenção	65
3.2.8.3 - Modelo para Depreciação e Juros	65
3.2.8.4 - Modelo para Utilização do Veículo ..	66
3.2.9 - Modelo para Mão-de-Obra com Tripulação	66
3.2.10- Modelo para Consumo de Lubrificantes	67
3.3 - Modelo de Custos Administrativos e de Terminais	67
3.3.1 - Introdução	67
3.3.2 - Definição de um Terminal Padrão	67
3.3.3 - Cálculo da Capacidade	68
3.3.4 - Cálculo dos Custos Administrativos	70
3.3.5 - Cálculo dos Custos do Terminal Padrão	70
3.3.6 - Cálculo dos Custos do Terminal Reduzido	71
3.3.7 - Cálculo dos Custos Administrativos e de Terminais	71
3.3.8 - Cálculo do Custo do Veículo Parado	72
3.3.9 - Estruturação do Terminal Padrão	72
3.3.10- Estruturação do Terminal Reduzido	74

CAPÍTULO IV

4 - METODOLOGIA PROPOSTA	pág.
4.1 - Introdução	75
4.2 - Etapas Preliminares	76
4.2.1 - Formulação do Problema	77
4.2.2 - Levantamento de Dados	77
4.2.2.1 - Característica do Veículo	77
4.2.2.2 - Cargas	78
4.2.2.3 - Característica da Rodovia	78
4.2.2.4 - Preços de Mercado	79
4.2.2.5 - Extensão da Viagem	80
4.2.3 - Escolha do Procedimento	80
4.3 - Considerações Regionais	80
4.3.1 - Seleção do Veículo Representativo por Classe	81
4.3.2 - Valor Residual dos Veículos Representativos .	83
4.3.3 - Vida Útil dos Veículos Representativos	84
4.3.4 - Composição Etária da Frota	85
4.4 - Definição dos Componentes Tarifários	89
4.4.1 - Custos de Transferência	90
4.4.1.1 - Combustível	98
4.4.1.2 - Pneus	102
4.4.1.3 - Peças	106
4.4.1.4 - Mão-de-Obra de Manutenção	107
4.4.1.5 - Depreciação	109
4.4.1.6 - Mão-de-Obra com Tripulação	110
4.4.1.7 - Lubrificantes	111
4.4.1.8 - Lavagem e Graxas	111

	pág.
4.4.1.9 - Seguro Obrigatório	112
4.4.1.10- Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores	113
4.4.2 - Custos Administrativos e de Terminais	114
4.4.2.1 - Custos Administrativos	115
4.4.2.2 - Custos do Terminal Padrão	116
4.4.2.3 - Custos do Terminal Reduzido	119
4.4.3 - Remuneração do Capital Investido	120
4.4.3.1 - Remuneração do Veículo	121
4.4.3.2 - Remuneração das Instalações	122
4.4.3.3 - Remuneração dos Equipamentos	123
4.5 - Tabelas	124
4.5.1 - Geometria da Rodovia	124
4.5.2 - Irregularidade da Superfície de Rolamento ...	125
4.5.3 - Velocidade Média	126
4.5.4 - Utilização dos Veículos	126
4.5.5 - Consumo de Combustível	126
4.5.6 - Consumo de Pneus	127
4.5.7 - Custo de Reposição de Peças	127
4.5.8 - Custo de Mão-de-Obra de Manutenção	127
4.5.9 - Consumo de Lubrificante	127
4.6 - Planilhas	137

CAPÍTULO V

5 - VARIAÇÃO DA TARIFA COM AS CONDIÇÕES DA RODOVIA	pág.
5.1 - Considerações Iniciais	140
5.2 - Tarifa de Veículos Rodoviários de Cargas	140
5.3 - Considerações Finais	150

CAPÍTULO VI

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	
6.1 - Conclusões	151
6.2 - Recomendações	152
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154

	pág.
Anexo A : Dados Necessários Sobre a Rodovia	157
Anexo B : Faixas Recomendadas para as Características dos Veículos	165

LISTA DE QUADROS

	pág.
Quadro 1 : Valores Médios de irregularidade e geometria para varias condições das rodovias	44
Quadro 2 : Classificação dos Veículos pela PICR	45
Quadro 3 : Composição da Frota de Caminhões Simples, segundo a idade	86
Quadro 4 : Composição da Frota de Caminhões Duplo, segundo a idade	87
Quadro 5 : Composição da Frota de Caminhões Semi-Reboque, segundo a idade	88
Quadro 6 : Classe de Veículo e suas Características	92
Quadro 7 : Parâmetros para Previsão de Velocidade	96
Quadro 8 : Parâmetros para o Cálculo do Consumo de Combustível	101
Quadro 9 : Parâmetros para o Cálculo do Consumo de pneus, peças, mão-de-obra de manutenção e lubrificantes.	104
Quadro 10 : Geometria da Rodovia	125
Quadro 11 : Irregularidade da Superfície de Rolamento	125
Quadro 12 : Velocidade Média	128
Quadro 13 : Utilização Anual	129
Quadro 14 : Consumo de Combustível	131
Quadro 15 : Consumo de Pneus	132
Quadro 16 : Custo de Peças de Reposição	134
Quadro 17 : Custo de Mão-de-Obra de Manutenção	135
Quadro 18 : Consumo de Lubrificante	136
Quadro 19 : Valores de custos unitários	141

	pág.
Quadro 20 : Preços dos Veículos e do IPVA	141
Quadro 21 : Valores de Preços e Taxas Diversas	142
Quadro 22 : Carga e Extensão de Viagem do Veículo	143
Quadro 23 : Componentes Tarifários do Caminhão Simples	144
Quadro 24 : Componentes Tarifários do Caminhão Duplo	146
Quadro 25 : Componentes Tarifários do Caminhão Semi-Reboque .	148
Quadro 26 : Informações Necessárias sobre a Rodovia	158
Quadro 27 : Dados da Rodovia em Perfil	161
Quadro 28 : Dados da Rodovia em Planta	163
Quadro 29 : Cálculo das Características Geométricas	
Médias da Rodovia	164

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 : Terminal Padrão	69
Figura 2 : Tipos de Caminhões Analisados	82
Figura 3 : Planilha para o Cálculo da Tarifa - Conhecidas as condições da rodovia	138
Figura 4 : Planilha para o Cálculo da Tarifa - Adotados valores médios para as condições da rodovia	139
Figura 5 : Características Geométricas em planta e perfil ...	159

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade fornecer uma metodologia para estimar valores tarifários, no tocante ao transporte rodoviário de cargas.

Para a obtenção da tarifa referente à operação dos veículos rodoviários fez-se uso da consideração das condições da rodovia na estimativa dos principais componentes do custo de operação dos veículos e da definição de um terminal de cargas hipotético chamado padrão na estimativa dos custos administrativos e de terminais.

Como aplicação, é apresentado um estudo da variação dos componentes tarifários de diferentes tipos de veículos rodoviários em função das condições da rodovia.

ABSTRACT

This work aims the development of a methodology for estimating freight fee.

In obtaining fee, highway conditions were used to estimate part of a vehicle operating cost and a hypothetical handling terminal was considered in order to account for overhead costs.

As a practical application, different highway conditions were used to demonstrate how fee components change for various types of vehicles.

CAPÍTULO I

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Origem do trabalho

O setor de transporte necessita, da mesma forma que o setor industrial, das Técnicas de Planejamento, Programação e Controle (PCP) para chegar a valores reais no seus custos. Embora não haja grandes semelhanças entre a atividade industrial e a atividade de transporte, as técnicas de PCP têm pontos em comum que se aplicam perfeitamente às duas atividades.

Assim, no setor de transporte, para se chegar a valores tarifários reais, precisa-se projetar lay-outs dos terminais para o fluxo racional de mercadorias, precisa-se traçar rotas ou percursos (origem-destino) a fim de conhecer o grau de desempenho de veículos e motoristas, precisa-se pré-determinar os valores padrões de consumo de combustível, pneus, lubrificantes, etc. Estas, entre outras, necessidades originaram o presente trabalho.

1.2 - Objetivos do trabalho

O presente trabalho busca conhecer a estrutura tarifária do transporte rodoviário de cargas e não a forma, procedimentos e regras que caracterizam o mercado.

Esta estrutura desenvolvida tem como objetivo proporcionar valores tarifários reais para o setor analisado, calcados na realidade existente em Santa Catarina, em função das características e das condições da rodovia.

1.3 - Importância do trabalho

Atualmente no Brasil o setor de transporte, em geral, é carente em metodologias para o cálculo tarifário. Mesmo as existentes para o modo rodoviário não possuem sólidos embasamentos técnicos e científicos, nem consideram as peculiaridades de cada região.

Com base nesta necessidade, a importância do presente trabalho reside então no fato de fornecer, para a situação existente em Santa Catarina, uma contribuição para que se tornem mais conhecidos, transparentes e sistematizados as parcelas tarifária que envolvem o transporte rodoviário de cargas.

1.4 - Organização do trabalho

O presente trabalho está organizado em seis capítulos.

No segundo capítulo são apresentadas diversas metodologias disponíveis para o cálculo do frete e dos custos de operação dos veículos rodoviários.

O próximo capítulo apresenta o embasamento teórico do estudo do Banco Mundial sobre custos de utilização dos veículos e de um modelo para obter os custos administrativos e de terminais, de maneira a serem introduzidos na metodologia desenvolvida.

No capítulo seguinte, é proposta uma metodologia para determinação da tarifa em função das características e das condições da rodovia, através de equações e de valores tabelados.

No quinto capítulo, é apresentada uma aplicação geral da metodologia proposta para os diversos tipos de veículos, em que é feito um estudo da variação dos componentes tarifários em função das condições da rodovia.

No último capítulo são apresentadas as principais conclusões e recomendações decorrentes da elaboração do presente trabalho.

1.5 - Limitações do trabalho

As principais limitações dos modelos adotados na metodologia proposta são a situação de fluxo livre na previsão da velocidade e a adoção de um único tipo de carga (fracionada) no cálculo dos custos administrativos e de terminais.

Quanto à metodologia proposta, sua maior limitação é a estrita dependência das informações das características do trecho analisado. Assim na falta de tais informações, essas características podem ficar dependente da subjetividade do decisor.

Uma outra limitação é referente à necessidade da atualização periódica das informações requeridas pelo modelo.

CAPÍTULO II

2 - REVISÃO DAS METODOLOGIAS

2.1 - Introdução

Este capítulo tem como objetivo abordar metodologias de tarifação e de quantificação dos custos de operação de veículos rodoviários de cargas. Assim será visto:

- Metodologia da Associação Nacional das Empresas de Transportes Rodoviário de Carga - NTC

- Metodologias para o Cálculo dos Custos Operacionais
 - Da Revista "Transporte Moderno"

 - Do Manual de Custos de Operação do DNER

 - Da Pesquisa do Inter-Relacionamento dos Custos Rodoviários - PICR

2.2 - Metodologia da Associação Nacional das Empresas de Transporte Rodoviário de Carga - NTC (17)

A NTC, que faz acompanhamento dos custos de operação de veículos rodoviários de carga desde 1975, procura enquadrar e analisar todas as parcelas que compõem a tarifa do transporte rodoviário de cargas.

2.2.1 - Componentes da Tarifa

O sistema tarifário da NTC divide a tarifa em três parcelas principais, a saber: frete-peso, frete-valor e taxas.

Como o presente trabalho aborda somente as operações de transferências, cuja característica é o transporte de mercadorias entre duas localidades, este será o enfoque sob o qual a metodologia da NTC será apresentada, não se aprofundando nas parcelas de custos correspondentes ao frete-valor e taxas.

2.2.1.1 - Frete-Peso

Frete-Peso é o nome que a NTC dá à parcela que visa ressarcir ao transportador pelo transporte do bem entre os pontos de origem e destino. O frete-peso tem a sua estrutura de formação baseada em três componentes, quais sejam os custos de transferência

(fixo e variável), os custos administrativos e de terminais, e a taxa de lucro.

Os custos de transferência correspondem ao consumo do transporte de cargas entre dois terminais, e está subdividido em custos fixos e custos variáveis.

Os custos fixos dizem respeito ao consumo de operação do veículo que não variam com a distância percorrida, isto é, continuam existindo mesmo com o veículo parado. Estes custos são expressos em cruzados por mês, e compreendem:

- Remuneração de Capital - adota-se, como remuneração do capital empatado, 13% ao ano sobre o valor do veículo novo completo, sendo 12% ao ano para remunerar o valor do veículo e 1% para remunerar o valor das peças de reposição
- Salário do motorista - valor resultante de pesquisa de mercado acrescido dos encargos sociais. Este último correspondem a 63,4% do valor pesquisado
- Salário de Oficina - despesa correspondente ao pessoal de manutenção do veículo acrescidas de encargos sociais (63,4% do valor correspondente ao pessoal de manutenção). Por hipótese admite-se que um mecânico tem capacidade de prover a manutenção mensal de dois veículos

- Reposição do Veículo - adota-se o método linear, o qual deprecia 80% do valor do veículo (sem pneus) em 72 meses, se o veículo base for equivalente a um Mercedes Benz 1113 truncado com furgão de alumínio, ou em 84 meses se for equivalente ao Scania T 112 MA 4 tracionando carreta de três eixos. Quanto às carrocerias e carretas deprecia-se 95% do seu valor em 54 meses ou 60 meses, no que se refere aos tipos de caminhões referenciados acima, respectivamente

- Licenciamento - engloba o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores - IPVA, que é calculado pela média entre os vários anos de vida do veículo, e o Seguro Obrigatório

- Seguro do Veículo (facultativo) - calculado de acordo com normas estabelecidas pelas companhias de seguros, onde considera-se o valor de referência do veículo e o valor de garantia multiplicado por coeficientes apropriados, acrescidos do custo da apólice e do Imposto sobre Operações Financeiras - IOF

- Seguro do Equipamento (facultativo) - idêntico ao item anterior mas calculado para o equipamento (acessórios do veículo)

- Seguro de Responsabilidade Civil (facultativo) - visa a cobertura de eventuais danos materiais e/ou pessoais causados a terceiros, inclui o custo de apólice e IOF

Os custos variáveis referem-se ao consumo do transporte que varia com a distância percorrida pelo veículo, ou seja, este custo inexistente caso o veículo permaneça parado. São expressos em cruzados por quilômetros, e são os seguintes:

- Peças, Acessórios e Material de Manutenção - admite-se que essa despesa mensal corresponda a 1% do valor do veículo completo e sem pneus
- Combustível - resulta de pesquisas da NTC para as condições médias de transporte com o veículo lotado
- Lubrificantes - considera-se a troca do óleo do carter, da caixa de câmbio e do diferencial nos moldes estabelecido pelo fabricante, quanto ao óleo de carter admite-se que existe a reposição de 1 litro de lubrificante a cada 1000 quilômetros
- Lavagem e graxas - admite-se uma lavagem e engraxamento a cada 4 000 quilômetros com preços pesquisados pela NTC em postos de atendimento
- Pneus e Recauchutagens - considera-se pneus convencionais com câmaras e protetores com vida útil, com uma re-

Quanto aos custos administrativos e de terminais a NTC rateia estes custos pelas toneladas movimentadas por mês. A justificativa é de que tais custos independem do percurso, não tendo nenhuma relação com a distância do transporte. Como o manuseio da mercadoria dentro dos terminais varia de acordo com o tipo de carga (uma carga fracionada, por exemplo, requer mais mão-de-obra do que carga tipo lotações) o valor de tais custos são elevados para cargas fracionadas, diluindo-se gradativamente a maneira que se evolui para despachos mais pesados.

Para se chegar ao custo por tonelada multiplica-se um valor médio das despesas administrativas e de terminais, pesquisado junto as empresas transportadoras e periodicamente atualizado, chamado média da NTC, por um coeficiente adimensional que reflete a ponderação de tais despesas, no cálculo tarifário. Assim, o coeficiente será maior que um para cargas fracionadas e menor que um para lotações.

No cálculo da média da NTC as despesas administrativas e de terminais estão subdivididas em duas grandes parcelas:

- A primeira é relativa aos salários e encargos sociais de pessoal não diretamente envolvido na operação dos veículos, por exemplo de escritório, diretores etc.
- A segunda refere-se a despesas diversas necessárias ao funcionamento da empresa, entre as quais podem ser cita-

dos: aluguel, impostos, materiais de escritório, depreciação de máquinas e equipamentos etc.

Sobre o somatório dos custos de transferência e dos custos administrativos e de terminais faz-se incidir uma margem de lucro de 12,49% ao ano, obtendo-se finalmente o frete-peso.

2.2.1.2 - Frete-Valor

O frete-valor, outro componente tarifário da metodologia da NTC, comumente chamado de "Ad-Valorem", é um elemento proporcional ao valor das mercadorias transportadas. Visa primordialmente, ressarcir o transportador dos riscos de sua atividade ligada ao tempo em que o bem fica em poder da empresa para que se efetue o transporte.

2.2.1.3 - Taxas

As taxas destinam-se à remuneração de serviços adicionais necessários à prestação do serviço e são cobrados quando estes são efetivamente prestados, variando em alguns casos, em função do peso transportado.

2.3 - Metodologia para o Cálculo dos Custos Operacionais

Várias metodologias são encontradas na literatura técnica para a determinação do custo operacional de veículos rodoviários. Destacam-se a metodologia da Revista "Transporte Moderno", do Manual de Operação do DNER e da Pesquisa do Inter-Relacionamento dos Custos Rodoviários - PICR

2.3.1 - Da Revista "Transporte Moderno" (19)

A revista "Transporte Moderno" - TM (19), fornece estimativas do custo operacional, através de modelos diretos de forma desagregada, por tipo específico de veículo de transporte de carga, sob condições normais de carregamento e operação.

Considera-se como despesas fixas, aquelas que independem da quilometragem rodada e são calculadas em bases mensais, a saber:

- Depreciação - a taxa de depreciação aplica-se sobre o veículo completo (veículo mais carroceria e mais adaptações necessárias) descontando o preço do jogo de pneus e câmeras. No caso de cavalos-mecânicos, considera-se que a unidade tratora trabalha com uma carreta. O coeficiente mensal de depreciação é calculado levando-se em conta

a perda efetiva do valor comercial do veículo após cinco anos de uso. Assim temos:

$$d = \frac{\left(1 - \frac{L}{P}\right)}{60} \quad (1)$$

P = valor do veículo novo em Cz\$

L = valor de revenda do veículo equivalente com cinco anos de idade em Cz\$

d = coeficiente de depreciação mensal

- Remuneração de Capital - as bases de cálculo do custo de oportunidade do capital são o preço do veículo ou composição, e um coeficiente de juros que leva em conta a vida útil, o valor residual e a taxa de remuneração esperada. Para calcular este coeficiente, basta aplicar a fórmula:

$$r = \frac{2 + (n+1) \cdot \left(\frac{L}{P} + 1\right)}{24 \cdot n} j \quad (2)$$

r = coeficiente mensal de remuneração de capital

n = vida útil do veículo (adotado 5 anos)

j = taxa de remuneração desejada (juros anuais de 18%)

- Salário do Motorista - embora na prática o salário do motorista seja semi-variável, algumas empresas pagam uma parte fixa e outra proporcional à produtividade, ao número de quilômetros rodados ou de viagens. Para simpli-

ficar os cálculos a TM inclui o salário de motorista entre os custos fixos, isto equivale a admitir um motorista para cada veículo e a limitar a validade das equações à quilometragem que um motorista possa desenvolver durante sua jornada de trabalho, as composições não incluem o salário do ajudante para carga e descarga, é considerado 64,7% de obrigações sociais sobre a folha de pagamento (quando calculado sobre as horas efetivamente trabalhadas, este índice pode superar 80%)

- Licenciamento - as despesas de licenciamento são calculadas a partir da média dos licenciamentos dos cinco últimos anos, através da tabela do Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores do Estado de São Paulo
- Seguros - admite-se, além do seguro obrigatório, o total (contra colisão, incêndio e roubo) com franquias mínimas, neste último caso a TM admite que a importância segurada seja igual ao valor ideal (preço do veículo novo), sobre o qual aplica-se o prêmio referência estabelecidos pelas seguradoras

Quanto às despesas variáveis, aquelas que são proporcionais à utilização do veículo e orçados por quilômetros percorridos, são as seguintes:

- Peças - os coeficientes calculados pela TM, depois de pesquisar os custos de mais de cinquenta empresas, re-

flete a relação entre as despesas com peças e material de oficina e o preço do veículo novo, trata-se da parcela mais imprecisa do cálculo

- Pessoal de Oficina - o coeficiente foi estabelecido a partir da relação média entre o número de veículo e número de funcionários da oficina, para cada categoria de caminhão, levando em conta os encargos sociais, o salário considerado resultou de pesquisa em dezenas de empresas, além de levar em conta a pesquisa salarial da NTC, e procurar refletir a média entre mecânicos, funileiros, meio oficial, pintores, eletricitas e lavadores, em São Paulo
- Pneus - o preço inclui câmara e uma recapagem, para caminhões e cavalos mecânicos de estrada, a vida útil é estimada em cerca de 60 000 km para os diagonais e 100000 km para os radiais, admite-se a ocorrência de amplas variações
- Combustível - os consumos adotados resultam de pesquisas junto aos frotistas
- Lubrificantes - os consumos foram estabelecidos a partir dos manuais dos fabricantes, levando-se em conta a capacidade de cada motor e a quilometragem recomendada pelos fabricantes

- Lavagem - para simplificar os cálculos a TM adota os preços cobrados por terceiros para uma lavagem completa com o motor, na cidade de São Paulo

- Administração - como se trata de um custo que admite amplas variações, TM não inclui a administração nos seus cálculos

As fontes dos dados para a estimativa desses custos diretos incluem, montadora de veículos, fabricantes de carrocerias e equipamentos rodoviários, CNP (Conselho Nacional do Petróleo), Irb e Susepe (Instituto de Resseguros do Brasil e Superintendência de Seguros Privados) respectivamente, índices nacionais de correção de salários, inflação, OTN (Obrigação do Tesouro Nacional).

As pesquisas de preços são feitas mensalmente junto aos fornecedores e as pesquisas dos coeficientes técnicos, como utilização mensal dos veículos, duração média dos pneus, entre outros, são realizadas dentro das próprias empresas de transportes.

2.3.2 - Do Manual de custos de Operação do DNER (5), (13)

A metodologia foi elaborada pelo Eng^o Fernando Luiz Cumplido Mac Dowell da Costa, em 1970, quando utilizou o conceito clássico de comprimento virtual em rodovia na determinação do custo operacional total.

2.3.2.1 - Itens do Custo Operacional

A metodologia considera o custo operacional total dividido em dois grupos: itens de consumo e itens estruturais.

Os itens de consumo são aqueles que ocorrem no transcurso da atividade de transporte, a saber:

- Combustível - o cálculo toma como base as curvas de desempenho do motor e as características técnicas do veículo fornecidas pelos fabricantes dos veículos, através de equações mecânicas e empíricas
- Óleos Lubrificantes - considera-se um consumo fixo, correspondentes à troca periódica dos óleos de carter, de caixa de mudança e do diferencial, de acordo com as quilometragens especificadas pelos fabricantes, e um consumo variável conforme a utilização do veículo, velocidade e carga, segundo as curvas de desempenho de cada veículo
- Lavagem e Lubrificação - segundo as prescrições dos fabricantes e os preços obtidos no mercado
- Manutenção - compõem-se do custo de reposição de peças e custo de mão-de-obra especializada, sendo seus cálculos baseados em dados provenientes de testes realizados no exterior, onde estabeleceu-se uma relação entre os custos de manutenção e de consumo de combustível, conforme

o tipo de veículo e o seu peso bruto, a participação porcentual entre os custos de reposição de peças e de mão-de-obra especializada é fornecida pelo estudo da "American Trucking Association, Inc.", "Cost and Characteristics of Maintaining Motor Freight Equipment" (13)

- Pneus - para a determinação da vida útil dos pneus são utilizados dados dos testes realizados pela Dunlop do Brasil, a sua vida útil já acrescida da margem correspondente a uma recauchutagem, é obtida em função da dimensão do pneu e da velocidade do veículo e corrigida pelos efeitos de sobre-carga, da temperatura, dos diferentes tipos de pavimentos e das curvas horizontais e verticais das rodovias

Os itens estruturais são aqueles pertencentes à estrutura administrativa e financeira da atividade de transporte, a saber:

- Salário de Motoristas e Ajudantes - considera-se um salário base acrescido dos encargos sociais
- Depreciação do Veículo - emprega-se o método de amortização linear com base nos dados de vida útil econômica e segundo o tipo de revestimento, considerando-se o valor residual do veículo, a quilometragem anual e as velocidades padrões dos veículos

- Juros do Capital - considera-se os Juros do capital empregado na aquisição do veículo, durante a sua vida econômica, e levando-se em conta o valor residual do veículo no final da vida útil
- Licenciamento e Seguro Obrigatório - segundo a legislação em vigor
- Administração e Eventuais - admite-se que seu custo representa 15% da soma dos demais itens do custo por quilômetro

2.3.2.2 - Método do Comprimento Virtual

A base teórica da metodologia é o método de cálculo do comprimento virtual. Como conceitos básicos do método, podem ser citados os seguintes:

- Rodovia Ideal - é aquela que se apresenta pavimentada em "boas" condições, em nível e tangente
- Comprimento Virtual - é uma extensão fictícia da rodovia ideal na qual os custos de operação de um veículo são iguais aos custos de operação deste mesmo veículo, no trecho real que se estuda

- Velocidade mais Econômica - é aquela para a qual o custo operacional é mínimo na rodovia
- Velocidade Ideal - é a velocidade mais econômica na rodovia ideal
- Custo Ideal - é aquele que corresponde à velocidade ideal
- Características Condicionantes - são fatores que, atuando direta ou indiretamente sobre o veículo, ou seu condutor, fazem com que ele percorra determinado trecho a uma velocidade mais econômica
- Fatores Virtuais - são valores que refletem relações entre os custos operacionais de um veículo em cada característica condicionante e o seu custo ideal
- Acréscimos Virtuais - são as extensões obtidas mediante a aplicação dos fatores virtuais aos quantitativos das características condicionantes existentes no trecho em análise

2.3.2.3 - Forma de Determinação dos Fatores Virtuais

Os fatores virtuais foram calculados para cada característica condicionante através da seguinte relação de custos:

$$FVi = \frac{CV}{CI} - 1 \quad (3)$$

Onde:

FVi = fator virtual correspondente à característica condicionante i

CV = custo operacional por quilômetro à velocidade mais econômica na característica condicionante i

CI = custo operacional ideal por quilômetro

Para velocidades diferentes das mais econômicas faz-se a correção com o acréscimo de um fator virtual devido à velocidade empregada:

$$FV' = \frac{CV' - CV}{CI} \quad (4)$$

Onde:

FV'i = fator virtual correspondente à correção devido à velocidade empregada na característica condicionante

CV' = custo operacional por quilômetro à velocidade empregada na característica i

$$\text{Logo, } FVi = FVi + FV'i = \frac{CV'}{CI} - 1 \quad (5)$$

onde FVi = fator virtual correspondente à característica condicionante i à velocidade empregada

Os fatores virtuais apresentados no Manual de Custo de Operação foram determinados considerando-se os custos de 1970.

2.3.2.4 - Cálculo do Comprimento Virtual da Rodovia

O comprimento virtual da rodovia é determinado da seguinte maneira:

$$LV = L + \sum_{i=1}^n \Delta Li \quad (6)$$

Onde:

LV = comprimento virtual

L = extensão real da rodovia

ΔLi = acréscimo virtual

2.3.2.5 - Sistemática para Cálculo do Custo Operacional Total

As etapas necessárias à determinação do custo operacional total pelo método do comprimento virtual são as seguintes:

- a) Calcula-se o valor de cada componente do custo operacional por quilômetro, na rodovia ideal, para cada tipo de veículo e fator de carga, a diversas velocidades

- b) Considera-se como valor ideal àquele cujo valor corresponde ao menor custo operacional resultante do somatório de todos os itens de custo. Este custo mínimo denominado custo ideal
- c) Toma-se a extensão do trecho a ser estudado e quantifica-se todas as características condicionantes ali existentes
- d) Calcula-se o custo operacional por quilômetro para cada característica condicionante e tipo de veículo com seu fator de carga a diversas velocidades
- e) Identificam-se as velocidades mais econômicas e os custos mais econômicos para cada característica condicionante
- f) Através de testes de campo ou expressões da mecânica, verificam-se as velocidades dos veículos em cada característica condicionante
- g) Utilizando-se os resultados obtidos para o cálculo dos custos ideais, dos custos mais econômicos em cada característica, e dos custos operacionais às velocidades reais, determinam-se os fatores virtuais para cada característica condicionante e para as correções de velocidade

- h) Com o cadastramento efetuado e com os valores virtuais obtidos, determinam-se os acréscimos virtuais às velocidades mais econômicas e às velocidades reais de percurso
- i) Com a extensão total do trecho e os acréscimos virtuais determina-se o comprimento virtual desse trecho
- j) Conhecidos o comprimento virtual e o custo ideal, o custo operacional é obtido pela multiplicação dos dois valores

2.3.3 - Da Pesquisa do Inter-Relacionamento das Custas Rodoviário-PICR (11)

O projeto da PICR resultou do convênio, firmado em janeiro de 1975, entre o Governo do Brasil e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Do lado do Governo do Brasil, o Ministério dos Transportes ficou responsável pelo projeto, cuja execução confiou ao Geipot e o DNER (IPR), do lado do PNUD, foi designado como organismo executor o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), usualmente conhecido como Banco Mundial.

A PICR desenvolveu métodos e modelos para minimizar o custo do transporte em rodovias brasileiras de baixo volume de tráfego,

pavimentadas e não pavimentadas. Proveu uma base de dados fundamentalmente nova para a avaliação dos benefícios e custos económicos de padrões alternativos de projeto e conservação de rodovias. Dessa forma, estabeleceu-se o inter-relacionamento entre os custos de construção, conservação e utilização de rodovias.

A PICR partiu de modelos e estudos anteriormente desenvolvidos pelo "Massachusetts Institute of Technology" e pelo "Transport and Road Research Laboratory", aperfeiçoando à especificação das inter-relações de custos em condições brasileiras. As informações básicas consistiram em dados fornecidos pelos usuários e pelas autoridades rodoviárias, em medições físicas e em experimentos com as principais variáveis controladas.

Tais medições se referem à irregularidade da via, a sua geometria vertical e horizontal, ao consumo de combustível, ao comportamento do tráfego e a carga do veículo.

Dentro das atividades da PICR, dois estudos são de grande importância para o custo operacional: levantamento de custos dos usuários e experimento de consumo de combustível.

O levantamento de custo dos usuários objetivou identificar as relações entre os vários componentes dos custos de operação do veículo e as variáveis que tenham relação com o projeto e a conservação da estrada, tais como irregularidade da superfície de rolamento e as geometrias vertical e horizontal. No estudo considerou-se apenas tráfego com baixo e médio volume. Baseou-se na cole-

ta e na análise dos dados sobre operação de veículos de empresas, de autônomos e de proprietários particulares. Como produto do trabalho chegou-se a equações finais resultantes da análise de regressões dos dados levantados, os quais são apresentados por componentes de custos e por classe de veículos, estas equações foram trabalhadas por Magalhães e Queiroz (14) visando condensar num único documento os procedimentos para estimar os custos de operação em função da rodovia.

Para o experimento de consumo de combustível a PICR determinou, através de veículos-testes adquiridos para a pesquisa, as relações entre o tipo de veículo, a sua velocidade de operação, a marcha considerada, as características das estradas (rampas, curvas e irregularidades da superfície) e seu peso bruto, na determinação do consumo de combustível e do tempo de viagem dos usuários, mediante experimentos controlados e observações do comportamento de veículos em estradas de características determinadas e identificadas com a malha rodoviária nacional. Como produto do trabalho chegou-se a equações finais capazes de explicar: o consumo de combustível de veículos em regime de velocidade constante em rampa, o consumo de combustível e regime de desaceleração de veículos em rampas positivas precedidas por rampas negativas de forte inclinação, a influência das curvas de pequeno raio no consumo de combustível dos veículos, o consumo de combustível em trechos longos para validação do modelo de tempo e combustível, o consumo de combustível de veículos de grande porte, o consumo de combustível de veículos em regime de aceleração e a influência da adição de álcool à gasolina.

2.3.3.1 - Estimativa dos Custos de Operação (14)

Para análise dos diversos componentes do custo operacional, os veículos foram agrupados em cinco classes, a saber: automóveis (comercial e particular), utilitários (gasolina e diesel), ônibus, caminhões médios (veículos de 2 ou 3 eixos) e caminhões pesados (cavalos mecânicos com ou sem reboque). Para cada uma das classes adotadas são representadas as equações que permitem estimar, em Cz\$/km, cada um dos componentes do custo operacional.

Como o presente trabalho objetiva a determinação da tarifa e para caminhões, este será o enfoque sob o qual esta estimativa de custo de operação será abordada, não se levando em conta as outras classes de veículos. Assim, são as seguintes as equações:

a) Consumo de Combustível

$$C(\text{CMED}) = \left\langle \frac{PC}{1000} \right\rangle . e^{(5,751 + 0,00108 \cdot QI)} \quad (7)$$

$$C(\text{CPES}) = \left\langle \frac{PC}{1000} \right\rangle . 559 \quad (8)$$

$$C(\text{CPES}) = \left\langle \frac{PC}{1000} \right\rangle . 737 \quad (9)$$

Onde: C() = consumo de combustível de caminhão médio e caminhão pesado

PC = preço de combustível em Cz\$/l

QI = quociente de irregularidade em contagens/km

Quadro 1 : Valores médios de irregularidade e geometria para varias condições das rodovias

=====

A. Níveis de QI (contagens/km) em função do estado da superfície de rolamento

Estado da Superfície	Pavimentada	Não Pavimentada
muito bom	$QI \leq 30$	$QI \leq 70$
bom	$30 < QI \leq 45$	$70 < QI \leq 100$
regular	$45 < QI \leq 70$	$100 < QI \leq 140$
ruim	$QI > 70$	$QI > 140$

B. Níveis de ADC (graus/km) em função da geometria horizontal da rodovia

Geometria	ADC
Pouco sinuosa	10 a 20
Muito sinuosa	70 a 90

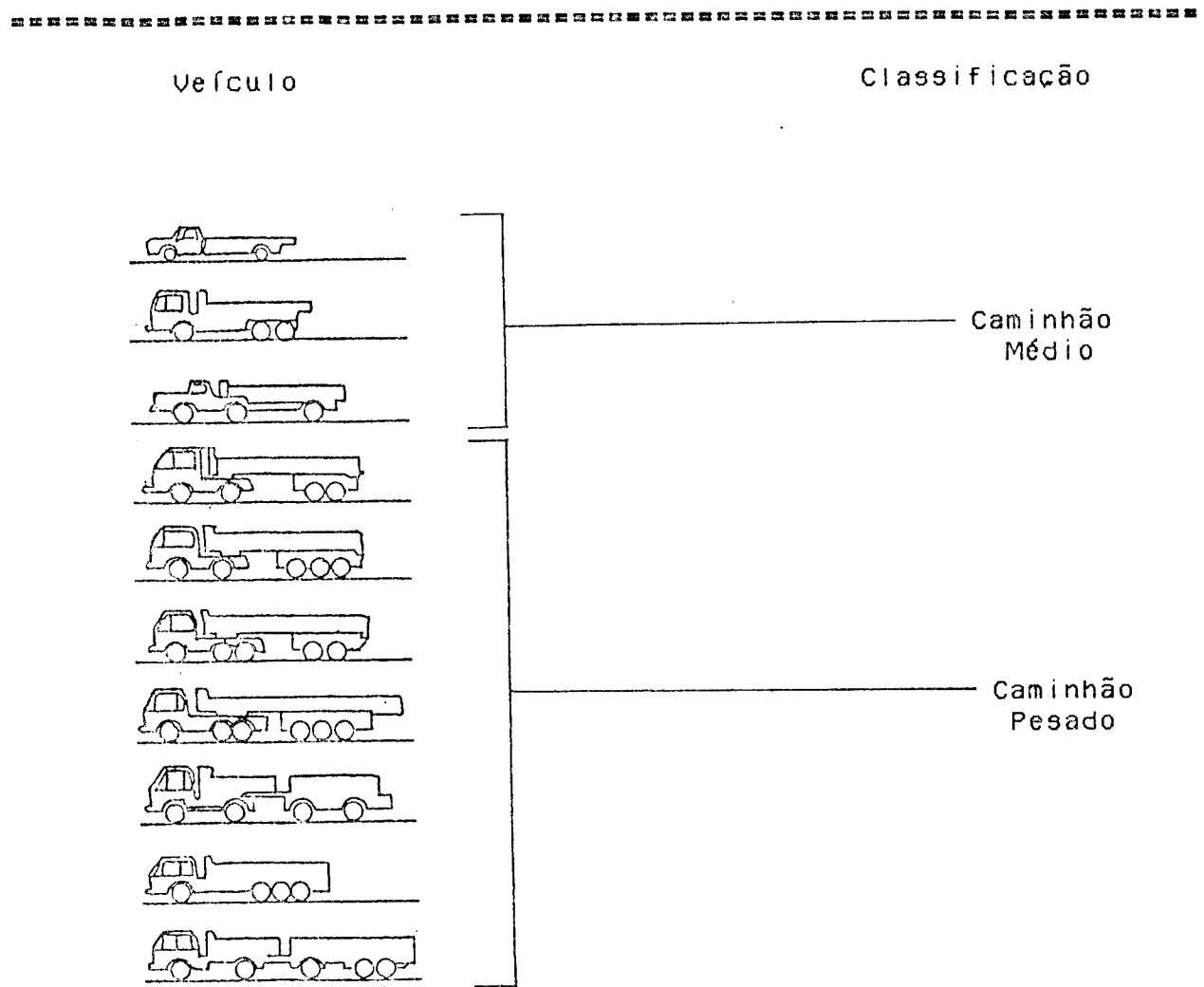
C. Níveis de RPF (metros/km) em função da geometria vertical da rodovia

Geometria	RPF
Plana	$RPF \leq 15$
Ondulada	$15 < RPF \leq 40$
Montanhosa	$30 < RPF \leq 45$

=====

Fonte : PICR (11)

Quadro 2 : Classificação dos Veículos pela PICR



Fonte : PICR (11)

ADC = grau médio de curvatura da rota em graus/km

RPF = soma das subidas mais descidas da rota em metros/km

b) Consumo de óleo Lubrificante do Motor

$$D(\text{CMED}) = \left\langle \frac{PO}{1000} \right\rangle . 4,11 \quad (10)$$

$$D(\text{CPES}) = \left\langle \frac{PO}{1000} \right\rangle . 5,00 \quad (11)$$

Onde: $D(\quad)$ = consumo de óleo lubrificante do motor do caminhão médio e o caminhão pesado

PO = preço do óleo lubrificante de motor em Cz\$/l

c) Consumo de Graxa

$$G(\text{CMED}) = \left\langle \frac{PG}{1000} \right\rangle . \langle 0,674 + 0,0066 . QI \rangle \quad (12)$$

$$G(\text{CPES}) = \left\langle \frac{PG}{1000} \right\rangle . \langle 1,011 + 0,0099 . QI \rangle \quad (13)$$

Onde: $G(\quad)$ = consumo de graxa de caminhão médio e caminhão pesado

PG = preço de graxa em Cz\$/kg

d) Consumo de Peças de Reposição

$$R(\text{CMED}) = \left\langle \frac{CP}{1000} \right\rangle . \left\langle \frac{K}{204} \right\rangle^{0,374} . Z4 \quad (14)$$

$$Z4 = 2865 - 2198 . T - 2560 . A2 + 105,17 . Q40 \quad (15)$$

$$R(\text{CPES}) = \left(\frac{\text{CP}}{1000} \right) \cdot (6402 + 105,17 \cdot \text{Q40}) \cdot \left(\frac{\text{K}}{204} \right)^{0,374} \quad (16)$$

Onde: R() = consumo de peças de reposição de caminhão médio e caminhão pesado

CP = fator de correção de preços (razão entre o preço atual do veículo novo e o preço do veículo novo em dezembro de 1981)

K = idade do veículo em milhares de quilômetros

T = 1 se o veículo for basculante

T = 2 nos demais casos

A2 = 1 se o veículo for rígido com dois eixos

A2 = 0 nos demais casos

Q40 = 40 ... se $\text{QI} \leq 40$

Q40 = QI ... se $\text{QI} > 40$

e) Consumo de Mão-de-Obra de Manutenção

Se o veículo for

$$\text{rígido com 2 eixos ... } M(\text{CMED}) = \left(\frac{\text{CS}}{1000} \right) \cdot e^{(3,431 + 0,519 \cdot \text{Z4})} \quad (17)$$

$$\text{rígido com 3 eixos ... } M(\text{CMED}) = \left(\frac{\text{CS}}{1000} \right) \cdot e^{(3,546 + 0,519 \cdot \text{Z4})} \quad (18)$$

$$\text{basculante } M(\text{CMED}) = \left(\frac{\text{CS}}{1000} \right) \cdot e^{(3,198 + 0,519 \cdot \text{Z4})} \quad (19)$$

$$\text{Z4} = \text{Ln} \left(\frac{R(\text{CPES})}{\frac{\text{CP}}{1000}} \right) \quad (20)$$

$$M(\text{CPES}) = \left(\frac{\text{CS}}{1000} \right) \cdot e^{(3,979 + 0,519 \cdot \text{Z4} + 1732)} \quad (21)$$

$$Z5 = \text{Ln} \left(\frac{R(\text{CPES})}{\text{CP}} \right) \quad (22)$$

1000

Onde: $M(\)$ = consumo de mão-de-obra de manutenção de caminhão médio e caminhão pesado

CS = fator de correção do salário mínimo (razão entre o salário mínimo atual e o salário mínimo em dezembro de 1981)

f) Consumo de Pneus

$$P(\text{CMED}) = N. \left(\frac{PP+PR}{Z.1000} \right) \quad (23)$$

$$P(\text{CPES}) = N. \left(\frac{PP+PR}{Z.1000} \right) \quad (24)$$

$$Z = 5,756.A + 6,004.B + 9,450.C - 0,00951.QI + Z5 \quad (25)$$

$$Z5 = -0,0424.RPF - 0,00127.ADC \quad (26)$$

Onde: $P(\)$ = consumo de pneus de caminhão médio e caminhão pesado

N = número de pneus do veículo

PP = preço do pneu novo em Cz\$/unidade

PR = preço de uma recauchutagem

$A = 1$ se o pneu for 900x20

$A = 0$ nos demais casos

$B = 1$ se o pneu for 1000x20

$B = 0$ nos demais casos

$C = 1$ se o pneu for 1100x20

$C = 0$ nos demais casos

g) Custo Médio de Depreciação

$$D = \frac{P \cdot (1 - VA)}{12 \cdot UM \cdot A} \quad (27)$$

Onde: D = custo médio de depreciação

P = Preço do veículo novo sem pneus

VA = valor de mercado do veículo com A anos de idade expresso em percentagem do preço do veículo novo

UM = utilização média mensal do veículo em quilômetros

A = idade do veículo em anos

g.1) Equações para estimar VA e UM de Caminhão Médio

$$VA = e^{(0,185 - 0,175 \cdot A)} \quad \dots \text{ se } A \leq 12 \text{ anos} \quad (28)$$

$$VA = 0,10 \quad \dots \text{ se } A > 12 \text{ anos} \quad (29)$$

$$UM = 1000 \cdot Z7 + 170 \cdot Z8 \quad (30)$$

$$Z7 = 11,143 - 0,352 \cdot QI + 0,00147 \cdot RL - 0,003 \cdot K \quad (31)$$

$$Z8 = 16,852 - 0,284 \cdot RPF - 11 - 0,164 \cdot CRV - 11 - 0,051 \cdot CRV - 12 \quad (32)$$

g.2) Equações para Estimar VA e UM de Caminhão Pesado

$$VA = e^{(-0,174 - 0,160 \cdot A)} \quad \dots \text{ se } A \leq 12 \text{ anos} \quad (33)$$

$$VA = 0,12 \quad \dots \text{ se } A > 12 \text{ anos} \quad (34)$$

$$UM = 1000.Z9 + 150.Z0 \quad (35)$$

$$Z9 = 11,266 - 0,0352.QI + 0,00147.RL - 0,003.K \quad (36)$$

$$Z0 = 16,852 - 0,284.RPF_{11} - 0,164.CRV_{11} - 0,051.CRV_{12} \quad (37)$$

$$UM \text{ mfn} = 2000 \text{ km/mês}$$

- Onde: K = idade do veículo em 1000 quilômetros
M = idade do veículo em meses (M < 120 meses)
RPF 11 = RPF ... se RPF < 27
RPF 11 = 27 ... se RPF ≥ 27
CRV 11 = ADC ... se ADC < 125
CRV 11 = 125 ... se ADC ≥ 125
CRV 12 = 0 ... se ADC < 125
CRV 12 = (adc-125) ... se ADC ≥ 125

h) Remuneração de Capital

$$J = \frac{PT.TD.S}{12.UM.A} \quad (38)$$

$$S = \sum_{i=1}^{i=A} v(i-1/2) \quad (39)$$

- Onde: J = custo médio dos juros até a idade A
PT = preço total do veículo inclusive pneus
TD = taxa de desconto em fração

A = idade do veículo em anos

$V (i-1/2)$ = valor de mercado do veículo com $(i-1/2)$ anos de idade (porcentagem com relação ao novo)

J) Custo de Administração

$$ADM = TA.SS \quad (40)$$

Onde: ADM = despesa com administração

TA = taxa de administração em porcentagem

SS = soma de todos os itens do custo de operação (exceto administração)

2.3.3.2 - Análise do Banco Mundial (21)

Esse recente estudo feito pelo Banco Mundial, que fez uso da extensa gama de dados colhidos pela PICR, fundamentou-se nos princípios mecânicos dos veículos e no comportamento do motorista ao dirigir, do qual resultaram modelos, que visam ser mais flexíveis e simples que os anteriores, para previsão de velocidade sob condições de fluxo livre e para estimativas dos principais componentes dos custos de transferência.

Considerando a existência de bases de dados ligados à realidade nacional, de enfoque mecânico do veículo e comportamental

do motorista, da flexibilidade e simplicidade dos modelos, e considerando também a intenção do Banco Mundial em aplicá-los nos países em desenvolvimento, esta análise será abordada mais detalhadamente, visando o cálculo de parcelas de custos de transferência.

CAPÍTULO III

3 - CUSTOS DE TRANSFERÊNCIA E CUSTOS ADMINISTRATIVOS E DE TERMINAIS

3.1 - Introdução

No Brasil, as metodologias utilizadas na determinação da tarifa não consideram a previsão da velocidade do veículo no trecho, as características geométricas da via e seu tipo de superfície, os aspectos mecânicos individuais dos veículos, o comportamento do motorista ao dirigir, os lay-outs dos terminais, nem, conseqüentemente, os custos associados a estes fatores.

De forma a considerar tais conceitos na determinação da tarifa, é abordado neste capítulo o estudo desenvolvido pelo Banco Mundial - HDM III (21), o qual foi baseado nos levantamentos realizados pela PICR, e a Dissertação de Mestrado desenvolvida por José Carlos de Faria Vieira - "Metodologia para o Cálculo de Custos no Transporte Rodoviário de Cargas e Implicações Tarifárias" (8).

3.2 - Modelo dos Custos de Transferência

3.2.1 - Introdução

O estudo desenvolvido pelo Banco Mundial, The Highway Design and Maintenance Standards Study HDM III (21), tem como objetivo proporcionar aos países em desenvolvimento um instrumento para o planejamento rodoviário, consolidado no princípio de minimização do custo total de transporte. Através deste princípio são considerados além dos custos de construção, também os de conservação e os de utilização (custos de transferência) da via ao longo de sua vida útil, podendo este último ser responsável por até 90% (21) dos custos totais. Daí a importância em se quantificar experimentalmente de que forma os custos de utilização são afetados pelas características da rodovia (geometria, irregularidade e tipo de pavimento).

Como o interesse do presente trabalho são os custos dos usuário, particularmente dos caminhões, este será o enfoque sob o qual o HDM III será abordado, não se levando em consideração a parte da metodologia referente a custos de construção e conservação, nem também a de custos de utilização das outras classes de veículos.

3.2.2 - Crêterios e Atributos Básicos

No cálculo dos custos de utiliza o os seguintes aspectos caracteriza o e nortearam o HDM III:

- desenvolvimento de modelos, sob condi es de de fluxo livre, para previsão de velocidade, estimativa de despesas com combustível, pneus, peças, mão-de-obra de manuten o, lubrificantes, s lrio de tripula o deprecia o e juros, em fun o das características físicas da rodovia, dos princípios mecânicos do veículo e do comportamento do motorista.
- considera o de praticamente todas as classes de veículos, ou seja, automóveis, utilitários, ônibus e caminhões de 6 a 40 toneladas de peso bruto.
- utiliza o de extensa base de dados coletados no Brasil pela PICR
- utiliza o dos modelos de custos de utiliza o em conjunto com outros desenvolvidos em diferentes estudos
- adaptabilidade destes modelos a uma nova região o país
- possibilidade de dispor o modelo na forma agregada
- capacidade de extrapola o tanto em rela o ao veículo quanto às características da via

Quanto aos atributos que afetam o custo de utilização de um veículo em uma rodovia, os mesmos são classificados em três grupos:

- atributos da via, os quais compreendem as características relevantes da geometria e da superfície, isto é, os alinhamentos vertical e horizontal, sua largura e irregularidade, bem como o tipo de revestimento (pavimentada e não pavimentada)
- atributos do veículo, os quais compreendem as características físicas e operacionais do veículo, isto é, o peso, a carga útil, a potência, o tipo de suspensão, e o número de horas operadas por ano
- atributos regionais, os quais compreendem as características econômicas, sociais, tecnológicas e institucionais da região, isto é, limite de velocidade, preço de combustível, preços relativos de novos veículo, peças e mão-de-obra, estágio de desenvolvimento tecnológico e atitude da população quanto aos critérios de segurança.

3.2.3 - Tipos de Modelos

Nos últimos 15 anos os esforços para o desenvolvimento de modelos para o cálculo dos custos de utilização dos veículos concentram-se em dois grupos: modelos agregados com correlação e mo-

delos micro-mecanísticos. Ambos possuem pontos positivos e pontos negativos, sendo que o HDM III procurou reuní-los num novo grupo, que passo a chamar-se agregado-mecanístico.

O grupo dos agregados com correlação caracteriza-se por necessitar de extensa base de dados, obtidos junto aos operadores de transporte e em experimento de campo através de veículos especialmente instrumentados. Os modelos são expressos em forma algébrica mais simples, não possuem rigorosa postulação teórica, sua extrapolação é problemática, da mesma forma que sua adaptação a uma nova região, e os coeficientes do modelo são de difícil interpretação física.

O grupo dos micro-mecanísticos caracteriza-se por necessitar de detalhadas informações sobre a geometria, dentro dos pequenos trechos homogêneos nos quais ela foi dividida, simulam o perfil de velocidade considerando os princípios mecânicos do veículo e o comportamento do motorista, com o perfil de velocidade pode se calcular insumos como combustível e pneus, constitui uma base para se desenvolver modelos de previsão de velocidade em regime de fluxo não livre, permitem a extrapolação bem como a transferência para outras regiões, o nível de detalhamento das informações sobre a via dificulta seu emprego.

O grupo dos agregados-mecanísticos surgiu então com o objetivo de reunir as vantagens dos outros dois, basicamente quanto à forma agregada, sensibilidade, capacidade de extrapolação e adaptação local. Nessa forma o HDM III desenvolveu modelos para previ-

ção de velocidade, consumo de combustível, consumo de pneus para ônibus e caminhões, para utilização do veículo (cálculo da depreciação e juros) e para quantificar os gastos com tripulação, para os demais itens que compõem os custos de utilização, peças e mão-de-obra de manutenção, e lubrificantes, adotou modelos agregados com correlação, fruto de análise econométricas efetuadas a partir do levantamento de informações junto aos usuários.

3.2.4 - Propriedades Básicas do Veículo

Dois tipos de veículos foram empregados na PICR: aqueles provenientes de uma amostragem entre os que circulam no país, e os que foram escolhidos e adquiridos para, devidamente instrumentados, servirem aos experimentos controlados sobre velocidade e combustível.

Quanto aos primeiros, objetivou-se colher informações em rotas pré-selecionadas e com auxílio dos usuários, de informações quanto a velocidade (uso de radar e cronômetro), consumo de combustível, pneus e utilização do veículo. Nos veículos dos experimentos pretendeu-se obter informações num nível mais acurado, quanto a velocidade e consumo de combustível, impossíveis de serem alcançados através dos usuários da via.

3.2.5 - Modelo para Previsão de Velocidade

Este modelo, tanto pelo seu aspecto inovador, quanto por ser básico para o cálculo dos custos de transferência, é provavelmente o mais importante daqueles incluso no HDM III. Baseia-se no conceito de velocidade em regime constante em cada trecho homogêneo.

Usando o conceito de velocidade limite, o modelo desenvolve, primeiramente, a relação de um grupo de velocidades de restrição com os parâmetros que refletem as características de geometria e condições de superfície de uma seção homogênea da rodovia. Estes parâmetros são:

- a rampa (GR) para representar o alinhamento vertical
- o raio de curvatura em metros (RC) e a superelevação (SP) expressa em fração, para representar o alinhamento horizontal
- o quociente de irregularidade (QI) para representar a irregularidade da via
- um parâmetro para incorporar os efeitos dos fatores subjetivos por natureza, tais como os de origem econômica, psicológica, de segurança e limites legais de velocidade

Usando-se os valores das velocidade de restrição para cada segmento da rodovia, pode-se chegar à previsão da velocidade em re-

gime constante. O modelo desenvolvido trata cada restrição como uma variável aleatória, e a velocidade e a velocidade de regime constante como um valor médio entre as velocidades em aclave e declive. A distribuição utilizada é a de Weibull.

Os dados usados na estimação dos parâmetros do modelo de velocidade foram obtidos das observações sobre a frota de veículos, através de radares instalados em trechos rodoviários típicos. Foram escolhidos mais de 200 desses trechos para cobrir uma gama de características rodoviárias com greide variando de -9% a +11%, curvatura com raio de 20 até 2000 m, e condições de superfície desde pavimentada muito boa, até não pavimentada bastante irregular. Cada veículo observado teve anotada a sua velocidade e sua classe, sendo feitas mais de 100 000 observações. Na elaboração do modelo foi usado o pacote para análise de regressão não linear do Sistema de Análise Estatística (SAS Institute, 1982)

As informações requeridas pelo modelo quanto à geometria e irregularidade devem ser da seguinte forma:

- o tipo de superfície deve ser constante (pavimentada ou não pavimentada)
- divide o trecho em dois, um rampa positiva média (>0) e outro com rampa negativa média (<0)
- necessita da porcentagem que esta em rampa positiva

- necessita de valores médios da irregularidade, curvatura horizontal, superelevação, largura da via e se possível a altitude.

Os procedimentos para se chegar a esses valores são mostrados no anexo A.

Na validação do modelo foram utilizados dados obtidos de observações em seis trechos rodoviários (dois pavimentados e quatro não pavimentados), com extensão variando entre dois e quatro quilômetros. Informações detalhadas sobre o alinhamento vertical e horizontal foram obtidos através de levantamentos topográficos, a irregularidade foi medida com o auxílio de um veículo equipado com Maymester, variando de pavimentada com baixa com baixa irregularidade a não pavimentada medianamente irregulares, o greide variou de 1 a 5% em média, o raio mínimo foi 100 m., as velocidades foram registradas através de cronômetro.

3.2.6 - Modelo para Consumo de Combustível

Os dados para estimação de consumo de combustível foram obtidos de um experimento envolvendo 11 veículos testes. Basicamente constou de corridas de 1 km, em ambas as direções, sobre 51 trechos-testes com inclinação constante, e sob diferentes níveis de carga. Destes trechos 36 eram pavimentados e 15 não pavimentados. Em cada corrida mantinha-se o veículo na mesma marcha e velocidade. As velocidades variaram de 10 a 120 km/h, com incremento de 10

km/h. Para cada veículo todas as marchas possíveis foram empregadas. Em cada corrida registrou-se o consumo e o tempo gasto no percurso. Em geral foram feitas seis réplicas de corrida para cada combinação de veículos, nível de carregamento, trecho, direção, velocidade e marcha, sendo computada a média do consumo de combustível, a potência transmitida às rodas motrizes e o número de rotações por minuto do motor. No total foram realizadas cerca de 60 000 corridas.

Através destes dados o HDM III encontrou uma forma para expressar o consumo de combustível, relacionando-o com a potência transmitida às rodas motrizes (positiva ou negativa) e o número de rotações por minuto do motor.

Os dados para calibração e validação este modelo foram obtidos em experimento de campo, envolvendo 9 veículos testes, em 5 trechos-testes de 10 km, em cada direção, vazio e carregado. Dois trechos eram pavimentados e três não pavimentados. O greide atingiu 9,3% e raio de curvatura 72 m. Durante o experimento os motoristas foram instruídos para dirigir de maneira natural, sendo anotados em cada corrida, e com espaçamento de 500 m, o consumo e tempo gasto. Seis corridas foram feitas para cada combinação de veículo, carga, trecho e direção, sendo anotados os valores médios.

Os dados empregados no desenvolvimento e na validação do modelo de consumo foram obtidos sob condições consideradas ideais, e a favor da eficiência no consumo, sendo que:

- os motoristas eram bem treinados e controlados
- os veículos eram relativamente novos e tinham excelente manutenção, particularmente quanto ao motor
- os experimentos foram conduzidos, geralmente, com a superfície seca
- os experimentos foram conduzidos com os motores aquecidos
- não foi considerado nos experimentos a interferência do tráfego

Nas predições feitas por este modelo os resultados ficaram abaixo daqueles levantados junto aos usuários da região (sob condições reais de operação). Para contornar essa deficiência foram desenvolvidos fatores de correção. Os veículos foram agrupados segundo o tipo de combustível, sendo os novos dados submetidos a análise de regressão. Pela inclinação das retas de regressão surgiram os valores de 1,15 para ônibus e caminhões.

3.2.7 - Modelo para Consumo de Pneus

Foram levantados detalhados dados sobre 2886 pneus, obtidos na pesquisa de custos dos usuários (PICR). Cada pneu teve sua história registrada, desde a primeira montagem, passando pelas várias

recapagens, até ser considerado imprestável. Foram registradas também, a distância percorrida em cada estágio, e as agregadas da rota.

Quanto às características das rotas do levantamento, trabalhou-se em larga faixa de irregularidade, da rodovia pavimentada suave ao rolamento para a não pavimentada muito irregular, com um alinhamento vertical moderadamente alto, com um greide máximo em torno de 5%, e com uma curvatura horizontal relativamente estreita, de 7 a 294 graus/km.

Através destes dados o HDM III desenvolveu um modelo para consumo de pneus, baseado na vida esperada da carcaça e no desgaste da banda de rodagem.

3.2.8 - Modelo para Manutenção, Depreciação, Juros e Utilização do Veículo

O HDM III não objetivou o desenvolvimento de modelos integrados para estas estimativas, e sim estudou os efeitos das características da via sobre os custos totais, o que permitiu estudá-los de forma separada.

Em virtude das limitações tanto no embasamento teórico, quanto em relação aos dados levantados, estas estimativas são ainda simplistas, quando comparadas com as estimativas de combustível e pneus.

3.2.8.1 - Modelo para Consumo de Peças

O consumo de peças foi considerado dependente da irregularidade da superfície e da idade média (em quilômetros) da classe a qual o veículo pertence, tendo essas causas efeito multiplicativo. Mantendo a idade constante, a relação entre peças e irregularidade pode ser expressa normalmente na forma exponencial, entretanto como a relação exponencial tende a aumentar a estimativa quando ocorrem altos valores de irregularidade, a forma linear é usada a partir de um determinado valor.

3.2.8.2 - Modelo para Mão-de-Obra de Manutenção

O HDM III relacionou a mão-de-obra de manutenção ao consumo de peças, e no caso de grandes ônibus a irregularidade da via onde o veículo trafega. O efeito da irregularidade, quando significativo, é combinado de forma multiplicativa com o consumo de peças.

3.2.8.3 - Modelo para Depreciação e Juros

No modelo desenvolvido pela HDM III, tanto a depreciação como os juros são afetados pelas características da rodovia, através da quilometragem anual percorrida pelo veículo.

3.2.8.4 - Modelo para Utilização do Veículo

Objetivando criar um procedimento de cálculo que apresente ao mesmo tempo confiabilidade e simplicidade quanto às informações necessárias, o HDM III desenvolveu um modelo assentado em três parâmetros, características de cada região, com a função de ajustar o modelo. Estes parâmetros são:

- elasticidade média de utilização do veículo (EVU), para representar a porcentagem de tempo que o veículo está em movimento, em relação ao total de tempo disponível ao uso, incluindo carga e descarga, parada para abastecimento e alimentação, espera para carregar, mas não incluindo as horas normalmente não trabalhadas
- média anual do número de horas dirigidas (HRD)
- previsão de velocidade média de viagem (ASPEED) para situação de baixo volume de tráfego

3.2.9 - Modelo para Mão-de-Obra de Tripulação

A metodologia considera o custo com tripulação (motorista e ajudante se for o caso) como custo variável, onde é computado somente o tempo que o veículo está em movimento.

3.2.10 - Modelo para Consumo de Lubrificantes

O HDM III desenvolveu para o consumo de lubrificantes uma expressão em função da irregularidade da via e do tipo de veículo.

3.3 - Modelo de Custos Administrativos e de Terminais

3.3.1 - Introdução

Na Dissertação de Mestrado de José Carlos de Faria Vieira - "Metodologia para o Cálculo de Custos no Transporte Rodoviário de Cargas e Implicações Tarifárias" (8) , é desenvolvida uma metodologia para determinação dos custos administrativos e de terminais, com ênfase na carga fracionada, tendo como sequência a definição de um terminal padrão, seu cálculo de capacidade, cálculo e rateio dos custos administrativos, cálculo dos custos de terminais e cálculo do custo do veículo parado.

3.3.2 - Definição de um Terminal Padrão

Para o cálculo dos custos administrativos e de terminais se fez necessário caracterizar um terminal dito padrão que teve como característica representar a produtividade média dos terminais existentes no tocante a lay-out, pessoal e equipamento, procurando assim compensar a grande diversidade encontrada na prática. Obje-

tivou também esse procedimento, sem desconsiderar as leis de mercado, punir a ineficiência e premiar aqueles que operam acima dos padrões médios.

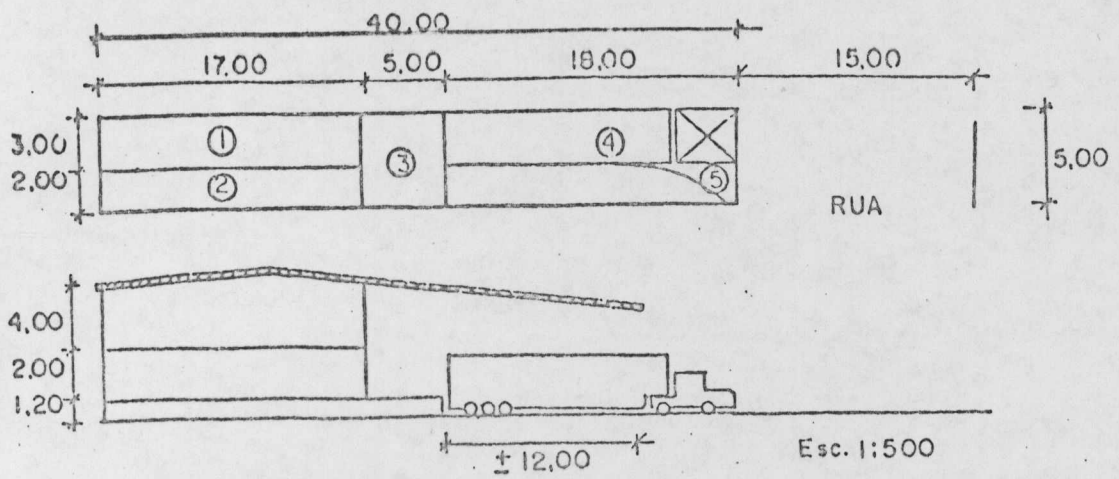
As características básicas do armazém do terminal padrão, conforme ilustrado na figura 1, para uma composição de oito módulos básicos unitários, são as seguintes:

- áreas para o veículo	5.18.8 = 720	m ²
..... para docas	3.5.8 = 200	m ²
..... para a carga	3.17.8 = 408	m ²
..... para circulação interna	2.17.8 = 272	m ²
..... total do módulo	5.40.8 = 1600	m ²

As demais instalações do terminal padrão serão caracterizadas mais adiante em função do armazém e das toneladas movimentadas. Este raciocínio permite que se enquadre qualquer terminal como um múltiplo ou submúltiplo deste definido como padrão.

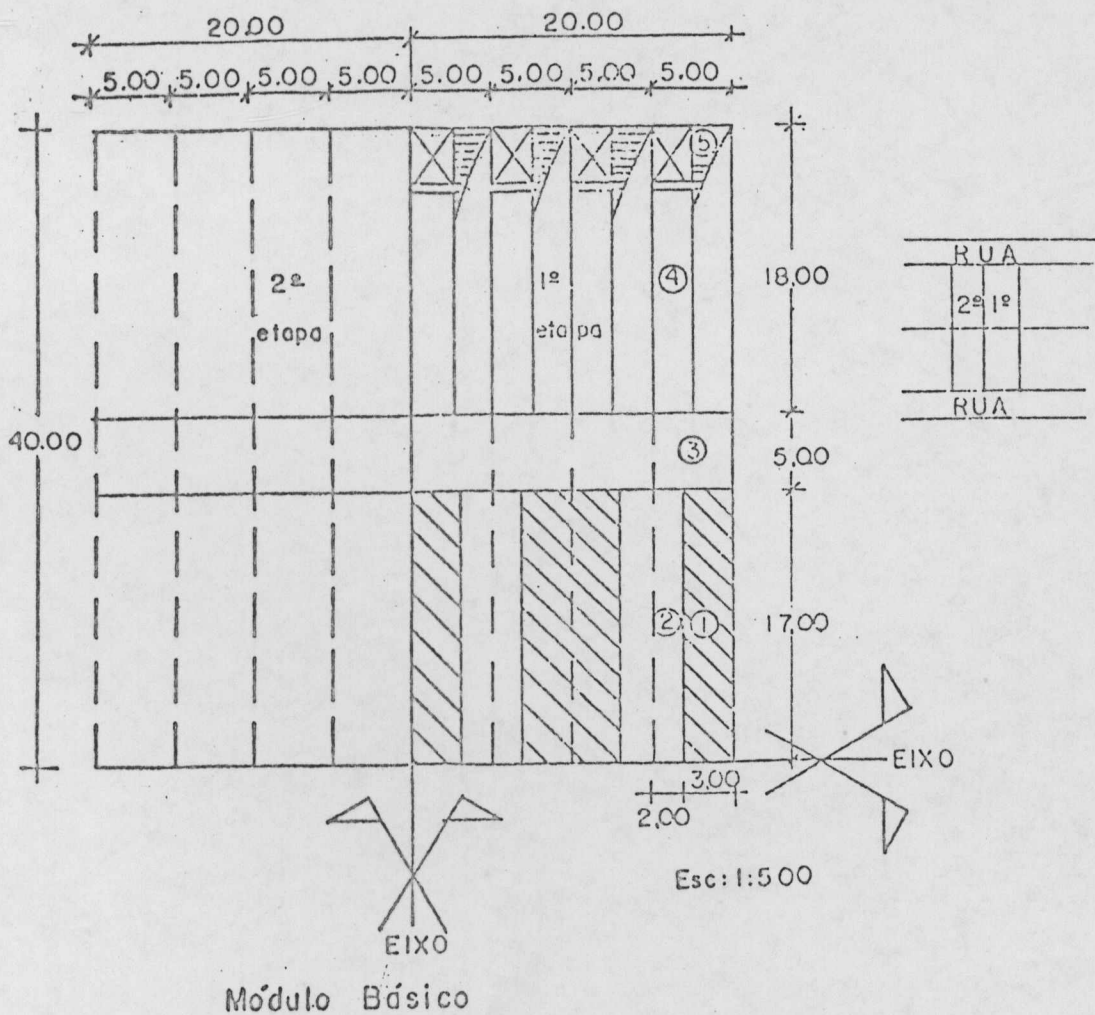
3.3.3 - Cálculo da Capacidade

O terminal é analisado através de fatores que restringem sua capacidade, e obedecendo ao fluxo considerado normal para a carga. Esse fluxo consistiu de recepção da carga, armazenamento e expedição. A capacidade do terminal é dada pela menor das capacidades em relação ao portão, docas e armazém.



Módulo Básico Unitário

- LEGENDA: ① área para a carga ④ área para o veículo
 ② circulação interna ⑤ giro do veículo
 ③ docas



Módulo Básico

Para maior compreensão dos conceitos acima consultar o Capítulo IV, da Dissertação de Mestrado de José Carlos de Faria Vieira.

3.3.4 - Cálculo dos Custos Administrativos

No cálculo dos custos administrativos e de terminais incluíram-se não só as despesas da administração da sede da transportadora, mas também outros itens que pela sua natureza tornaram difícil a separação entre o que é consumido nos terminais e o que é consumido pela administração geral.

3.3.5 - Cálculo dos Custos do Terminal Padrão

Além das despesas com o manuseio da carga do terminal, incluíram-se aqui também as despesas com a infraestrutura necessária ao apoio da frota.

As cargas que não vão aos terminis das empresas transportadoras, saindo e chegando diretamente dos terminais dos embarcadores e clientes, implicam também em custos.

3.3.6 - Cálculo do Custo do Terminal Reduzido

Considerado que o terminal definido como padrão pode representar uma gama enorme de outros terminais como um múltiplo ou submúltiplo, tornou-se necessário a definição de um terminal, que foi chamado de reduzido, para caracterizar o transbordo nos pequenos centros produtores.

Este terminal possui dois módulos básicos unitários, sendo um para carga e outro para descarga, prescinde de empilhadeira para manuseio da carga e de instalações como portão, oficinas, postos, estacionamentos (exceto o das docas) e circulação de veículos.

3.3.7 - Cálculo dos Custos Administrativos e de Terminais

Determinado com a hipótese de que o circuito normal da carga é ser coletada do depósito do cliente, ir a um primeiro terminal, viajar, chegar ao segundo terminal e ser entregue, e considerando que o transporte pode-se processar entre grandes centros produtores, ou entre pequenos centros produtores ou ainda entre um grande e um pequeno.

Adota-se que a metade do transporte rodoviário de cargas se processa entre um grande e um pequeno centro produtor, uma quarta parte se processa entre grandes centros produtores e o restante entre pequenos centros produtores.

3.3.8 - Cálculo do Custo do Veículo Parado

São despesas provenientes do tempo de espera (com fila) e atendimento nas docas, e do tempo consumido em manutenção do veículo.

3.3.9 - Estruturação do Terminal Padrão

A organização do terminal padrão, função do módulo definido no item 3.3.2, é a seguinte:

- armazém - instalações - estacionamento do veículo 720 m²
 - docas 200 m²
 - carga 408 m²
 - circulação interna 272 m²
 - escritório do armazém 100 m²
- equipamento - 1 empilhadeira de 2,5 ton. a gás liquefeito de petróleo
 - 4 traspaletes de 2,0 ton. hidráulico
- pessoal (organizado em dois turnos)... 43 funcionários
 - 2 operadores de empilhadeira
 - 8 arrumadores e 16 ajudantes
 - 8 ajudantes para movimentação de carga
 - 4 conferentes
 - 5 funcionários
- diversos - não se considera a existência de rack convencional (estrutura porta-paletes)

- portão - instalações - 10 m²
 - pessoal - 7 funcionários
 - 3 vigilantes em 3 turnos
 - 4 funcionários em 2 turnos para recepção e liberação de caminhões

- posto de abastecimento, lavagem e lubrificação e diversos
 - instalações - 300 m²
 - pessoal de diversos - 10 funcionários
 - 4 vigilantes em três turnos
 - 3 funcionários para serviços gerais (bombeiro, eletricista, etc.)

- rateio dos escritórios da sede da empresa
 - instalações - 75 m²
 - pessoal - 7 funcionários

- rateio das oficinas da empresa
 - instalações - 700 m²
 - pessoal - computado no cálculo dos custos de transferência do veículo

- estacionamento e circulação interna
 - área - 950 m² sendo 275 m² para os escritórios da empresa e 675 m² para o restante

- área do terreno 3635 m²

3.3.10 - Estruturação do Terminal Reduzido

O terminal reduzido está organizado da seguinte maneira:

- armazém - instalações - estacionamento do veículo 250 m²
 - docas 50 m²
 - carga 102 m²
 - circulação interna 68 m²
 - escritórios 30 m²
- equipamentos - 1 transpalete de 2,0 ton. hidráulico
- pessoal (organizado em 1 turno)
 - 2 funcionários de escritório
 - 1 conferente
 - 3 ajudantes
- área do terreno 500 m²

Em face da ampla fundamentação nas suas elaborações para estimar os custos de transferência e custos administrativos e de terminais, serão adotados estes modelos na elaboração da metodologia proposta.

CAPÍTULO IV

4 - METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 - Introdução

No presente capítulo apresenta-se a metodologia desenvolvida para cálculo tarifário, no tocante ao transporte rodoviário.

Essa metodologia permite estimar valores tarifários em função das condições da rodovia, através de equações e tabelas.

Para chegar a tais valores, a metodologia concebe uma estrutura tarifária constituída de alguns agrupamentos específicos:

- a) aqueles constituídos pelas parcelas correspondentes ao custo de transferência;
- b) aqueles constituídos pelas parcelas correspondentes aos custos administrativos e de operação do terminal; e
- c) aqueles constituídos pelas parcelas correspondentes à remuneração do capital investido.

O primeiro agrupamento, que representa a despesa de transporte entre dois terminais rodoviário de cargas, é baseado no recente estudo do HDM III, propondo contudo, estimativas para depreciação, lavagem e graxas, seguro obrigatório e imposto sobre a propriedade de veículos automotores.

O segundo agrupamento toma como referência o modelo apresentado no capítulo anterior excluindo contudo, valores de juros sobre instalações, equipamentos e terrenos, e custo do veículo parado.

Para o último agrupamento são propostas estimativas que remunerem o capital investido em bens necessários à exploração do negócio.

Finalmente, é proposta uma planilha de maneira a facilitar o cálculo desta estrutura tarifária.

4.2 - Etapas Preliminares

Para a determinação da tarifa, a quaisquer níveis, algumas etapas preliminares são necessárias, a saber: formulação do problema, levantamento de dados e a escolha do procedimento.

4.2.1 - Formulação do Problema

Nesta etapa são definidos os componentes tarifários a serem considerados, em função do problema a ser analisado.

Para um determinado tipo de registro de caminhão, autônomo por exemplo, os custos de transferência são de maior interesse, ao passo que para uma transportadora, todos os componentes são relevantes.

4.2.2 - Levantamento de Dados

Para a determinação da tarifa é necessário levantar todos os dados referentes às características do veículo, carga, característica da rodovia, preço unitário dos itens de consumo a serem analisados e a extensão da viagem a ser feita.

4.2.2.1 - Característica do Veículo

Os veículos rodoviários de carga foram agrupados em três tipos, em função do grau de homogeneidade: caminhão simples, caminhão duplo e caminhão semi-reboque

No decorrer do capítulo são apresentados a descrição de algumas características e a equivalência existente entre estes tipos de veículos.

4.2.2.2 - Cargas

A carga mencionada nos custos de transferência representa a capacidade de carga útil do veículo, enquanto que a mencionada nos custos administrativos e de terminais e na remuneração das instalações e equipamentos representa a carga transportada pelo veículo.

4.2.2.3 - Característica da Rodovia

Os principais dados referentes às características da rodovia são os relacionados com a geometria e a irregularidade da superfície.

A geometria da rodovia é quantificada através de cinco parâmetros: C, SP, PG, NG e LP.

C representa a geometria horizontal média em forma de ângulo central médio, expresso em grau por quilômetro.

SP representa a superelevação média, expressa em fração.

PG representa a rampa positiva média em termos da soma dos aclives, expressa em fração.

NG representa a rampa negativa média em termos da soma dos declives, expresso em fração.

LP representa a percentagem em rampa positiva, expressa em percentagem.

A irregularidade representa uma medida inversa da qualidade da superfície de rolamento, isto é, quanto maior a irregularidade de uma rodovia, pior é a qualidade de rolamento oferecida aos usuários. As medidas de irregularidade são expressas em termos do quociente de irregularidade QI, que tem como unidade contagens por quilômetro.

No anexo A é apresentado o procedimento para calcular estas características. Na falta de qualquer uma destas informações é possível usar como recurso extremo os valores médios definidores destas características encontrados nos itens 4.5.1 e 4.5.2

4.2.2.4 - Preços de Mercado

Para o cálculo dos custos dos componentes, é necessário pesquisar os preços de mercado dos itens de consumo, como: combustível, óleo lubrificante, pneus, além de levantar os valores manetários do veículo novo, salário mínimo, OTN, seguro, lavagem e taxas de oportunidade de capital, entre outros.

4.2.2.5 - Extensão da Viagem

A extensão total da viagem é o percurso, em quilômetros, realizado pelo veículo no transporte de um determinado carregamento, que vai, da porta do depósito, ou local de carregamento final da carga, até o local de destino subsequente.

4.2.3 - Escolha do Procedimento

A escolha do procedimento a ser adotado pelo planejador no cálculo tarifário dependerá de alguns aspectos entre os quais, citam-se: recursos existentes, precisão desejada, rapidez e oportunidade e grau de conhecimentos, definidores das características da rodovia.

4.3 - Considerações Regionais

Certas peculiaridades dos veículos serão abordadas e propostas, procurando ajustá-las à realidade observada em Santa Catarina.

Dentre tais valores, particular atenção foi dispensada para os itens relacionados a seguir:

- seleção dos veículos representativos;
- valor residual dos veículos;

- vida útil dos veículos, e
- composição etária da frota.

4.3.1 - Seleção do Veículo Representativo por Classe

A seleção do veículo representativo para cada classe foi feita a partir da pesquisa elaborada pelo Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico de Transporte - NDTT/UFSC - "Pesquisa de Fluxos de Cargas no Estado de Santa Catarina" (16). Assim temos, para os veículos analisados na figura 2, os seguintes resultados:

Composição da Frota de Caminhões Simples (tipo único)

código 1	100,00 %
----------	-------	----------

Composição da Frota de Caminhões Duplo

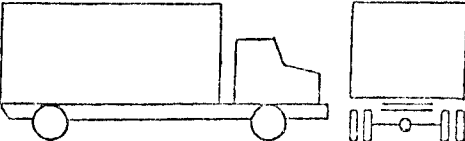
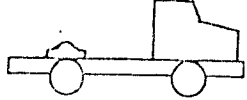
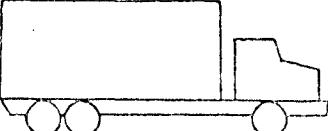
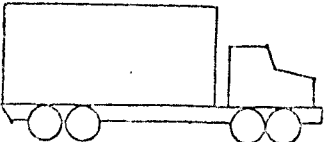
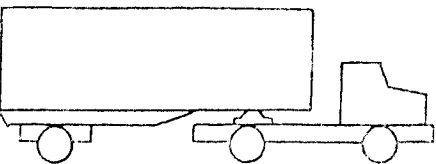
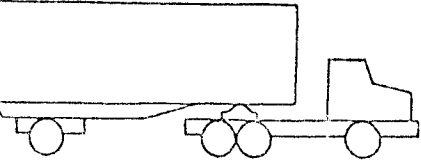
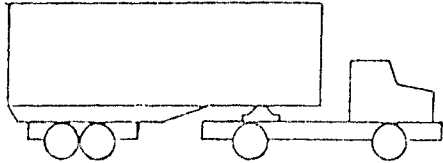
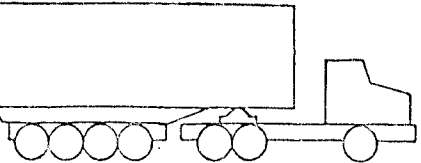
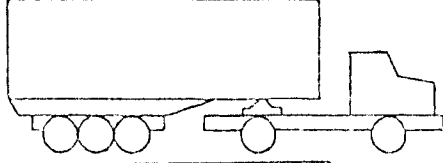
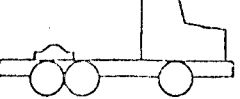
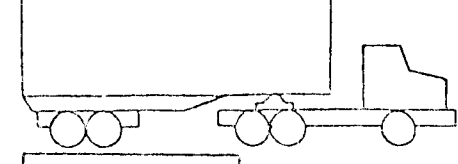
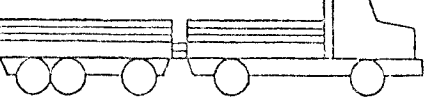
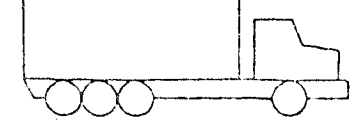
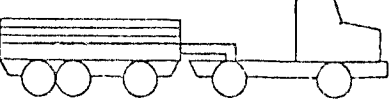
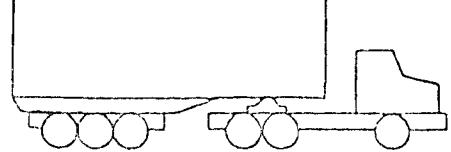

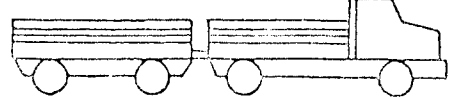
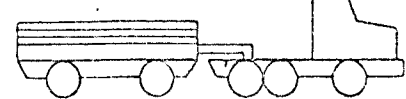
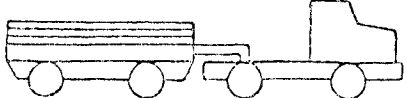
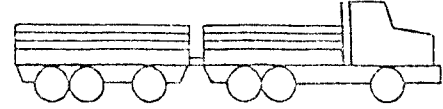
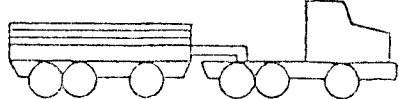
código 2	99,90 %
demais	0,10 %

Composição da Frota de Caminhões Semi-Reboque

código 5	75,32 %
demais	24,68 %

Figura 2 : Tipos de Caminhões Analisados

Classificação agregada: caminhão simples = 1,
 caminhão duplo = 2,7 e 12,
 caminhão semi-reboque e reboque = os demais

Código	Tipo de caminhão	Código	Tipo de caminhão
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		16	
8		17	
9		17	
9		18	
		18	

Diante do exposto, selecionou-se um veículo representativo para cada classe, correspondente aos códigos 1 (caminhão simples), 2 (caminhão duplo) e 5 (caminhão semi-reboque), para efeito de adoção dos parâmetros básicos e desenvolvimento da metodologia de cálculo.

A marca do veículo será conforme aquele adotado pelo Banco Mundial - HDM III (21)

Na definição do terminal padrão adotou-se também estes três tipos de veículos como sendo os mais representativos para cada classe.

4.3.2 - Valor Residual dos Veículos Representativos

O valor residual dos veículos representativos será definido a partir do trabalho de Magalhães e Queiroz (14) que se baseia no levantamento dos custos dos usuários da PICR para chegar às seguintes equações finais:

Caminhão Simples

$$\text{ou Duplo} \quad \text{Se } A \leq 12 \text{ anos} \dots VR = e^{(-0,185-0,175.A)} \quad (41)$$

$$\text{Se } A > 12 \text{ anos} \dots VR = 0,10 \quad (42)$$

$$\text{Caminhão Semi-Reboque Se } A \leq 12 \text{ anos ... VR} = e^{(-0,174-0,160.A)} \quad (43)$$

$$\text{Se } A > 12 \text{ anos ... VR} = 0,12 \quad (44)$$

A = idade do veículo em anos

Das equações apresentadas acima, nota-se que o valor residual dos veículos corresponde a 10% para caminhões simples e duplos e 12% para caminhões semi-reboque, sendo este valor atingido a partir do 12º ano de utilização, quando o valor do veículo é confundido com o valor dos componentes, para ser desmontado, ou, como comumente é conhecido, torna-se "sucata", passando a ser comercializado como "ferro velho".

4.3.3 - Vida Útil dos Veículos Representativos

Conforme exposto no ítem anterior, o trabalho de Magalhães e Queiroz define os veículos, com mais de 12 anos de uso, como "sucata", sujeito, portanto, a comercialização em partes componentes.

Entende-se que tal situação configura que, em algum momento anterior, o empresário conclui que sua capacidade de produção, economicamente viável, está exaurida.

No momento, vem sendo estabelecida, uma vida útil de 6 anos para os caminhões simples e duplo, e de 7 anos para os semi-reboque (18).

No entanto essa condição não reflete a situação existente em Santa Catarina (16), tanto que as idades médias da frota que opera na região, correspondente aos caminhões simples, duplo e semi-reboque são de 8.66, 9.20 e 6.83 anos, respectivamente, valores estes superiores àqueles pré-estabelecidos.

Diante do exposto, propõe-se a fixação da vida útil dos veículos representativos em 12 anos, valor este que poderá ser reduzido, mediante uma paulatina renovação da frota.

4.3.4 - Composição Etária da Frota

Pode-se observar, nos quadros 3 a 5, que a situação atual da frota catarinense foge bastante da composição ideal, representada pela distribuição equitativa dos veículos, em cada um dos segmentos de idade de 0 a 12 anos, com ligeiro incremento nos segmentos iniciais em detrimento dos finais.

Apesar da distorção existente propõe-se a adoção da composição ideal, uma vez que, tal procedimento, estabelece uma política de incentivo que deverá conduzir a uma paulatina renovação da frota, o que, desde já, seria benéfico, em termos de se propiciar, a médio prazo uma redução da idade média dos veículos com consequente reflexo em sua produtividade.

Quadro 3 : Composição da Frota de Caminhões Simples, segundo a idade

Idade (anos)	%
0 a 1	8,78
1 a 2	6,47
2 a 3	4,65
3 a 4	4,06
4 a 5	5,43
5 a 6	7,00
6 a 7	8,59
7 a 8	9,43
8 a 9	7,94
9 a 10	6,43
10 a 11	5,26
11 a 12	5,38
mais de 12	20,58
total	100,00

Fonte: NDTT (16)

Quadro 4 : Composição da Frota de Caminhões Duplo, segundo a idade

Idade (anos)	%
0 a 1	5,93
1 a 2	5,28
2 a 3	3,52
3 a 4	2,86
4 a 5	3,85
5 a 6	6,22
6 a 7	10,61
7 a 8	8,39
8 a 9	9,01
9 a 10	6,91
10 a 11	7,14
11 a 12	7,40
mais de 12	23,28
total	100,00

Fonte : NDTT (16)

Quadro 5 : Composição da Frota de Caminhões Semi-Reboque, segundo a idade

Idade (anos)	%
0 a 1	13,70
1 a 2	8,26
2 a 3	9,02
3 a 4	6,47
4 a 5	6,64
5 a 6	8,26
6 a 7	9,62
7 a 8	4,00
8 a 9	4,85
9 a 10	7,57
10 a 11	7,07
11 a 12	3,49
mais de 12	11,06
total	100,00

Fonte: NDTT (16)

A proposição passa a ter significado a partir do momento em que, como se verá adiante, a composição etária da frota, tem substancial peso na fixação do componente tarifário, correspondente à depreciação.

Analogamente esta proposição será considerada na abordagem das instalações e equipamentos da administração e terminais devido à falta de informações.

4.4 - Definição dos Componentes Tarifários

Anteriormente já foi analisado a concepção da estrutura tarifária à luz da constituição de alguns agrupamentos específicos, englobando as seguintes parcelas:

a) parcela correspondentes ao custo de transferência:

- combustível;
- pneus;
- peças;
- mão-de-obra de manutenção;
- depreciação dos veículos;
- mão-de-obra de tripulação;
- lubrificantes;
- lavagem e graxas;
- seguro obrigatório, e
- impostos sobre a propriedade de veículos automotores

b) parcela correspondentes ao custo administrativo e de operação do terminal:

- administração,
- terminal padrão, e
- terminal reduzido

c) parcela correspondente à remuneração do capital investido em:

- veículos,
- instalações, e
- equipamentos.

A partir deste momento proceder-se-á a abordagem de cada um dos agrupamentos referidos, especificando-se o procedimento a ser adotado, para a obtenção de cada uma de suas parcelas componentes.

4.4.1 - Custos de Transferência

Entende-se por custo de transferência à despesa de transporte de carga entre dois terminais, ou seja, são os custos que estão diretamente ligados ao processo de deslocamento do veículo para a transferência das mercadorias transportadas (18).

Os juros sobre o valor do veículo, apresentados pelo HDM III como custos de transferência, não serão considerados no nosso mo-

dele como tais, propondo assim uma maneira diferente de abordá-lo tanto no seu cálculo como na sua alocação na tarifa.

No cálculo da maioria das parcelas do custo de transferência se faz necessário, primeiramente, a determinação da previsão da velocidade e da utilização do veículo, assim temos:

A) Previsão da Velocidade

O cálculo para previsão da velocidade segue o roteiro abaixo:

- Resistência ao Rolamento (adimensional)

$$CR = 0,0139 + 0,0000198 \cdot QI \quad (45)$$

QI = quociente de irregularidade

- Densidade do Ar na Região, em kg/m

$$RHO = 1,225 \cdot \left[1 - 2,26 \cdot \frac{ALT}{100000} \right]^{4,225} \quad (46)$$

RHO = 1,225 valor default (21)

ALT = altitude média em relação do nível do mar

- Massa do veículo, em kg

$$M = TARE + LOAD \quad (47)$$

Quadro 6 - Classe de veículo e suas Características

Característica	Classe de veículo	Caminhão médio (simples)	Caminhão pesado (duplo)	Caminhão articulado (s.reboque)
Marca e Modelo do veículo representativo		Mercedes Benz 1113 2 eixos	Mercedes Benz 1113 3 eixos	Scania 110/39
Peso (kg)				
Tara (TARE)		5400	6600	14730
Carga útil (LOAD)		6800	12300	22900
Quilometragem Média Rodada por Ano (AKMo)		62712	86205	108404
Potência (SAE) Máxima disponível (HPDRIVE)		100	100	210
Máxima Capacidade de frenagem (HPBRAKE)		250	250	500
Velocidade desejada (VDESIR) m/s				
Rodovia Pavimentada		24.7	24.7	23.4
Rodovia não pavimentada		20	20	13.8
RPM				
Calibrada (CRPM)		2000	2000	1600
Máxima estimada (MRPM)		2800	2800	2200
Coefficiente de arrasto aerodinâmico (CD)		0.85	0.85	0.63
Área frontal projetada (AR) m ²		5.20	5.20	5.75
Pneus				
Número (NT)		6	10	18
Diâmetro nominal (mm)		1000	1000	1100
Volume de borracha disponível ao uso (VOL) dm ³		7.60	7.30	8.39

Fonte : Banco Mundial (21), NDTT (16) e GEIPOT (10)

TARE = tara do veículo, obtido no quadro 6

LOAD = carga útil, obtido no quadro 6

- Maior Velocidade Possível em Aclive, Baseada no Alinhamento Vertical e na Potência do Motor, V_{DRIVEu} , em m/s

$$A = 0,5.RHO.CD.AR \quad (48)$$

$$b = HP_{DRIVE} \frac{736}{2.A} \quad (49)$$

$$D1 = b + M.g. \frac{CR+PG}{3.A} \quad (50)$$

$$d1 = \sqrt{D1} \quad (51)$$

$$V_{DRIVEu} = \sqrt[3]{d1+b} - \sqrt[3]{d1-b} \quad (52)$$

onde $g = 9,81 \text{ m/s}$

A, b, D1, d1 = cálculos intermediários

CD = coeficiente de arrasto aerodinâmico, obtido no quadro 6

HP_{DRIVE} = potência máxima disponível, obtida no quadro 6

PG = rampa positiva média

- Maior Velocidade Admissível em Aclive, Baseada no Alinhamento Vertical E na Potência do Motor, V_{DRIVED} , em m/s

$$C2 = M.g \frac{CR-NG}{3.A} \quad (53)$$

$$D2 = b+C2 \quad (54)$$

$$\text{Se } D2 > 0 \quad \dots \quad d2 = \sqrt{D2} \quad (55)$$

$$VDRIVED = \sqrt[9]{d2+b} - \sqrt[9]{d2-b} \quad (56)$$

$$\text{Se } D2 \leq 0 \quad \dots \quad r = 2 \cdot \sqrt{-C2} \quad (57)$$

$$Z = \frac{1}{3 \cdot \arccos\left(-\frac{2 \cdot b}{C2 \cdot r}\right)} \quad Z \text{ em radianos} \quad (58)$$

$$V1 = r \cdot \cos(Z) \quad (59)$$

$$V2 = r \cdot \cos\left(Z + \frac{2 \cdot \pi}{3}\right) \quad (60)$$

$$V3 = r \cdot \cos\left(Z + \frac{4 \cdot \pi}{3}\right) \quad (61)$$

$$VDRIVED = \text{máx} (V1, V2, V3) \quad (62)$$

NG = rampa negativa média

- Limite de Velocidade, Baseado no Alinhamento Vertical e na Capacidade de Frenagem do Veículo, VBRAKE, em m/s

$$\text{Se } CR-NG \geq 0 \quad \dots \quad VBRAKE = \infty \quad (63)$$

$$CR-NG < 0 \quad \dots \quad VBRAKE = - \frac{HPBRAKE \cdot 736}{M \cdot g \cdot (CR-NG)} \quad (64)$$

HPBRAKE = máxima capacidade de frenagem, obtido no quadro 6

- Limite de Velocidade Determinado pela Curvatura da Rodovia, V_{CURVE}, em m/s

Se C for igual a zero ou muito pequeno, V_{CURVE} = ∞

$$RC = \frac{180000}{\pi \cdot C} \quad (65)$$

$$FRATIO = \text{máx} \{0,02, FRATIO_0 - FRATIO_1 \cdot \text{LOAD}\} \quad (66)$$

$$V_{CURVE} = \sqrt{(FRATIO + SP) \cdot g \cdot RC} \quad (67)$$

C = curvatura horizontal média

RC = raio de curvatura

FRATIO = razão de fricção máxima percebida

FRATIO₀ e FRATIO₁ = parâmetros dependentes do veículo e da superfície da via, obtidos no quadro 7

SP = superelevação média

- Limite de Velocidade, Baseada na Irregularidade da Via, V_{ROUGH}, em m/s

$$V_{ROUGH} = \frac{ARUMAX}{0,0882 \cdot QI} \quad (68)$$

ARUMAX = máxima velocidade média admissível retificada do movimento da suspensão do veículo tipo Opala, equipado com o Maysmeter (medidor de irregularidade da via), em mm/s, obtido no quadro 7.

Quadro 7 : Parâmetros para Previsão de Velocidade

Parâmetro	Classe de veículo	Caminhão Médio/pesado (simples/duplo)	Caminhão articulado (s.reboque)
FRATIOo	Rodovias Pavimentadas	0.292	0.179
	Rodovias não Pavimentadas	0.087	0.04
FRATIO1	Rodovias Pavimentadas	0.094x10	0.023x10
	Rodovias não Pavimentadas	0	0
ARVMAX		177.7	130.9
EW	Rodovias Pavimentadas	0.91	0.91
	Rodovias não Pavimentadas	1.77	1.77
β		0.310	0.244
σ^2		0.0627	0.0724

Fonte : Banco Mundial (21)

- Velocidade Desejada na Ausência das Outras Restrições (Rampa, Curva, Frenagem, Irregularidade), $VDESIR'$, em m/s, Baseada em Considerações de Ordem Psicológicas, Econômicas, de Seguranças, etc.

$$\text{Se } WIDTH \geq 5m \dots\dots VDESIR' = VDESIR \quad (69)$$

$$\text{Se } WIDTH < 5m \dots\dots VDESIR' = VDESIR - BW \cdot (5 - WIDTH) \quad (70)$$

$VDESIR$ = velocidade desejada, obtido no quadro 6

$WIDTH$ = largura da via em metros, valor default é 7,00 m (11)

BW = influência do efeito da largura da via na redução da velocidade, obtido no quadro 7

- Limite Probabilístico de Velocidade em Aclive, $VSSu$, em m/s

$$VSSu = \frac{e^{(0,5 \cdot \sigma^2)}}{\left[\left(\frac{1}{VDRIVEu} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VBRAKE} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VCURVE} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VROUGH} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VDESIR'} \right)^{1/\beta} \right]^\beta} \quad (71)$$

β = coeficiente que determina a forma assumida pela distribuição de Weibull, obtido no quadro 7

σ^2 = variância, obtida no quadro 7

- Limite Probabilístico de Velocidade em Declive, $VSSd$, em m/s

$$VSSd = \frac{e^{(0,5 \cdot \sigma^2)}}{\left[\left(\frac{1}{VDRIVED} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VBRAKE} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VCURVE} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VROUGH} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{1}{VDESIR'} \right)^{1/\beta} \right]^\beta} \quad (72)$$

- Previsão Média de Velocidade, ASPEED, em k/h, para a Viagem

$$ASPEED = \frac{3,6}{\frac{LP}{VSSu} + \frac{1-LP}{VSSd}} \quad (73)$$

LP = percentagem em rampa positiva

B) Utilização do Veículo

Para obter a utilização anual do veículo, basta aplicar a seguinte fórmula:

$$AKM = \left(\frac{1-EVUo}{AKMo} + \frac{EVUo}{HRDo \cdot ASPEED} \right)^{-1} \quad (74)$$

AKM = utilização anual do veículo, em km/ano

EVU = elasticidade média de utilização, o valor default é 0,85 (21)

HRD = média anual do número de horas dirigidas, o valor default é 1624 h/ano (10)

AKMo = média anual de utilização do veículo, em km/ano, obtido no quadro 7

4.4.1.1 - Combustível

As fórmulas para previsão de consumo de combustível, considerando-se dois subtrechos, um em aclave e outro em declive, seguem o seguinte roteiro abaixo:

- Cálculo das Resistências Gravitacionais em Newtons

$$\text{ativo} \dots GF = M.g.PG \quad (75)$$

$$\text{declive} \dots GF = M.g.NG \quad (76)$$

- Cálculo da Resistência ao Rolamento em Newtons

$$\text{ativo e declive} \dots RR = M.g.CR \quad (77)$$

- Cálculo da Resistência do Ar em Newtons

$$\text{ativo} \dots AFu = 0,5.RHO.CD.AR.(VSSu)^2 \quad (78)$$

$$\text{declive} \dots AFd = 0,5.RHO.CD.AR.(VSSd)^2 \quad (79)$$

- Cálculo das Forças que Impelem o Veículo, em Newtons

$$\text{ativo} \dots DFu = GFu+RR+AFu \quad (80)$$

$$\text{declive} \dots DFd = GFd+RR+AFd \quad (81)$$

- Cálculo da Potência do Veículo em hp

$$\text{ativo} \dots HPU = DFu \cdot \frac{VSSu}{736} \quad (82)$$

$$\text{declive} \dots HPd = DFd \cdot \frac{VSSd}{736} \quad (83)$$

- Cálculo do Consumo Unitário de Combustível em Aclive, UFCu, em ml/s

$$UFCd = (a_0 + a_1 \cdot CRPM + a_2 \cdot CRPM^2 + a_3 \cdot HPu + a_4 \cdot HPu \cdot CRPM + a_5 \cdot HPu^2) \cdot 10^{-5} \quad (84)$$

CRPM = obtido no quadro 6

$a_0 - a_7$ = parâmetros do modelo estimados em análises de regressão, obtido no quadro 8

NHo = limite inferior da potência negativa, obtido no quadro 8

- Cálculo do Consumo Unitário de Combustível em Declive, UFCd, em ml/s

Se $HPd \geq 0$ então

$$UFCd = (a_0 + a_1 \cdot CRPM + a_2 \cdot CRPM^2 + a_3 \cdot HPd + a_4 \cdot HPd \cdot CRPM + a_5 \cdot HPd^2) \cdot 10^{-5} \quad (85)$$

Se $NHo < HPd < 0$ então

$$UFCd = (a_0 + a_1 \cdot CRPM + a_2 \cdot CRPM^2 + a_6 \cdot HPd + a_7 \cdot HPd^2) \cdot 10^{-5} \quad (86)$$

Se $HPd < NHo$ então

$$UFCd = (a_0 + a_1 \cdot CRPM + a_2 \cdot CRPM^2 + a_6 \cdot NHo + a_7 \cdot NHo^2) \cdot 10^{-5} \quad (87)$$

Quadro 8 : Parâmetros para o Cálculo do Consumo de Combustível

Parâmetro	Classe de veículo	Caminhão médio/pesado (simple/duplo)	Caminhão articulado (s.reboque)
a_0		-22955	-30559
a_1		95.0	156.1
a_2		0	0
a_3		3758	4002
a_4		0	0
a_5		19.12	4.41
a_6		2394	4435
a_7		13.76	26.08
NHo		-100	-85

Fonte : Banco Mundial (21)

- Cálculo do Consumo de Combustível, por Unidade de Distância, FUELA, em l/km

$$FUELA = UFCu \cdot \frac{LP}{VSSu} + UFDd \cdot \frac{1-LP}{VSSd} \quad (88)$$

LP = percentagem em rampa positiva

- Cálculo do Consumo de Combustível Ajustado para as Condições Reais de Operação, AFUEL, em l/km

$$AFUEL = 1,15 \cdot FUELA \quad (89)$$

- Cálculo do Custo de Combustível, CAFUEL, em CZ\$/km, e CTOTC, em CZ\$

$$CAFUEL = AFUEL \cdot CUNITC \quad (90)$$

$$CTOTC = CAFUEL \cdot L \quad (91)$$

CUNITC = custo unitário do combustível

L = extensão da viagem

4.4.1.2 - Pneu

O cálculo para previsão de consumo de pneus, considerando-se dois subtrechos, um em alicive e outro em declive, seguem o seguinte roteiro:

- Cálculo da Força Média Tangencial (ao Quadrado) Aplicada no Pneu, CFT^2 , em Newtons ao Quadrado

$$CFT^2 = LP.(DFu)^2 + (1-LP).(DFd)^2 \quad (92)$$

- Cálculo da Energia Tangencial por Pneu, CE, em Joule x Metro (J-M)

$$CE = \frac{CFT^2}{M.g.NT} \quad (93)$$

NT = número de pneus do veículo; o valor default é encontrado no quadro 6

- Cálculo do Volume de Borracha Gasta, TWT, em dm /1000 km

$$TWT = TWT_0 + CT_c . CE \quad (94)$$

TWT₀ e CT_c = parâmetros encontrados no quadro 9

- Cálculo do número de Recauchutagens (ou Recapagens), NR

$$NR = (NR_0 + 1) . e^{\left(0,00248 . QI - \frac{0,00118 . 180000}{RC} \right)} - 1 \quad (95)$$

NR₀ = número máximo de recapagens; o valor default é encontrado no quadro 9

Quadro 9 : Parâmetros para o Cálculo do Consumo de pneus, peças, mão de obra de manutenção e lubrificantes

Modelo de previsão	Classe de veículo parâmetros	Caminhão médio (simples)	Caminhão pesado (duplo)	Caminhão articulado (s.reboque)
pneus	NRO	2.39	2.39	3.57
	TWTo (x)	0.164	0.164	0.164
	CTc (x)	12.78x10	12.78x10	12.78x10
manutenção peças	Kp	0.371	0.371	0.371
	CPo	1.49x10	8.61x10	13.94x10
	CPq	251.79x10	35.31x10	15.65x10
	QIPo	0	0	0
	CKM'	600000	600000	600000
manutenção	CLo	242.03	301.46	652.51
	CLp	0.519	0.519	0.519
mão de obra	CLq	0	0	0
	COo	3.07	3.07	3.07

(x) TWTo e CTc foram levantados para pneus diagonais

Fonte : Banco Mundial (21)

- Cálculo da Distância Total de Viagem Proporcionada por uma Carcaça, DISTOT, em 1000 km

$$\text{DISTOT} = \frac{(1+\text{NR}) \cdot \text{VOL}}{\text{TWT}} \quad (96)$$

VOL = volume de borracha que pode ser usada por pneu; valor default obtido no quadro 6

- Cálculo do Número Equivalente de Novos Pneus Gastos por 1000 km para cada Pneu do Veículo, EQNT

$$\text{EQNT} = \frac{1+\text{RREC} \cdot \text{NR}}{\text{DISTOT}} + 0,0075 \quad (97)$$

RREC = valor em fração, que indica a razão do custo de uma recauchutagem para o custo de um novo pneu, o valor default é 0,15 (21)

- Cálculo do Número Equivalente de Novos Pneus Gastos por 1000 km-Veículo, EQNTV

$$\text{EQNTV} = \text{NT} \cdot \text{EQNT} \quad (98)$$

- Cálculo do Consumo de Pneus, EQNTVP, em Pneus/km

$$\text{EQNTVP} = \frac{\text{EQNTV}}{1000} \quad (99)$$

- Cálculo do Custo de Pneus, CPNEU, em CZ\$/km, e CTOTP, em CZ\$

$$CPNEU = EQNTVP.CUNITP \quad (100)$$

$$CTOTP = CPNEU.L \quad (101)$$

CUNITP = custo unitário de um pneu

4.4.1.3 - Peças

A previsão do consumo de peças segue o seguinte roteiro:

- Cálculo do Custo de Peças por Veículo-km como Fração do Preço Médio de um Veículo Novo da mesma Classe, APART

$$CKM = \min \{CKM, 0,5.LIFEo.AKM\} \quad (102)$$

Se $QI \leq QIPo$ então

$$APART = CPO.e^{(CPq.QI)} \cdot \frac{CKM^{Kp}}{1000} \quad (103)$$

Se $QI > QIPo$ então

$$APART = CPO.e^{(CPq.QIPo)} \cdot CKM^{Kp} \cdot \frac{1-CPq.QIPo+CPq.QI}{1000} \quad (104)$$

OBS: Vide restrição anexo A

CKM' = idade limite em quilômetros, obtido no quadro 9

CPo = coeficiente constante na expressão exponencial entre consumo de peças e irregularidade, obtido no quadro 9

CPq = coeficiente de irregularidade na expressão exponencial entre consumo de peças e irregularidade, obtido no quadro 9

Kp = coeficiente constante na expressão exponencial entre consumo de peças e irregularidade, obtido no quadro 9

CKM = média da idade em quilômetros da classe do veículo

QIPo = valor transicional da irregularidade em QI, além da qual a relação entre peças e irregularidade é linear, obtido no quadro 9

LIFEo = vida útil do veículo em anos, conforme item 4.3.2

- Cálculo do Custo de Peças, CAPART, em CZ\$/km, e CAPTOT, em CZ\$

$$\text{CAPART} = \text{APART} \cdot \text{CVEIC} \quad (105)$$

$$\text{CAPTOT} = \text{CAPART} \cdot \text{L} \quad (106)$$

CVEIC = custo do veículo novo

4.4.1.4 - Mão-de-Obra de Manutenção

A previsão para chegar à mão-de-obra de manutenção segue o seguinte roteiro:

- Cálculo da Mão-de-Obra de Manutenção, ALABOR, em Horas de Trabalho por Veículo

$$ALABOR = CLo.(APART.1000)^{CLp} \cdot \frac{CLq.QI}{1000} \quad (107)$$

OBS: Vide restrição anexo A

CLo = coeficiente constante na expressão entre mão-de-obra e consumo de peças, obtido no quadro 9

CLp = expoente do custo de peças na expressão entre horas de mão-de-obra e consumo de peças, reflete os aspectos economia e tamanho do veículo, obtido no quadro 9

CLq = coeficiente de irregularidade na relação entre horas de mão-de-obra e irregularidade, obtido no quadro 9

- Cálculo do Custo de Mão-de-Obra, CLABOR, em CZ\$/km, e CLABT, em CZ\$

$$CLABOR = ALABOR.CUNITL.(ENCSOC+1) \quad (108)$$

$$CLABT = CLABOR.L \quad (109)$$

CUNITL = custo horário da mão-de-obra

ENCSOC = encargos sociais

4.4.1.5 - Depreciação

Atualmente os estudos e práticas utilizados na composição tarifárias limitam a vida útil do veículo, para efeito de depreciação, em 6 anos para caminhões simples e duplo e em 7 anos para semi-reboque, bem como definem, aleatoriamente um valor correspondente a 20% do valor do veículo novo, como valor residual, após essa vida útil. Esta prática não corresponde, em absoluta, às condições vigentes, que apresenta uma frota superior a esses valores.

Como a tarifa deve remunerar o empresário, de maneira a propiciar condições de ajustar sua frota - existência de 8.33% dos veículos de cada classe, em cada um dos segmentos de idade da 0 a 12 anos - o valor correspondente à depreciação deverá ser obtido através do seguinte roteiro:

- Cálculo da Depreciação do Veículo por 1 Veículo-km, DEP, em Fração da Diferença entre o Preço de um Veículo Novo sem Pneus e seu Valor Residual também sem Pneus

$$DEP = \frac{1-UR}{LIFEo \cdot AKM} \quad (110)$$

LIFEo = vida útil média do veículo em anos, conforme item 4.3.3

UR = valor residual em fração, conforme item 4.3.2

- Cálculo do Custo da Depreciação, CDEP, em CZ\$/km, e CDEPT, em CZ\$

$$CDEP = DEP.(CVEIC-NT.CUNITP) \quad (111)$$

$$CDEPT = CDEP.L \quad (112)$$

CVEIC = custo de um veículo novo

4.4.1.6 - Mão-de-obra com tripulação

A previsão de mão-de-obra de tripulação pode ser obtido através do seguinte roteiro:

- Cálculo do Número de Horas de Tripulação Requerida por viagem

$$CRH = \frac{L}{ASPEED} \quad (113)$$

- Cálculo do Custo da Mão-de-Obra de Tripulação, CRHP, em CZ\$/km, e CRHTOT, em CZ\$

$$CRHP = CRH.CUNITT.(ENCSOC+1) \quad (114)$$

$$CRHTOT = CRHP.L \quad (115)$$

CUNITT = custo horário da tripulação

4.4.1.7 - Lubrificantes

A previsão do consumo de lubrificante obtem-se através do seguinte roteiro:

- Cálculo do Consumo de Lubrificantes, AOIL, em Litros por Veículo-km

$$AOIL = \frac{COO + 0,11605 \cdot QI}{1000} \quad (116)$$

COO = coeficiente característico de cada classe de veículo, obtido no quadro 9

- Cálculo do Custo de Lubrificantes, CAOIL, em CZ\$/km, e CAOILT, em CZ\$

$$CAOIL = AOIL \cdot CUNITO \quad (117)$$

$$CAOILT = CAOIL \cdot L \quad (118)$$

CUNITO = custo unitário de lubrificante

4.4.1.8 - Lavagem e Graxas

O valor deste item é calculado através da divisão do preço de uma lavagem e engraxamento completa pela quilometragem recomendada para lavagem periódica. Assim temos:

- Cálculo do Custo de Lavagem e Engraxamento, CLAGRA, em CZ\$/km, e CLAGRAT, em CZ\$

$$CLAGRA = \frac{LAGRA}{TL} \quad (119)$$

$$CLAGRAT = CLAGRA.L \quad (120)$$

LAGRA = preço de lavagem completa

TL = espaçamento em quilômetros entre lavagens

Serão usados os seguintes espaçamentos entre lavagens:

TL = 4000 km para rodovias pavimentadas

TL = 3000 km para rodovias não pavimentadas

4.4.1.9 - Seguro Obrigatório (DPVAT)

O seguro obrigatório tem incidência anual e seu valor é fixado independente da idade do veículo, desta forma um único valor será considerado. Seu rateio será feito diretamente sobre a utilização anual do veículo face sua condição de incidência anual. Assim temos:

- Cálculo do Custo do Seguro Obrigatório (DPVAT), CDPVAT, em CZ\$/km, e CDPVATT, em CZ\$

$$CDPVAT = \frac{DPVAT}{AKM} \quad (121)$$

CDPVATT = CDPVAT.L

(122)

DPVAT = valor do seguro obrigatório

4.4.1.10 - Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA)

O IPVA é devida anualmente e incide com valores diferenciados em função da idade do veículo, assim o valor rateável do IPVA deve ser obtido considerando-se a média ponderada dos valores taxados, em função da composição etária da frota.

No presente trabalho tem-se proposto uma distribuição etária uniforme para a frota de maneira que cada segmento seja contemplado com 8,33% do total dos veículos.

A partir de tal modelo tem-se o valor médio a ser considerado, que será coincidente com o valor do IPVA para veículos com 6 anos de uso.

O rateio do valor do IPVA será feito diretamente sobre a utilização anual face a sua condição de incidência anual. Assim temos:

- Cálculo do Custo do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), CIPVA, em CZ\$/km, CIPVAT, em CZ\$

$$\text{CIPVA} = \frac{\text{IPVA}}{\text{AKM}} \quad (123)$$

$$\text{CIPVAT} = \text{CIPVA} \cdot L \quad (124)$$

IPVA = valor do IPVA para o veículo com 6 anos de uso

4.4.2 - Custos Administrativos e de Terminais

Os custos administrativos e de terminais, são aqueles pertinentes à administração da empresa propriamente dita e à operação de terminal de carga, ou seja, são aqueles que não estão diretamente ligados ao processo de deslocamento do veículo para a transferência das mercadorias transportadas.

Os juros sobre o valor das instalações e equipamentos, considerados pelo modelo como parte dos custos administrativos e de terminais, serão abordados de uma maneira diferente, tanto no seu cálculo como na sua alocação na tarifa.

Quanto aos custos do veículo parado, não será considerado na metodologia proposta, em face da intenção de abordar somente os custos para o transporte em regime de eficiência.

Cabe explicar que, com a hipótese do item 3.3.7, o valor final dos custos administrativos e de terminais é o somatório dos custos administrativos, dos custos do terminal padrão e dos custos do terminal reduzido.

A menor das capacidades em relação ao portão, docas e armazém, corresponde à do armazém, tendo uma capacidade de 44964 t/ano (CAPTER)

4.4.2.1 - Custos Administrativos

O valor dos custos administrativos, considerando também os custos de conservação e outros custos diversos, é dado como segue:

$$\text{FOLE} = 21.\text{SALMIN}.\langle \text{ENC SOC}+1 \rangle \quad (125)$$

$$\text{PRECU} = 68,75.\text{VALC}+93,75.\text{VALE} \quad (126)$$

$$\text{DEPRA} = \text{PRECU}.\frac{1-\text{URESP}}{\text{LIFE P}} \quad (127)$$

$$\text{CADM} = \frac{12.\text{FOLE}+\langle \text{DEPRA}+0,025.\text{PRECU}+0,136427.\text{CAPTER} \rangle .\text{OTN}}{\text{CAPTER}} \quad (128)$$

$$\text{CTADM} = \text{CADM}.\frac{\text{CARGA}}{1000} \quad (129)$$

FOLE = rateio das despesas em CZ\$/mês com a folha de pagamento da sede entre os diversos terminais da empresa

SALMIN = salário mínimo em vigor

- ENCSOC = encargos sociais em fração
- PRECU = valor em OTN das edificações, circulação e urbanização (redes de água, esgoto, iluminação, ajardinamento e cercas) da administração
- VALC = valor do m³ de concreto simples no traço apropriado para uma pavimentação com 20 cm de espessura, em OTN
- VALE = valor do m² construído em OTN
- DEPRA = depreciação das edificações, circulação e urbanização em CZ\$/mês
- URESP = valor residual das edificações, circulação e urbanização em fração
- LIFEP = vida útil das edificações, circulação e urbanização
- CAPTER = capacidade anual do terminal
- CARGA = carga que passa pelo terminal em kg
- CADM = custo administrativo em CZ\$/t
- CTADM = custo administrativo em CZ\$

4.4.2.2 - Custos do Terminal Padrão

Para se chegar ao custo do terminal de uma carga que passa pelo terminal padrão, levando-se em conta também o custo de conservação e uniformes, procede-se da seguinte forma:

$$\text{FOLPD} = 34. \text{SALMIN.} \langle \text{ENCSOC} + 1 \rangle \quad \langle 130 \rangle$$

$$\text{FOLAMZ} = 86. \text{SALMIN.} \langle \text{ENCSOC} + 1 \rangle \quad \langle 131 \rangle$$

$$\text{PREDCU} = 1225 \cdot \text{VALA} + 1262,5 \cdot \text{VALD} + 348,75 + 348,75 \cdot \text{VALC} \quad (132)$$

$$\text{DEPRT} = \text{PREDCU} \cdot \frac{1 - \text{VRESE}}{\text{LIFE P}} \quad (133)$$

$$\text{DEMP} = \text{VALEMP} \cdot \frac{1 - \text{VRESE}}{\text{LIFE E}} \quad (134)$$

$$\text{COPE} = \text{DEMP} + 4815 \cdot \text{VCOMD} + 1926 \cdot (\text{MNTO} + \text{MNTP}) \quad (135)$$

$$\text{DTPLT} = \text{VTPLT} \cdot \frac{1 - \text{VRESE}}{\text{LIFE T}} \quad (136)$$

$$\text{COPLT} = (\text{DTPLT} + 0,025 \cdot \text{VTPLT}) \cdot 4 \quad (137)$$

$$\text{CTERT1} = \frac{12 \cdot \text{FOLPD} + (\text{DEPRT} + 0,025 \cdot \text{PREDCU}) \cdot \text{OTN}}{\text{CAPTER}} \quad (138)$$

$$\text{CTERT} = \text{CTERT1} + \frac{12 \cdot \text{FOLAMZ} + (66,880936 + \text{COPE} + \text{COPLT}) \cdot \text{OTN}}{\text{CAPTER} \cdot 0,95} \quad (139)$$

$$\text{CTERN} = \frac{12 \cdot \text{FOLPD} + (\text{DEPRT} + 0,025 \cdot \text{PREDCU}) \cdot \text{OTN} / 2}{\text{CAPTER}} \quad (140)$$

$$\text{CTTERT} = \text{CTERT} \cdot \frac{(\text{CARGA} - \text{CARGAN})}{1000} \quad (141)$$

$$\text{CTTERN} = \text{CTERN} \cdot \frac{\text{CARGAN}}{1000} \quad (142)$$

FOLPD = despesa em CZ\$/mês com o pessoal do portão, vigilância, limpeza e serviços gerais

FOLAMZ = despesa em CZ\$/mês com o pessoal de armazém

VALA = valor do m² construído na área dos armazéns em OTN

VALD = valor do m² construído nas áreas de portão, postos e oficinas em OTN

PREDCU = valor em OTN das edificações, circulação e urbanização do terminal padrão
 DEPRC = depreciação das edificações, circulação e urbanização em CZ\$/mês
 DEMP = depreciação da empilhadeira em OTN/mês
 VALEMP = valor de aquisição da empilhadeira em OTN
 VRESE = valor residual de empilhadeira em fração
 LIFEE = vida útil estimada de empilhadeira em anos
 COPE = custo operacional em CZ\$/mês das empilhadeiras
 UCOMB = custo em OTN/kg do combustível
 MNTD = custo horário em OTN da mão de obra de manutenção de empilhadeira
 MNTP = custo horário em OTN de peças para manutenção de empilhadeira
 DTPLT = depreciação do transpalete em OTN/mês
 UTPLT = valor de aquisição de transpalete de 2,0 t em OTN/mês
 LIFET = vida útil estimada de empilhadeira em anos
 COPLT = custo operacional em CZ\$/mês dos transpaletes
 CARGAN = carga que não passa pelo terminal padrão em kg
 CTERT1 = variável auxiliar
 CTERT = custo de carga que passa pelo terminal padrão em CZ\$/t
 CTERN = custo de carga que não passa pelo terminal padrão da empresa transportadora em CZ\$/t
 CTTERT = custo de carga que passa pelo terminal padrão em CZ\$
 CTTERN = custo de carga que não passa pelo terminal padrão em CZ\$

4.4.2.3 - Custos do Terminal Reduzido

Para se chegar ao custo de uma carga que passa pelo terminal reduzido, considerando também o custo de conservação, uniformes e de operação do transpaquete, procede-se da seguinte forma:

$$\text{FOLER} = 4.\text{SALMINI}.\langle \text{ENC SOC}+1 \rangle \quad (143)$$

$$\text{FOLAR} = 10.\text{SALMIN}.\langle \text{ENC SOC}+1 \rangle \quad (144)$$

$$\text{PREDR} = 175.\text{VALA} \quad (145)$$

$$\text{DEPRR} = \text{PREDR}.\frac{1-\text{URESP}}{\text{LIFE}} \quad (146)$$

$$\text{CTERR1} = \frac{96.\text{FOLER}+\langle 8.\text{DEPRR}+35.\text{VALA} \rangle.\text{OTN}}{\text{CAPTER}} \quad (147)$$

$$\text{CTERR} = \text{CTERR1}+\frac{95.\text{FOLAR}+\langle 62,214729+2.\text{COPLT} \rangle.\text{OTN}}{\text{CAPTER}.0,95} \quad (148)$$

$$\text{CTERRN} = \frac{95.\text{FOLER}+\langle 8.\text{DEPRR}+35.\text{VALA} \rangle.\text{OTN}/2}{\text{CAPTER}} \quad (149)$$

$$\text{CTERRT} = \text{CTERR}.\frac{\text{CARGA}-\text{CARGAN}}{1000} \quad (150)$$

$$\text{CTERRRN} = \text{CTERRN}.\frac{\text{CARGAN}}{1000} \quad (151)$$

FOLER = despesas em CZ\$/mês com o pessoal de escritório do armazém

FOLAR = despesa em CZ\$/mês com o pessoal de armazém

PREDR = valor das edificações

DEPRR = depreciação das edificações em CZ\$/mês

CTERR1 = variável auxiliar

CTERR = custo de carga que passa pelo terminal reduzido em CZ\$/t

CTERRN = custo de carga que não passa pelo terminal reduzido em CZ\$/t

CTERRT= custo de carga que passa pelo terminal reduzido em CZ\$

CTERRN= custo de carga que não passa pelo terminal reduzido em CZ\$

4.4.3 - Remuneração do Capital Investido

Entende-se neste agrupamento as parcelas, referentes ao repasse para a tarifa, da margem remuneratória do capital investido pelo empresário, em bens necessários à exploração do negócio. Adotar-se-á que todo o capital investido nestes bens é capital próprio.

Os bens suscetíveis de remuneração diante de sua perfeita caracterização, como indispensáveis à exploração do negócio, são os veículos (a frota), as instalações e equipamentos. A primeira dará uma remuneração por quilômetro e as outras, referentes a instalações e equipamentos, dará uma remuneração por tonelada.

As peças e acessórios, estocados em almoxarifados, não serão levados em conta, considerando que a região já dispõe de razoável rede de distribuição de peças e acessórios, e que existe uma tendência entre as modernas empresas em reduzir esse investimento.

4.4.3.1 - Remuneração do Veículo

Admitindo-se que a composição etária da frota atenda a uma distribuição homogênea, conforme proposto na abordagem do assunto, em ítem específico, a idade média da frota será de 6 anos.

A remuneração deverá incidir sobre a diferença entre o valor do custo histórico corrigido e o valor da depreciação corrigida dos veículos, esse valor pode ser definido segundo as seguintes expressões:

- Cálculo do valor do veículo depreciado por 1 veículo-km, DEP_x , após x anos de uso

$$DEP_x = \frac{1}{AKM} - DEP \cdot x \quad (152)$$

x = idade média da frota em anos

- Cálculo da Remuneração do Veículo por 1 veículo-km, REM_x , em Fração da Diferença entre o Preço de um Veículo Novo sem Pneus e seu Valor Residual também sem Pneus

$$REM_x = Tx \cdot DEP_x \quad (153)$$

T_x = valor da taxa de juros anual em fração

- Cálculo do Valor da Remuneração do Veículo, RVEIC, em CZ\$/km, e RVEICT, em CZ\$

$$RVEIC = (CUEIC-NT.CUNITP).REMx \quad (154)$$

$$RVEICT = RVEIC.L \quad (155)$$

4.4.3.2 - Remuneração das Instalações

O valor a ser remunerado, referente a instalações, compreende o capital investido em obras civis destinadas à urbanização, áreas destinadas à circulação de veículos e pedestres, e construções destinadas à administração e terminais.

Com a hipótese do item 3.3.7 e considerando as instalações após 20 anos de uso, ou seja, depreciadas em metade de sua vida útil, a expressão para a remuneração das instalações é a seguinte:

- Cálculo do Valor da Remuneração das Instalações das Cargas que Passam no Terminal, RINS em CZ\$/t, RINST em CZ\$, e das Cargas que Não Passam nos Terminais, RINSN em CZ\$/t e RINSNT em CZ\$

$$RINS = \left[\frac{PRECU-DEPRA.LIFEP/2}{CAPTER} + \frac{PREDCU-DEPRT.LIFEP/2}{CAPTER} + \frac{PREDR-DEPRR.LIFEP/2}{CAPER/8} \right] \cdot TX \quad (156)$$

$$RINST = RINS \cdot \frac{CARGA-CARGAN}{1000} \quad (157)$$

$$RINSN = \left[\frac{PRECU-DEPRA.LIFEP/2}{CAPTER} + \frac{PREDCU-DEPRT.LIFEP/2}{CAPTER} + \frac{PREDR-DEPRR.LIFEP/2}{2.CAPTER/8} \right] \cdot Tx \quad (158)$$

$$RINST = RINST \cdot \frac{CARGA}{1000} \quad (159)$$

4.4.3.3 - Remuneração dos Equipamentos

O valor a ser remunerado, referente aos equipamentos, compreende o capital investido em empilhadeiras e transpaletes.

Com a hipótese do item 3.3.7 e considerando os equipamentos depreciados em metade de sua vida útil, a expressão para remuneração dos equipamentos é a seguinte:

- Cálculo do Valor da Remuneração dos Equipamentos, REQUI em CZ\$/t, e REQUIT em CZ\$

$$REQUI = \left[\frac{VALEMP-DEMP.LIFEE/2+4.VTPLT-4.VTPLT.LIFET/2}{CAPTER} + \frac{VTPLT-DIPLT.LIFET/2}{2.CAPTER/8} \right] \cdot Tx \quad (160)$$

$$REQUIT = REQUI \cdot \frac{CARGA-CARGAN}{1000} \quad (161)$$

OBS: o valor da remuneração dos equipamentos das cargas que não passam pelos terminas é nula

4.5 - Tabelas

De maneira a operacionalizar a metodologia proposta, caso as medições das características e da irregularidade da via não estejam disponíveis, são adotados valores médios para estes parâmetros.

Assim, com as informações a nível agregado quanto à irregularidade e à geometria da via, são calculados os valores das estimativas, bases para quantificação dos recursos consumidos nos custos de transporte.

4.5.1 - Geometria da Rodovia

Com a hipótese de viagem redonda (anexo A), ou seja, custo de ida igual a custo de volta, os parâmetros PG e NG se tornam iguais e equivalentes, na PICR (11), a RPF (soma dos alives e declives), desta forma a geometria vertical, representada pelos parâmetros PG e NG, pode ser classificada como plana, ondulada e montanhosa.

A superelevação (SP) será conforme a PICR (anexo A)

Quadro 10 : Geometria da Rodovia

Geometria da Rodovia		
Característica da Rodovia	Horizontal C	Vertical PG/NG
	(graus/km)	(km/km)
Piana	20	0.010
Ondulada	45	0.025
Montanhosa	70	0.035

Fonte: GEIPOT (11)

4.5.2 - Irregularidade da Superfície de Rolamento

No quadro 11 são apresentados os respectivos parâmetros em função do estado de conservação da rodovia.

Quadro 11 : Irregularidade da Superfície de Rolamento QI - quociente de irregularidade (contagens/km).

Estado de Conservação da Rodovia	Tipo de Rodovia	
	Pavimentada	Não Pavimentada
suave ao rolamento	25	50
razoavelmente suave	50	100
medianamente irregular	75	150
irregular	100	200
muito irregular	125	250

Fonte: Banco Mundial (21)

A seguir são apresentados os valores tabelados das estimativas dos consumos dos principais itens tarifários.

4.5.3 - Velocidade Média

São apresentados valores tabelados da velocidade média em deslocamento em rodovia com fluxo livre.

Os veículos rodoviários estão agrupados conforme o quadro 6. A velocidade média em função do tipo, característica e estado de conservação da rodovia é apresentado no quadro 12.

4.5.4 - Utilização dos Veículos

No quadro 13 apresenta-se a utilização anual dos veículos em função do tipo, característica e estado de conservação da rodovia e do tipo de veículo.

4.5.5 - Consumo de Combustível

O consumo de combustível em função do tipo, característica e estado de conservação da rodovia é apresentado no quadro 14.

4.5.6 - Consumo de Pneus

No quadro 15 apresenta-se o consumo de pneus em função do tipo, característica e estado de conservação da rodovia e do tipo de veículo.

4.5.7 - Custo de Reposição de Peças

No quadro 16 apresenta-se o custo de reposição de peças em função do estado de conservação e do tipo de veículo.

4.5.8 - Custo de Mão-de-Obra de Manutenção

No quadro 17 apresenta-se o custo de mão-de-obra de manutenção em função do estado de conservação da rodovia e do tipo de veículo.

4.5.9 - Consumo de Lubrificante

No quadro 18 apresenta-se o consumo de lubrificante em função do estado de conservação e do tipo de veículo.

Quadro 12: Velocidade Média

Caminhão Simples
(km/h)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	69,23	61,56	55,45	67,45	60,51	54,96
razoavelmente suave	67,80	60,03	54,33	57,34	52,71	49,75
medianamente irregular	63,14	56,96	51,89	45,67	42,85	40,66
irregular	57,26	52,50	48,41	35,73	34,73	33,63
muito irregular	50,91	47,55	44,45	29,21	28,73	28,17

Caminhão Duplo
(km/h)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	59,13	47,39	40,38	57,77	46,82	40,26
razoavelmente suave	57,60	46,42	39,73	50,85	42,29	37,03
medianamente irregular	54,76	44,61	38,56	41,86	36,44	32,72
irregular	50,76	42,09	36,74	34,21	31,10	28,63
muito irregular	46,26	39,23	34,78	28,44	26,68	25,09

Quadro 12: Velocidade Média (continuação)

Caminhão Semi-Reboque
(km/h)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	65,25	50,06	42,36	61,82	47,04	39,59
razoavelmente suave	62,62	48,62	41,42	48,47	40,56	35,60
medianamente irregular	56,45	45,29	39,20	35,59	32,66	30,04
irregular	48,66	41,00	36,20	27,33	26,28	25,06
muito irregular	41,49	36,71	33,12	22,02	21,61	21,05

Quadro 13: Utilização Anual do Veículo

Caminhão Simples
(km)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	100482,30	91795,18	84522,96	98521,39	90566,60	83925,07
razoavelmente suave	98344,69	90066,04	83123,10	86800,91	81161,88	16165,25
medianamente irregular	93626,54	86345,44	80135,96	71398,00	68461,56	65514,99
irregular	86707,36	80095,65	75734,27	58677,52	57265,67	55696,10
muito irregular	78915,53	74633,65	70599,00	49239,30	48527,42	47687,56

Quadro 13: Utilizacao Anual do Veiculo (continuacao)

Caminhao Duplo
(km)

ESTADO DE CONSERVACAO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NAO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	94414,50	78221,96	68017,56	92591,90	77404,32	67846,35
razoavelmente suave	92366,98	76838,96	67055,76	83106,43	70840,57	62994,74
medianamente irregular	88504,63	74225,93	65215,35	70209,33	62094,98	56376,28
irregular	82979,51	70540,07	62559,15	58681,70	53847,15	49951,36
muito irregular	76601,46	66307,50	59441,11	49641,92	46816,84	44252,47

Caminhao Semi-Reboque
(km)

ESTADO DE CONSERVACAO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NAO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	106323,50	84465,51	72780,60	101516,10	79936,04	68468,37
razoavelmente suave	102647,80	82311,46	71332,16	82093,59	69991,86	62172,95
medianamente irregular	93843,68	77281,56	67861,79	62147,01	57442,06	53176,54
irregular	82378,06	70668,46	63124,28	48689,52	46951,30	44910,06
muito irregular	71435,93	63927,12	58184,70	39760,43	39053,64	38103,54

Quadro 14: Consumo de Combustível

Caminhão Simples
(l/1000 km)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	327,00	348,02	395,35	328,81	351,50	393,17
razoavelmente suave	328,45	350,80	393,21	324,34	357,35	403,44
medianamente irregular	326,14	352,89	397,70	335,36	374,43	421,31
irregular	324,28	357,42	403,72	365,26	402,22	446,75
muito irregular	327,01	364,58	411,68	405,61	438,11	479,04

Caminhão Duplo
(l/1000 km)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	433,08	496,14	592,56	439,89	502,94	597,95
razoavelmente suave	439,41	502,95	598,69	446,74	519,51	613,82
medianamente irregular	442,95	510,46	605,86	463,86	544,44	635,62
irregular	446,64	519,81	614,38	494,95	575,28	662,82
muito irregular	453,34	531,34	624,44	535,59	610,57	694,17

Quadro 14: Consumo de Combustível (continuação)

Caminhão Semi-Reboque
(1/1000 km)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	637,55	757,36	941,83	650,22	767,6	952,77
razoavelmente suave	650,98	766,89	951,44	685,76	794,00	973,97
medianamente irregular	664,40	777,84	962,04	752,35	841,32	997,07
irregular	685,51	793,19	973,45	838,88	907,44	1029,37
muito irregular	715,39	814,35	985,32	934,65	987,50	1082,30

Quadro 15 : Consumo de Pneus

Caminhão Simples
(pneu/100000 km)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	15,09	18,41	22,84	15,57	19,15	32,80
razoavelmente suave	15,56	19,14	23,85	16,09	20,65	26,25
medianamente irregular	15,87	19,88	25,00	16,70	22,26	28,88
irregular	16,09	20,64	26,27	17,73	24,10	31,63
muito irregular	16,34	21,43	27,57	19,16	26,27	34,68

Quadro 15: Consumo de Pneus (continuacao)

Caminhao Duplo
(pneu/100000 km)

ESTADO DE CONSERVACAO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NAO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	23,15	29,71	38,25	23,99	38,92	39,88
razoavelmente suave	23,98	38,93	39,93	25,53	33,73	43,98
medianamente irregular	24,77	33,28	41,85	27,37	35,91	43,46
irregular	25,57	33,74	43,95	29,59	40,44	53,38
muito irregular	26,43	35,29	45,17	32,29	44,44	58,86

Caminhao Semi-Reboque
(pneu/100000 km)

ESTADO DE CONSERVACAO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NAO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
suave	33,59	44,30	57,59	34,57	45,94	68,83
razoavelmente suave	34,60	45,86	59,73	36,60	49,44	64,83
medianamente irregular	35,58	47,60	62,19	39,02	53,33	70,23
irregular	36,61	49,44	64,78	41,99	57,71	76,25
muito irregular	37,75	51,34	67,45	45,55	62,77	83,11

Quadro 16 : Custo de Peças de Reposicao (por cem mil quilometros, expresso em fracao do preco de um veiculo novo)

$\times 10^{-2}$

TIPO DE VEICULO	RODOVIA PAVIMENTADA				
	suave	razoavelmente suave	medianamente irregular	irregular	muito irregular(*)
Caminhao Simples	12,73	23,71	34,69	45,67	54,46
Caminhao Duplo	21,36	31,37	41,39	51,40	59,41
Caminhao Semi-Reboque	27,00	34,59	42,19	49,78	55,85

$\times 10^{-2}$

TIPO DE VEICULO	RODOVIA NAO PAVIMENTADA				
	suave	razoavelmente suave	medianamente irregular(*)	irregular(*)	muito irregular(*)
Caminhao Simples	23,71	45,67	54,46	54,46	54,46
Caminhao Duplo	31,37	51,40	59,41	59,41	59,41
Caminhao Semi-Reboque	34,59	49,78	55,85	55,85	55,85

(*) conforme restricao anexo A

Quadro 17 : Custo de Mao-de-Obra de Manutencao (por cem mil quilometros, expresso em horas de trabalho por veiculo)

TIPO DE VEICULO	RODOVIA PAVIMENTADA				
	suave	razoavelmente suave	medianamente irregular	irregular	muito irregular(*)
Caminhao Simples	7,61	10,51	12,80	14,76	16,18
Caminhao Duplo	12,40	15,13	17,47	19,55	21,08
Caminhao Semi-Reboque	30,30	34,46	38,20	41,62	44,19

TIPO DE VEICULO	RODOVIA NAO PAVIMENTADA				
	suave	razoavelmente suave	medianamente irregular(*)	irregular(*)	muito irregular(*)
Caminhao Simples	10,51	14,76	16,18	16,18	16,18
Caminhao Duplo	15,13	19,55	21,08	21,08	21,08
Caminhao Semi-Reboque	34,46	41,62	44,19	44,19	44,19

(*) conforme restricao anexo A

Quadro 18 : Consumo de Lubrificante

(1/100000 km)

TIPO DE VEICULO	RODOVIA PAVIMENTADA				
	suave	razoavelmente suave	medianamente irregular	irregular	muito irregular
Caminhao Simples	336,01	365,02	394,04	423,05	452,06
Caminhao Duplo	336,01	365,02	394,04	423,05	452,06
Caminhao Semi-Reboque	544,01	573,03	602,04	631,05	660,05

(1/100000 km)

TIPO DE VEICULO	RODOVIA NAO PAVIMENTADA				
	suave	razoavelmente suave	medianamente irregular	irregular	muito irregular
Caminhao Simples	365,02	423,05	481,08	539,10	597,12
Caminhao Duplo	365,02	423,05	481,08	539,10	597,12
Caminhao Semi-Reboque	573,03	631,05	689,08	747,10	805,12

4.6 - Planilhas

De maneira a facilitar o cálculo da estrutura tarifária, propõe-se que os componentes tarifários sejam agrupados em duas parcelas, os que dependem da quilometragem e os que dependem da tonelagem. A primeira parcela se denominará tarifa-quilômetro e a segunda tarifa-tonelada.

Assim, com estas considerações apresenta-se, na figura 3 e 4, duas planilhas para as duas situações de informação da rodovia, ou seja, quando conhecidas as reais condições da rodovia e quando adotados valores médios para estas condições.

CLASSE DO VEICULO	:
QUOCIENTE DE IRREGULARIDADE	:
RAMPA POSITIVA MEDIA	:
RAMPA NEGATIVA MEDIA	:
% DO TRECHO EM RAMPA POSITIVA	:
CURVATURA HORIZONTAL MEDIA	:
CARGA QUE PASSA NOS TERMINAIS	:
CARGA QUE NAO PASSA NOS TERMINAIS	:

ITENS DA TARIFA-KILOMETRO		RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NAO PAVIMENTADA			Somato- rio total
		extensao	fator consumo	total	extensao	fator consumo	total	
Item	C.unitario							
Combustivel								
Pneus								
Pecas								
M.D.O manutencao								
Depreciacao								
M.D.O tripulacao								
Lubrificante								
Lavagem e graxas								
Seguro (DPVAT)								
Imposto (IPVA)								
Rem. veiculo								
TARIFA-KM NO TRECHO								A
TARIFA-KM NA VIAGEM								

ITENS DA TARIFA-TONELADA		Somato- rio total
Item	Custos e taxas	
Administracao		
Terminal padrao (passa)		
Terminal padrao (nao passa)		
Terminal reduzido (passa)		
Terminal reduzido (nao passa)		
Rem. instalacoes (passa)		
Rem. instalacoes (nao passa)		
Rem. equipamentos		
TARIFA-TONELADA NA VIAGEM		B

TARIFA NA VIAGEM = A + B

CLASSE DO VEICULO :
 CARGA QUE PASSA NOS TERMINAIS :
 CARGA QUE NAO PASSA NOS TERMINAIS :

TRECHO No. (*)		1			2			30			Somato- rio total
PARAMETROS		exten- sao	fator consumo	total	exten- sao	fator consumo	total	exten- sao	fator consumo	total	
ITENS DA TARIFA-QUILOMETRO											
Item	C.unitario										
Combustivel											
Pneus											
Pecas											
M.D.O manutencao											
Depreciacao											
M.D.O tripulacao											
Lubrificante											
Lavagem e graxas											
Seguro (DPVAT)											
Imposto (IPVA)											
Rem. veiculo											
TARIFA-KM NO TRECHO											
TARIFA-KM NA VIAGEM		—————→									A

ITENS DA TARIFA-TONELADA		Somato- rio total
Item	Custos e taxas	
Administracao		
Terminal padrao (passa)		
Terminal padrao (nao passa)		
Terminal reduzido (passa)		
Terminal reduzido (nao passa)		
Rem. instalacoes (passa)		
Rem. instalacoes (nao passa)		
Rem. equipamentos		
TARIFA-TONELADA NA VIAGEM —————→		B

TARIFA NA VIAGEM = A + B

(*)

ESTADO DE CONSERVACAO DA RODOVIA	RODOVIA PAVIMENTADA			RODOVIA NAO PAVIMENTADA		
	PLANA	ONDULADA	ROTTANHOSA	PLANA	ONDULADA	ROTTANHOSA
suave	1	6	11	16	21	26
razoavelmente suave	2	7	12	17	22	27
medianoamente irregular	3	8	13	18	23	28
irregular	4	9	14	19	24	29
muito irregular	5	10	15	20	25	30

CAPÍTULO V

5 - VARIACÃO DA TARIFA COM AS CONDIÇÕES DA RODOVIA

5.1 - Considerações Iniciais

Como aplicação geral da metodologia proposta é apresentado um estudo da variação dos componentes dos caminhões em função do tipo, característica e da condição da superfície de rolamento da rodovia.

5.2 - Tarifa de Veículos Rodoviários de Cargas

Adotando-se os valores médios dos parâmetros definidores das condições da rodovia indicados no item 4.5 (para duas situações de estado de conservação da rodovia), as taxas e a média dos preços de mercado, em fevereiro de 1988, dos diversos itens necessários para o cálculo dos componentes da tarifa indicados nos quadros 19, 20 e 21, os valores médios para a carga que passa pelo terminal e para a extensão da viagem indicados no quadro 22, são apresentados nos quadros 23, 24 e 25 os componentes tarifários de veículos rodoviários e sua contribuição percentual no valor final da tarifa.

Quadro 19 : Valores de custos unitários (fevereiro de 1988)

Item	Unidade	Valor
Combustível (CUNITC)	CZ\$/l	24,30
Lubrificante (CUNITO)	CZ\$/l	180,00
Pneus Diagonais (CUNITP)		
900x20 (x)	CZ\$/pneu	32001,43
1000x20 (xx)		39670,55
Lavagem (LAGRA)	CZ\$/lavagem	1900,00
Salário de Oficina (CUNITL)	CZ\$/hora	103,26
Salário do Motorista (CUNITT)	CZ\$/hora	155,17

(x) para caminhão simples

(xx) para caminhão duplo e semi-reboque

Fonte : Revista TM (20)

Quadro 20 : Preços dos Veículos e do IPVA

Tipo de Veículos	Veículo Completo (CVEIC) CZ\$	IPVA(x) CZ\$
Caminhão Simples	3977582,84	4536,00
Caminhão Duplo	5168240,51	6276,00
Caminhão Semi-Reboque	13231926,61	9459,00

(x) valor de IPVA do veículo ano 1982 (6 anos de uso)

Fonte: Revendedora de Veículo e Departamento de Trânsito/SC

Quadro 21 : Valores de Preços e Taxas Diversas (fevereiro de 1988)

Item	Unidade	Valor
Seguro Obrigatório (DPVAT)	CZ\$	741,44
Salário Mínimo (SALMIN)	CZ\$	3600,00
m ² construído (VALE)	OTN/m ²	12,164
m ³ de concreto simples (VALC)	OTN/m ³	6,306
m ² em armazéns (VALA)	OTN/m ²	14,89
m ² em oficinas (VALD)	OTN/m ²	8,93
Empilhadeira (VALEMP)	OTN	2520
Combustível da emp. (VCOMB)	OTN/kg	0,02783
M.D.O de man. da emp. (MNTO)	OTN/hora	0,04
Peças para man. da emp. (MNTP)	OTN/hora	0,033
Transpalete (VTPLT)	OTN	78,65
V. Residual das edif. (VRESP)	fração	0,30
Vida Útil das edif. (LIFEP)	anos	40
V. Residual da emp. (VRESE)	fração	0,10
Vida Útil da emp. (LIFEE)	anos	10
Vida Útil do transp. (LIFET)	anos	5
Taxas de juros ao ano (Tx)	fração	0,12
Encargos Sociais (ENCSOC)	fração	0,634

Fonte : Revista Conjuntura Econômica (9) e Revista de Preços (7)

Quadro 22 : Carga e Extensão de Viagem do Veículo

Tipo de Veículo	Carga kg	Extensão da Viagem (L) km
Caminhão Simples	3540	111
Caminhão Duplo	8490	514
Caminhão Semi-Reboque	16350	771

Fonte : NDTT (16) e GEIPOT (10)

Anexo 23: Componentes Tarifários do Caminhão Simples, em CZ\$ (de Fev de 88)

COMPONENTES TARIFÁRIOS	RODOVIA PAVIMENTADA											
	PLANA				ONDULADA				MONTANHOSA			
	razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular	
	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%
TARIFA- QUILÔMETRO	4295,77	66,03	5581,40	71,64	4531,99	67,72	5964,27	72,98	5060,97	69,62	6422,91	74,41
Combustível	885,93	13,61	874,67	11,22	946,21	13,83	964,06	11,80	1060,61	14,59	1088,97	12,62
Pneus	552,65	8,50	571,48	7,34	679,99	9,94	733,24	8,97	874,13	11,65	933,02	10,81
Pecas	1646,75	16,09	2016,47	25,89	1646,75	15,30	2016,47	24,67	1046,75	14,49	2016,47	23,35
Custo-de-obra de manutencao	196,78	3,03	276,55	3,55	196,78	2,71	276,55	3,38	196,78	2,71	276,55	3,20
Depreciacao	320,45	4,93	363,46	4,67	349,91	5,12	309,57	4,77	379,14	5,22	416,12	4,82
Custo-de-obra de tripulacao	418,15	6,43	491,53	6,31	460,41	6,85	536,08	6,56	510,27	7,13	501,38	6,74
Manuficante	72,93	1,12	84,53	1,09	72,93	1,07	84,53	1,03	72,93	1,00	84,53	0,98
Lavagem e graxas	52,72	0,81	52,72	0,68	52,72	0,77	52,72	0,65	52,72	0,73	52,72	0,61
Seguro obrigatorio	0,84	0,01	0,95	0,01	0,91	0,01	1,02	0,01	0,99	0,01	1,09	0,01
Imposto sobre o veiculo	5,12	0,08	5,81	0,07	5,59	0,08	6,22	0,08	6,06	0,08	6,65	0,08
Remuneracao do veiculo	743,45	11,43	843,23	10,82	811,79	11,87	903,81	11,06	879,59	12,10	965,41	11,19
TARIFA- TUNELADA	2208,34	33,97	2208,34	28,36	2208,34	32,28	2208,34	27,02	2208,34	30,30	2208,34	25,59
Manutracao	456,27	7,02	456,27	5,86	456,27	6,67	456,27	5,58	456,27	6,28	456,27	5,29
Terminal padrao	802,31	12,34	802,31	10,30	802,31	11,73	802,31	9,82	802,31	11,04	802,31	9,30
Terminal reduzido	705,38	10,85	705,38	9,06	705,38	10,31	705,38	8,63	705,38	9,70	705,38	8,17
Remuneracao de instalacoes	231,20	3,56	321,20	2,97	231,20	3,38	231,20	2,83	231,20	3,18	231,20	2,68
Remuneracao de equipamentos	13,18	0,20	13,18	0,17	13,18	0,19	13,18	0,16	13,18	0,18	13,18	0,15
TARIFA NA VIAGEM	6504,11	100,00	7709,74	100,00	6840,33	100,00	8172,61	100,00	7269,31	100,00	8631,25	100,00

Quadro 23 : Componentes Tarifarios do Caminhao Simples (continuacao)

COMPONENTES TARIFARIOS	RODOVIA NAO PAVIMENTADA											
	PLANA				ONDULADA				MONTANHOSA			
	razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular	
	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%
TARIFA- QUILOMETRO	5597,40	71,38	7081,13	76,23	5975,39	73,01	7743,97	77,18	6427,32	74,43	7939,65	78,23
Combustivel	874,85	11,21	985,21	10,61	963,87	11,78	1084,92	11,21	1688,20	12,60	1205,02	11,86
Pneus	571,69	7,32	629,71	6,78	733,41	8,96	856,04	8,84	932,49	10,80	1123,38	11,07
Pecas	2016,47	25,83	2404,36	25,88	2016,47	24,64	2404,36	24,83	2016,472	23,25	2404,36	23,69
Mo-de-obra e manutencao	276,55	3,55	302,96	3,26	276,55	3,38	302,96	3,13	276,55	3,21	302,96	2,99
Depreciacao	363,07	4,65	537,09	5,78	388,30	4,74	550,33	5,68	413,77	4,79	565,84	5,58
Mo-de-obra e tripulacao	490,86	6,29	787,77	8,48	533,90	6,52	810,36	8,37	577,37	6,68	836,82	8,25
Lubrificante	84,53	1,08	107,71	1,16	84,53	1,03	107,71	1,11	84,53	0,98	107,71	1,06
Lavagem e graxas	70,30	0,90	70,30	0,76	70,30	0,86	70,30	0,73	70,30	0,81	70,30	0,69
Seguro obrigatorio	0,95	0,01	1,40	0,02	1,01	0,01	1,44	0,01	1,08	0,01	1,48	0,01
Imposto sobre veiculo	5,80	0,07	8,58	0,09	6,20	0,08	8,79	0,09	6,61	0,08	9,04	0,09
Remuneracao do veiculo	842,33	10,79	1246,04	13,41	900,85	11,01	1276,76	13,19	959,95	11,12	1312,74	12,94
TARIFA- CONCELADA	2208,34	28,62	2208,34	23,77	2208,34	26,99	2208,34	22,82	2208,34	25,57	2208,34	21,77
Administracao	456,27	5,85	456,27	4,91	456,27	5,58	456,27	4,71	456,27	5,28	456,27	4,50
Terminal padrao	802,31	10,20	802,31	8,64	802,31	9,00	802,31	8,29	802,31	9,29	802,31	7,91
Terminal reduzido	705,38	9,04	705,38	7,59	705,38	8,62	705,38	7,29	705,38	8,17	705,38	6,95
Remuneracao de instalacoes	231,20	2,96	231,20	2,49	231,20	2,83	231,20	2,39	231,20	2,68	231,20	2,20
Remuneracao de equipamentos	13,18	0,17	13,18	0,14	13,18	0,16	13,18	0,14	13,18	0,15	13,18	0,13
TARIFA NA VIAGEM	7805,74	100,00	9289,47	100,00	8183,73	100,00	9682,31	100,00	8635,66	100,00	10147,99	100,00

Anexo 24 : Componentes Tarifarios do Caminhao Duplo , em CZ\$ (de Fev de 88)

COMPONENTES TARIFARIOS	R O D O U I A P A V I N E N T A D A											
	P L A N A				O N D U L A D A				M O N T A N H O S A			
	razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular	
	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%
TARIFA- KILOMETRO	29518,58	84,79	35749,18	87,41	34629,65	86,40	41163,62	83,60	38289,91	87,86	45938,30	89,68
Combustivel	5488,20	15,76	5578,59	13,27	6201,98	16,14	6492,55	13,98	7477,79	17,17	7673,74	14,96
Pneus	4888,60	14,04	5214,05	12,40	6307,69	16,22	6879,90	14,81	8142,57	18,68	8962,09	17,49
Pecas	8334,11	23,94	13654,61	32,48	8334,11	21,42	13654,61	29,39	8334,11	19,13	13654,61	26,64
Co-de-obra e manutencao	1312,59	3,77	1695,96	4,03	1312,59	3,37	1695,96	3,65	1312,59	3,01	1695,96	3,31
Depreciacao	1991,43	5,72	2216,72	5,28	2393,07	6,15	2607,63	5,61	2743,13	6,29	2940,30	5,73
Co-de-obra e tripulacao	2262,45	6,50	2567,42	6,11	2837,21	7,21	3096,57	6,67	3279,99	7,53	3546,89	6,91
Lubrificante	337,72	0,97	391,41	0,93	337,72	0,86	391,41	0,84	337,72	0,77	391,41	0,76
Lavagem e graxas	244,15	0,70	244,15	0,58	244,15	0,63	244,15	0,53	244,15	0,56	244,15	0,47
Seguro Obrigatorio	4,13	0,01	4,59	0,01	4,96	0,01	5,40	0,01	5,68	0,01	6,09	0,01
Imposto sobre veiculo	34,92	0,10	38,88	0,09	41,98	0,12	45,73	0,09	48,11	0,11	51,57	0,10
Remuneracao de veiculos	4620,12	13,27	5142,00	12,23	5553,79	14,27	6049,71	13,02	6364,07	14,60	6821,49	13,30
TARIFA- TUNELADA	5296,23	15,51	5296,23	12,59	5296,23	13,60	5296,23	11,40	5296,23	12,14	5296,23	10,32
Manutencao	1094,18	3,14	1094,28	2,60	1094,28	2,81	1094,28	2,36	1094,28	2,51	1094,28	2,13
Terminal padrao	1924,17	5,53	1924,17	4,58	1924,17	4,94	1924,17	4,14	1924,17	4,41	1924,17	3,75
Terminal reduzido	1691,72	4,86	1691,72	4,02	1691,72	4,35	1691,72	3,64	1691,72	3,88	1691,72	3,30
Remuneracao de Instalacoes	554,48	1,59	554,48	1,32	554,48	1,42	554,48	1,19	554,48	1,27	554,48	1,08
Remuneracao de Equipamentos	31,58	0,09	31,58	0,07	31,58	0,08	31,58	0,07	31,58	0,07	31,58	0,06
TARIFA NA VIAGEM	34814,81	100,00	42045,41	100,00	39916,28	100,00	46459,85	100,00	43586,14	100,00	51284,53	100,00

Quadro 24 : Componentes Tarifarios do Caminhao Duplo (continuacao)

COMPONENTES TARIFARIOS	RODOVIA NAO PAVIMENTADA											
	PLANA				ONDULADA				MONTANHOSA			
	razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular	
	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%
TARIFA- KILOMETRO	36817,07	87,44	44927,15	69,45	41188,03	89,61	49464,86	90,33	54957,24	89,67	54448,02	92,12
Combustivel	5579,86	13,26	6181,98	12,31	6498,03	13,96	7185,37	13,11	7666,77	14,96	8278,73	13,85
Pneus	5215,16	12,38	6033,69	12,01	6878,55	14,00	8245,15	15,05	8952,04	17,47	10884,53	18,22
Pecas	13654,61	32,43	15782,83	31,43	13654,61	29,37	15782,83	28,81	13654,61	26,64	15782,83	26,42
hao-de-obra de manutencao	1695,96	4,03	1828,19	3,64	1695,96	3,65	1828,19	3,39	1695,96	3,31	1828,19	3,06
Depreciacao	2213,34	5,26	3134,58	6,24	2596,57	5,59	3415,02	6,23	2919,97	5,70	3682,44	6,16
hao-de-obra de tripulacao	2562,83	6,09	3809,88	7,59	3081,60	6,63	4190,84	7,65	3519,37	6,87	4551,48	7,62
Lubrificante	391,41	0,93	498,78	0,99	391,41	0,84	498,78	0,91	391,41	0,76	498,78	0,88
Lavagem e graxas	325,53	0,77	325,53	0,65	325,53	0,70	325,53	0,59	325,53	0,64	325,53	0,54
Seguro obrigatorio	4,59	0,01	6,49	0,01	5,38	0,01	7,08	0,01	6,05	0,01	7,63	0,01
Imposto sobre o veiculo	38,82	0,09	54,97	0,11	45,54	0,10	59,91	0,11	51,21	0,10	64,58	0,11
Remuneracao de veiculos	5134,96	12,19	7272,23	14,48	6024,05	12,96	7925,16	14,47	6774,32	13,21	8543,25	14,39
TARIFA- ENCERRADA	5296,23	12,56	5296,23	10,54	5296,23	11,39	5296,23	9,67	5296,23	10,33	5296,23	7,88
Administracao	1094,28	2,60	1094,28	2,18	1094,28	2,35	1094,28	2,00	1094,28	2,14	1094,28	1,83
Terminal padrao	1924,17	4,57	1924,17	3,03	1924,17	4,14	1924,17	3,51	1924,17	3,75	1924,17	3,22
Terminal reduzido	1691,72	4,01	1691,72	3,37	1691,72	3,64	1691,72	3,09	1691,72	3,30	1691,72	2,83
Operacao de instalacoes	554,48	1,31	554,48	1,10	554,48	1,19	554,48	1,01	554,48	1,08	554,48	0,93
Operacao de equipamentos	31,58	0,07	31,58	0,06	31,58	0,07	31,58	0,06	31,58	0,06	31,58	0,05
TARIFA NA VIAGEM	42113,30	100,00	50223,38	100,00	46484,26	100,00	54761,09	100,00	51253,47	100,00	59744,25	100,00

Anexo 25: Componentes Tarifarios do Caminhão Semi-Reboque, em CZ (de Fev de 88)

COMPONENTES TARIFARIOS	RODOVIA PAVIMENTADA											
	PLANA				ONDULADA				MONTANHOSA			
	razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular	
	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%
TARIFA- KILOMETRO	90324,66	89,85	114765,97	91,83	102643,01	90,95	126323,03	92,54	115550,63	91,88	139238,62	93,17
Combustivel	12196,38	12,13	12843,20	10,28	14368,83	12,73	14960,72	10,89	17825,50	14,18	18237,87	12,21
Pneus	10582,35	10,52	11187,00	8,96	14026,94	12,44	15120,72	11,08	18270,15	14,52	19814,99	13,26
Pecas	35290,99	35,12	50783,43	43,64	35290,99	31,28	50783,43	37,20	35290,99	28,66	50783,49	34,02
Co-de-obra e manutencao	4483,34	4,46	5415,44	4,33	4483,34	3,97	5415,44	3,97	4483,34	3,57	5415,44	3,63
Depreciacao	7051,73	7,01	8786,87	7,63	8793,98	7,79	10242,83	7,50	10147,53	8,07	11466,98	7,68
Co-de-obra e tripulacao	3121,77	3,11	4017,07	3,21	4020,74	3,56	4768,32	3,49	4719,14	3,75	5399,96	3,62
Abraficante	795,24	0,79	875,77	0,70	795,24	0,70	875,77	0,64	795,24	0,63	875,77	0,59
Lavagem e graxas	366,22	0,36	366,22	0,29	366,22	0,32	366,22	0,27	366,22	0,29	366,22	0,25
Seguro obrigatorio	5,57	0,01	6,94	0,01	6,94	0,01	8,09	0,01	8,01	0,01	9,06	0,01
Imposto sobre veiculo	71,05	0,07	88,53	0,07	88,60	0,08	103,20	0,08	102,24	0,08	115,53	0,08
Amortizacao de veiculos	16360,02	16,27	20385,53	16,31	20402,02	18,08	23763,37	17,41	23542,27	18,72	26603,40	17,82
TARIFA- TOMELADA	10199,45	10,15	10199,45	8,17	10199,45	9,04	10199,45	7,46	10199,45	8,12	10199,45	6,83
Manutencao	2107,35	2,10	2107,35	1,69	2107,35	1,87	2107,35	1,54	2107,35	1,68	2107,35	1,41
Terminal padrao	3705,56	3,69	3705,56	3,28	3705,56	3,28	3705,56	2,71	3705,56	2,95	3705,56	2,48
Terminal reduzido	3257,90	3,24	3257,90	2,61	3257,90	2,89	3257,90	2,39	3257,90	2,59	3257,90	2,18
Manutencao de instalacoes	1067,82	1,06	1067,82	0,85	1067,82	0,95	1067,82	0,78	1067,82	0,85	1067,82	0,72
Manutencao de equipamentos	60,82	0,06	60,82	0,05	60,82	0,05	60,82	0,04	60,82	0,05	60,82	0,04
TARIFA NA VIAGEM	100524,11	100,00	124965,42	100,00	112942,46	100,00	136507,53	100,00	125750,08	100,00	149288,07	100,00

Quadro 25 : Componentes Tarifários do Caminhão Semi-Reboque (continuação)

COMPONENTES TARIFÁRIOS	RODOVIA NÃO PAVIMENTADA											
	PLANA				ONDULADA				MONTANHOSA			
	razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular		razoavelmente suave		irregular	
	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%	CZ\$	%
TARIFA- KILOMETRO	115033,39	91,86	149436,51	93,61	126029,30	92,56	157695,29	93,91	139907,86	93,21	160347,49	94,29
Combustível	12847,98	10,26	15716,66	9,04	14975,82	10,05	17031,21	10,13	18247,61	12,15	19285,49	10,81
Pneus	11195,43	8,94	12343,49	8,04	15122,85	11,04	17659,47	10,51	19327,44	13,21	23322,81	13,06
Pecas	50733,40	40,56	56900,35	35,68	50783,40	37,05	56900,35	33,93	50783,40	33,83	56900,35	31,91
Mão-de-obra de manutenção	5415,44	4,33	5740,35	3,60	5415,44	3,95	5749,35	3,42	5415,44	3,61	5740,35	3,22
Depreciação	8817,32	7,04	14866,55	9,31	10341,85	7,55	15416,93	9,18	11642,44	7,76	16117,66	9,03
Mão-de-obra de tripulação	4032,78	3,22	7154,08	4,48	4819,41	3,52	7438,07	4,43	5490,50	3,66	7799,63	4,37
Lubrificante	875,77	0,70	1036,82	0,65	875,77	0,64	1036,82	0,62	875,77	0,50	1036,82	0,50
Lavagem e graxas	488,30	0,39	488,30	0,31	488,30	0,36	488,30	0,29	488,30	0,33	488,30	0,27
Seguro obrigatório	6,96	0,01	11,74	0,01	8,17	0,01	12,18	0,01	9,19	0,01	12,73	0,01
Imposto sobre veículo	88,84	0,07	149,78	0,09	104,20	0,08	155,33	0,09	117,30	0,08	162,39	0,09
Remuneração de veículos	20456,17	16,34	34490,39	21,60	23993,69	17,51	35767,28	21,30	27010,47	17,99	37392,96	20,94
TARIFA- ENCARTEADA	10199,45	8,14	10199,45	6,39	10199,45	7,44	10199,45	6,09	10199,45	6,79	10199,45	5,71
Manutenção	2107,35	1,68	2107,35	1,32	2107,35	1,54	2107,35	1,26	2107,35	1,40	2107,35	1,18
Terminal padrão	3705,56	2,96	3705,56	2,32	3705,56	2,70	3705,56	2,21	3705,56	2,47	3705,56	2,08
Terminal reduzido	3257,90	2,60	3257,90	2,04	3257,90	2,38	3257,90	1,94	3257,90	2,17	3257,90	1,82
Remuneração de instalações	1067,82	0,85	1067,82	0,67	1067,82	0,78	1067,82	0,64	1067,82	0,71	1067,82	0,60
Remuneração de equipamentos	60,82	0,05	60,82	0,04	60,82	0,04	60,82	0,04	60,82	0,04	60,82	0,03
TARIFA NA VIAGEM	125207,84	100,00	159685,96	100,00	137027,75	100,00	167894,74	100,00	150107,31	100,00	178546,94	100,00

5.3 - Considerações Finais

Da análise dos valores tarifários para caminhões simples, duplo e semi-reboque, pode-se verificar a tendência atual de modificação da contribuição dos diversos componentes tarifários e as suas variações em função das condições da rodovia.

Nota-se que tem grande influência na variação da tarifa a irregularidade da via, o que leva a recomendar que este parâmetro seja levantado através de um serviço de cadastro rodoviário, mesmo que de forma agregado (por trecho, classe de estrada, tipo de região quanto ao relevo).

Com relação à tarifa-tonelada, como foi levantada independentemente do percurso que o veículo fez, a mesma pesa mais na tarifa nas curtas distâncias.

O fato do componente peças de reposição pesar mais que o combustível é devido, principalmente, aos preços dos combustíveis não terem acompanhado o aumento dos preços dos veículos (o valor de peças de reposição depende do valor do veículo).

Outras aplicações poderão ser feitas utilizando-se a metodologia proposta para a determinação da tarifa do transporte rodoviário de cargas.

CAPÍTULO VI

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 - Conclusões

Entre as conclusões que podem ser tiradas do presente trabalho merecem destaque as seguintes:

- O modelo fornece estimativas de valores tarifários em função do tipo, característica e condições de rolamento da rodovia.
- O modelo fornece estimativas dos componentes tarifários por tipo de veículo, de grande importância em estudos de planejamento rodoviário, como por exemplo, na aplicação em planos diretores, estudos de viabilidade técnico-econômica e avaliação das inter-relações dos custos rodoviários.
- O modelo permite a determinação da tarifa de maneira extratificada pelos seus componentes a vários níveis, desde o aspecto micro, enfocando determinado item, até o macro, visando a determinação da tarifa total.

- O modelo permite a escolha de cálculo da tarifa em função dos recursos disponíveis, grau de precisão desejada, rapidez e oportunidade, entre outros.
- O modelo permite a determinação da tarifa econômica através de uma adequada correção nos preços envolvidos, retirando as despesas resultantes de meras transferências incidentes sobre o custo financeiro, tais como subsídios, tributos e encargos.
- O modelo considera nas estimativas tarifárias informações e peculiaridades observadas em Santa Catarina.

6.2 - Recomendações

Com relação a futuros trabalhos de pesquisa pode-se recomendar:

- Pesquisa, junto aos órgãos competentes, das características geométricas das rodovias catarinenses, de maneira a chegar a uma rodovia padrão que torne possível, através da metodologia proposta, a obtenção de uma única tarifa por classe de veículo.
- Prosseguimento da Pesquisa de Fluxos de Cargas em Santa Catarina (16), envolvendo outros itens como consumo de combustível, consumo de pneus e horas trabalhadas por ano, entre outros.

- Aperfeiçoamento e validação de um modelo para previsão de velocidade quando da não ocorrência de fluxo livre.
- Disseminação pela GEIPOT e IPR das características médias das rodovias, de maneira a usar o verdadeiro potencial do HDM III.
- Estudos para a determinação dos custos administrativos e de terminais para os mais diversos tipos de carga.
- Fornecimento do banco de dados resultantes da PICR e do HDM III às universidades brasileiras por se constituírem em um patrimônio inestimável para ampliação e implementação de estudos de várias naturezas, dentro e fora da área de transporte.
- Implantação da metodologia proposta em computador de maneira a possibilitar o levantamento periódico dos resultados.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ANFAVEA - Anuário Estatístico 1952/1986, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, São Paulo, 1986.
2. Arakaki, Rivaldo H. - Custo Operacional Rodoviário: Aplicação a Viaturas Militares, IME, Rio de Janeiro, fevereiro de 1984.
3. DETER - Resumo da Produtividade das Centrais de Informações de Fretes de Santa Catarina, Departamento de Transportes e Terminais, Boletim Informativo 1º trimestre/87, Florianópolis, 1987
4. DNER - Legislação do Transporte Rodoviário de Bens, DNER, Rio de Janeiro, 1987.
5. DNER - Manual de Custo de Operação, Volume I e II, DNER, Rio de Janeiro, 1976.
6. DNER - Modelo de Anteprojeto de Centro Rodoviário de Cargas e Fretes e Terminais Rodoviários de Cargas, DNER, Rio de Janeiro, 1979.
7. Editora Revista de Preços - Revista de Preços Nº 222, Editora Revista de Preços, Rio de Janeiro, outubro de 1985

8. Faria Vieira, Jose Carlos de - Metodologia para o Cálculo de Transporte Rodoviário de Cargas e Implicações Tarifárias, IME, Rio de Janeiro, fevereiro de 1985
9. Fundação Getúlio Vargas - Revista Conjuntura (colecção), Instituto Brasileiro de Economia, Rio de Janeiro
10. GEIPOT - Estudo sobre o Transporte Rodoviário de Cargas, GEIPOT, Brasília, 1984
11. GEIPOT - Pesquisa do Inter-Relacionamento dos Custos Rodoviários, GEIPOT, Brasília, 1981
12. Horngren, Charles T. - Contabilidade de Custos, Atlas, São Paulo, 1978
13. Mac Dowell, Fernando L.C. - Engenharia de Transporte Rodoviário: Síntese de Metodologias, IPR, DNER, Rio de Janeiro, 1976
14. Magalhães, J.P. e Queiroz, C.A.V. - Estimativas dos Custos Operacionais em função das Condições das Rodovias, IBP, Rio de Janeiro, setembro de 1984
15. Martins, Eliseu - Contabilidade de Custos, Atlas, São Paulo, 1969

16. NDTT - Pesquisa de Fluxos de Cargas no Estado de Santa Catarina, Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico de Transporte, UFSC, Florianópolis, 1984
17. NTC - As Tarifas do CONET: Entenda e Calcule, Associação Nacional das Empresas de Transporte Rodoviário de Cargas, São Paulo, março de 1985
18. NTC - Manual do Sistema Tarifário do Transporte Rodoviário de Cargas, NTC, São Paulo, 1986
19. TM - Manual de Custos de Operação, Revista Transporte Moderno, São Paulo, 1975
20. TM - Revista Transporte Moderno, TM, Coleção da Biblioteca Central do DNER/SC, Florianópolis,
21. World Bank - The Highway Design and Maintenance Standards Model, Volume II e IV, World bank, Washington, D.C., março de 1985

ANEXO A

DADOS NECESSÁRIOS SOBRE A RODOVIA

A.1 - Informações Necessárias

As informações necessárias sobre a rodovia são as constantes do quadro 26, onde aparecem as faixas recomendadas das diferentes variáveis. No entanto existem restrições adicionais que a pesar de não impedirem o cálculo, dão ciência ao planejador de provável erro na extrapolação:

- na predição dos custos de manutenção (peças e mão-de-obra) o QI deve estar compreendido entre 25 e 120 para caminhões
- na predição do desgaste de pneus a máxima curvatura horizontal é de 400 g/km, a qual corresponde uma taxa mínima de raio de curvatura de 143 m; acima deste limite esperam-se valores abaixo do real.

A.2 - Procedimentos para Calcular as Características Geométricas e de Irregularidades Médias da Rodovia

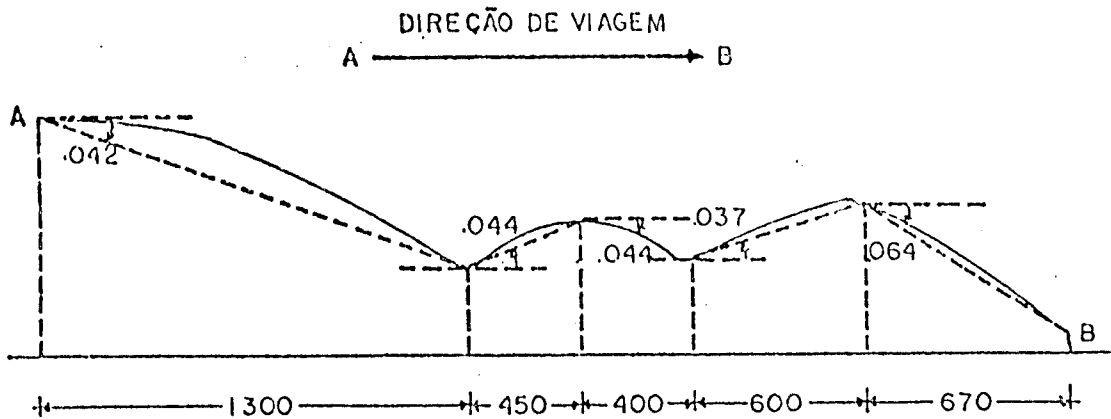
De posse das características geométricas em planta e perfil, conforme exemplificado na figura 5, para se chegar aos valores mé-

Quadro 26: Informações Necessárias sobre a Rodovia

Item	Símbolo	Unidade	Faixa Recomendada	
Extensão	L	km		
Tipo de superfície	TS	km	Pavim. e não Pavim.	
Quoc.de irregularidade	QI	cont./km	15	300
Rampa positiva média	PG	fração	0,0	0,12
Rampa negativa média	NG	fração	0,0	0,12
% em rampa positiva	LP	fração	0,0	1,0
Curvatura horiz. média	C	graus/km	0,0	1000
Superelevação média	SP	fração	0,0	0,2
Altitude em relação ao mar	ALT	m	0,0	5000
Largura média	WIDTH	m	3,0	8,0

Fonte : Banco Mundial (21)

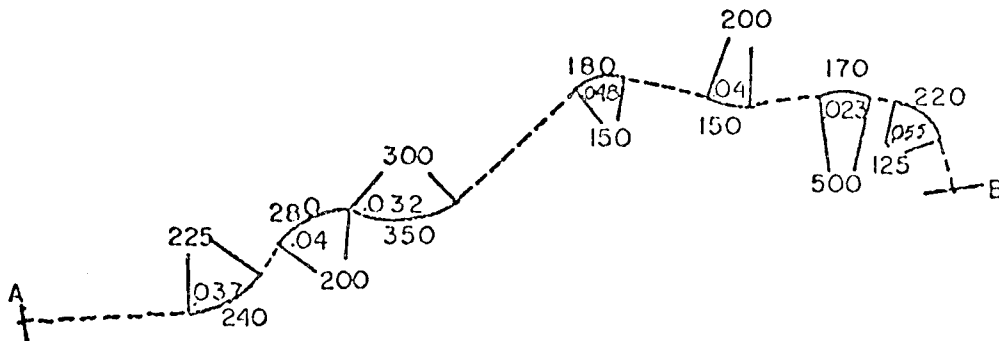
Figura 5 : Características Geométricas em planta e perfil




→ Extensão (metros)

- ⤴ Rampa positiva
- ⤵ Rampa negativa

GEOMETRIA VERTICAL



----- Seção em tangente

 Seção em curva

- 1 Extensão (metros)
- 2 Raio de curvatura (metros)
- 3 Superelevação (em fração)

GEOMETRIA HORIZONTAL

Fonte : Banco Mundial (21)

dios da rodovia (imaginada em dois subtrechos, sendo um em rampa positiva e outro em rampa negativa), deve-se seguir o previsto nos itens A.3 a A.5

A.3 - Geometria Vertical

De posse das características geométricas em perfil, conforme exemplificado na figura 5, divide-se a rodovia em trechos tendo como limites os pontos de intersecção vertical, onde são obtidos a extensão (em metros) e a rampa (com sinal e em fração). A seguir procede-se como mostrado no quadro 27, sendo:

$$(d) \dots pgs = gs \dots \text{ se } gs \geq 0$$

$$\dots pgs = 0 \dots \text{ se } gs < 0$$

$$(e) \dots ngs = |gs| \dots \text{ se } gs < 0$$

$$\dots ngs = 0 \dots \text{ se } gs \geq 0$$

$$(h) \dots ps = |s| \dots \text{ se } gs \geq 0$$

$$\dots ps = 0 \dots \text{ se } gs < 0$$

A.4 - Geometria Horizontal

De posse das características em planta, conforme exemplificado na figura 5, divide-se a rodovia em trechos (que não precisam coincidir com as geometria vertical) com curvatura uniforme usando os pontos de tangência como pontos limites, determinando a extensão, a curvatura e a superelevação (se conhecida) dos trechos em

Quadro 27 : Dados da Rodovia em Perfil

(a) Subtrechos	(b) Extensões Is	(c) Rampa (com sinal e em fração) gs	(d) Rampa positiva (em fração) pgs	(e) Rampa negativa (em fração) ngs	(f) pls=pgs.Is	(g) nls=ngs.Is	(h) ps
1							
2							
.							
.							
.							
m							
Somatório	L				LP	NL	P

Fonte : Banco Mundial (21)

curva. A curvatura do trecho em curva é dado por:

$$C_s = \frac{180000}{\pi \cdot RC}$$

A seguir procede-se como indicado no quadro 28. Caso os dados de superelevação da rodovia não sejam conhecidos, podem ser aplicadas as fórmulas abaixo, oriundas dos levantamentos da PICR

..... rodovia pavimentada SP = 0,00012.Cs

..... rodovia não pavimentada SP = 0,00017.Cs

SP em fração

A.5 - Cálculo das Características Geométricas Médias das Rodovia

Procede-se conforme mostrado no quadro 29. A percentagem em rampa positiva (LP) numa viagem redonda é exatamente igual 0.5, devido ao fato de que é rampa positiva na ida e negativa na volta.

A.6 - Cálculo do QI Médio

$$QI = \frac{\sum_{s=1}^n QI_s \cdot l_s}{L}$$

Quadro 28 : Dados da Rodovia em Planta

(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
Subtrecho	Extensão	Curvatura	Superelevação	$Cs = Cs.l_s$	$Ss = Ss.l_s$
Curva	(m)	(graus/km)	(com fração)		
s	l _s	C _s	S _s		
1					
2					
.					
.					
n					
Somatório				K	S

Fonte : Banco Mundial (21)

Quadro 29 : Cálculo das Características Geométricas Médias da Rodovia

Características Geométricas Médias	Símbolo	Fórmula		
		Viagem num sentido		Viagem Redonda
		A para B	B para A	
Rampa positiva média	PG	$\frac{PL}{P}$	$\frac{NL}{L-P}$	$\frac{PL+NL}{L}$
Rampa negativa média	NG	$\frac{NL}{L-P}$	$\frac{PL}{P}$	$\frac{PL+NL}{L}$
Percentagem em rampa positiva	LP	$\frac{P}{L}$	$\frac{L-P}{L}$	0,5
Curvatura horizontal média	C	$\frac{K}{L}$	$\frac{K}{L}$	$\frac{K}{L}$
Superelevação média	SP	$\frac{S}{L}$	$\frac{S}{L}$	$\frac{S}{L}$

Fonte : Banco Mundial (21)

ANEXO B

FAIXAS RECOMENDADAS PARA AS CARACTERÍSTICAS DOS VEÍCULOS

Característica do Veículo	Unidade	Faixa Recomendada
Peso bruto do veículo, m	kg	
. caminhões médios (simples)		5000 - 16000
. caminhões pesados (duplo)		6000 - 22000
. caminhões articulados (s.reboque)		13000 - 45000
Carga útil, LOAD	kg	
. caminhões médios (simples)		0 - 11000
. caminhões pesados (duplo)		0 - 16000
. caminhões articulados (s.reboque)		0 - 32000
Área frontal projetada, AR	m ²	
. caminhões médios (simples)		5.0 - 8.0
. caminhões pesados (duplo)		5.0 - 8.0
. caminhões articulados (s.reboque)		5.5 - 10.0
Coefficiente de arrasto aerodinâmico, CD	Adimensional	0.3 - 1.0
Volume de borracha disponível por pneus, VOL	dm ³	
. caminhões médios (simples)		6.5 - 9.3
. caminhões pesados (duplo)		6.3 - 8.8
. caminhões articulados (s.reboque)		6.0 - 8.5
Idade média do veículo em km, CKM	km	
. caminhões		0 - 600000

Fonte : Banco Mundial (21)