

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DO IMPACTO DAS CONDIÇÕES DE RODOVIAS  
PAVIMENTADAS NA RENOVAÇÃO DA FROTA DE  
TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA**

**DENIS BIOLKINO DE SOUSA PEREIRA**

**ORIENTADOR: PROF. CARLOS HENRIQUE MARQUES DA ROCHA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: T.DM – 008A/2006**

**BRASÍLIA/DF: 13 DE ABRIL DE 2006**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DO IMPACTO DAS CONDIÇÕES DE RODOVIAS  
PAVIMENTADAS NA RENOVAÇÃO DA FROTA DE TRANSPORTE  
RODOVIÁRIO DE CARGA**

**DENIS BIOLKINO DE SOUSA PEREIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE  
BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA  
A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Carlos Henrique Marques da Rocha, PhD (UnB)**  
**(Orientador)**

---

**Prof. José Augusto Abreu Sá Fortes, Doutor (UnB)**  
**(Examinador Interno)**

---

**Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, Doutor (UnB)**  
**(Examinador Externo)**

**BRASÍLIA/DF: 13 DE ABRIL DE 2006**

## FICHA CATALOGRÁFICA

PEREIRA, DENIS BIOLKINO DE SOUSA

Análise do Impacto das Condições de Rodovias Pavimentadas na Renovação da Frota de Transporte Rodoviário de Carga / Denis Biolkino de Sousa Pereira – Brasília, 2006. xv, 114 p., 210x297mm. (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2006).

Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília, 2006.

1. Qualidade de Rodovias  
3. Planilha de Custos

2. Transporte Rodoviário de Carga  
4. Renovação da Frota

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEREIRA, Denis Biolkino de S. (2006). Análise do Impacto das Condições de Rodovias Pavimentadas na Renovação da Frota de Transporte Rodoviário de Carga. Dissertação de Mestrado, Publicação T.DM – 008A/2006, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 114 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Denis Biolkino de Sousa Pereira.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Análise do Impacto das Condições de Rodovias Pavimentadas na Renovação da Frota de Transporte Rodoviário de Carga.

GRAU: Mestre

ANO: 2006

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

---

Denis Biolkino de Sousa Pereira

Av. T-9, nº 821, Ed. Solar Eldorado, Aptº. 501, Setor Bueno.

CEP: 74.215-020 Goiânia – GO – Brasil.

denisbiolkino@terra.com.br

## **DEDICATÓRIA**

A todos profissionais, entidades e empresas que se dedicam à melhoria dos transportes, para que possam conhecer e refletir, através do transporte de cargas do país, que novos caminhos poderão surgir com ações inovadoras e criativas, transformando a realidade atual em uma visão de um cenário competitivo com os anseios dos segmentos envolvidos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus – Ser Supremo, que nos concedeu o dom da vida, conhece os nossos pensamentos bem antes de nossas ações e se coloca diante de nós a todo o momento. Com a certeza de uma vida trilhada em vossos ensinamentos estaremos em paz Consigo e com o nosso próximo.

Aos Pais – É um momento especial que retrata a emoção, o carinho e a gratidão que ao longo dos anos me incentivou na jornada dos estudos, fazendo-me sentir cada vez mais orgulhoso e reconecedor de que todo sacrifício não é em vão, mas sim, um passo decisivo para novos caminhos.

À Família – Pelos momentos de compreensão e de incentivo aos estudos, que ajudaram a transformar a realidade dos momentos difíceis em júbilo, na conquista deste título de mestre em transportes e da minha realização profissional.

Ao Professor Carlos Henrique Rocha – Pela orientação transmitida através de seus conhecimentos e experiências profissionais, proporcionando-me o desenvolvimento desta dissertação e mostrando que o ramo da economia relacionada ao transporte traz grandes benefícios para o setor e para a sociedade.

À Professora Yaeko Yamashita – Pela motivação em vencer os obstáculos e pela oportunidade da concretização de um sonho.

Aos Mestres – Pela oportunidade em adquirir novos conhecimentos e aprimorar as experiências vividas, incentivando-me no caminho da pesquisa científica.

Aos colegas do mestrado – Que compartilharam comigo momentos de alegria, sabedoria, angústia e ansiedade, vivenciando a certeza de que tudo passa e o que fica é o aprendizado e o amadurecimento que cada momento nos proporcionou para alcançarmos os nossos objetivos.

Ao secretário Júlio Duarte – Agradeço-lhe por todos os momentos de convivência.

“Não é o desafio com que nos deparamos que determina quem somos e o que estamos nos tornando, mas a maneira com que respondemos ao desafio. Somos combatentes, idealistas, mas plenamente conscientes. Porque o Ter consciência não nos obriga a Ter teoria sobre as coisas: só nos obriga a sermos conscientes. Problemas para vencer, liberdade para provar. E, enquanto acreditarmos no nosso sonho, nada é por acaso”.

**Henfil**

## RESUMO

A insuficiência de investimentos em transportes se traduz em baixa qualidade dos pavimentos das rodovias que, por sua vez, tende a impactar negativamente na rentabilidade dos caminhões. A rentabilidade de um caminhão pode ser aferida por meio do cálculo de sua vida econômica que depende dos custos de operação, de manutenção e de capital.

Os modelos de substituição de equipamentos se limitam ao cálculo do custo médio de manutenção do veículo sem tomar em conta a qualidade do pavimento.

A presente pesquisa tem como objetivo testar a hipótese de que a qualidade do pavimento impacta a vida econômica e a rentabilidade dos veículos de uma empresa transportadora de carga. Foram analisadas três rotas classificadas como ótimo/bom, deficiente e ruim (CNT, 2004). Considerou-se um caminhão da mesma marca e modelo que trafega distintamente na três rotas tomadas nesta pesquisa.

Os resultados encontrados mostram que a qualidade do pavimento *de facto* impacta a vida econômica do caminhão e, logo, sua rentabilidade. Os resultados foram validados com o teste do qui-quadrado.

Ademais, a partir do cálculo comparativo entre o custeio das rotas em relação aos preços de frete praticados pela empresa transportadora de carga, aplicou-se a análise do ponto de equilíbrio. Sem surpresa, as rotas rodoviárias de relativa baixa de qualidade estão associadas a pontos de equilíbrio de maior valor monetário, implicando em fretes comparativamente mais elevados. Isto posto, pode-se dizer que a qualidade do pavimento tende a influir no preço final das mercadorias transportadas. Em outras palavras, dado que há diferenças expressivas no valor dos pontos de equilíbrio para as diferentes rotas analisadas, pode-se dizer que o custo social acarretado pela qualidade do pavimento é não desprezível.

## **ABSTRACT**

The insufficiency of investments in transportation reflects the low quality of the road pavements that tends to make a negative impact on the profitability of trucks. The profitability of a truck can be measured through the calculation of its economic life that depends on the costs of the operation, maintenance and capital.

The models of substitution of equipment that are limited to the calculation of the average cost of the maintenance of the vehicle, not taking into account the quality of the pavement.

The present research has the aim of testing the hypothesis that the quality of the pavement makes an impact on the economic life and the profitability of vehicles that belong to a cargo company. Three routes graded as great/good, deficient and bad have been analyzed (CNT, 2004). We have considered a truck with the same brand and model that transits distinctively on the three routes chosen in this research.

The results that have been found show that the quality of the pavement really makes an impact on the economic life of a truck and, consequently, on its profitability. The results have been confirmed with the chi-square test.

Furthermore, from the comparative calculation between the costs of the routes in relation to the prices of the freight done by the cargo company, the analysis of the break-even point has been applied. Not surprisingly, the road routes of relatively low quality are associated with break-even points of higher monetary value, causing freight to be comparatively higher. Given the fact, one can say that the quality of the pavement tends to interfere with the final price of the transported goods. In other words, given the fact that there are significant differences in the value of the break-even points for the different routes that have been analyzed, one can say that the social cost brought by the quality of the pavement is not to be ignored.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO</b>	<b>Página</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 - APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 - JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 - HIPÓTESE .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 - OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.5.1 - Objetivo geral .....	4
1.5.2 - Objetivos específicos.....	4
<b>1.6 - METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.7 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 - TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 - APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 - TRANSPORTE VERSUS ECONOMIA.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 - TRANSPORTE E COMÉRCIO INTERNO BRASILEIRO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 - EMPRESAS TRANSPORTADORAS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 - ADMINISTRAÇÃO DO TRANSPORTE POR TERCEIROS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 - ADMINISTRAÇÃO DO TRANSPORTE POR CARGA PRÓPRIA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.7 - ADMINISTRAÇÃO DO TRANSPORTE POR AUTÔNOMOS .....</b>	<b>20</b>
<b>2.8 - TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA .....</b>	<b>23</b>
<b>2.9 - MODO RODOVIÁRIO .....</b>	<b>24</b>
<b>3 - PAVIMENTO DE RODOVIAS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 - APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 - PAVIMENTO DE RODOVIAS: CONCEITO.....</b>	<b>28</b>
<b>4 - MODELO DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E CUSTEIO DE     TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 - APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 - RENOVAÇÃO DA FROTA.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3 - CUSTEIO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA.....</b>	<b>44</b>

4.3.1 - Definição dos itens de custos.....	44
4.3.2 - Classificação dos itens de custos em fixos e variáveis .....	45
4.3.3 - Cálculo do custo de cada item .....	46
4.3.4 - Custeio das rotas.....	50
4.4 - VEÍCULOS RODOVIÁRIOS DE CARGA.....	50
4.4.1 - Frota de veículos de carga .....	52
5 - METODOLOGIA PARA ANÁLISE DO IMPACTO DAS CONDIÇÕES DO PAVIMENTO DA RODOVIA NO CUSTO DO FRETE E NA RENOVAÇÃO DA FROTA.....	56
5.1 - APRESENTAÇÃO.....	56
5.2 - ESTRUTURA METODOLÓGICA PROPOSTA.....	56
5.3 - ESTUDO DE CASO.....	62
5.3.1 - Histórico e característica da empresa.....	62
5.3.2 - Especificações técnicas dos veículos.....	63
5.3.3 - Aplicação da metodologia e análise dos resultados .....	65
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	101
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	103
APÊNDICE A – CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO ANUAL DE MANUTENÇÃO .	108
APÊNDICE B – CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO ANUAL DE MANUTENÇÃO E CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO MENSAL DE MANUTENÇÃO POR QUILOMETRO – DADOS FORNECIDOS PELA EMPRESA .....	109
APÊNDICE C – CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO ANUAL DE MANUTENÇÃO E CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO MENSAL DE MANUTENÇÃO POR QUILOMETRO – DADOS FORNECIDOS PELO FABRICANTE .....	112

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Investimento nas rodovias federais brasileiras (% PIB) .....	2
Figura 1.2 – Estrutura metodológica da pesquisa.....	5
Figura 2.1 – Produtividade de cargas .....	11
Figura 2.2 – Índices de produtividade (106 TKU / empregado) .....	12
Figura 2.3 – Fragmentação das empresas de transporte cadastradas.....	15
Figura 2.4 – Participação em grupo empresarial (%).....	16
Figura 2.5 – Pessoal ocupado por atividade de transporte .....	16
Figura 2.6 – Participação das atividades no segmento de transporte e correio Brasil – 2002 .....	17
Figura 2.7 – Fragmentação do setor – Distribuição dos caminhões.....	21
Figura 2.8 – Percentual da idade da frota de caminhão (%).....	22
Figura 2.9 – Classificação geral das rodovias brasileiras.....	24
Figura 2.10 – Avaliação geral da pesquisa rodoviária CNT 2004.....	26
Figura 3.1 – Condições de superfície – Extensão total (%).....	34
Figura 3.2 – Classificação do pavimento – Extensão total.....	35
Figura 3.3 – Custos operacionais dos veículos em função da qualidade do pavimento.....	37
Figura 4.1 – Variação dos custos do veículo ao longo do tempo .....	40
Figura 4.2 – Metodologia de Custeio de Transporte Rodoviário .....	44
Figura 4.3 – Classificação dos veículos de carga .....	52
Figura 4.4 – Frota de veículos – Idade média por porte da empresa(%).....	53
Figura 4.5 – Continuidade do processo de renovação da frota (%).....	54
Figura 5.1 – Estrutura metodológica de análise do impacto das condições do pavimento das rodovias no custo do frete e na renovação da frota de veículos .....	57
Figura 5.2 – Custo médio anual de capital .....	80
Figura 5.3 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro – Dados da empresa.....	82
Figura 5.4 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro – Dados do fabricante..	82
Figura 5.5 - Percentual comparativo de custos finais entre as rotas pesquisadas.....	83
Figura 5.6 – Distribuição amostral de qui-quadrado ( $\chi^2$ ).....	85
Figura 5.7 – Resultado da distribuição amostral de qui-quadrado ( $\chi^2$ ).....	87
Figura 5.8 - Percentual de peso mínimo em relação ao peso máximo para rotas uniformes (1.000 km) .....	94
Figura 5.9 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km).....	95

Figura 5.10 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km) – Rota 1 .....	98
Figura 5.11 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km) – Rota 2 .....	98
Figura 5.12 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km) – Rota 3 .....	99
Figura 5.13 - Rentabilidade do veículo versus Taxa Selic .....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Participação (%) das Classes e Atividades no PIB (Valor Adicionais) a Preços Básicos .....	3
Tabela 2.1 – PIB Brasil (US\$ Milhões).....	10
Tabela 2.2 – Participação do setor de transportes na economia brasileira .....	10
Tabela 2.3 – Taxa de crescimento (%) de indicadores da renda nacional e de transportes.	11
Tabela 2.4 – Indicador de resultado operacional e de necessidade de financiamento de empresas públicas federais, estaduais e municipais, segundo a atividade econômica – 2002 .....	12
Tabela 2.5 – Perspectiva de renovação de frota .....	23
Tabela 2.6 – Rede Rodoviária Brasileira.....	25
Tabela 2.7 – Situação da Malha Rodoviária Brasileira .....	26
Tabela 3.1 – Classificação do pavimento – Extensão total .....	35
Tabela 4.1 – Exemplo de uma planilha de custos (valores fictícios) .....	49
Tabela 4.2 – Frota de veículos por tipo .....	53
Tabela 4.3 – Continuidade do processo de renovação da frota (%) .....	54
Tabela 4.4 – Programa de substituição de veículos (%).....	55
Tabela 5.1 – Rota 1 – Trecho São Paulo (SP) / Goiânia (GO).....	69
Tabela 5.2 – Rota 2 – Trecho Goiânia (GO) / Palmas (TO).....	69
Tabela 5.3 – Rota 3 – Trecho Imperatriz (MA) / São Luiz (MA).....	70
Tabela 5.4 – Cálculo do custo fixo e custo variável das rotas pesquisadas.....	70
Tabela 5.5 – Cálculo da velocidade operacional e comercial.....	72
Tabela 5.6 – Cálculo do rateio do custo fixo.....	76
Tabela 5.7 – Ajuste das variáveis para o cálculo do custeio com extensão uniforme.....	77
Tabela 5.8 – Cálculo do custeio da rota pesquisada para 1.000 Km.....	78
Tabela 5.9 – Cálculo da distribuição de frequências .....	85
Tabela 5.10 – Cálculo comparativo do custeio das rotas com preço de frete.....	92
Tabela 5.11 – Percentual (%) do peso mínimo de carga em relação aos custos operacionais .....	93
Tabela 5.12 – Ponto de equilíbrio e margem de contribuição.....	99

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 2.1 – Estratos de empresas de transporte de cargas.....	15
Quadro 4.1 – Fórmulas para cálculo de itens de custo de transporte .....	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABTC – Associação Brasileira dos Transportadores de Cargas

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANTT – Agência Nacional de Transporte Terrestre

CEL – Centro de Estudos em Logística

CNT – Confederação Nacional do Transporte

COPPEAD – Instituto Coppead de Administração

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem

DNER-PRO – Norma Rodoviária

DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura Terrestre

GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

NTC – Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística

PIB – Produto Interno Bruto

PNQ – Prêmio Nacional de Qualidade

TKU – Tonelada Quilômetro Útil

TRC – Transporte Rodoviário de Cargas

# **1 - INTRODUÇÃO**

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o impacto das condições do pavimento de rodovias brasileiras na rentabilidade dos veículos de uma empresa do transporte rodoviário de carga. O tema “Custo do frete e renovação da frota de veículos” apresenta considerável importância econômica e social no cenário nacional, pelos reflexos decorrentes do desgaste da malha rodoviária nos custos operacional, manutenção e capital das empresas. Teoricamente, esta pesquisa será fundamentada na *Engenharia Econômica*, especificamente, na *Análise de Substituição de Equipamentos* verificando se a qualidade do pavimento das rodovias impactam a vida econômica dos veículos de carga. Este estudo se ocupa, também, em avaliar o ponto de equilíbrio, a partir do cálculo comparativo entre o custeio das rotas em relação aos preços de frete praticados pela empresa.

## **1.1 - APRESENTAÇÃO**

O modo de transporte rodoviário tem papel de destaque no modelo brasileiro de desenvolvimento econômico (Fleury *et al.*, 2000)

Coube a esta modalidade de transporte integrar economicamente e socialmente o país, tornando possível a interiorização da sua ocupação territorial, através dos fluxos de mercadorias entre os centros de produção. No entanto, o transporte rodoviário de carga vem sofrendo sérios problemas operacionais e gerenciais que acabam causando prejuízos econômicos ao setor e a toda sociedade.

As rodovias brasileiras têm apresentado elevados índices de desgaste e deterioração, com 74,7% apresentando algum tipo de comprometimento como deficiente, ruim e péssimo (CNT, 2004), em função do insuficiente investimento em manutenção e, também, pela avançada idade da frota.

O desgaste e a deterioração da malha rodoviária decerto influencia a vida econômica dos caminhões. Ou seja, possivelmente a vida econômica dos caminhões que trafegam em pavimentos considerados de boa qualidade é maior do que aqueles que usam rodovias de qualidade inferior.

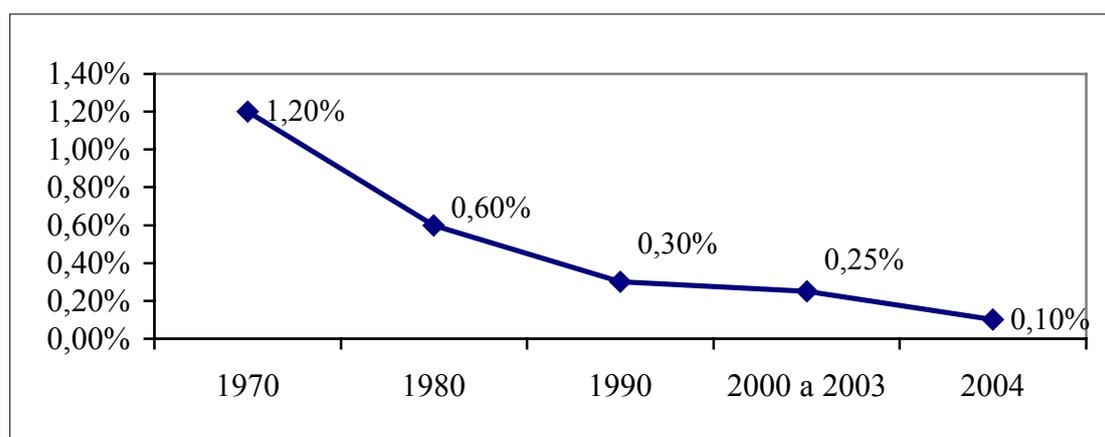
A vida econômica de um equipamento, de um caminhão, está associada aos custos de manutenção e operação, além dos custos de capital (Novaes e Alvarenga, 1994). Quanto mais alto for o valor da vida econômica de um equipamento maior tenderá a ser a sua rentabilidade.

É oportuno mencionar que o crescimento econômico de uma nação depende fortemente do desempenho econômico financeiro do setor produtivo (Barat, 1971).

## 1.2 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O transporte rodoviário é o mais expressivo entre os modais de transporte de carga no Brasil, movimentando 46,8% do volume (toneladas) total transportado em 2004 (CNT, 2005), com um valor adicionado de 4,4% do PIB (Coppead, 2002), atingindo praticamente todos os pontos do território nacional. A participação do modo rodoviário no mercado de transporte de carga, segundo a ANTT (2004), é de 61,1%, enquanto os demais modos ficam com 38,9%.

Os últimos dados estatísticos divulgados pela ANTT (2004), indicam uma extensão total de rodovias pavimentadas em torno de 164.247 km, revelando a abrangência da malha rodoviária pavimentada no Brasil. Porém, os investimentos em manutenção das atuais rodovias e as inversões em novas rodovias são extremamente acanhados, para não dizer inexistentes (Figura 1.1).



Fonte: Guia de Logística (2005).

Figura 1.1 – Investimento nas rodovias federais brasileiras (% PIB)

A insuficiência de investimentos se traduz em baixa qualidade dos pavimentos das rodovias que, por sua vez, tende a impactar negativamente na rentabilidade dos caminhões. A rentabilidade de um caminhão pode ser aferida por meio do cálculo de sua vida econômica que depende dos custos de operação e manutenção e de capital.

### 1.3 - JUSTIFICATIVA

No Brasil, o transporte rodoviário de carga se destaca por faturar mais de R\$ 40 bilhões por ano, e movimentar quase 2/3 do total de carga do país (Lima, 2001).

Todavia, os custos de manutenção da frota são considerados elevados, conforme Valente *et al.* (2001).

A baixa qualidade da conservação das rodovias pavimentadas avaliadas como péssimo, ruim e deficiente em 74,7% dos 74.681 km de rodovias avaliados, segundo pesquisa rodoviária CNT (2004). O pequeno investimento em manutenção e a falta de estímulos ou exigências para renovação de veículos rodoviários de carga têm como consequência o envelhecimento da frota de caminhões, gerando um frete não competitivo, que compromete a qualidade, a segurança e a eficiência do setor produtivo de cargas do país.

A participação do setor de transportes no PIB é relativamente baixa, conforme Tabela 1.2.

Tabela 1.1 – Participação (%) das Classes e Atividades no PIB (Valor Adicionais) a Preços Básicos

Classes e Atividades	2000	2001	2002	2003	2004 *
Agropecuária	8,0	8,4	8,7	9,9	10,0
Comércio	7,4	7,5	7,7	7,7	7,8
Construção Civil	9,1	8,6	8,0	7,2	7,3
Indústria de Transformação	22,4	22,6	23,3	24,2	24,0
Transporte	2,7	2,7	2,6	2,4	2,2

Fonte: IBGE (2003).

(\*) Dados Preliminares.

Neste contexto, parece que a qualidade do pavimento ocupa um lugar importante no desempenho econômico-financeiro da frota brasileira de caminhões. Porém, este assunto não tem sido objeto de estudo. Isto *per se* justifica uma visita ao tema.

#### **1.4 - HIPÓTESE**

A qualidade do pavimento da malha rodoviária nacional impacta a vida econômica e a rentabilidade dos veículos de carga.

#### **1.5 - OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO**

##### **1.5.1 - Objetivo geral**

O objetivo geral é analisar o impacto das condições do pavimento das rodovias brasileiras na vida econômica e na rentabilidade dos caminhões.

##### **1.5.2 - Objetivos específicos**

Os objetivos específicos são:

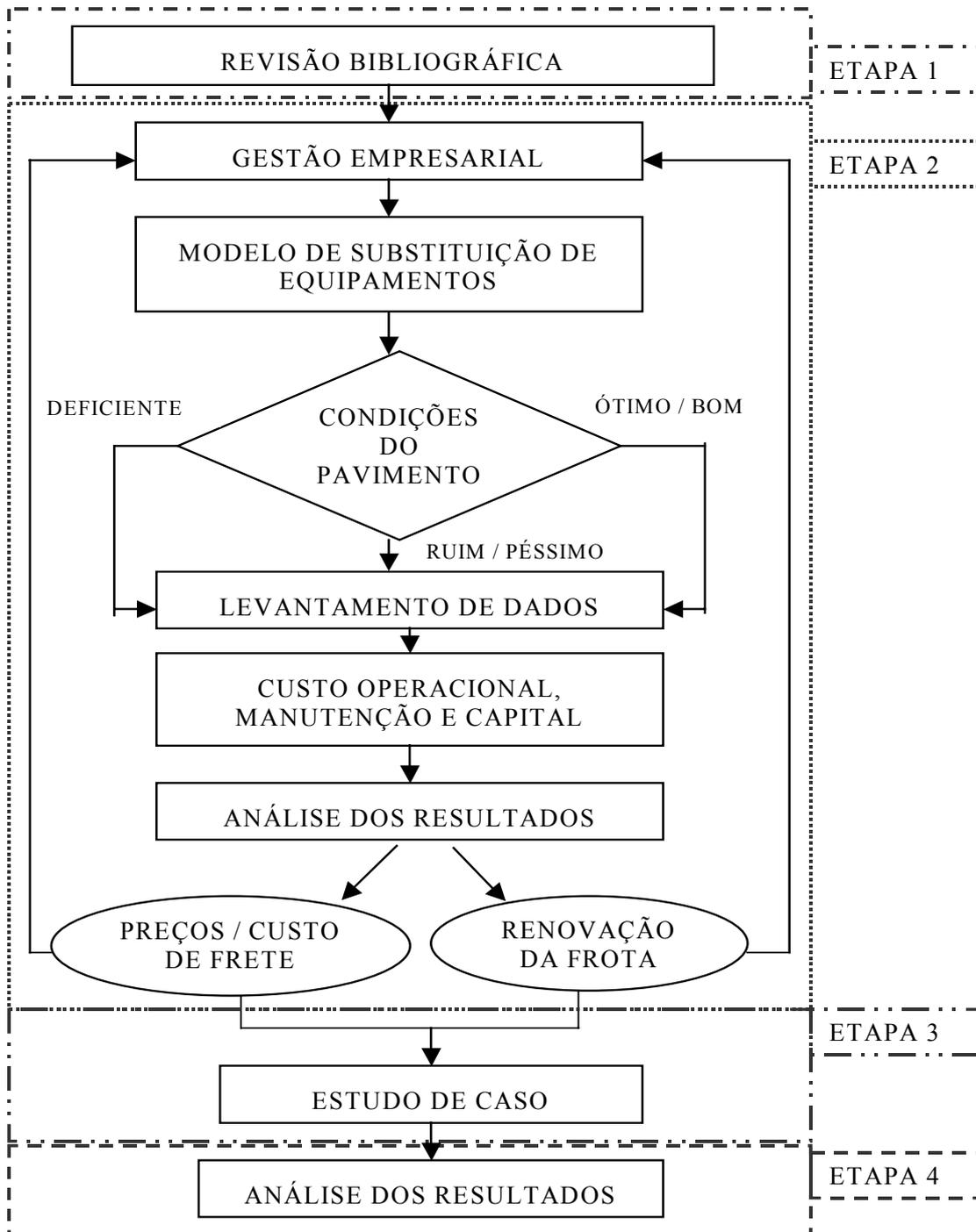
- a. Medir a vida econômica de um caminhão, por meio de um modelo de substituição de equipamentos, considerando na análise a qualidade do pavimento.
- b. Precificar o valor do frete que equilibra receita e custos.

#### **1.6 - METODOLOGIA DE PESQUISA**

O método de abordagem adotado na pesquisa é o hipotético dedutivo e um estudo de caso será realizado. Para atingir os objetivos da pesquisa adota-se a seguinte estrutura metodológica.

- a. Etapa 1 – Revisão bibliográfica.
- b. Etapa 2 – Definição da estrutura para análise do impacto das condições do pavimento das rodovias brasileiras na vida econômica da frota.
- c. Etapa 3 – Estudo de caso.
- d. Etapa 4 – Análise dos resultados – Vida Econômica e Ponto de Equilíbrio (*Break-even point*).

Ver também Figura 1.2.



Fonte: elaboração do autor.

Figura 1.2 – Estrutura metodológica da pesquisa

## 1.7 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho foi estruturado em cinco Capítulos, além deste introdutório.

O Capítulo 2 discute sobre o papel do transporte como indutor do desenvolvimento econômico, mostra o perfil da indústria brasileira de transporte de cargas e analisa a política de investimentos e de planejamento no setor de transporte rodoviário nos últimos anos.

O Capítulo 3 descreve brevemente a metodologia empregada pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), no levantamento da malha pavimentada brasileira, indicando a classificação percentual do estado do pavimento em ótimo, bom, deficiente, ruim e péssimo.

O Capítulo 4 apresenta o modelo teórico de “substituição de equipamentos” que será usado para avaliar o impacto da qualidade do pavimento na vida econômica da frota de veículos e no custeio do transporte rodoviário de carga do Brasil.

O Capítulo 5 traz a aplicação do modelo proposto. Os dados para a realização desta pesquisa foram obtidos junto a uma empresa do transporte rodoviário de carga com sede na cidade de Goiânia – GO. Foram consideradas três rotas com qualidade de pavimento diferenciado, segundo a classificação da CNT. Para a quantificação e avaliação dos custos fixos (R\$/hora) e variáveis (R\$/km) efetivos da empresa são utilizados conceitos teóricos e fórmulas para o cálculo de itens de custo de transporte, resultando numa planilha de custos. Na Etapa 3, p.78, calcula-se a distribuição proporcional e o rateio do custo fixo através da velocidade operacional, bem como os valores de custeio para uma extensão uniforme de 1.000 km. Na Etapa 4, p.90, procede-se o cálculo e análise da vida econômica na renovação da frota, obtendo-se os valores do custo médio mensal de manutenção por quilômetro, verificando-se o impacto das condições do pavimento, tanto no valor mínimo do custo como no tempo (anos) ideal para substituição do veículo, em referência aos dados coletados na Empresa X e no fabricante (Scania). Os dados resultantes deste cálculo são validados através do teste do qui-quadrado. Por fim, compara-se o custeio de cada rota, utilizando as reais extensões, com os preços de frete praticados pela empresa. A partir dos dados obtidos para o preço unitário de frete, rateio do custo fixo e custo variável efetua-se a análise do ponto de equilíbrio (*break-even point*), para avaliar a margem operacional da empresa.

Por último, o Capítulo 6 faz considerações finais.

## **2 - TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**

### **2.1 - APRESENTAÇÃO**

“Os transportes desempenham um papel de múltiplas facetas na consecução dos objetivos do desenvolvimento de uma estrutura industrial nacional capaz de obter trocas externas e suprir os recursos nacionais” (Fromm, 1968). Neste sentido, o transporte funciona como um elo entre e dentro dos centros de produção, como gerador de receitas e alavancador da economia local. À medida que o transporte se aperfeiçoa, altera o regime de produção e os fatores de custos relativos à sua eficiência como: tempo de viagem, mão-de-obra, redução de custos operacionais e de manutenção, preço de frete, capital, juros e desuso.

O aumento da rede de transporte tem contribuído em muito para a integração dos centros comerciais com o aumento do fluxo de mercadorias, permitindo investimentos de recursos humanos e materiais nos setores produtivos, necessitando desta forma do monitoramento contínuo de uma análise econômica, frente aos novos cenários de desenvolvimento.

Com base neste enfoque, este Capítulo aborda o papel dinâmico desempenhado pelo setor de transporte, na participação crescente do PIB brasileiro e os seus reflexos nos custos operacionais e de manutenção das empresas de transporte de carga. Os indicadores de resultado operacional e de necessidade de financiamento, por sua vez, demonstram que o setor de transporte, apesar de ter um superávit operacional, ainda precisa de forte subsídio pela baixa capacidade de investimento.

Diante do cenário atual de uma economia globalizada, as empresas transportadoras buscam nichos de mercado cada vez mais atraentes, na tentativa de se reduzir seus custos e maximizar sua rentabilidade, frente a um mercado altamente competitivo e pulverizado por uma deficiência de regulação, acabando assim por prejudicar e inviabilizar o transporte de carga em função do custo real do frete em relação ao preço praticado.

Outra abordagem neste Capítulo refere-se à realidade da frota de veículos rodoviários de carga, onde se constata uma situação de envelhecimento, com idade média de 17,5 anos, segundo estudos da Coppead (2002). Desta forma, revela-se um cenário desfavorável,

propiciando uma redução no valor do frete, aumento nos custos operacionais e de manutenção e principalmente a falta de incentivos à renovação da frota.

O modo de transporte rodoviário de carga, ainda por ser o mais expressivo na matriz de transporte, sofre com a redução de investimentos em infra-estrutura, gerando externalidades negativas, requerendo cada vez mais uma avaliação sistêmica de planejamento na busca da eficiência, na redução de custos e no aprimoramento dos serviços.

## **2.2 - TRANSPORTE VERSUS ECONOMIA**

Segundo Caixeta-Filho e Martins (2001), o transporte tem papel vital naqueles elementos considerados prioritários em políticas para o desenvolvimento como: exploração de recursos, divisão do trabalho, aumento do valor da terra e produção em larga escala. Dá-se assim, a importância do transporte como meio de interligar mercados geograficamente diferentes, cujo crescimento dependerá do equilíbrio na formação de preços das atividades regionalmente separadas em comparação com o custo marginal do transporte.

Com base na teoria de desenvolvimento Fair e Willians, *apud* Caixeta-Filho e Martins (2001), “destacam, ademais, que existem relações recíprocas entre desenvolvimento dos transportes e progresso econômico”. Isso retrata a estreita relação mútua e o processo de interação de forças econômicas, mostrando que o aprimoramento e o investimento em transporte traduz em benefícios para o setor empresarial e vice-versa. Os investimentos em transporte devem ser privilegiados, no sentido de atingir os objetivos de desenvolvimento, visando a funcionalidade econômica em projetos que sejam mais produtivos.

Para confirmar esta assertiva Muskin, *apud* Caixeta-Filho e Martins (2001), “a infra-estrutura física inter-relaciona interesses da comunidade e das empresas. Permite às empresas produzir em níveis mais elevados de eficiência, que resultam em produção com maior rentabilidade e para mercados mais amplos”.

Neste sentido, Barat (1971) expõe que: “o investimento em transporte se constitui, em geral, na mais importante parcela setorial da formação bruta de capital, numa economia em desenvolvimento. Desempenha, por isso, papel fundamental numa estratégia global de

crescimento econômico”. Os efeitos desse investimento traduzem em benefícios nos incrementos das facilidades de transporte correlacionados ao acréscimo de produto, garantindo a movimentação de mercadorias em toda a cadeia produtiva, obtendo-se uma situação econômica favorável para a futura geração de um serviço. Esse papel dinâmico desempenhado pelo setor de transporte, face aos investimentos em sua infra-estrutura, pode alterar as relações de preço entre os fatores de produção, em reduzir os custos operacionais e de manutenção de veículos. Portanto, os países que tiverem um grau de desenvolvimento em função da disponibilidade da infra-estrutura adequada, potencializaram ganhos de eficiência do sistema produtivo, elevando o produto final, incrementando os índices de produtividade e reduzindo o custo por unidade de insumo.

A orientação dos processos produtivos, buscando atender aos requisitos dos mercados consumidores, tem feito com que a eficiência do sistema logístico se torne uma condição básica para a competitividade de todos os setores da economia. Por outro lado, se os sistemas de infra-estrutura não funcionam adequadamente, com certeza terão seus reflexos nas atividades econômicas, gerando aumento de custos, resultando em preços mais altos e perda de competitividade por parte das empresas.

Ao se referir às atividades econômicas, Ballou (2001) ressalta que: “basta comparar as economias de uma nação desenvolvida com as que estão em desenvolvimento, para ver a parte que cabe ao transporte na criação de um alto nível de atividade econômica”. Com o advento dos serviços de transporte cada vez mais complexos e eficientes, há necessidade para aumentar a concorrência no mercado, elevar as economias de escalada de produção, reduzir os preços das mercadorias e o custo do frete.

### **2.3 - TRANSPORTE E COMÉRCIO INTERNO BRASILEIRO**

“Sob qualquer ponto de vista – econômico, político e militar, o transporte é inquestionavelmente, a indústria mais importante do mundo”.

Congresso dos EUA (Ballou, 1993).

De acordo com os dados publicados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o valor adicionado por todo o setor de transporte vem apresentando uma

participação crescente no PIB brasileiro, tornando-se superior a 4%, a partir de 1999 (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – PIB Brasil (US\$ Milhões).

Ano	Total	Transporte	%
1999	536.600,00	24.271,37	4,5
2000	602.206,53	26.501,32	4,4
2001	509.796,80	28.695,91	5,6
2002	459.379,39	30.912,30	6,7
2003	506.784,16	34.185,74	6,7
2004	604.876,00	34.640,41	5,7

Fonte: IPEA (2006).

A participação do setor de transportes na economia brasileira também pode ser vista na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Participação do setor de transportes na economia brasileira

Valor adicionado pelo setor de transportes no PIB (%)	4,4% <sup>1</sup>
Valor adicionado pelo setor de transportes no PIB (R\$)	R\$ 42 bilhões <sup>1</sup>
Empregos diretos gerados	1,8 milhões <sup>2</sup>
Total de carga movimentada por ano (em TKU)	794 bilhões <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fonte: Centro de Estudos em Logística – Coppead.

<sup>2</sup> Fonte: Pesquisa Anual de Serviços – IBGE (2004a) (dados de 2003).

<sup>3</sup> Fonte: ANTT – 2004 (dados de 2001).

A Tabela 2.2 reflete que as atividades de transportes possibilitam a integração de mercados, através da movimentação de insumos e produtos para a concretização da atividade econômica, tão significativa na atual realidade da globalização. A diversidade e a complexidade das relações sócio-econômicas entre os fatores de produção e o desejo dos consumidores requerem análises com características científicas.

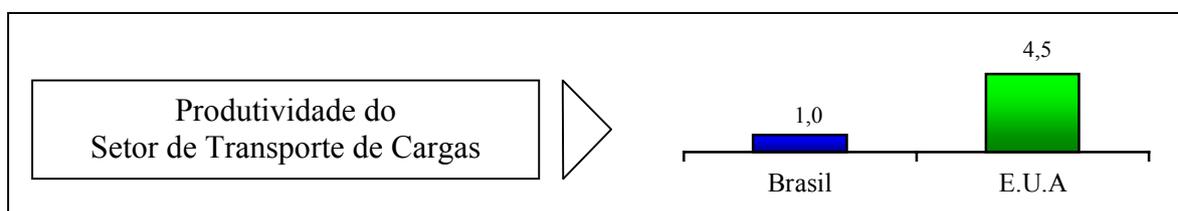
Observa-se através dos indicadores da Tabela 2.3, que a taxa de crescimento (%) da atividade de transporte no período de 1970 a 2000 é maior que a da agricultura e da indústria. No mesmo período, o produto do subsetor de transporte de carga como o consumo de óleo diesel, que é o principal indicador na obtenção de estimativas da evolução da produção da carga transportada em TKU, cresceu a uma taxa anual de quase 6%, refletindo a dispersão geográfica da atividade econômica.

Tabela 2.3 – Taxa de crescimento (%) de indicadores da renda nacional e de transportes

Ano	PIB	Agricultura	Indústria	Serviços	Transportes	Diesel	TKU	Pass-km
1970-80	8,63	4,73	9,30	9,39	11,11	11,23	10,40	14,09
1980-90	1,54	2,51	0,28	2,54	2,8	2,67	4,63	3,98
1990-00	2,56	2,32	2,42	2,50	2,77	3,59	2,95	3,92
1970-00	4,20	3,18	3,93	4,76	5,49	5,76	5,95	7,22

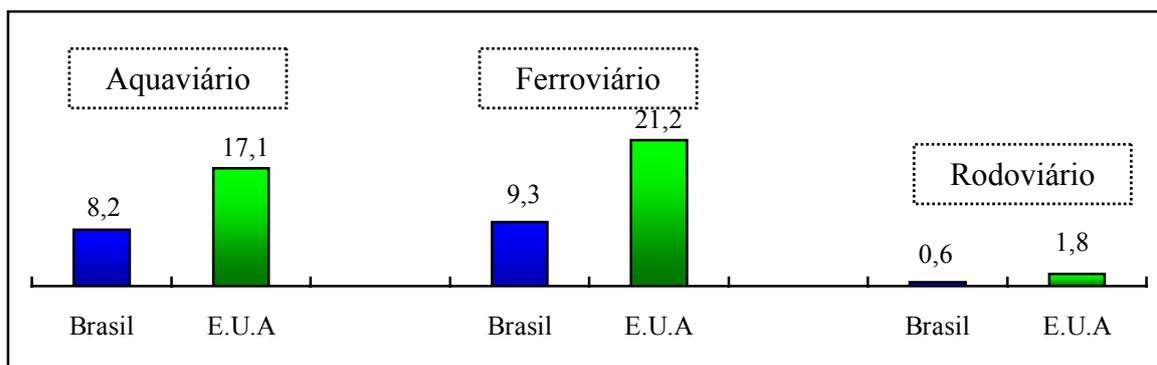
Fonte: Caixeta-Filho e Martins (2001).

O estudo da Coppead (2002) diz que a produtividade do transporte de cargas no Brasil é 78% menor do que a registrada no sistema de transporte dos Estados Unidos. Isso contribui para a relativa baixa produtividade do setor de transporte brasileiro, traduzidos pela deficiência dos procedimentos de coleta, transferência e distribuição da carga associada ao desbalanceamento da matriz de transporte, a reduzida disponibilidade de infra-estrutura de transporte caracterizada pelo uso intensivo do modal rodoviário, gerando assim um pior desempenho no sistema como todo, conforme demonstrado nas Figuras 2.1 e 2.2.



Fonte: Centro de Estudos em Logística - Coppead (2002).

Figura 2.1 – Produtividade de cargas



Fonte: Centro de Estudos em Logística – Coppead (2002).

Figura 2.2 – Índices de produtividade (106 TKU / empregado)

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estabeleceu como parâmetro alguns indicadores de resultado operacional e de necessidade de financiamento das empresas públicas federais, estaduais e municipais, segundo a atividade econômica em 2002, conforme a Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Indicador de resultado operacional e de necessidade de financiamento de empresas públicas federais, estaduais e municipais, segundo a atividade econômica – 2002

Atividade Econômica	Indicador (%)			
	Resultado Operacional		Necessidade de Financiamento	
	Federal	Estadual / Municipal	Federal	Estadual / Municipal
Total	6,09	20,56	(-) 0,44	(-) 10,41
Mineração	----	26,22	46,15	14,44
Indústria de transformação	29,27	(-) 6,61	2,31	(-) 6,44
Serviços de utilidade pública	(-) 1.248,46	33,29	(-) 303,13	(-) 4,96
Energia	37,34	22,19	(-) 16,60	(-) 8,35
Transporte	26,01	1,29	(-) 32,84	(-) 89,47
Comunicações	25,72	22,94	19,31	8,49
Financeira	(-) 0,30	16,19	(-) 0,30	(-) 2,45
Comércio	6,10	(-) 24,33	6,64	(-) 29,03
Diversos	(-) 113,11	(-) 65,25	(-) 17,34	(-) 24,59

Fonte: IBGE (2003), Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais.

Notas: 1. Os valores positivos significam superávit operacional e capacidade de financiamento.

2. Os valores negativos indicam déficit operacional e necessidade de financiamento.

Em termos conceituais o IBGE (2003) define: resultado operacional é obtido pela diferença entre receitas e despesas operacionais, e capacidade ou necessidade de financiamento é o indicador mais amplo da situação financeira das empresas do que o resultado operacional.

Neste sentido, ao se examinar o indicador do transporte como atividade econômica, Tabela 2.4, este apresentou resultados negativos de (-)32,84% e (-)89,47% como atividade deficitária nos setores públicos federal e estadual / municipal respectivamente. Os referidos dados acusaram a necessidade de recursos adicionais para financiar suas despesas não apenas de capital como também despesas não-operacionais, sobretudo financeiras. Com a adoção dessa política de financiamento e investimento, torna-se evidente que o setor de transporte, apesar de ter um superávit operacional, ainda apresenta problemas de ordem estrutural, principalmente pela baixa capacidade de investimento, demonstrada pela situação precária que se encontra a malha rodoviária brasileira, segundo pesquisa CNT (2004).

Em contrapartida, ao considerar o papel dos subsídios no financiamento das despesas operacionais, a atividade transporte ganha uma certa importância, pois segundo levantamento do IBGE (2003), a atividade participa com quase 14% da receita total das empresas públicas, correspondendo em subsídios o valor de R\$ 1 bilhão.

## **2.4 - EMPRESAS TRANSPORTADORAS**

Esta categoria de agentes do transporte rodoviário de cargas abrange as empresas organizadas sob qualquer forma societária prevista em lei. Possuem como objetivo principal a prestação do serviço de transporte de cargas a terceiros, com utilização de veículos próprios ou fretado, sendo este um serviço contratado mediante remuneração (DNER, 1976).

No cenário competitivo contemporâneo, as empresas transportadoras têm que ampliar seu horizonte de trabalho, realizando a atividade de transporte de mercadorias propriamente dita, e, além disso, agregar valor no serviço ao cliente. O cliente hoje em dia exige muito mais que o transporte de sua mercadoria; exige rapidez, confiabilidade, preços baixos, cumprimento de prazos, economias nas suas atividades, e, sobretudo parceiros para o seu trabalho que compreendam as suas necessidades empresariais e que se identifiquem com

ele. A empresa de transporte rodoviário de cargas só pode atingir o anteriormente exposto com o emprego de uma filosofia de trabalho logístico, tratando de inserir-se num ambiente de trabalho que é parte de uma cadeia produtiva, onde os transportes têm um papel determinante.

O cenário atual de uma economia globalizada está exigindo muitas mudanças por parte das empresas que querem ocupar espaço no mercado, com a máxima rentabilidade possível. O setor de transportes não é exceção, e quem está acompanhando as tendências sabe o custo dos serviços, tem papel fundamental para se obter e manter vantagens competitivas, ou seja, ter sucesso naquilo que se realiza.

Para Ballou (2001) a logística afeta uma parte significativa dos custos da empresa e que o resultado das decisões tomadas sobre a cadeia de suprimentos leva a diferentes níveis de serviços ao cliente. No caso de uma transportadora, que é uma prestadora de serviço, implantar uma filosofia de trabalho é necessário para atender as expectativas e necessidades dos seus clientes, mas compatibilizando com seus custos. Assim, as empresas deverão definir as melhores rotas, organizar as atividades dos motoristas, pesquisar equipamentos, controlar os custos da frota e realizar o planejamento operacional para se obter um serviço de qualidade e produtividade, oferecendo cada vez mais serviços especializados aos seus clientes.

Essas empresas, em razão de seu histórico e do tempo de atuação no mercado, geralmente conseguem estabelecer um vínculo de fidelidade junto aos seus contratantes, o que acaba facilitando a obtenção da carga em um mercado cativo. Tal finalidade contribui ao longo do tempo na consolidação de contratos e numa reciprocidade de benefícios para ambas as partes, buscando uma maior flexibilidade no planejamento ou na alteração dos fluxos projetados.

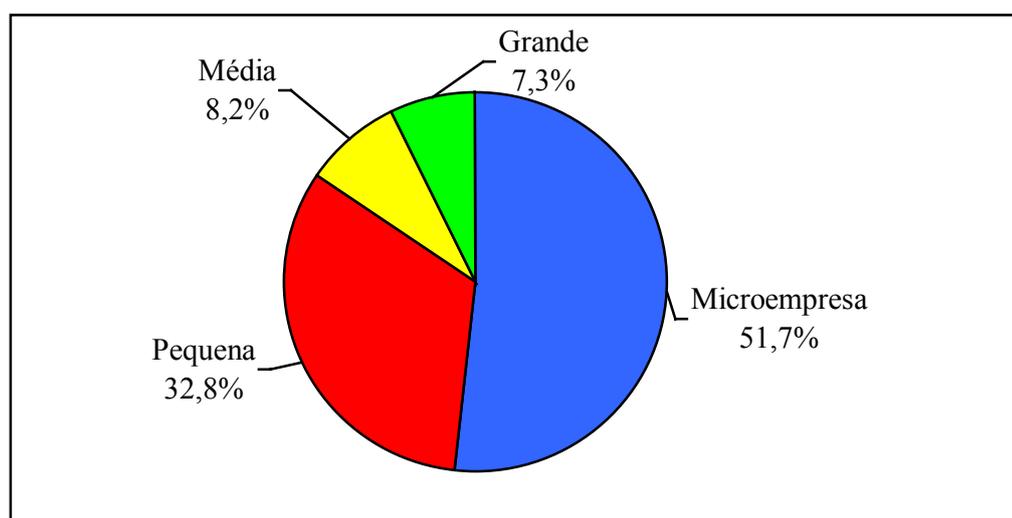
Uma das formas de classificação do porte dessas empresas é através do número total de funcionários que possuem, tanto da matriz como das filiais, ficando a classificação da seguinte forma, (CNT, 2002a):

Quadro 2.1 – Estratos de empresas de transporte de cargas

Classificação da empresa	Quantidade de funcionários
Microempresa	Até 09
Pequena empresa	De 10 a 49
Média empresa	De 50 a 99
Grande empresa	100 ou mais funcionários

Fonte: Pesquisa Empresas de Carga, CNT (2002a) – Relatório Analítico.

Existe uma maior concentração de microempresas atuando no setor, onde estas representam cerca de 52% do total. A fragmentação por parte das empresas de transporte é apresentada na forma da Figura 2.3.



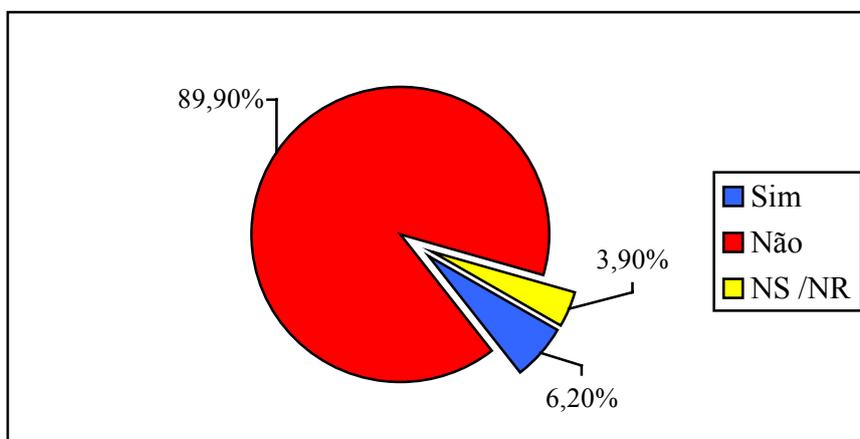
Fonte: Pesquisa Empresas de Carga, CNT (2002a) – Relatório Analítico.

Figura 2.3 – Fragmentação das empresas de transporte cadastradas

Os dados apresentados em relação ao porte da empresa demonstram a pulverização do setor, ressaltando a grande concorrência da microempresa com os profissionais autônomos, principalmente na obtenção do frete, onde por deficiência de uma regulamentação no setor acaba por prejudicar e inviabilizar o transporte de carga em função do custo real e do preço praticado.

A forma predatória no modo de contratação do frete contribui para que a maioria das empresas se posicione de forma independente do mercado (89,9%), deixando de possuírem

vínculos a grupos empresariais (6,2%), situação que constitui em minoria por parte das empresas, conforme exposto pela CNT (2002a) e verificada na Figura 2.4.

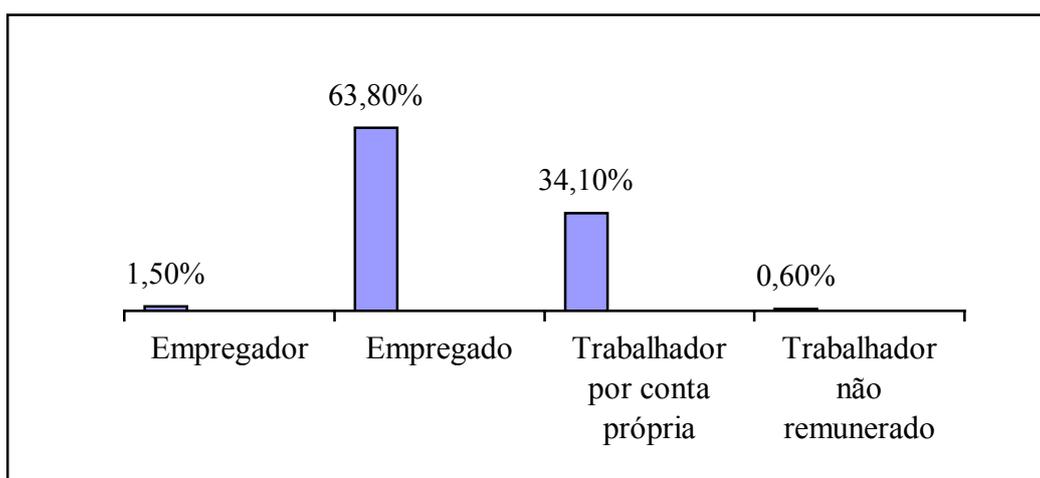


Fonte: Pesquisa Empresas de Carga, CNT (2002a) – Relatório Analítico.

Figura 2.4 – Participação em grupo empresarial (%)

Este comportamento reflete a falta de atratividade da atividade transportadora em virtude da ausência de comprometimento das partes envolvidas, pelo desconhecimento de planilhas de custos e, especialmente, pela ausência de um marco regulatório eficiente, que possa traçar as diretrizes básicas do mercado de frete.

A Figura 2.5 mostra a representatividade de pessoal ocupado pela atividade de transporte, segundo IBGE (2004).

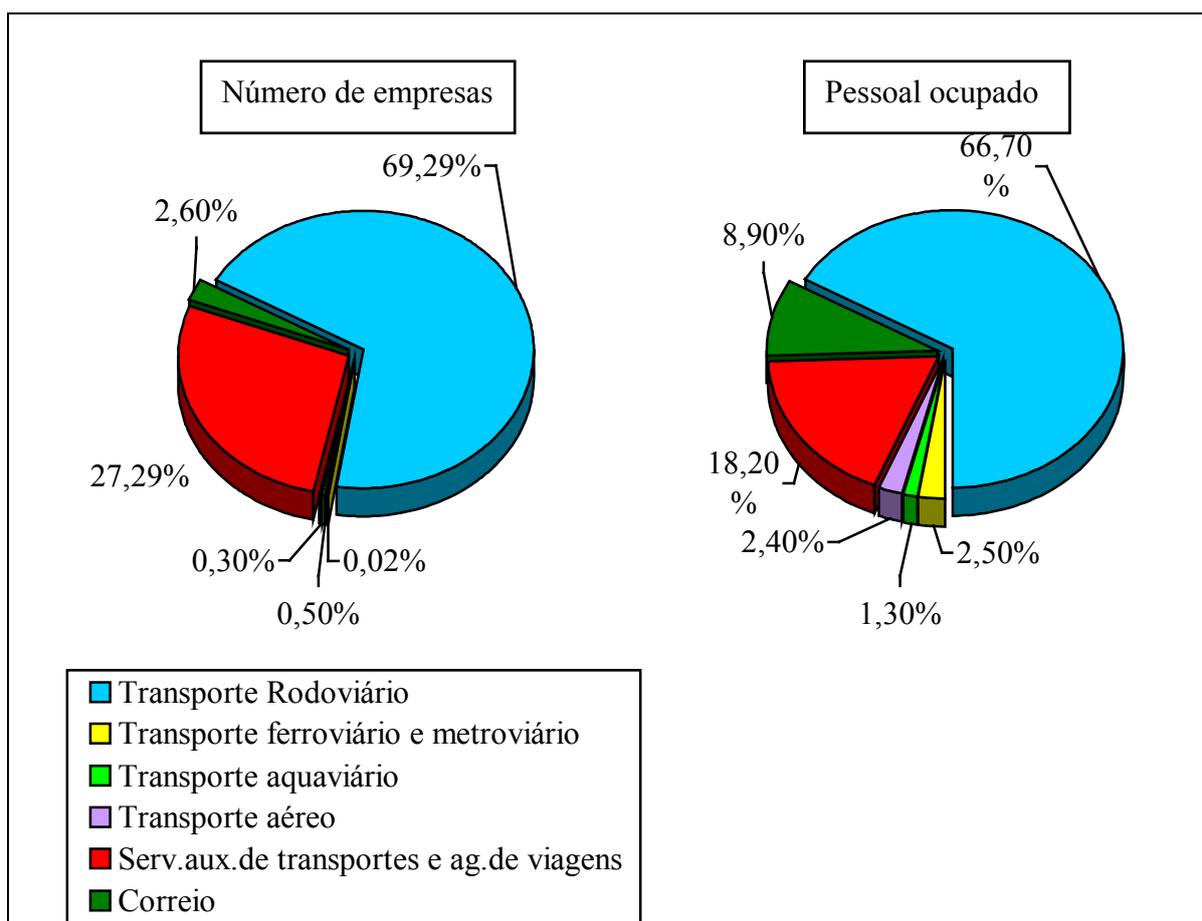


Fonte: IBGE (2004), Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, dados de 2003.

Figura 2.5 – Pessoal ocupado por atividade de transporte

Nota-se que a gestão do processo decisório das empresas está representada por uma minoria de 1,5% enquanto os empregados e autônomos pela maioria da ocupação, em torno de 97,9%. Isto mostra praticamente que a concentração dos tomadores de decisão do planejamento de transporte está em mãos da minoria, portanto, este desequilíbrio percentual, em nada contribui para reverter o quadro caótico hoje existente, por falta de um disciplinamento da atividade que possa integrar todos os setores envolvidos.

Segundo IBGE (2004b), as atividades de transportes, serviços auxiliares e correio registraram 95 mil empresas, 1.472 mil postos de trabalho e geraram um faturamento de R\$ 85,1 bilhões. Dentre as empresas que fazem parte deste segmento, as de transporte rodoviário foram predominantes, representando 69,3% do total existente, assim como participaram com 66,7% do total de pessoas ocupadas, representadas na Figura 2.6.



Fonte: IBGE (2004b), Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Serviços e Comércio, Pesquisa Anual de Serviços, 2002.

Figura 2.6 – Participação das atividades no segmento de transporte e correio Brasil – 2002

A empresa em um dado momento deve tomar uma decisão estratégica referente ao transporte da mercadoria, o que segundo Fleury (2002), “essa decisão se caracteriza pelos impactos de longo prazo e se refere basicamente a aspectos estruturais”. Essa decisão, portanto, pode recair no uso do serviço de transporte de terceiros ou de frota própria. Neste caso, o processo decisório, por parte da empresa, deve considerar além do custo e da qualidade do serviço, a rentabilidade financeira das alternativas.

Para definir tal situação, a empresa terá um desafio em optar pela melhor alternativa, o que para isso deverá analisar uma série de características que envolvem vários requisitos componentes do planejamento estratégico. Dentre esses se destacam: o tamanho da operação, a competência gerencial interna, a competência e competitividade do setor, a existência de carga de retorno, os custos envolvidos e os modais a serem utilizados.

No Brasil, face ao cenário altamente competitivo, com características geográficas regionais diferenciadas e com a adoção das ferramentas da logística na operação da carga por parte das empresas, observa-se uma tendência em combinar frota própria com frota de terceiros, na tentativa de se adequar ao melhor requisito avaliado, com vista à redução de custos. Para exemplificar este compartilhamento de frete, Fleury (2002) ressalta que “cerca de 83% das 500 maiores empresas privadas no Brasil não possuem frota própria e cerca de 90% das empresas que possuem frota própria, também utilizam frota de terceiros para completar sua capacidade”.

## **2.5 - ADMINISTRAÇÃO DO TRANSPORTE POR TERCEIROS**

Para Ballou (1993), a administração do tráfego ou de transportes é o braço operacional da função de movimentação realizada pela atividade logística. Sua função principal consiste em garantir que as operações de transporte sejam executadas eficientemente.

Na verdade, a terceirização do serviço de transporte não compreende unicamente o deslocamento da mercadoria de um ponto a outro. Atualmente, a qualidade no transporte vai muito além disso, pois busca agregar serviços em todas as etapas do processo de distribuição, visando a maximização na satisfação dos requisitos esperados pelo cliente. A tendência mais marcante é a indústria produzir e passar a distribuição dos produtos para

um especialista, o transportador, fato este que ocorre na Europa, América do Norte e no Brasil.

Logo, o transportador, para ser um verdadeiro parceiro da indústria, precisa oferecer um leque mais amplo de serviços, descobrindo as necessidades dos embarcadores e projetando as soluções aos problemas de distribuição de produtos.

Assim, a seleção da empresa transportadora se sustentará no balanço entre os custos e o desempenho do serviço oferecido. Desta forma, critérios como o tempo de entrega, o valor do frete, a porcentagem de perdas e danos, a variabilidade do tempo de entrega, a flexibilidade para transportar as mercadorias até o destino final serão determinantes para a escolha de um transportador.

Segundo Ballou (1993), a operação logística entre a indústria e o transportador envolve decisões importantes na qual a empresa transportadora necessita conhecer alguns aspectos, tais como: negociação de frete, monitoração e consolidação de carga, visando a satisfação de atendimento ao cliente e se posicionando estrategicamente frente a seus concorrentes.

## **2.6 - ADMINISTRAÇÃO DO TRANSPORTE POR CARGA PRÓPRIA**

Esta categoria é formada por empresas industriais, comerciais, agrícolas, agroindustriais e cooperativas, organizadas sob qualquer forma societária permitida por lei. São empresas que, além de suas atividades principais, utilizam veículos de sua propriedade e/ou fretados para a atividade complementar do transporte dos produtos por elas produzidos ou comercializados. Ainda podem, eventualmente, atuar no transporte remunerado de cargas de terceiros, DNER (1976a).

Uma alternativa possível pela empresa é realizar o transporte através de frota e equipamentos próprios. A razão principal de uma empresa em possuir uma frota de veículos é obter menores custos, melhor desempenho na entrega do que seria possível através do uso de transportadoras convencionais, oferecendo um nível de serviço que atenda às expectativas dos clientes. Em condição ideal, segundo Ballou (1993), “o usuário espera ganhar melhor desempenho operacional, maior disponibilidade, capacidade de transporte e menores custos”.

A empresa ao optar por este segmento está dispondo parte de sua saúde financeira para a compra de ativos e investimentos na capacidade de transporte, comprometendo-se a longo prazo a uma nova estrutura organizacional, visando assim uma maior redução dos seus custos operacionais. Por outro lado, para justificar essa opção, a empresa deve possuir disponibilidade de capital financeiro e um volume de carga suficiente para viabilizar econômica e financeiramente a operação da carga, desde a origem até o destino final.

Essa operação logística envolve custos que correspondem à soma de todos os custos agregados em todas as etapas do carregamento em questão, portanto, o custo de operar uma frota própria é calculado da mesma forma que qualquer ativo, os quais são agrupados em três categorias, conforme Ballou (2001), em:

- a. Custos fixos: são aqueles que não variam com a distância que o veículo viaja durante um período de tempo. Incluem seguro do veículo, despesas de juros sobre o capital investido no veículo, despesas de licenças, amortização do equipamento e despesas associadas com o abrigo dos veículos.
- b. Custos do operador: resultam da remuneração do condutor. As despesas comuns são salários, contribuições aos planos de saúde e seguridade social, seguro desemprego, remuneração dos trabalhadores e despesas quando na estrada.
- c. Custos operacionais: são aqueles incorridos em manter o veículo na estrada. As despesas típicas são combustível, pneus, manutenção e coisas do gênero.

A empresa de carga própria a partir da estrutura organizacional, do levantamento de dados e do conhecimento da planilha de custos, poderá avaliar a situação mais vantajosa voltada para redução de custos e melhoria da qualidade dos serviços, optando pelo uso exclusivo de seus veículos ou por entrar em processo de negociação com terceiros.

## **2.7 - ADMINISTRAÇÃO DO TRANSPORTE POR AUTÔNOMOS**

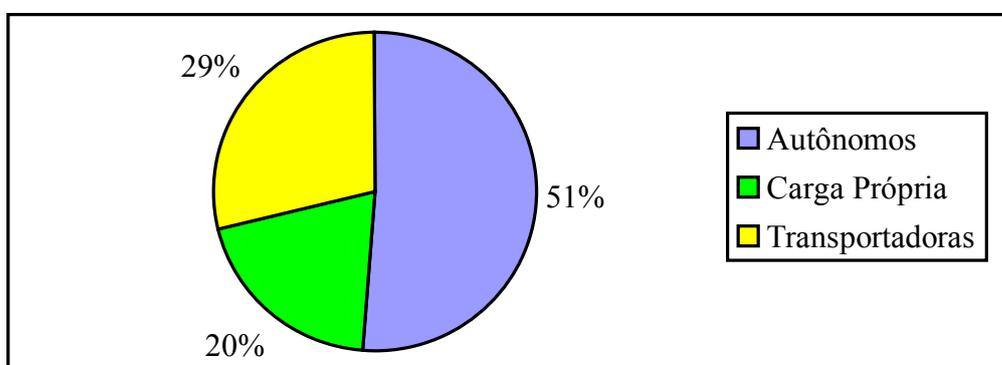
As empresas transportadoras nem sempre conseguem absorver e movimentar todo o volume de cargas excedentes no mercado, o que faz com que outra categoria de profissionais se habilite ao transporte de cargas, que são os caminhoneiros autônomos, também chamados de carreteiros. Esta categoria desempenha função importante no segmento da economia e na oferta de veículos, principalmente em épocas de safra agrícola.

Os autônomos são pessoas físicas, proprietárias ou co-proprietárias de um ou mais veículos. A condução do veículo é dada pelos próprios profissionais que podem ser comissionados ou remunerados, não tendo, no entanto, vínculos empregatícios. Esta categoria presta seu serviço mediante uma contratação direta, por fechamento de uma empresa de transporte de carga ou por terceiros, DNER (1976a).

O perfil sócio-econômico dos motoristas autônomos, segundo pesquisa CNT (2002b), apresenta as seguintes características: 53,1% é autônomo-contratado, 33,5% dos autônomos são vinculados à empresa transportadora, enquanto 12,5% à outra empresa; 46,9% com renda bruta mensal de até R\$ 2.500,00; 76% possui instrução que vai até o ensino fundamental; 90,9% trabalham mais de 8 horas diárias, com jornada média de 15 horas diárias; 67,1% nunca fizeram nenhum tipo de curso de aperfeiçoamento e 43,9% possuem área de atuação no transporte interestadual.

Diante dos dados, observa-se que a base do quadro dos motoristas autônomos é normalmente composta por pessoas com baixo grau de instrução, pouca profissionalização, pequeno conhecimento sobre negócios e baixa visão empresarial. Esses profissionais possuem pouca representatividade com apenas 10,5% filiados nas entidades de classe, atuando de forma independente no mercado, o que os torna vulneráveis diante da disputa predatória por carga, sujeitando-se a preços aviltantes do frete.

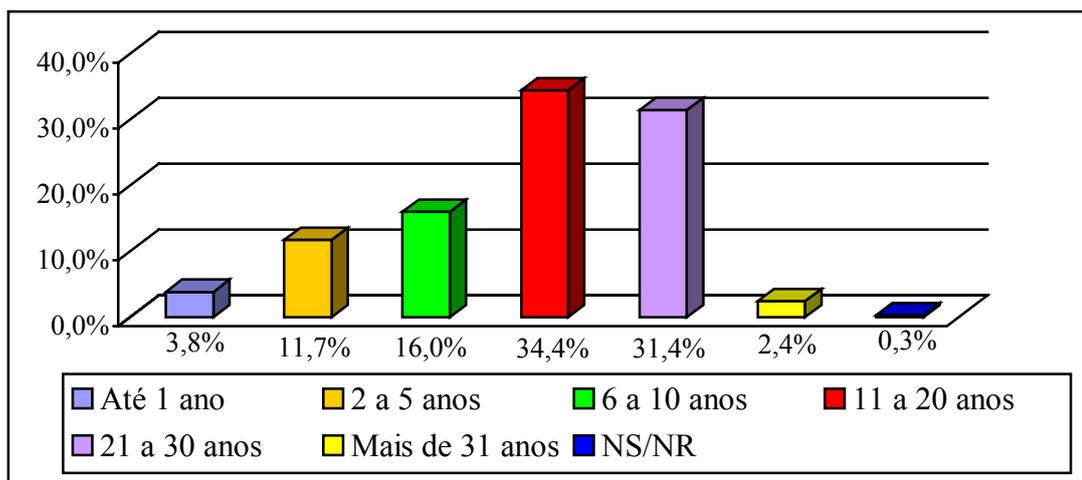
Os veículos de carga estão, em sua grande maioria, nas mãos de profissionais autônomos, que detêm cerca de 51% do total da frota de caminhões do país. A distribuição dos caminhões em função de sua propriedade é apresentada na Figura 2.7.



Fonte: CNT (2002c).

Figura 2.7 – Fragmentação do setor – Distribuição dos caminhões

Um dado considerado alarmante, segundo a pesquisa CNT (2002b), é a idade da frota. A grande maioria (68,5%) dos caminhões utilizados apresenta idades superiores a 11 anos de uso, sendo a média de idade dos veículos de 15 anos, ou seja, foram fabricados em 1987, conforme Figura 2.8. Esta frota antiga acarreta um nível maior de insegurança nas estradas – tanto para o motorista como para os demais usuários das vias - além de representar gastos adicionais, tais como: maior consumo de combustível, quebras mais frequentes etc.



Fonte: CNT (2002b).

Figura 2.8 – Percentual da idade da frota de caminhão (%)

A Tabela 2.5 mostra as informações sobre a idade média da frota com as perspectivas de renovação, verifica-se que os proprietários dos veículos mais velhos são os que menos têm idéia de quando poderão adquirir um veículo novo. A pesquisa constatou, ainda, que dos caminhoneiros autônomos brasileiros: 66,3% rodam pelo menos mais de 5.000 Km mensais; 40,3% realizam manutenção preventiva em seus caminhões semanalmente ou quinzenalmente e 49,1% gastam até R\$ 1.000,00/mês com a manutenção do caminhão. Em relação aos principais problemas enfrentados destacam-se: preço do frete 57,3% e qualidade das estradas 56,3%.

Tabela 2.5 – Perspectiva de renovação de frota

Perspectivas de renovação	Idade da Frota (anos)					
	Até 1	2 a 5	6 a 10	11 a 20	21 a 30	Mais de 30
Até 2 anos	10,5	12,0	12,5	12,8	11,1	8,3
De 3 a 5 anos	18,4	16,2	20,6	14,2	12,1	8,3
De 6 a 10 anos	7,9	9,4	6,9	6,1	4,1	0,0
Mais de 10 anos	2,6	2,6	0,6	0,9	1,0	8,3
NS/NR	60,5	59,8	59,4	66,0	71,7	75,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

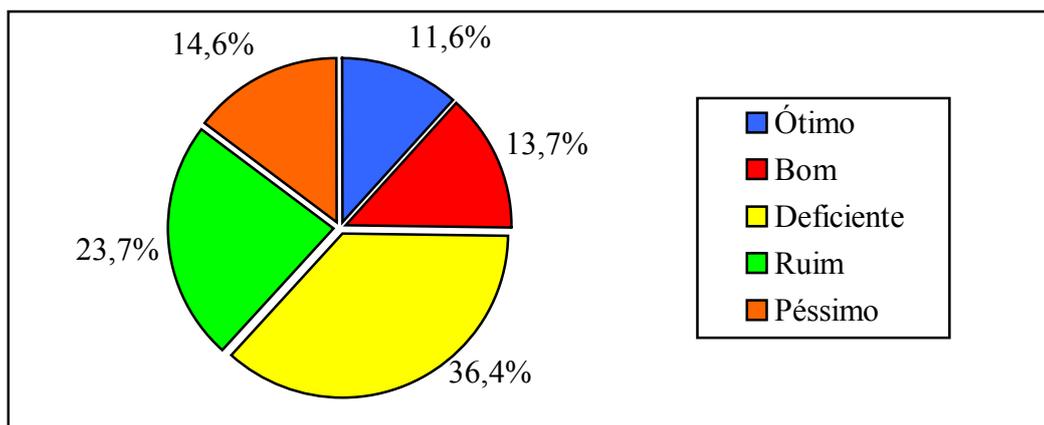
Fonte: CNT (2002b).

## 2.8 - TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

O Brasil optou por uma matriz de transporte que privilegia o modo rodoviário. Este é responsável por, aproximadamente, 61,1% de toda a movimentação de cargas no país. Com isso, as rodovias se constituem nos grandes corredores de escoamento de bens e produtos.

A princípio, o setor de transporte tem a função básica de proporcionar a disponibilidade de bens permitindo acesso aos produtos, através do deslocamento origem / destino na busca da eficiência do desempenho operacional, e na correção das distorções que afetam ou ameaçam o sistema como um todo.

Com o passar do tempo, à medida que esse deslocamento torna-se cada vez mais complexo, o transporte se caracteriza pelas suas amplas externalidades negativas correlacionando-se com os diversos setores produtivos da sociedade. Dentre as externalidades negativas destaca-se que o sistema de infra-estrutura de transporte não funciona adequadamente, em função de sua reduzida disponibilidade de rodovias pavimentadas, aliado a baixa qualidade do estado de conservação, avaliado segundo estudo realizado pela CNT (2004), conforme indicado na Figura 2.9.



Fonte: CNT (2004).

Figura 2.9 – Classificação geral das rodovias brasileiras

A avaliação do cenário nacional do estado geral de conservação das rodovias brasileiras pesquisadas pela CNT (2004), aponta para um índice extremamente desfavorável, com 74,7% apresentando algum tipo de comprometimento como deficiente, ruim e péssimo, conforme mostra a Figura 2.9.

Esta situação reflete a redução de investimentos no setor de transportes, que vem acontecendo desde o final da década de 80. Os investimentos totais da União, em relação ao PIB, atingiram os seguintes valores máximos: 1988 (2,4%); 1993 (1,4%); 2001 (1,2%) e 2004 (0,5%). Os dados mostram, portanto, a realidade das condições das rodovias e o impacto causado ao setor rodoviário de cargas, pelo aumento dos custos operacionais, danos à frota de caminhões, encarecimento dos fretes e grandes prejuízos sociais e econômicos ao país.

## 2.9 - MODO RODOVIÁRIO

Dentre as diversas modalidades de transporte, o modo rodoviário por ser o mais expressivo em termos de utilização no transporte de cargas no Brasil, atinge praticamente todos os pontos do território nacional. Com o estímulo da indústria automobilística principalmente na década de 60, com o subsídio no preço dos combustíveis e com a pavimentação das principais rodovias, o modo rodoviário se expandiu de tal forma que hoje domina amplamente o transporte de mercadorias no país.

A malha rodoviária brasileira é constituída por um sistema de rodovias que se divide em federal, estadual e municipal. O conjunto comporta um total aproximado de 1,7 milhões de quilômetros pavimentados e não pavimentados. Desse total, apenas cerca de 9,5% corresponde a rodovias pavimentadas. A distribuição da malha rodoviária nacional é mostrada na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Rede Rodoviária Brasileira

Rede Rodoviária Brasileira (km) –2000			
Sistema	Pavimentada	Não Pavimentada	TOTAL
Federal	55.905,3	34.352,4	90.257,7
Estadual	91.348,4	116.538,1	207.886,5
Municipal	16.993,3	1.429.295,9	1.446.289,2
Total	164.247,0	1.580.186,4	1.744.433,4

Fonte: ANTT (2004).

Hoje, a rede rodoviária nacional se apresenta bastante deteriorada, com extensos trechos necessitando de recursos maciços para a sua recuperação. Esse fato prejudica bastante o transporte rodoviário de mercadorias, aumentando o tempo de viagem em até 100%, encarecendo os custos operacionais em até 40% e gastos adicionais com combustíveis em até 60%.

Esta situação se confirma através do estudo realizado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2004), onde foram pesquisados 74.681 km de rodovias (federais – 57.086 km e estaduais – 17.613 km) em todo o território nacional, demonstrando um quadro onde mais de 74,7% das rodovias nacionais apresentaram algum tipo de comprometimento. Segundo Neves (2005), ao comparar esses dados com a condição da malha rodoviária americana, numa extensão de 6.406.296 Km, este mesmo índice não chega a 5%. O quadro resumo da situação da malha rodoviária brasileira no ano de 2004 é mostrado na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Situação da Malha Rodoviária Brasileira

Situação da Malha Rodoviária Brasileira - 2004				
Situação	Estado Geral	Pavimento	Sinalização	Geometria da via
	%	%	%	%
Ótimo	11,6	36,2	23,9	6,9
Bom	13,7	7,7	10,8	12,4
Deficiente	36,4	33,4	28,3	23,8
Ruim	23,7	13,6	18,8	24,9
Péssimo	14,6	9,1	18,3	32,0

Fonte: CNT (2004).

A avaliação do estado geral das rodovias federais e estaduais pesquisadas neste estudo da CNT (2004), está representada na Figura 2.13 do mapa rodoviário do Brasil, no qual indica a classificação das rodovias e sua localização.



Fonte: CNT (2004).

Figura 2.10 – Avaliação geral da pesquisa rodoviária CNT 2004

Os dados refletem que a política de investimento em transporte está na contra-mão do desenvolvimento, antigamente já se investiu cerca de 2,4% do PIB em infra-estrutura de

transportes, em 2004 este valor foi de apenas 0,1%. Percebe-se assim, diante do cenário nacional que estes indicadores não são favoráveis ao Brasil, pois retrata a estagnação do setor rodoviário, tanto na construção de obras como na manutenção das vias onde não somente desencoraja a produção voltada ao mercado, mas também influencia o aumento dos custos de transporte e, conseqüentemente, os preços a serem pagos pelo consumidor.

É notório, porém, que os esforços de produzir recordes de safras, pode ser anulado pelas perdas provocadas pelo mau deslocamento e pela má conservação das estradas, fazendo com que o valor do frete e o consumo de combustíveis sejam aumentados, acarretando prejuízos e inviabilizando o transporte das mercadorias.

Segundo o informe da *ABTC News* (2005) “a perda da safra agrícola estimada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), devido ao mau estado de conservação das rodovias, pode chegar a 4,7 milhões de toneladas, o que corresponde a 4% da safra”. Para o consultor da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) para assuntos de logística, Luís Antônio Fayet, a perda física “não é nada” se comparada aos gastos adicionais que os agricultores têm com o frete. Comentou, ainda, que “a violenta piora da rede rodoviária nos últimos anos elevou os preços dos fretes para níveis exorbitantes”.

Por sua vez, a Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC&Logística) informa através da *NTC Notícias* (2005a), sugerindo aos transportadores rodoviários de carga o reajuste de 10,43% no frete para cargas de lotação, para cobrir aumento de custos provocados pelas elevações do diesel e do aumento da carga tributária.

### **3 - PAVIMENTO DE RODOVIAS**

#### **3.1 - APRESENTAÇÃO**

Este Capítulo reafirma os conceitos de que o pavimento de uma rodovia destina-se a suportar a ação do tráfego e das condições ambientais, por um período de vida útil.

A CNT (2004) elaborou uma pesquisa em 74.681 km da malha pavimentada, utilizando a metodologia do DNER – PRO 007/94, por critérios de avaliação subjetiva, classificando as rodovias em estado ótimo, bom, deficiente, ruim e péssimo.

Os defeitos detectados na superfície do pavimento, segundo metodologia adotada pela CNT (2004), apresentam características próprias, que serão identificadas com base no Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos do DNER/IPR.

#### **3.2 - PAVIMENTO DE RODOVIAS: CONCEITO**

Senço (1979) define pavimento como a estrutura construída sobre a terraplenagem e destinada, econômica, técnica e simultaneamente a:

- a. resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- b. melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- c. resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento.

Por sua vez, o revestimento é a camada mais nobre do pavimento, destinada a resistir ao desgaste imposto pela ação do tráfego, pois sua execução deve ser acompanhada por rigorosos ensaios de dosagem e controle.

Sendo assim, após os efeitos construtivos de uma rodovia, observa-se ao longo do tempo que a vida útil da superfície do pavimento sofre o desgaste natural próprio dos materiais, da ação direta do tráfego através do peso dos veículos e da necessidade de intervenção das atividades de conservação. Portanto, essas atividades tornam-se essenciais para o processo de preservação da superfície do pavimento e, caso haja, alguma falha estrutural ou

superficial que possa comprometer as condições do pavimento, algumas ações na área da conserva preventiva ou corretiva devem ser tomadas, sob pena de comprometer a operacionalidade da via.

O ramo de infra-estrutura rodoviária apresentou nos últimos anos graves problemas de financiamento e de investimentos públicos federais no setor de transportes, com um decréscimo em relação ao PIB de 1,70%, 0,80%, 0,35% e 0,40% referentes às décadas de 1970, 1980, 1990 e 2000 respectivamente. Esta situação levou a um comprometimento das atividades de conservação e manutenção das rodovias, resultando em condições precárias de trafegabilidade e gerando maiores custos de manutenção dos veículos.

Diante da gravidade deste quadro, a Confederação Nacional do Transporte executou uma pesquisa rodoviária em 2004, a fim de se obter informações da real condição da superfície do pavimento de algumas rodovias selecionadas, de modo a fornecer elementos que orientem gestores, empresários e pesquisadores quanto às políticas de transporte.

Para isso, adotou-se uma metodologia de pesquisa que reflete os níveis de conservação, segurança e conforto do pavimento das rodovias, com base nos seguintes objetivos:

- a. subsidiar estudos relacionados à avaliação dos impactos produzidos pelo estado das rodovias sobre a atividade de transporte de passageiros e cargas;
- b. identificar necessidades para efeito da gerência de pavimentos em rede e produzir séries históricas sobre as condições das rodovias nacionais.

A PRO 007/94 é uma norma técnica do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) que estabelece procedimentos a serem adotados na avaliação subjetiva quanto ao confronto e à suavidade do pavimento. Esta norma fixa as condições exigíveis da avaliação da superfície de pavimentos com base no valor da serventia atual.

Para os efeitos desta norma são adotadas as seguintes definições:

- a. Serventia Atual é “a capacidade de um trecho específico de pavimentos de proporcionar, na opinião do usuário, rolamento suave e confortável em determinado momento, para quaisquer condições de tráfego”.
- b. Valor de Serventia Atual é a “medida subjetiva das condições de superfície de um pavimento, feita por um grupo de avaliadores que percorrem o trecho sob análise,

registrando suas opiniões sobre a capacidade do pavimento de atender às exigências do tráfego que sobre ele atua no momento da avaliação, quanto à suavidade e ao conforto”.

O manual de reabilitação de pavimentos asfálticos do DNER/IPR estabelece que o conforto ao rolamento é considerado o melhor parâmetro para exprimir a funcionalidade de um pavimento, pois além de constituir uma medida de satisfação do usuário relaciona-se, também, com os custos de operação dos veículos.

O conceito de conforto está relacionado a percepções extremamente subjetivas que, por esse motivo, são difíceis de quantificar, sendo dessa forma expresso pela opinião dos usuários da rodovia.

Carey e Irick, *apud* DNER (1998) estabeleceram conceitos de serventia e desempenho dos pavimentos, identificados com as seguintes hipóteses:

- a. as rodovias são construídas para o conforto e a conveniência do público usuário, ou seja, uma boa rodovia é aquela que se apresenta segura e suave ao rolamento;
- b. em geral, a opinião dos usuários sobre o modo pelo qual estão sendo servidos pelas rodovias é subjetiva;
- c. entretanto, existem características das rodovias que podem ser medidas objetivamente e que, quando ponderadas e combinadas apropriadamente podem ser efetivamente relacionadas com as avaliações subjetivas dos usuários sobre as habilidades das rodovias de servi-los bem;
- d. a serventia de uma rodovia deve ser expressa pela avaliação média de todos os usuários;
- e. admite-se que o desempenho é uma avaliação global da história da serventia de um pavimento. Dessa maneira, se for possível observar a serventia de um pavimento desde sua construção até a data da avaliação, pode-se conhecer o desempenho desse pavimento.

A serventia é, portanto, a capacidade que um pavimento tem de proporcionar um rolamento suave, confortável e seguro o que, em última análise, é a função para o qual foi construído.

Na metodologia da CNT, a partir dos aspectos teóricos apresentados foram adotados os seguintes critérios na avaliação de pavimento:

- a. a avaliação é feita a partir da observação das condições do pavimento a cada segmento de até 10 km de extensão, que compõe a extensão total pesquisada;
- b. em cada segmento, o avaliador assinala a presença de um ou mais grupos de defeitos predominantes na superfície do segmento. Os grupos de defeitos considerados resultam do agrupamento dos diferentes tipos apresentados na Norma DNER - PRO 008/94, em função dos respectivos fatores de ponderação por ela atribuídos;
- c. o pesquisador é treinado para identificar quando a presença de um grupo de defeitos é considerado predominante em um segmento de 10 km de extensão;
- d. se ao longo do segmento for observado um ou mais locais com características críticas (escorregamento da pista e/ou queda de barreiras com o bloqueio total ou parcial do tráfego, buraco totalmente desproporcional ao que vinha sendo encontrado ao longo do segmento etc.), o avaliador fotografa, escreve o local e localiza o problema por meio das coordenadas fornecidas pelo GPS, caracterizando, assim, um ponto crítico.

A pesquisa rodoviária CNT (2004) apresenta as condições da superfície do pavimento, conforme mostra a Figura 3.1, p.43, avaliados quanto às características do pavimento, tendo como base os seguintes parâmetros: capacidade de suportar as cargas provenientes do tráfego a que está submetido e as condições de conforto e segurança oferecidas aos usuários da rodovia.

A apresentação dos resultados da observação da ocorrência de defeitos na superfície do pavimento, Figura 3.1, demonstra que os pavimentos não são concebidos para durarem eternamente, mas apenas para um determinado período, estando sujeitos à ação do tráfego e as condições ambientais.

Com base nas categorias de defeitos detectados pela Pesquisa Rodoviária CNT (2004), o Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos do DNER/IPR define:

➤ **Depressão/Afundamentos:**

- **Descrição:** depressão é um afundamento localizado cujo nível (ou altura) é mais baixo do que a superfície ao seu redor. Na fase inicial esta falha é percebida após a ocorrência de chuva, devido ao acúmulo de água em seu interior;

- Causas prováveis: deficiências construtivas ou geradas por recalque do terreno de fundação ou do material de aterro;
  - Mecanismo de ocorrência: quando a origem da falha está relacionada ao recalque do terreno, sua evolução dependerá do tempo de recalque ou adensamento do solo de fundação ou do aterro. Quando a falha estiver relacionada a deficiências construtivas, as diferenças de nível podem ser percebidas mesmo durante a construção;
  - Localização: pode ocorrer em qualquer região da superfície pavimentada.
- **Corrugação/Ondulação/Costela:**
- Descrição: é uma falha caracterizada por ondulações transversas, de caráter plástico e permanente no revestimento asfáltico;
  - Causas prováveis: instabilidade da mistura betuminosa da camada de revestimento e/ou a base de um pavimento, excesso de umidade das camadas subjacentes, contaminação da mistura asfáltica por materiais estranhos ou retenção de água na mistura asfáltica;
  - Mecanismo de ocorrência: devido a ruptura por cisalhamento no revestimento ou na interface entre o revestimento e o material de base, ocasionado pelas cargas de tráfego;
  - Localização: regiões de aceleração ou de frenagem dos veículos. Podem ocorrer em qualquer região da superfície, porém com maior gravidade nas proximidades das trilhas de rodas.
- **Panelas/Buracos:**
- Descrição: cavidades formadas inicialmente no revestimento do pavimento e que possuem dimensões e profundidades variadas. O defeito é muito grave, pois afeta estruturalmente o pavimento, permitindo o acesso das águas superficiais no interior da estrutura. Também é grave do ponto de vista funcional, já que afeta a irregularidade longitudinal e, como consequência, a segurança do tráfego, e o custo do transporte;
  - Causas prováveis: trincamento por fadiga (estágio terminal) ou desintegração localizada na superfície do pavimento (desgastes de severidade alta). Vale lembrar,

que tanto o início desta falha quanto a sua evolução são aceleradas pela ação do tráfego e de fatores climáticos;

- Mecanismo de ocorrência: as trincas de fadiga na medida que evoluem sofrem um processo de desintegração, formando pequenas placas sem vínculo e com bordas erodidas. Com a passagem das cargas de tráfego, estas placas vão sendo arrancadas, formando buracos no revestimento, os quais podem evoluir a ponto de atingir a base do pavimento. A água superficial, que já possuía acesso até a base através das trincas, terá ainda maior facilidade de alcançar essa camada. A água sob pressão irá carrear o material mais fino da base e agravar o problema. No caso de desintegração, o processo é semelhante;
- Localização: podem ocorrer em qualquer área do revestimento, principalmente nas trilhas de roda.

➤ Desgaste (desagregação, desintegração, intemperismo e arrancamentos):

- Descrição: perda de agregados e/ou argamassa fina do revestimento asfáltico. Caracteriza-se pela aspereza superficial anormal, com perda do envolvimento betuminoso e arrancamento progressivo dos agregados;
- Causas prováveis: redução da ligação existente entre o agregado e o ligante devido à oxidação do ligante e pela ação combinada do tráfego e dos agentes intempéricos, perda de coesão entre agregado e ligante devido à presença de poeira ou sujeira no momento da construção, execução da obra em condições meteorológicas desfavoráveis, presença de água no interior do revestimento que originam sobrepressões hidrostáticas capazes de provocar o deslocamento da película betuminosa ou deficiência localizada de ligante asfáltico nos serviços por penetração, decorrente de entupimento dos bicos ou má regulação da barra espargidora;
- Mecanismo de ocorrência: como resultado das causas prováveis acima enumeradas, o ligante asfáltico fica impossibilitado de promover a retenção dos agregados que se soltam progressivamente sob a ação das cargas de tráfego;
- Localização: pode ocorrer em toda a área da superfície do pavimento.

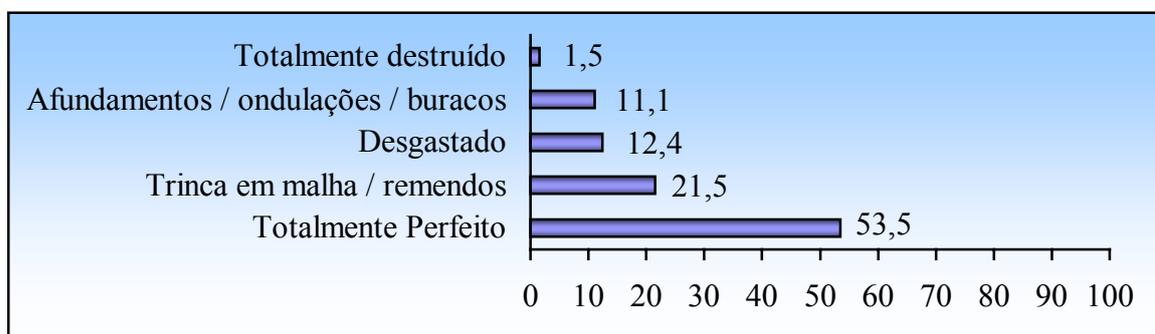
➤ Trincas:

- Os revestimentos betuminosos tendem a trincar em algum estágio de suas vidas sob as ações combinadas do tráfego e das condições ambientais, por meio de um ou mais

mecanismos. A trinca é um defeito na superfície que enfraquece o revestimento e permite a entrada de água, provocando um enfraquecimento adicional da estrutura. Uma vez iniciado, o trincamento tende a aumentar sua extensão e severidade, conduzindo eventualmente a desintegração do revestimento. Por meio desses efeitos, a velocidade de deterioração de um pavimento aumenta após o aparecimento do trincamento, com impacto significativo na evolução das deformações nas trilhas de roda e da irregularidade longitudinal. Esse é o motivo pelo qual o trincamento tem sido, ao longo do tempo, um critério importante para a deflagração de intervenções de recuperação de pavimentos.

➤ Remendos:

- Descrição: porção do revestimento onde o material foi removido e substituído por outro material (similar ou diferente). Remendos existentes são, em geral, considerados falhas, já que refletem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente incrementos na irregularidade longitudinal. Deverá ser avaliada também a deterioração da área remendada;
- Causas prováveis: solicitação intensa do tráfego, emprego de material de má qualidade, agressividade das condições ambientais ou problemas construtivos;
- Mecanismo de ocorrência: remendos, assim como pavimentos, deterioram-se por diversos mecanismos, ou seja, a ação combinada do tráfego e das condições ambientais;
- Localização: ocorrem obviamente nas áreas remendadas, que se localiza em regiões isoladas do pavimento.



Fonte: CNT (2004).

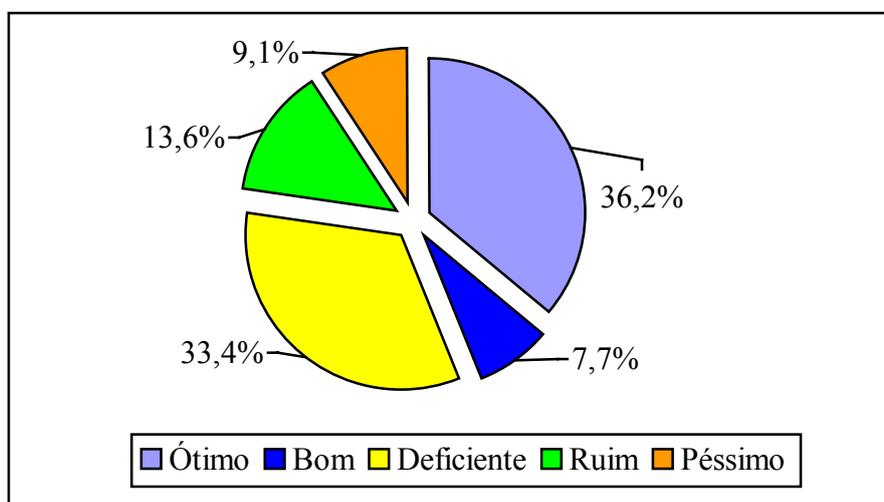
Figura 3.1 – Condições de superfície – Extensão total (%)

Com fundamento nos procedimentos adotados na metodologia de pesquisa, o Relatório Gerencial CNT (2004), avaliou os índices de pavimento, conforme mostra a Tabela 3.1 e a Figura 3.2.

Tabela 3.1 – Classificação do pavimento – Extensão total

Pavimento	Extensão Avaliada	
	Km	%
Ótimo	26.999	36,2
Bom	5.771	7,7
Deficiente	24.956	33,4
Ruim	10.187	13,6
Péssimo	6.768	9,1
Total	74.681	100,0

Fonte: CNT (2004).



Fonte: CNT (2004).

Figura 3.2 – Classificação do pavimento – Extensão total

Segundo a Figura 3.2, as classificações do estado do pavimento em deficientes, ruins e péssimos obtiveram um índice de 51,1%, trechos com pavimento em condições não ideais prevalecendo aos 43,9% de ótimo e bom. Na comparação entre os valores absolutos do estado ótimo (36,2%) e deficiente (33,4%) existe uma certa equivalência, indicando muitas

alternâncias na qualidade do pavimento, ocasionando um fator de risco aos usuários das rodovias. Um outro dado preocupante é em relação ao total de 22,7% classificados como ruins e péssimos, e que compreende 16.955 km de trechos em condições precárias, prejudicando o transporte de carga das empresas, associando os elevados custos econômicos e financeiros com o desempenho operacional de seus veículos.

Bodeli, *apud* Reis (1998), comparou a relação dos custos com o benefício do pedágio nas rodovias federais concessionadas. Os trechos escolhidos foram estabelecidos onde o valor limite da tarifa básica de pedágio não ultrapassa os benefícios resultantes da melhoria acentuada das condições da rodovia, pois os princípios básicos adotados pelo governo federal nos trechos concedidos são de que o pedágio não deve representar ônus adicionais para os usuários.

Estes benefícios são, sobretudo, os resultantes da economia de custos operacionais dos veículos, provocados pela melhor qualidade da superfície do pavimento, que permitem um “rolar” mais suave, reduzindo as resistências ao movimento, diminuindo o consumo de combustível, reduzindo o desgaste dos pneus e as despesas de manutenção em geral e, possibilitando velocidades mais elevadas, ou seja, redução dos tempos de viagem.

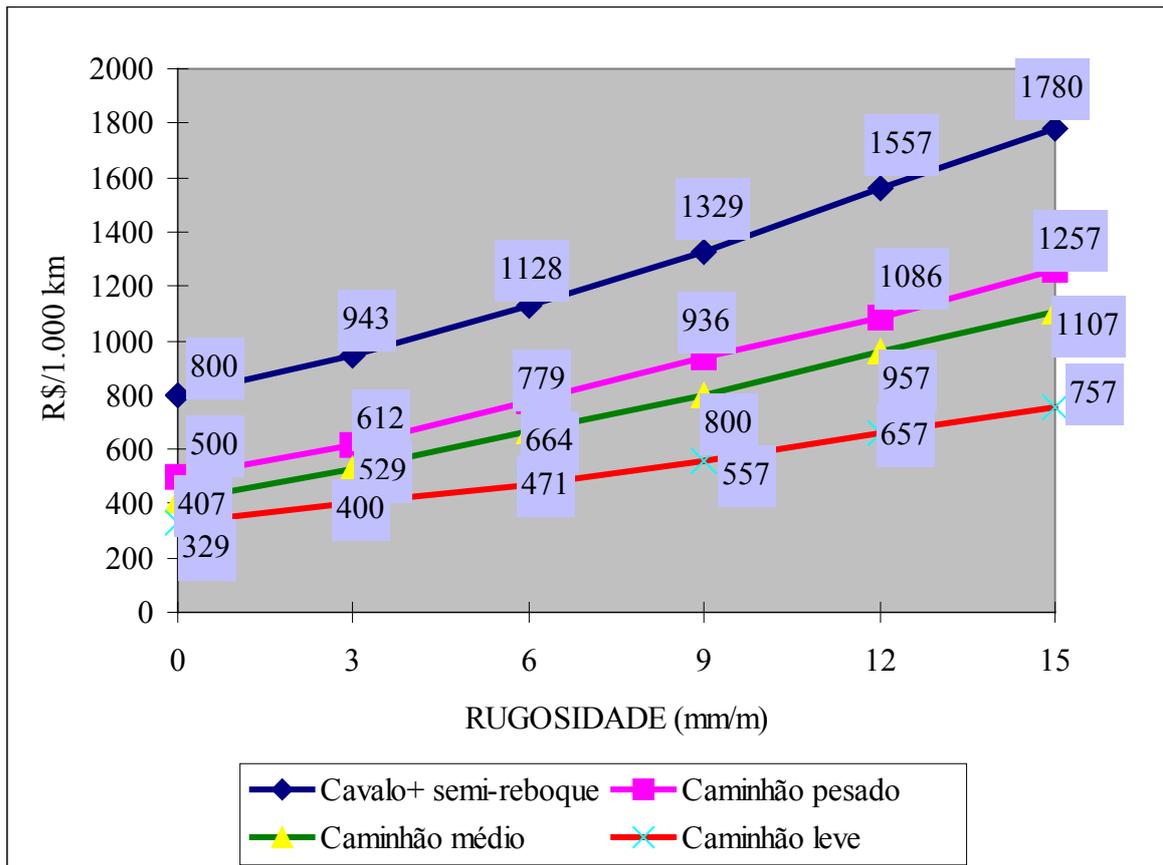
Para avaliar o benefício, adotou-se como único critério a variação dos custos com a rugosidade da rodovia. Rugosidade é um valor variável de 1 a 15, medido em milímetros por metro linear, por um aparelho chamado rugosímetro, que dá uma idéia da irregularidade da superfície do pavimento. Considera-se que um índice até 3, é representativo de um pavimento novo, enquanto o valor 15 representa uma rodovia quase intransitável, cuja serventia já se esgotou.

Como cerca de 50% dos pavimentos do DNER se encontram em estado regular (rugosidade entre 5 e 7 mm/m), enquanto outros 25% em mau estado (rugosidade entre 8 e 11), e os editais das concessões exigem rugosidade máxima de 3 mm/m durante todo o período de concessão, os benefícios foram calculados, admitindo-se uma diferença de rugosidade de 6 a 7.

Utilizando-se de gráfico que mostra a variação dos custos operacionais de caminhão leve, médio, semipesado, pesado e trator mais semi-reboque conforme Figura 3.3, conclui-se

que a redução da rugosidade de 7 para 3 baixa em R\$ 222,00 por 1.000 km (22 centavos por quilômetro ou ainda 19,5%) o custo operacional de uma carreta, ou seja, o custo cai de R\$ 1.136,00 para cerca de R\$ 914,00 por 1.000 km.

Se a carreta fosse de cinco eixos, a redução seria de R\$ 4,40 por eixo por 100 km, valor inferior ao pedágio cobrado na Dutra, de R\$ 3,40 por eixo por 100 km.



Fonte: Bodeli, *apud* Reis (1998).

Figura 3.3 – Custos operacionais dos veículos em função da qualidade do pavimento

Ao analisar esse benefício com o estudo comparativo entre o custo por 1000 km e o pedágio pago na Via Dutra, conclui-se que a concessão estaria trazendo um ônus de 15,27% sobre o custo do pedágio para o transportador. Este valor percentual demonstra que os veículos ao utilizarem as vias com estado do pavimento ótimo, isto é, com rugosidade máxima até 3 mm/m, são beneficiados em 19,5% nos seus custos operacionais, refletindo assim um valor inferior ao custo do pedágio pago pelo transportador, mostrando desta forma a influência direta da qualidade da superfície do pavimento nos custos operacionais da empresa transportadora.

## **4 - MODELO DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E CUSTEIO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA**

### **4.1 - APRESENTAÇÃO**

Os veículos rodoviários de carga possuem uma vida útil econômica variada em função das condições de percurso da via, determinada através do cálculo da planilha de custo médio de manutenção. A obtenção deste dado é de fundamental importância para direcionar as empresas na tomada de decisão em definir o momento ideal para a substituição do veículo, uma vez que, os custos de manutenção tenderão a subir com o passar dos anos.

Para conhecer o momento oportuno para a troca de veículos em função do custo médio de manutenção adotar-se-á o cálculo pelo modelo clássico de renovação proposto em Novaes e Alvarenga (1994), permitindo com base nos conceitos de contabilidade de custos e da análise de investimentos determinar a idade ideal de renovação da frota em função do estado do pavimento das rodovias, segundo a classificação da Pesquisa Rodoviária CNT (2004).

Existe uma deficiência no gerenciamento operacional e logístico das empresas em conhecer e quantificar os custos fixos e variáveis que compõem uma planilha de frete. Com ausência desta informação, a rentabilidade da empresa poderá ficar prejudicada, em virtude do aumento sucessivo dos insumos, impactando cada vez mais a relação entre o custo operacional e o preço do frete praticado pelas empresas.

Neste sentido, torna-se indispensável para as empresas estabelecer o modelo de custeamento do transporte, com a elaboração de uma planilha de frete, adequando-o para cada rota de transporte a ser avaliada em função do estado do pavimento das rodovias, segundo a classificação da Pesquisa Rodoviária CNT (2004).

### **4.2 - RENOVAÇÃO DA FROTA**

Nos estudos a respeito de substituição de veículos, por ser uma componente decisiva na análise econômica de uma empresa, vários autores têm se dedicado no desenvolvimento do

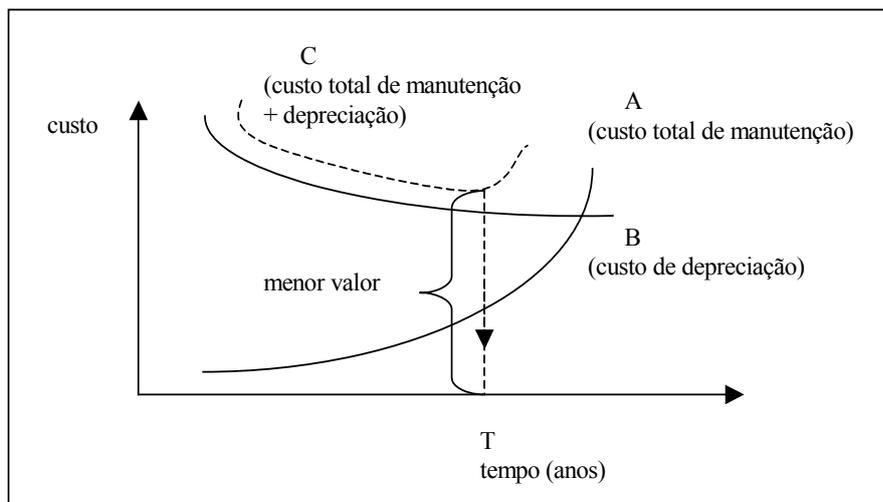
cálculo dos custos médios de manutenção com a idade do veículo. A presente pesquisa avança no sentido de se associar as várias condições de qualidade do pavimento das rodovias com os custos de operação e manutenção dos veículos.

Os veículos e equipamentos utilizados para a realização do transporte, estão sujeitos ao longo do tempo a desgastes e a alterações tecnológicas, tornando-se cada vez mais obsoletos e conseqüentemente gerando alto custo operacional para a empresa. Uma das razões para a substituição do veículo antigo da frota por um novo, passa a ser a função econômica e não razões sentimentais, uma vez que o custo de manutenção do veículo vai aumentando com o decorrer dos anos, envolvendo desgastes mecânicos, reposição de peças, falhas elétricas etc., enquanto que no início da vida útil, os custos de manutenção são pequenos.

O ponto focal para a redução do custo operacional deve ser o nível de utilização da frota, ou seja, qual será o momento oportuno para a troca de veículos. Para isso, utiliza-se como ferramenta os conceitos em Novaes e Alvarenga (1994) para o cálculo do modelo clássico de renovação mas associando com a qualidade do pavimento da rodovia. Considera-se para este cálculo algumas variáveis tais como: valor de investimento, desvalorização, juros, valor presente, custo do capital e quilometragem percorrida do veículo. Por sua vez, estes dados irão compor as parcelas das planilhas de cálculo de custo, com base na matemática financeira: custo médio anual de manutenção (R\$), custo médio anual de capital (R\$) e custo médio anual por quilômetro (R\$/Km), em referência ao tempo de uso do veículo (anos). A partir do menor valor obtido do custo médio anual por quilômetro determina-se o período ideal de renovação do veículo, mostrando para a empresa a época mais vantajosa para trocá-lo por um novo, sem grande prejuízo. Caso se encontrem valores muito próximos em torno deste custo faz-se necessário efetuar uma análise de sensibilidade dos resultados para tomada de decisão final.

Um atributo econômico a ser considerado para o cálculo do custo médio de manutenção é o custo de depreciação, o que segundo Valente *et al.* (2001), "... está ligado ao preço inicial do veículo novo: quanto mais caro o veículo novo, maior será o valor da depreciação". Para o caso de caminhões, a desvalorização inicia-se 30% (1º ano), 20% (2º ano), 15% (3º e 4º ano) e 5% (5º ano), atingindo assim 85% num período de 5 anos. Portanto, o tempo de

utilização do caminhão influenciará na desvalorização média anual do valor inicial do veículo, o que pode ser demonstrado a partir da Figura 4.1.



Fonte: Valente *et al.* (2001).

Figura 4.1 – Variação dos custos do veículo ao longo do tempo

O conhecimento do custo total de manutenção torna-se um fator preponderante para as empresas decidirem o tempo de uso do veículo, uma vez que, ao atingir uma certa idade, considerando as condições de trafegabilidade da via e quilometragem percorrida, os custos com peças de reposição, oficina, mão-de-obra, instalações, ferramentas e paradas excessivas para conserto, aumentarão em muito as despesas com manutenção, impactando severamente nos custos das empresas.

Neste contexto, Novaes e Alvarenga (1994), destacam que, para identificar as despesas por veículo, deve-se lançar mão de informações contábeis para apropriação de custos, tendo como referencial os conceitos de contabilidade de custos vistos em Maher (2001), Martins (2001), e de análise de investimentos em Hirschfeld (2000) e Souza (1999), por exemplo.

Para os cálculos do custo médio adotam-se os princípios de matemática financeira descritos em Novaes e Alvarenga (1994), tendo como regra geral, a seguinte sistemática:

- a. Todos os custos são convertidos a valores presentes.
- b. Somam-se, a seguir, os valores presentes para cada alternativa.
- c. Posteriormente, distribuem-se os valores presentes pelos anos que constituem a vida útil do veículo, calculando-se o custo médio anual.

d. A solução ótima, em termos econômicos, será aquela que apresentar menor custo médio anual.

- Custo médio anual equivalente do capital (CAP) - O custo de capital está associado à realização de um investimento por parte da empresa na aquisição de veículos, portanto, torna-se necessário calcular um custo mensal equivalente ao capital investido, pois o valor total do investimento não pode ser apropriado de uma vez só no mês em que foi realizada a operação de compra. Supõe-se que uma empresa crie um fundo de reserva próprio, separando todo mês uma quantia necessária para repor o veículo ao fim de sua vida útil. Estima-se a vida útil do veículo e calcula-se a parcela do custo do capital a ser alocada a cada período unitário de tempo (n).

$$CAP = (I - R) \times FRC + R \times j \quad [3.2]$$

$$FRC = \frac{j \times (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1} \quad [3.3]$$

Onde: CAP = custo médio anual equivalente do capital

FRC = taxa de recuperação do capital

I = investimento

R = valor residual

j = taxa de juro anual

n = tempo.

- Investimento (I) - É o montante do capital necessário para adquirir um veículo novo, como investimento inicial. Em geral, a decisão de investimento envolve imobilização de apreciáveis quantidades de capital em ativos reais de pouca ou nenhuma liquidez, por períodos de tempo relativamente longos.
- Valor residual (R) - Ao final da vida útil, o veículo ainda terá um valor econômico, ou seja, poderá ser vendido a terceiros, trazendo uma receita extra para a empresa que o vendeu. Esse valor de revenda é chamado de valor residual e, talvez, seria maior se não fosse o péssimo estado das rodovias.

- Taxa de Juros ( $j$ ) - Segundo Wessels (2002), é o preço pago pela utilização de recursos durante um certo tempo. Estes recursos podem ser utilizados para investir em capital físico, com compra de veículo. É por meio de juros ( $j$ ) ou da taxa de oportunidade do dinheiro que se estabelece a equivalência, no tempo, entre duas ou mais aplicações diferentes.
- Taxa de recuperação do capital (FCR) - É calculada em função do período para ( $n$ ) anos, com taxa de juros igual a  $j$ . Para o prazo de retorno de um investimento.
- Desvalorização (I-R) - A desvalorização média anual do veículo diminui à medida que o período de utilização do mesmo vai aumentando. De uma forma geral, quanto maior for o prazo para renovação da frota, menor será a desvalorização média anual.
- Depreciação - É um custo contábil, reconhecido pela receita federal, que leva em conta o fato de que o veículo se deteriora com o uso. Por se tratar de um investimento, no caso da aquisição de um veículo novo, não se pode alocar todo o valor da compra de uma só vez. A receita federal permite então que se contabilize, como custo, uma fração bem definida do valor total do investimento. Por outro lado, para calcular o custo de depreciação contábil, não é necessariamente o mesmo utilizado na determinação dos custos para efeito de análise econômica, pois a depreciação econômica refere-se ao valor de mercado dos bens de capital.
- Custo de manutenção - Para apropriação desse custo, inclui basicamente peças de reposição e os custos com oficina (mão-de-obra, instalações, ferramentas). No início da vida útil, os custos de manutenção são pequenos e à medida que o veículo vai ficando mais velho, as despesas com manutenção aumentam significativamente, em virtude de problemas mecânicos, desgaste, deterioração, baixo desempenho e paradas sucessivas. Há diferentes formas de expressar o custo de manutenção, sendo uma delas em função do veículo novo. Assim, a soma das despesas de manutenção que ocorrem num determinado ano é relacionada com o valor do investimento (I). Esses custos devem ser levantados diretamente a partir da contabilidade da empresa.

- Fator de valor presente (FVP) - É o valor atual das unidades monetárias. Tem como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e despêndios, podendo também ser calculado através da seguinte fórmula:

$$FVP = \frac{1}{(1+j)^n} \quad [3.4]$$

Onde: FVP = fator de valor presente

j = taxa de juros

n = período (anos).

Como os custos de manutenção são valores anuais, converte-se à data presente (T = 0) por meio do FVP, calculado para um valor de juro (j) ao ano e por um período (n) de anos.

- Análise de sensibilidade - Considera-se para uma análise de sensibilidade dos resultados, a transformação do que era medido em número inteiro para uma formulação contínua, através da seguinte expressão matemática:

$$R = I \times e^{(-bt)} \quad [3.5]$$

Onde: I = valor do veículo novo

R = valor residual para um período de uso igual à t anos

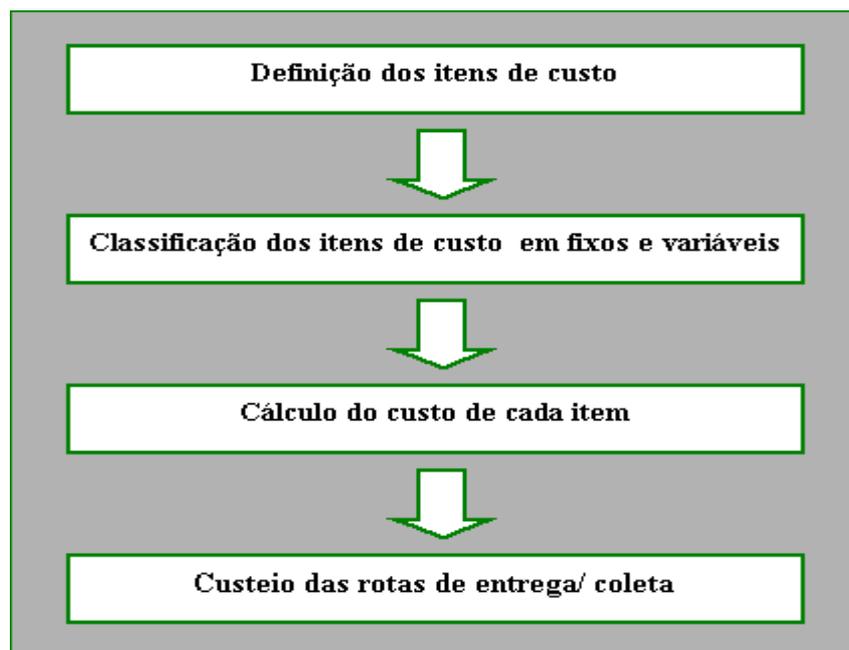
b = constante a ser adotada

t = período (anos).

Uma vez definida as funções contínuas ajustadas aos valores das variáveis básicas do problema, pode-se determinar o período de uso do veículo para o qual é mínimo o custo médio por quilômetro. A análise de sensibilidade permitirá a determinação da idade ideal de renovação da frota, situada no intervalo de tolerância em referência ao custo médio mínimo por quilômetro rodado (R\$/km), sendo que este custo anual equivalente mínimo é igual a somatória dos custos mínimos anual de capital e dos custos anual de operação e manutenção.

### 4.3 - CUSTEIO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

Face à importância do transporte de carga para a atividade econômica, é mister estabelecer um modelo de custeamento do transporte, e com isso melhor orientar a formação do preço do frete. Segundo Lima (2001), a divisão do processo de custeio do transporte é proposta em quatro etapas, abordando aspectos conceituais e descrevendo uma metodologia de custeio, compostas da seguinte forma, como mostra a Figura 4.2.



Fonte: Lima (2001).

Figura 4.2 – Metodologia de Custeio de Transporte Rodoviário

#### 4.3.1 - Definição dos itens de custos

Os principais itens de custos do transporte rodoviário são listados a seguir:

- depreciação – do ponto de vista gerencial, pode ser imaginada como o capital que deveria ser reservado para a reposição do bem ao fim de sua vida útil;
- remuneração do capital – diz respeito ao custo de oportunidade do capital imobilizado na compra dos ativos;
- peçoal (motorista) – deve ser considerado tanto o salário quanto os encargos e benefícios;
- seguro do veículo;
- IPVA / seguro obrigatório;
- custos administrativos;

- g. combustível;
- h. pneus;
- i. lubrificantes;
- j. manutenção;
- k. pedágio.

#### **4.3.2 - Classificação dos itens de custos em fixos e variáveis**

Os custos da empresa transportadora de carga podem ser classificados em fixos e variáveis, utiliza-se como parâmetro de comparação o nível de atividade da empresa em função da quilometragem percorrida.

Wessels (2002) define custos fixos como os custos dos insumos<sup>1</sup> fixos e custos variáveis são os custos de insumos variáveis, sendo que os insumos fixos permanecem inalterados quando a produção se eleva ou se reduz no curto prazo, e os insumos variáveis alteram no curto prazo para modificar sua produção. Já Fleury *et al.* (2000) avança neste conceito, colocando que os custos fixos abrangem duas parcelas: os fixos de operação do caminhão e os fixos de administração da sede, sendo que os fixos de operação decorrem das decisões tomadas quanto à capacidade instalada de transporte e os da administração em função da capacidade de apoio de pessoal.

Por sua vez, Ballou (2001) considera que os custos que variam com os serviços ou o volume são custos variáveis, e aqueles que não variam são custos fixos. Dessa forma, especifica que os custos fixos são aqueles usados para aquisição e manutenção de rodovias, equipamentos de transporte e administração do transportador e custos variáveis incluem custos da linha de transporte, tais como: combustível, mão-de-obra e manutenção. Comenta, ainda, que essa classificação não é precisa, porque existem variações significativas em função da escolha do modo de transporte e da dimensão a ser considerada.

---

<sup>1</sup> Insumo – combinação dos fatores de produção (matérias-primas, horas trabalhadas, energia consumida, taxa de amortização, etc.) que entram na produção de determinada quantidade de bens ou serviço, Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, pág. 954, 2ª ed., Editora Nova Fronteira – 1986.

Lima (2001) exemplifica que os custos variáveis variam em função do volume produzido ou de outra variável operacional bem definida, como por exemplo, o custo mensal de combustível de um certo tipo de veículo relacionado com a quilometragem mensal percorrida. Por outro lado, o custo fixo não varia com a produção, tais como: os gastos com mão-de-obra na oficina, depreciação do veículo e remuneração de capital, que não variam com a quilometragem.

Define ainda que, para compor o custo do transporte rodoviário de carga, utiliza-se uma planilha de frete que facilita o cálculo e a atualização dos valores resultantes, através dos itens de custos fixos e variáveis. A classificação dos itens de custo fixo compreende depreciação, recuperação do capital, pessoal (motorista), custos administrativos, seguro do veículo e IPVA e seguro obrigatório. Por sua vez, a classificação dos itens de custo variável compreende: pneus; combustível; lubrificantes; lavagem; lubrificação e manutenção.

As parcelas de insumos que compõem os itens de custos fixo e variável da planilha de custos de frete (Tabela 4.1) apresentam conceitos específicos e fórmulas para cálculo (Quadro 4.1) conforme demonstrado no estudo desenvolvido por Lima (2001), que resultarão nos custos totais operacionais da empresa.

#### **4.3.3 - Cálculo do custo de cada item**

Para custear as rotas é necessário calcular os itens de custos unitários de cada tipo de veículo utilizado. Assim, se a empresa trabalha com uma frota própria ou terceirizada de carretas ou caminhão *truck*, deve-se montar uma planilha comum, onde serão calculados os custos fixos e variáveis unitários independentes da carreta ou do caminhão *truck*, em função dos respectivos parâmetros: consumo de combustível, número de pneus, salário do motorista etc. Como todos os itens, exceto os custos administrativos e os de manutenção, são diretos em relação ao veículo, esses cálculos se tornam relativamente simples e não ficam muito dependentes das subjetividades dos rateios.

Como os custos fixos são constantes mês a mês - salvo variações de preço e ou salariais -, estes são calculados em relação ao mês (R\$/mês).

Já os custos variáveis, por dependerem da distância devem ser calculados em função da quilometragem (R\$/Km).

A seguir são explicados os cálculos dos itens de custo fixo, cujas fórmulas podem ser vistas no Quadro 4.1, e os resultados na Tabela 4.1.

- O valor da depreciação será igual à diferença entre o valor de aquisição e o valor residual do veículo, dividido pela sua vida útil (em meses) na empresa. O valor de aquisição deve considerar as despesas com taxas de licenciamento e frete do veículo, enquanto o valor residual representa o seu preço de venda no futuro, descontados os impostos.
- A remuneração do capital não é uma despesa, mas sim um custo de oportunidade. Isto é, ao se imobilizar o capital na compra de um ativo, como o caminhão, a empresa está abrindo mão de investir esse capital em um projeto ou no mercado financeiro, o que certamente traria rendimentos. Para se calcular este item de custo basta multiplicar o valor de aquisição do veículo pela taxa de oportunidade mensal da empresa (não importa se parte dele já foi depreciada). A taxa de oportunidade representa o retorno do capital da empresa que normalmente varia entre 12% a 20% a.a. e deve ser mensalisada, já que o objetivo é calcular esse custo mensal.
- O custo de pessoal deve considerar o custo com salário, horas-extra, encargos e benefícios. No caso da utilização do caminhão em mais de um turno, deve-se levar em conta as despesas relativas aos demais motoristas.
- O IPVA/ seguro obrigatório e o seguro do veículo são despesas anuais, que devem ser divididas por 12 ao serem consideradas.
- Os custos administrativos merecem um cuidado especial, pois são custos indiretos em relação ao veículo e, portanto, precisarão ser rateados. Assim, a empresa deve aplicar o critério de rateio que parecer mais justo. O mais simples a ser feito é dividir o custo administrativo mensal pelo número de veículos, que para grande maioria das situações é uma fórmula bastante justa. É importante tomar cuidado ao utilizar a informação

desse item de custo para apoiar determinadas decisões, pois o fato dele ser rateado por veículo não garante que este seja eliminado, ou mesmo reduzido, caso se diminua o tamanho da frota.

Antes de explicar os cálculos dos custos variáveis, cujas fórmulas e resultados, também podem ser encontrados no Quadro 4.1 e na Tabela 4.1, vale lembrar que esses ítems devem ser calculados na unidade R\$/Km.

Quadro 4.1 – Fórmulas para cálculo de ítems de custo de transporte

	ITEM DE CUSTO	FÓRMULA
FIXO	Depreciação	$C_{dep} = \frac{V_{aquisição} - V_{residual}}{n^{\circ} \text{ de meses}}$
	Remuneração do capital	$C_{dep} = V_{aquisição} \times \left( \sqrt[12]{1 + taxa_{anual}} - 1 \right)$
	Custo administrativo	$C_{adm} = \frac{\text{Custo administrativo total}}{n^{\circ} \text{ de veículos}}$
	IPVA/ Seguro obrigatório	$C_{Seg/ IPVA} = \frac{\text{Valor anual}}{12}$
	Pessoal	Salários + encargos e benefícios
VARIÁVEL	Pneu	$C_{pneu} = \frac{n_{pneu} \times (p_1 + n_{recap} \times p_2)}{\text{vida útil do pneu c/ recapagem}}$ $p_1 = \text{preço unitário do pneu novo}$ $p_2 = \text{preço da recapagem}$
	Óleo	$C_{adm} = \frac{\text{preço} \times \text{capacidade}}{\text{intervalo entre trocas}}$
	Lavagem / Lubrificação	$C_{lubr} = \frac{\text{Custo de lubrificação}}{\text{intervalo entre trocas}}$
	Combustível	$C_{comb} = \frac{\text{preço por litro}}{\text{rendimento}}$
	Manutenção	Custo estimado por quilômetro
	Pedágio	Custo de acordo com a rota

Fonte: Lima (2001).

Tabela 4.1 – Exemplo de uma planilha de custos (valores fictícios)

Input de dados			Output de dados		
<b>Custos da empresa</b>			<b>Itens de custo fixo</b>		
Salário do motorista	R\$ / mês	750,00	Depreciação	R\$ / mês	833,33
Horas de trabalho / mês	h.h./mês	176	Remuneração de capital	R\$ / mês	1.565,65
Encargos e benefícios do motorista	R\$ / mês	562,50	Mão de Obra	R\$ / mês	1312,50
Taxa de oportunidade	% a.a.	12%	Ipva / Seguro Obrigatório	R\$ / mês	100,00
Custos administrativos	R\$ / mês	500,00	CF	R\$ / mês	3.811,48
<b>Dados do veículo</b>			Custos Administrativos	R\$ / mês	500,00
Consumo de combustível	km/litro	2,53	CF c/ custos administrativos	R\$ / mês	4.311,48
Intervalo entre troca de óleo	km/litro	10.000	<b>Itens</b>		
Litros de óleo por troca	litro	30	Combustível	R\$/km	0,26
Número de pneus		18	Óleo	R\$/km	0,01
pneu/recapagem	km/litro	80.000	Pneu	R\$/km	0,07
Número de recapagens		2	Manutenção	R\$/km	0,13
Custos de manutenção	R\$/km	0,13	Custo Variável	R\$/km	0,47
Intervalo entre lubrificações	km/litro	2.000	<b>Custos fixos</b>		
<b>Dados do mercado</b>				R\$/hora	24,50
Valor de aquisição do veículo	R\$	165.000	Custos Variáveis	R\$/km	0,47
Vida útil do veículo	meses	120			
Valor residual do veículo	R\$	65.000			
Preço do óleo	R\$/litro	2,7			
Preço do combustível	R\$/litro	0,65			
Preço do pneu	R\$	620			
Preço da recapagem		180			
Ipva / Seguro Obrigatório	R\$/ano	1.200			

Fonte: Lima (2001).

- O custo de combustível é o clássico exemplo de um item variável. Para calculá-lo, basta dividir o preço do litro (R\$/l) do combustível pelo rendimento do veículo (km/l).
- O custo dos pneus é calculado como se fosse uma depreciação por quilômetro em vez de tempo. Basta dividir o preço de um jogo de pneus (preço unitário do pneu vezes o número de pneus do veículo) pela vida útil em quilômetros dos pneus. Para considerar a recapagem, deve-se somar ao preço de cada pneu o preço de suas respectivas recapagens, multiplicando o resultado pelo número de pneus, para então, dividi-lo pela vida útil dos pneus considerando as recapagens.
- O custo de manutenção pode ser considerado de duas maneiras. A mais simples é com base no seu custo padrão, em R\$/Km. Outra possibilidade é criar um centro de custos e calcular o custo médio de manutenção por quilometro.

- O custo relativo ao óleo é calculado de maneira similar ao dos pneus. Deve-se multiplicar o preço de um litro do lubrificante pela capacidade do reservatório e dividir o resultado pelo intervalo entre as trocas de óleo.

#### 4.3.4 - Custeio das rotas

Uma vez calculados os valores unitários de todos os itens de custos, basta agrupá-los (R\$/mês) e dividir o resultado pela utilização (número de horas trabalhada por mês) para se chegar ao custo fixo por hora (R\$/hora). Os custos variáveis também devem ser agrupados (R\$/ Km). Assim pode-se montar a equação de custo para uma rota:

$$C_{\text{rota}} = \text{tempo (h)} \times CF \text{ (R\$/h)} + \text{Distância (km)} \times CV \text{ (R\$/km)} \quad [3.1]$$

Fonte: Lima (2001).

Onde: C rota = custo total da rota

CF = custo fixo

CV = custo variável.

O tempo a considerar é o tempo total da rota incluindo as atividades de carga e descarga, com as suas respectivas filas, pernoite, refeições e o tempo efetivo de viagem. Nota-se, portanto, que o custo da rota é diretamente proporcional ao tamanho da rota, uma vez que quando se aumenta a distância percorrida, aumenta-se, além da quilometragem, o tempo de viagem.

#### 4.4 - VEÍCULOS RODOVIÁRIOS DE CARGA

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1997), que rege o trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do território nacional, abertas à circulação, classifica, em seu artigo 96, os veículos em três grandes grupos, divididos quanto à tração, quanto à espécie e quanto à categoria.

Dentre as espécies de veículos apresentadas e que são de interesse deste estudo estão os veículos de carga, ou seja, aqueles que se prestam ao transporte de carga.

➤ Veículo de Carga:

- caminhonete: veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total de até três mil e quinhentos quilogramas;
- caminhão: veículo destinado ao transporte de carga, podendo transportar dois passageiros, inclusive o condutor;
- reboque: veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor e,
- semi-reboque: veículo de um ou mais eixos que se apóia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação.

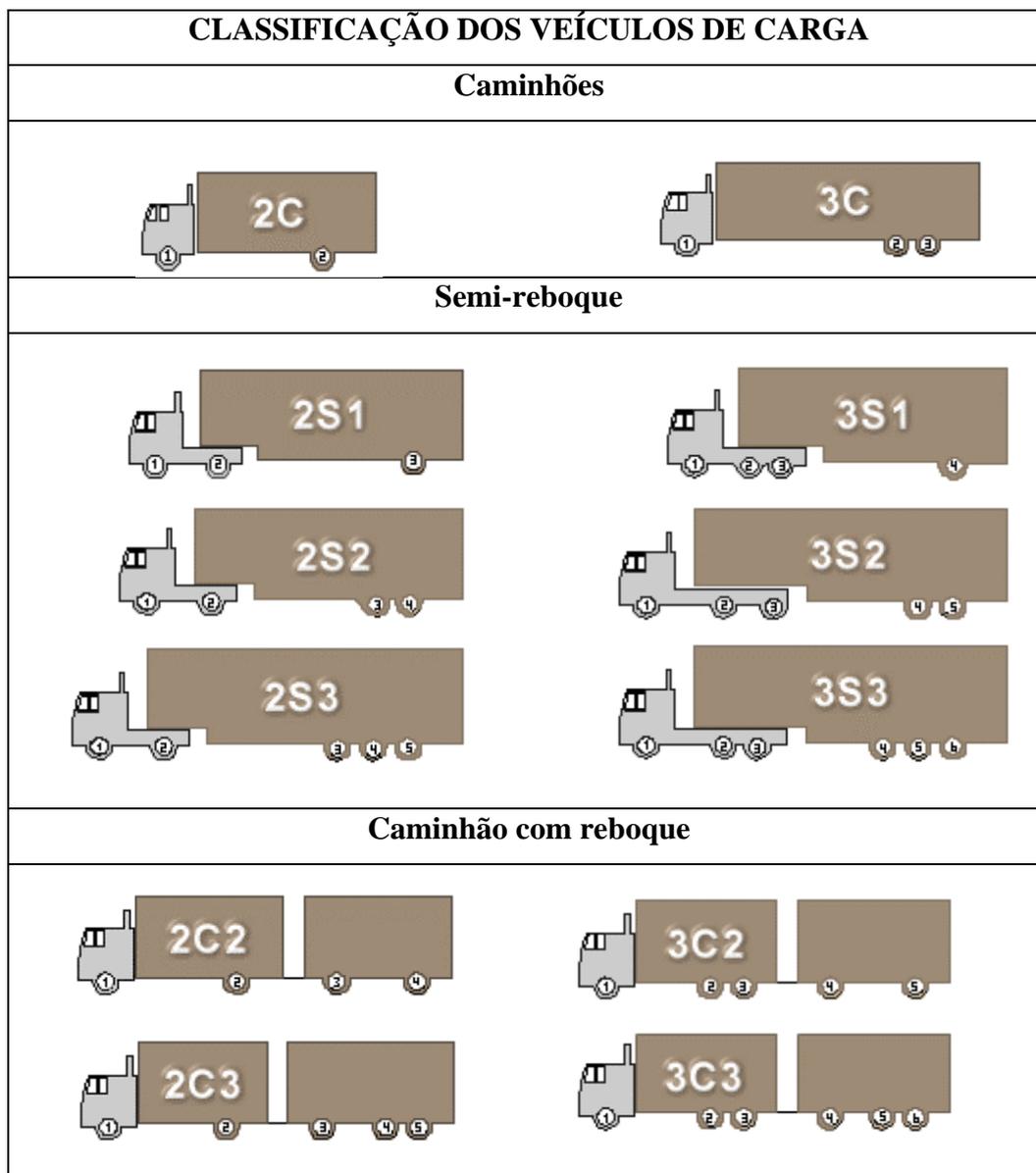
A classificação dos veículos de carga apresentada pelo Departamento Nacional de Infra-Estrutura Terrestre (DNIT, 2005) é mostrada na Figura 4.3. Esta classificação é feita de acordo com o número de eixos e com relação à disposição dos mesmos no veículo, seguindo uma notação específica, Mello (1975).

Onde: C -> Caminhão

S -> Semi-reboque (semi-trailler).

Os números à esquerda das letras C ou S indicam o número de eixos da unidade tratora.

Os números à direita das letras C ou S indicam o número de eixos da unidade tracionada.



Fonte: Adaptado de DNIT (2005).

Figura 4.3 – Classificação dos veículos de carga

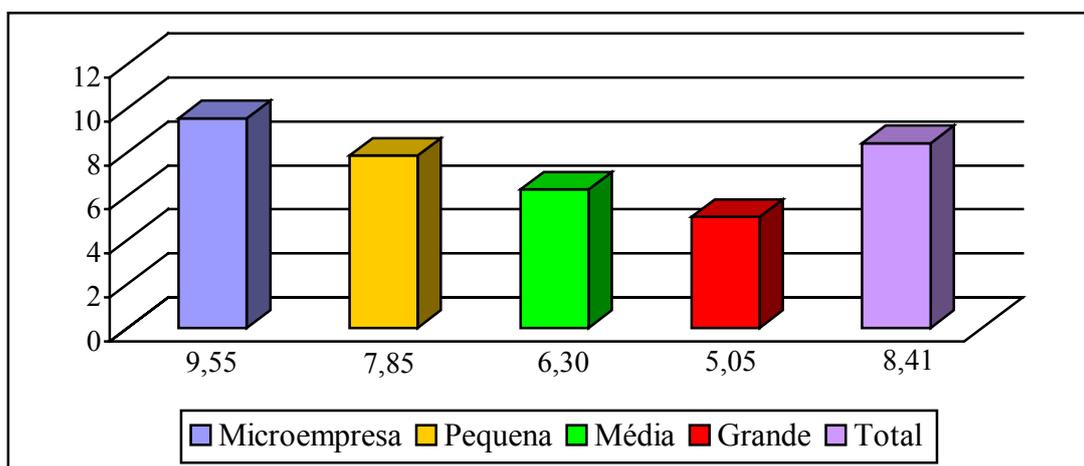
#### 4.4.1 - Frota de veículos de carga

Estudo feito pelo Centro de Estudos em Logística (Coppead, 2002), constatou uma situação de envelhecimento da frota de veículos de transporte rodoviário de cargas, pois 76% dos veículos têm mais de 10 anos, com uma média de aproximadamente 17,5 anos. Este dado reflete que, da frota nacional de veículos de transporte de carga (1,8 milhão), mais de 1,3 milhão trafega com mais de 10 anos de uso, em condições inseguras e poluentes. Em contrapartida, especialistas americanos recomendam a utilização máxima de 8 anos. A Coppead (2002) estima que existem mais de 800 mil caminhões trafegando com

mais de 20 anos de uso, quase a metade da frota brasileira, enquanto a média da frota americana não ultrapassa os 7 anos.

Diante deste quadro, vislumbra-se em médio e longo prazo um cenário desfavorável na evolução da idade média da frota, proporcionando uma redução no valor dos fretes rodoviários, um aumento nos custos operacionais e uma perda da capacidade de transportar, motivados pela ausência de normas regulamentadoras e incentivos à renovação da frota.

A CNT (2002) realizou uma pesquisa junto a empresas de transporte de carga, obtendo-se os seguintes percentuais (%) da idade média da frota de veículos, conforme mostra a Figura 4.4 e Tabela 4.2.



Fonte: CNT (2002a).

Figura 4.4 – Frota de veículos – Idade média por porte da empresa(%)

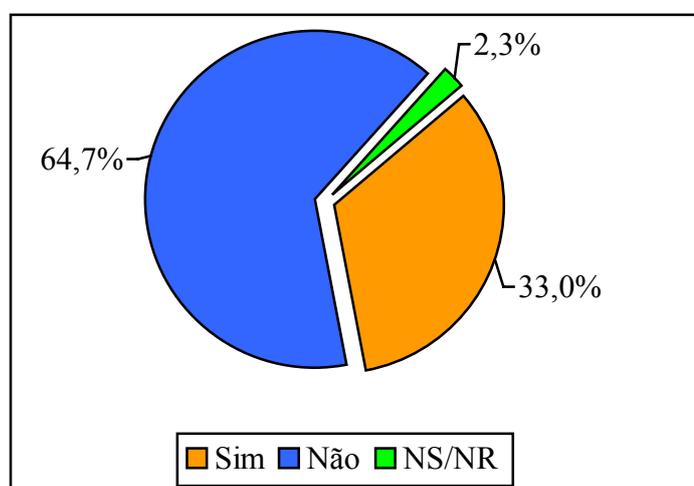
Tabela 4.2 – Frota de veículos por tipo

Frota de veículos por tipo						
	Micro	Pequena	Média	Grande	Total	%
Leve	217	635	676	1408	2936	27,7
Médio	337	660	456	602	2055	19,39
Pesado	468	937	691	2477	4573	43,15
Extra-pesado	47	112	60	753	972	9,17
Outros	31	22	10	--	63	0,59
Total	1100	2366	1893	5240	10599	100,00

Fonte: CNT (2002a).

A partir dos dados informados pelas empresas, a idade média da frota é de 8,41 anos, sendo que a metade dos veículos tem mais de 7 anos de uso. Destaca-se que, quanto maior o porte da empresa, menor é a idade média da frota. Tendo em vista que, nesta pesquisa não foi considerada a idade média dos veículos dos caminhoneiros autônomos, a idade média levantada difere substancialmente da idade média da frota nacional.

A pesquisa demonstrou, ainda, que 64,7% dos entrevistados tiveram interesse em dar continuidade no processo de renovação da frota, constatando que apenas 33,0% pretendem realizar novas aquisições, conforme indicado na Figura 4.5 e Tabela 4.3 entre as microempresas, 71,9% não pretendem realizar novas compras ou substituições.



Fonte: CNT (2002a).

Figura 4.5 – Continuidade do processo de renovação da frota (%)

Tabela 4.3 – Continuidade do processo de renovação da frota (%)

Continuidade do processo de renovação da frota (%)					
	Micro	Pequena	Média	Grande	Total
Sim	26,7	33,5	41,3	65,9	33,0
Não	71,9	62,7	56,5	31,7	64,7
NS/NR	1,4	3,8	2,2	2,4	2,3

Fonte: CNT(2002a).

Entre as empresas do setor de transporte rodoviário de cargas 78,5% não possuem programas formais de substituição de veículos. Esta situação é agravante entre as

microempresas, onde apenas 13% possuem programas de substituição de veículos. Por outro lado, entre as grandes empresas este percentual torna-se majoritário, com 58,5%, é o que demonstra a Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Programa de substituição de veículos (%)

Programa de substituição de veículos (%)					
	Micro	Pequena	Média	Grande	Total
Sim	13,0	21,6	28,3	58,5	20,4
Não	86,0	77,8	69,6	39,0	78,5
NS/NR	1,0	0,5	2,2	2,4	1,1

Fonte: CNT(2002a).

Estes problemas poderiam ser facilmente superados caso fossem estabelecidos programas especiais de renovação da frota, com crédito facilitado e mecanismos mais simplificados para aquisição de recursos.

A pesquisa revelou a precariedade do estado da frota transportadora nacional e a quase inexistência de uma política efetiva de renovação da frota. Portanto, é mister conhecer e avaliar o impacto gerado pelas diversas condições da qualidade do pavimento, adotada pela Pesquisa Rodoviária CNT (2004), nos custos de manutenção dos veículos e no momento ideal para a renovação da frota. Segundo estudos da Coppead (2002), estima-se que o custo médio/padrão de manutenção envolvendo peças, mão-de-obra, pneus e óleo de um caminhão sejam da ordem de R\$ 0,23 por Km rodado, revelando um pequeno investimento em manutenção de veículos. Este estudo foi avaliado junto a uma amostra do setor de transporte de carga sem considerar a qualidade do pavimento.

## **5 - METODOLOGIA PARA ANÁLISE DO IMPACTO DAS CONDIÇÕES DO PAVIMENTO DA RODOVIA NO CUSTO DO FRETE E NA RENOVAÇÃO DA FROTA**

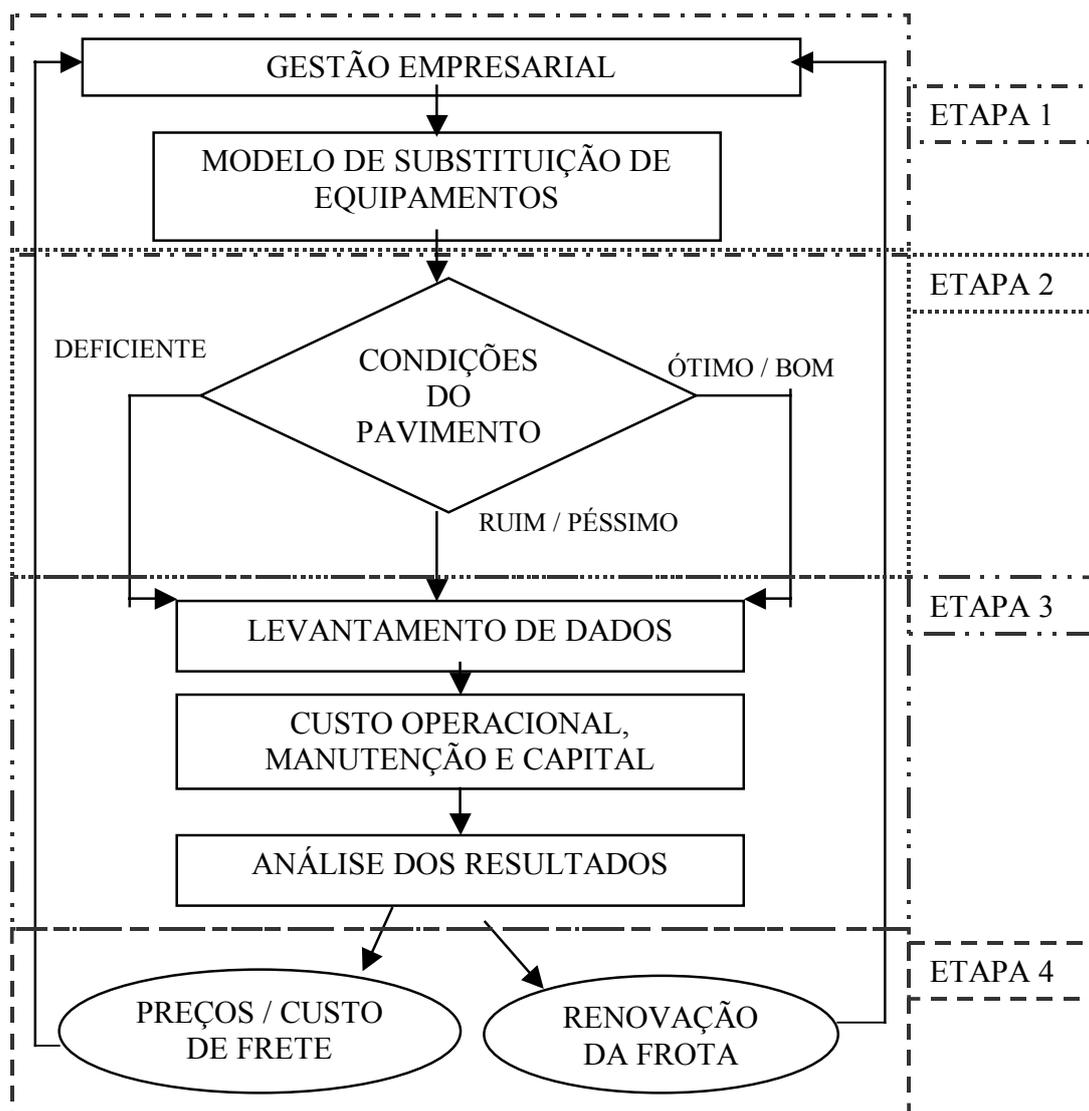
### **5.1 - APRESENTAÇÃO**

Este Capítulo compreende a aplicação da metodologia proposta em estudo de caso. A metodologia consiste no desenvolvimento de quatro etapas de forma seqüencial e sistematizada, conforme discriminadas abaixo, para atingir com eficiência os resultados em relação aos custos de frete e de renovação da frota.

- a. Etapa 1 – Gestão Empresarial e Modelo de Substituição de Equipamentos.
- b. Etapa 2 – Definição da Metodologia da Avaliação das Condições do Pavimento.
- c. Etapa 3 – Levantamento de Dados, Definição de Custos Operacionais, Custos de Manutenção, Custo de Capital e Análise dos Resultados.
- d. Etapa 4 – Análise da Vida Econômica - Renovação da Frota e Análise do Ponto de Equilíbrio (*Break-even Point*)- Planilha de Frete / Custo.

### **5.2 - ESTRUTURA METODOLÓGICA PROPOSTA**

A metodologia proposta consiste em correlacionar a avaliação do estado do pavimento das rodovias com a mensuração dos custos operacionais e de manutenção, determinando assim a vida econômica dos veículos. Para comprovar a hipótese em tela, serão empregadas as etapas descritas na Figura 5.1.



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.1 – Estrutura metodológica de análise do impacto das condições do pavimento das rodovias no custo do frete e na renovação da frota de veículos

#### Etapa 1 – Gestão Empresarial e Modelo de Substituição de Equipamentos

As mudanças ocorridas no ambiente empresarial com a globalização exigiram adequações nas formas de trabalho das empresas. A adoção de um novo modelo de gestão trocou o velho paradigma do “culto à quantidade” pelo do “culto ao serviço ao cliente”.

O atendimento com qualidade e eficiência ao cliente é o que determinará o crescimento da empresa, para isto as mesmas devem orientar seu foco para o consumidor. O administrador de empresa se esforça para melhorar a qualidade oferecida aos clientes, integrando todos os

setores da empresa e investindo em tecnologias de informação. Mais do que tratar bem quem é a maior razão do seu desempenho, é preciso agregar valor aos serviços objetivando superar as expectativas do cliente. Diante deste novo ambiente de gestão empresarial, Ballou (1993) comenta que a empresa transportadora necessita conhecer estes aspectos para atender melhor as necessidades dos seus clientes e se colocar numa posição vantajosa com relação a seus concorrentes.

Para conhecer a expectativa dos seus clientes, a empresa deve se reestruturar fisicamente, investir em tecnologia de última geração e em capacitação de mão-de-obra com a finalidade de desenvolver técnicas e procedimentos de pesquisa para detectar possíveis falhas na prestação do serviço, transformando-se em empresa competente para atender todas as necessidades dos clientes.

Fleury *et al.* (2000) ressalta que “a identificação das expectativas do mercado é um dos passos mais importantes em todo o processo, pois essas informações serão base para as análises a serem realizadas posteriormente...”.

As expectativas dos clientes, com relação ao serviço, são em muitos casos diferentes do nível de serviço oferecido. Os serviços de transporte possuem várias particularidades ou características que dificultam a avaliação do desempenho dos mesmos, por serem serviços e produtos heterogêneos altamente diversificados. Envolvem sentimentos, percepções, preferências e os processos de avaliação são de difícil mensuração. Caixeta-Filho e Martins (2001) foram claros em afirmar que “os serviços de transporte de carga são, na verdade, um pacote de benefícios explícitos e implícitos apoiado por bens e instalações, facilitadores da operação afetados pelo cliente que participa do processo”.

O modelo sistêmico de gestão apresentado nos critérios de excelência do PNQ (2000), tem sido atualmente uma ferramenta indispensável para as empresas, na busca da excelência do desempenho, no sentido de se antecipar às novas tendências de mercado aos novos cenários e às novas necessidades dos clientes.

A estrutura organizacional da empresa deve planejar, pensar e aprender estrategicamente, com agilidade e flexibilidade para responder rapidamente às mudanças de cenários e às

necessidades das partes interessadas, as quais devem ser monitoradas constantemente, para atingir o sucesso empresarial.

Uma outra ferramenta empregada pela empresa tem sido a logística, oferecendo um adequado nível de serviço ao cliente, com custos totais mais baixos, agregando-se assim um diferencial competitivo frente aos seus concorrentes. Segundo Ballou (1993) a logística empresarial estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos.

Fleury *et al.* (2001) avança no conceito de que “a logística não é apenas mais uma ferramenta gerencial moderna, pois também é uma importante atividade econômica, contribuindo de forma significativa para a estrutura de custos da empresa, assim como para o Produto Interno Bruto das nações”.

Portanto, a aplicação deste conceito por parte da empresa transportadora de carga para uma melhoria do nível de serviço associado à redução dos custos de transporte, deve procurar a melhor utilização dos recursos disponíveis, identificando o ambiente empresarial, avaliando os impactos da globalização econômica sobre seus recursos e monitorando os procedimentos para o cálculo do custo do frete e da manutenção dos veículos.

Os resultados encontrados para o valor do frete a ser cobrado e o momento oportuno para a troca de veículos, possibilitarão a empresa avaliar se os seus preços estão competitivos no mercado de transporte de cargas, adaptando sua estrutura organizacional e o seu processo de produção, aumentando assim a efetividade dos serviços prestados.

Diante deste quadro, a empresa deve avaliar constantemente a dinâmica do mercado e detectar as variações da planilha de frete em função dos custos operacionais, bem como planejar a substituição dos veículos com base no levantamento dos custos de manutenção.

## Etapa 2 - Definição da Metodologia da Avaliação das Condições do Pavimento

Nesta etapa, será utilizada a metodologia da pesquisa rodoviária CNT (2004), tendo como fundamento os métodos de avaliação das condições do pavimento adotados pela norma do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER – PRO 007/94, onde se classificou a característica física do pavimento das rodovias, resultando na avaliação percentual e nos conceitos em 36,2% (ótimo), 7,7% (bom), 33,4% (deficiente), 13,6% (ruim) e 9,1% (péssimo). Para a obtenção destes resultados, a pesquisa CNT (2004) executou e analisou o diagnóstico das rodovias federais e estaduais com base nas seguintes etapas metodológicas: seleção de trechos rodoviários, coleta, tabulação e análise de dados, aplicação do modelo CNT (2004) de classificação de rodovias e apresentação dos resultados. Para confirmar essa assertiva Bodeli, *apud* Reis (1998), desenvolveu estudos para analisar a influência direta da qualidade da superfície do pavimento, através da variação da rugosidade (mm/m) nos custos operacionais da empresa.

A partir desses dados para a comprovação da hipótese serão escolhidas três rotas pré-definidas, em função do estado do pavimento, em ótimo/bom, deficiente e ruim/péssimo, com extensões similares de quilometragem percorrida, pelo mesmo tipo de veículo, para compararmos situações homogêneas de transporte de carga.

## Etapa 3 – Levantamento de Dados, Definição de Custos Operacionais, Custos de Manutenção, Custo de Capital e Análise dos Resultados

Esta fase inicia-se com o levantamento dos dados referente aos itens que compõem a planilha de frete, para cada condição do pavimento conforme mencionado na Etapa 2. Lima (2001) propõe quatro etapas para o processo de custeio do transporte como: definição dos itens de custo, classificação dos itens de custo em fixos e variáveis, cálculo do custo de cada item e custeio das rotas de entrega/coleta.

A identificação das variáveis de custos será através da definição de Wessels (2002) e dos estudos de Lima (2001), que permitirá avaliá-las e quantificá-las em uma planilha de frete, estabelecendo o custo total por Km (R\$/Km) e custo (R\$/t x Km x 1000), para cada trecho de rodovia segmentado em função do estado do pavimento.

A identificação de custo variável, que impacta o custo total das empresas, será através da avaliação e quantificação do custo médio de manutenção do veículo, a partir de sua utilização em diferentes condições de pavimento de rodovias. Para isto, deve-se adotar as definições e os princípios de Novaes e Alvarenga (1994), para o cálculo da planilha do custo médio de manutenção.

A análise dos resultados permitirá avaliar e comparar os custos totais da empresa e de manutenção do veículo para cada rota estipulada com os preços do frete praticado, bem como propiciar à empresa o momento ideal para a substituição do veículo a partir dos resultados do cálculo da análise de sensibilidade proposta por Novaes e Alvarenga (1994).

#### Etapa 4 - Análise da Vida Econômica - Renovação da Frota e Análise do Ponto de Equilíbrio (*Break-even Point*) - Planilha de Frete / Custo

Para análise da vida econômica, será utilizada a metodologia aplicada no modelo clássico de renovação do veículo, proposta por Novaes e Alvarenga (1994), com base nas variações do custo de manutenção, tendo como subsídio os conceitos de análise de investimentos de Casarotto Filho e Kopittke (1996) e Souza (1999).

Segundo Souza (1999), vida econômica é um conceito semelhante ao de vida útil<sup>2</sup>, porém em vez de se referir à capacidade física de produção, diz respeito aos custos globais em que a empresa incorre para manter em operação certo equipamento.

A elaboração de uma planilha de frete através do cálculo dos custos operacionais possibilitará a comparação entre custos calculados e margem operacional das empresas transportadoras de carga, informando-lhes dos itens de custo, discriminados por Lima (2001), que mais impactam no valor do frete. A seguir, efetua-se o cálculo e a análise do ponto de equilíbrio (*break-even point*), segundo Hirschfeld (2000) e Martins (2001).

A partir do conhecimento e da análise da influência do estado do pavimento das rodovias, no preço/custo de frete e do momento ideal para renovação da frota de veículos, fecha-se o ciclo da estrutura metodológica proposta. A seguir, a empresa poderá aplicar os

---

<sup>2</sup> Hirschfeld (2000) define vida útil como o prazo de duração de um bem, durante o qual existe a possibilidade de sua utilização.

procedimentos de gestão empresarial, avaliando-se sistematicamente a variação entre o preço praticado e o custo de frete, bem como os custos de manutenção da frota, tornando-se assim cada vez mais competitiva frente aos desafios impostos pelo mercado, na busca do sucesso empresarial.

### **5.3 - ESTUDO DE CASO**

Elaborou-se um estudo de caso na Empresa X, situada na cidade de Goiânia, Estado de Goiás. A empresa atua no ramo do transporte rodoviário com carga seca fracionada, onde coletou-se os dados e aplicou-se a metodologia proposta para obtenção do custo do frete e da renovação da frota de veículos, em função do estado do pavimento de rodovias.

#### **5.3.1 - Histórico e característica da empresa**

A Empresa X desde 1960 já transportava cargas compartilhadas no bagageiro de ônibus de linhas regulares de transporte de passageiros. Em virtude do crescimento da demanda por transporte de carga a Empresa X, no ano de 1976, passou a utilizar veículos próprios para o transporte exclusivo de cargas.

Atualmente a frota é composta pelas seguintes características de veículos, e suas respectivas quantidades e idades médias:

- a. leve: 80 unidades de caminhão  $\frac{3}{4}$  com 05 anos de uso;
- b. médio: 10 unidades de caminhão *truck* com 04 anos de uso;
- c. pesado: 37 unidades de carreta (conjunto cavalo mecânico + baú), com 12 anos de uso.

A sede da empresa está situada na cidade de Goiânia, onde são concentradas a operação logística e o planejamento do transporte rodoviário de carga, visando atender seus clientes no transporte de carga seca fracionada. Para isso, utiliza-se parte da estrutura física da empresa como os setores de oficina, lanternagem, pintura, borracharia e área operacional que são compartilhadas com os serviços de ônibus do transporte rodoviário de passageiros. Os funcionários envolvidos no setor específico de cargas estão locados em diversos pontos estratégicos da empresa, totalizando 300 empregos diretos e 450 indiretos relacionados na sede e em suas filiais.

A característica da carga transportada pela empresa é do tipo seca fracionada, com grande variedade de tamanhos de embalagens variando em função do peso (kg) e volume (m<sup>3</sup>). A empresa movimentada em torno de 3 mil toneladas em média mensal, principalmente com produtos de auto valor agregado em termos de faturamento proporcional ao valor do frete, dos seguintes produtos: autopeças, medicamentos, eletro-eletrônicos e remédios veterinários. A empresa, também, transporta algumas cargas frágeis como pára-brisas de veículos e alguns eletro-eletrônicos. Em relação ao tipo de carga ainda, existe um pequeno percentual de cargas com perecibilidade, as quais merecem uma atenção especial no seu monitoramento, tais como: poupa de frutas, vacina aftosa e alguns produtos veterinários. O maior grau de avaria das embalagens são dos produtos de medicamentos, mas são cobertos por contratos de seguros de reembolso para a empresa e os seus clientes.

A carga e descarga da mercadoria são feitas através de empilhadeira e com uso de equipamentos de proteção individual. Em determinadas situações, pode ocorrer a necessidade de contratação de terceiros com uso de equipamentos especiais para efetuar o transbordo da carga.

A empresa adotou algumas restrições em relação ao recebimento de algumas encomendas, tendo em vista a fragilidade e o alto risco de avaria, como no caso de transporte de mudanças e de carga viva, exigindo-se assim um termo de declaração do emitente no qual isenta a empresa de possíveis reclamações e indenização da carga.

### **5.3.2 - Especificações técnicas dos veículos**

O veículo de carga utilizado pela Empresa X, objeto de análise deste estudo, é classificado como semi-reboque, isto é veículo de um ou mais eixos que se apóia na sua unidade tratora.

O veículo que se destina ao transporte de carga e mercadorias, adotado como veículo padrão para realizar o transporte entre as três rotas escolhidas para a pesquisa, é classificado segundo a Anfavea (2005), como caminhão pesado com PBT  $\geq$  15 t e PBTC  $\geq$  40 t, em relação ao peso máximo que transmite ao pavimento.

A especificação técnica do semi-reboque e do conjunto (cavalo+carreta), segundo a empresa Varella Veículos Pesados Ltda (Concessionária Scania), apresenta os seguintes dados técnicos:

- Modelo do veículo: R360 (4x2) Marca Scania:
  - Vida útil contábil do veículo: 05 anos.
  - Vida útil operacional: 10 anos.
  - Capacidade do tanque do óleo do cárter: 35 litros.
  - Intervalo entre troca do óleo do cárter: 30.000 km.
  - Capacidade do tanque do óleo de câmbio: 14,7 litros.
  - Capacidade do tanque do óleo do diferencial: 11,5 litros.
  - Intervalo entre troca do óleo do câmbio/diferencial: 120.000 km.
  
- Conjunto do veículo R360 (6 pneus) + carreta/baú (3 eixos com 12 pneus):
  - Tara do conjunto: 16.700 kg.
  - Lotação: 27.000 kg.
  - Peso Bruto Total (PBT): 43.700 kg.
  - Peso Bruto Total Combinado (PBTC): 41.500 kg.
  - Capacidade máxima de tração (CMT): 66.000 kg.
  - Peso por eixos em referência ao conjunto:
    - o Eixo dianteiro do veículo: 6 t.
    - o Eixo traseiro do veículo: 17 t.
    - o Eixo traseiro da carreta: 25,5 t.

Em referência aos dados técnicos da carreta/baú, tem-se:

- Marca: Facchini.
- Modelo: furgão carga seca com três eixos traseiros com 12 pneus.
- Tara: 9.100 kg.
- Lotação: 27.000 kg.
- Capacidade de carga: 80 m3.
- Vida útil operacional: 10 anos.

### 5.3.3 - Aplicação da metodologia e análise dos resultados

A partir dos dados levantados junto à empresa aplicou-se a metodologia proposta com base nas etapas seqüenciais, para conhecer e avaliar os custos fixos e variáveis efetivos da empresa e, posteriormente, compará-los com os preços de frete praticados nas rotas pesquisadas, bem como determinar a vida econômica dos veículos.

#### Etapa 1 – Gestão Empresarial e Modelo de Substituição de Equipamentos

A Empresa X atua no ramo de carga seca fracionada monitorando os seus procedimentos administrativos, organizacionais e institucionais visando cada vez mais a racionalidade do processo de atendimento aos seus clientes com qualidade, eficiência e preços competitivos de mercado do valor do frete, mas até então sem compará-los com os custos totais de transporte, em função da rota pré-estabelecida.

Os procedimentos adotados com base no modelo de gestão da empresa na operação de transporte, compreendem as seguintes etapas: captação/coleta, distribuição e transferência entre vários centros de distribuição e filiais em diversas regiões do País.

Em virtude do aumento da demanda e da necessidade de alguns clientes adotou-se alguns critérios para o atendimento deste segmento de mercado:

- a. entrega porta a porta, onde o cliente contrata o frete da origem até o destino final, com o preço do frete negociado entre as partes;
- b. redespacho da mercadoria, com o desmembramento do despacho de conhecimento utilizando veículos de terceiros, para atender determinada região ou clientes específicos com baixa demanda de transporte de carga;
- c. transbordo de algumas mercadorias efetuado no centro de distribuição (CD) intermediários ao longo das rotas ou no destino final nas próprias filiais, por veículos próprios da empresa utilizando caminhão *truck* e carreta.

A empresa opera na coleta/captação de cargas na sede e nas filiais situadas nas cidades de: São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Belo Horizonte (MG), Ribeirão Preto (SP), Uberaba (MG), Uberlândia (MG), Brasília (DF) e Fortaleza (CE). Na cidade de Imperatriz (MA) está localizado um mini centro de distribuição (CD) com despacho de cargas com destino

às cidades de Guarai (TO), Xinguara (PA), Terezina (PI), Balsas (MA) e Floriano (PI). O redespacho de carga para a cidade de Belém (PA) é através de nota fiscal e por emissão de conhecimento de transporte.

O planejamento do transporte da carga compreende desde a aplicação de procedimentos no recebimento, armazenagem, distribuição no interior do baú e no programa de acompanhamento até ao destino final. Para isso, Novaes e Alvarenga (1994) recomendam o conhecimento dos elementos que envolvem os fluxos nas diversas ligações da rede física, a aferição do nível de serviço e as características sobre a carga, para a aplicação do enfoque sistêmico dos problemas logísticos. Estas atividades são executadas por funcionários qualificados de nível médio, que recebem treinamentos tanto interno como externo num período de 06 em 06 meses e através de um *software* aplicativo.

Primeiramente, com base nos procedimentos de gestão da empresa foram adotados alguns passos para garantir a segurança e a integridade da carga, desde o recebimento/coleta e sua colocação estratégica na praça de armazenagem:

- a. conferência dos volumes (m<sup>3</sup>) e pesos (kg) da mercadoria;
- b. conferência dos valores obtidos com a nota fiscal;
- c. emissão do CTRC – conhecimento do transporte rodoviário de carga e,
- d. colocação da mercadoria na praça para posterior embarque nos caminhões.

Em seguida, faz-se a distribuição da carga dentro do baú, obedecendo a ordem de descarregamento ao longo dos itinerários da rota, isto é, a mercadoria colocada mais no fundo do baú é a última a sair, e em função da distribuição do peso por eixo do veículo.

Por final, a empresa atua no monitoramento da carga em trânsito, nos locais pré-estabelecidos em função dos horários de embarque, paradas e previsão de chegada. Algumas destas cargas são rastreadas via satélite, através de equipamentos da Empresa *Autotrac*, principalmente nas rotas da região sudeste, onde são suscetíveis a assaltos e roubos de carga. Portanto, enquanto a carga não chegar ao destino final, as filiais fazem o acompanhamento através de *e-mail* em contato permanente com a sede, e em casos de situação de emergência, os motoristas são autorizados a utilizarem o telefone celular para informar a empresa.

## Etapa 2 – Definição da Metodologia da Avaliação das Condições do Pavimento

Nesta etapa, foram avaliadas e escolhidas por conveniência três diferentes rotas de transporte rodoviário de cargas da empresa, as quais foram percorridas, preferencialmente, por um mesmo modelo de veículo, tipo caminhão pesado (semi-reboque), considerando as variações do estado do pavimento das rodovias, segundo relatório gerencial CNT (2004), com a finalidade de se avaliar a diferenciação dos valores encontrados para os custos fixos e variáveis e compará-los com os preços de frete praticados pela empresa.

As três rotas definidas para a aplicação da metodologia proposta compreendem os trechos abaixo, percorridos pelo mesmo veículo padrão adotado e acompanhando o sentido do fluxo da carga:

- a. São Paulo (SP) – Goiânia (GO) – utiliza-se as Vias Anhangüera (SP 330) e BR-153, com extensão aproximada de 954 km, considerando o estado do pavimento como ótimo/bom;
- b. Goiânia (GO) – Palmas (TO) – utiliza-se a BR-153, a TO 255 e TO 050, com uma extensão aproximada de 840 km, considerando o estado do pavimento como deficiente;
- c. Imperatriz (MA) – São Luiz (MA) – utiliza-se a BR-222 e BR-135 com uma extensão aproximada de 634 km, considerando o estado do pavimento como ruim.

## Etapa 3 – Levantamento de Dados, Definição de Custos Operacionais, Custos de Manutenção, Custo de Capital e Análise dos Resultados

Os dados foram coletados, classificados e calculados segundo a metodologia de custeio de transporte rodoviário proposta por Lima (2001). Elaborou-se uma planilha de custos para cada uma das três rotas pesquisadas, percorridas durante o ano de 2004, contendo dados de entrada (*Input*) referentes aos custos da empresa, dados do veículo e de mercado; e outra planilha com dados de saída (*Output*) composta por itens de custo fixo e variável, resultando no valor total de custos fixos (R\$/hora) e custos variáveis (R\$/km).

Para a montagem da planilha de entrada de dados quantificaram-se as variáveis de acordo com as seguintes etapas, tendo como referência os dados do ano de 2004:

- a. custos da empresa: levantaram-se os dados mensais relativos ao salário do motorista, as horas trabalhadas, os encargos de 75% sobre o salário e acrescentando-se os

benefícios do motorista como *ticket* refeição R\$ 85,00 e R\$ 170,46 de produtividade por quilômetro rodado, a taxa de oportunidade 10,8% a.a. fornecida pela contabilidade da empresa e o custo administrativo estabelecido pela forma de rateio da folha de pagamento mensal dos funcionários dos setores administrativos (sede e filiais), em função do número de veículos, excluindo os funcionários da manutenção;

- b. dados do veículo: levantaram-se os dados e especificações técnicas do veículo semi-reboque, com a configuração 2S3, e considerou-se alguns itens de custos variáveis em função das condições do pavimento da rota pesquisada. Os custos de manutenção foram obtidos por veículo, através dos valores da planilha de peças acrescida da mão-de-obra dos funcionários do setor de manutenção, dividindo-se pela quilometragem mensal percorrida, resultando no custo (R\$/km);
- c. dados de mercado: levantaram-se os dados de aquisição do veículo e da carreta em 2004, considerando 31% e 40% de valor residual respectivamente, alguns dados técnicos do veículo e da carreta e de alguns preços de insumos de custo variável, relativos ao ano de 2004.

Para a montagem da planilha de saída de dados, foram calculados os itens de custo fixo e variável a partir dos dados fornecidos para os insumos fixos e variáveis constantes na planilha de entrada, aplicando-se as fórmulas para cálculo de itens de custo de transporte (Quadro 4.1) obtendo-se os seguintes resultados de custos fixos (R\$/hora) e custos variáveis (R\$/km) para cada rota pesquisada:

Tabela 5.1 – Rota 1 – Trecho São Paulo (SP) / Goiânia (GO)

Input de dados			Output		
<b>Custos da empresa</b>			<b>Itens de custo fixo</b>		
Salário do motorista	R\$/ mês	578,00	Depreciação do veículo	R\$/ mês	1.250,00
Horas de trabalho/ mês	h.h./mês	220	Remuneração de capital do veículo	R\$/ mês	2.231,58
Encargos e benefícios do motorista	R\$/ mês	688,96	Depreciação da carreta	R\$/ mês	350,00
Taxa de oportunidade	% a.a.	11%	Remuneração de capital da carreta	R\$/ mês	600,81
Custos administrativo	R\$/ mês	1424,91	Mão de obra	R\$/ mês	1.266,96
			IPVA/Seguro Obrigatório	R\$/ mês	12,51
<b>Dados do veículo</b>			CF	R\$/ mês	5.711,86
Consumo de combustível	Km/ litro	2,37	Custos administrativo	R\$/ mês	1.424,91
Intervalo entre troca de óleo	Km	15000	CF c/ custos administrativos	R\$/ mês	7.136,77
Litros de óleo por troca	litro	19			
Litros de óleo lubrificante por troca	litro	28	<b>Itens de custo variável</b>		
Intervalo entre troca de óleo lubrificante	Km	15000	Combustível	R\$/ Km	0,68
Número de pneus		18	Óleo do cárter e diferencial	R\$/ Km	0,01
Intervalo entre troca de pneu/ recapagem	Km	80000	Pneu	R\$/ Km	0,14
Número de recapagens		3	Manutenção	R\$/ Km	0,08
Custos de manutenção	R\$/ Km	0,08	Custo variável	R\$/ Km	0,91
<b>Dados de mercado</b>			<b>Custos fixos (R\$/ hora)</b>	R\$/ hora	32,44
Valor de aquisição do veículo	R\$	260000	<b>Custos variáveis (R\$/ Km)</b>	R\$/ Km	0,91
Vida útil do veículo	meses	144			
Valor residual do veículo	R\$	80000			
Valor de aquisição da carreta	R\$	70000			
Vida útil da carreta	meses	120			
Valor residual da carreta	R\$	28000			
Preço do óleo	R\$/ litro	3,42			
Preço do óleo de câmbio e diferencial	R\$/ litro	4,28			
Preço do combustível	R\$/ litro	1,62			
Preço do pneu	R\$	1284			
Preço da recapagem		185,85			
IPVA/Seguro Obrigatório	R\$/ ano	150,11			

Fonte: elaboração do autor.

Tabela 5.2 – Rota 2 – Trecho Goiânia (GO) / Palmas (TO)

Input de dados			Output		
<b>Custos da empresa</b>			<b>Itens de custo fixo</b>		
Salário do motorista	R\$/ mês	578,00	Depreciação do veículo	R\$/ mês	1.250,00
Horas de trabalho/ mês	h.h./mês	220	Remuneração de capital do veículo	R\$/ mês	2.231,58
Encargos e benefícios do motorista	R\$/ mês	688,96	Depreciação da carreta	R\$/ mês	350,00
Taxa de oportunidade	% a.a.	11%	Remuneração de capital da carreta	R\$/ mês	600,81
Custos administrativo	R\$/ mês	1424,91	Mão de obra	R\$/ mês	1.266,96
			IPVA/Seguro Obrigatório	R\$/ mês	12,51
<b>Dados do veículo</b>			CF	R\$/ mês	5.711,86
Consumo de combustível	Km/ litro	2,3	Custos administrativo	R\$/ mês	1.424,91
Intervalo entre troca de óleo	Km	15000	CF c/ custos administrativos	R\$/ mês	7.136,77
Litros de óleo por troca	litro	19			
Litros de óleo lubrificante por troca	litro	28	<b>Itens de custo variável</b>		
Intervalo entre troca de óleo lubrificante	Km	15000	Combustível	R\$/ Km	0,70
Número de pneus		18	Óleo do cárter e diferencial	R\$/ Km	0,01
Intervalo entre troca de pneu/ recapagem	Km	80000	Pneu	R\$/ Km	0,14
Número de recapagens		3	Manutenção	R\$/ Km	0,10
Custos de manutenção	R\$/ Km	0,10	Custo variável	R\$/ Km	0,95
<b>Dados de mercado</b>			<b>Custos fixos (R\$/ hora)</b>	R\$/ hora	32,44
Valor de aquisição do veículo	R\$	260000	<b>Custos variáveis (R\$/ Km)</b>	R\$/ Km	0,95
Vida útil do veículo	meses	144			
Valor residual do veículo	R\$	80000			
Valor de aquisição da carreta	R\$	70000			
Vida útil da carreta	meses	120			
Valor residual da carreta	R\$	28000			
Preço do óleo	R\$/ litro	3,42			
Preço do óleo de câmbio e diferencial	R\$/ litro	4,28			
Preço do combustível	R\$/ litro	1,62			
Preço do pneu	R\$	1284			
Preço da recapagem		185,85			
IPVA/Seguro Obrigatório	R\$/ ano	150,11			

Fonte: elaboração do autor.

Tabela 5.3 – Rota 3 – Trecho Imperatriz (MA) / São Luiz (MA)

Input de dados			Output		
<b>Custos da empresa</b>			<b>Itens de custo fixo</b>		
Salário do motorista	R\$/ mês	578,00	Depreciação do veículo	R\$/ mês	1.250,00
Horas de trabalho/ mês	h.h./mês	220	Remuneração de capital do veículo	R\$/ mês	2.231,58
Encargos e benefícios do motorista	R\$/ mês	688,96	Depreciação da carreta	R\$/ mês	350,00
Taxa de oportunidade	% a.a.	11%	Remuneração de capital da carreta	R\$/ mês	600,81
Custos administrativo	R\$/ mês	1424,91	Mão de obra	R\$/ mês	1.266,96
			IPVA/Seguro Obrigatório	R\$/ mês	12,51
<b>Dados do veículo</b>			CF	R\$/ mês	5.711,86
Consumo de combustível	Km/ litro	2,19	Custos administrativo	R\$/ mês	1.424,91
Intervalo entre troca de óleo	Km	15000	CF c/ custos administrativos	R\$/ mês	7.136,77
Litros de óleo por troca	litro	19			
Litros de óleo lubrificante por troca	litro	28	<b>Itens de custo variável</b>		
Intervalo entre troca de óleo lubrificante	Km	15000	Combustível	R\$/ Km	0,74
Número de pneus		18	Óleo do cârter e diferencial	R\$/ Km	0,01
Intervalo entre troca de pneu/ recapagem	Km	80000	Pneu	R\$/ Km	0,14
Número de recapagens		3	Manutenção	R\$/ Km	0,11
Custos de manutenção	R\$/ Km	0,11	Custo variável	R\$/ Km	1,00
<b>Dados de mercado</b>			<b>Custos fixos (R\$/ hora)</b>		
Valor de aquisição do veículo	R\$	260000		R\$/ hora	32,44
Vida útil do veículo	meses	144	<b>Custos variáveis (R\$/ Km)</b>		
Valor residual do veículo	R\$	80000		R\$/ Km	1,00
Valor de aquisição da carreta	R\$	70000			
Vida útil da carreta	meses	120			
Valor residual da carreta	R\$	28000			
Preço do óleo	R\$/ litro	3,42			
Preço do óleo de câmbio e diferencial	R\$/ litro	4,28			
Preço do combustível	R\$/ litro	1,62			
Preço do pneu	R\$	1284			
Preço da recapagem		185,85			
IPVA/Seguro Obrigatório	R\$/ ano	150,11			

Fonte: elaboração do autor.

Segundo Martins (2001), o custo de uma atividade compreende todos os sacrifícios de recursos necessários para desempenhá-la. Devem incluir salários com os respectivos encargos sociais, materiais, depreciação, energia, uso de instalações etc. Sendo assim, uma vez calculados e agrupados os valores unitários de todos os itens de custos, conforme a metodologia de custeio proposta por Lima (2001), os resultados encontrados nas planilhas de custos para o custo fixo e variável, totalizaram os valores demonstrados na Tabela 5.4, os quais foram extraídos das Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3, sem utilização do método de rateio, para cada trecho de rota pesquisada:

Tabela 5.4 – Cálculo do custo fixo e custo variável das rotas pesquisadas

Rota	Trecho	Extensão (Km)	Estado do pavimento	Custo Fixo (R\$/hora)	Custo Variável (R\$/Km)
1	SPO / GYN	954	Ótimo / Bom	32,44	0,91
2	GYN / PLM	840	Deficiente	32,44	0,95
3	IMP / SLZ	634	Ruim	32,44	1,00

Fonte: elaboração do autor.

A Tabela 5.4 mostra que, a partir da montagem da planilha de custos, para um custo fixo constante de R\$ 32,44/hora nas três rotas pesquisadas, tem-se um custo variável (R\$/Km) crescente de 0.91, 0.95 e 1.00 em relação ao estado ótimo/bom, deficiente e ruim do pavimento da rodovia, impactados principalmente pelo item referente aos custos do combustível. Portanto, para a Empresa X obter uma melhoria na sua margem operacional terá que reduzir os seus custos operacionais nas parcelas dos itens do custo variável. Esta variação com acréscimo percentual de 4,4% e 9,9% ocorre em função da condição deficiente e ruim do pavimento em relação ao estado ótimo/bom, o que vem comprovar a hipótese da influência das condições da rodovia nos custos operacionais da empresa.

Uma outra situação a ser considerada para o agravamento desta variação percentual é o fato de que se não houver reparos, tapa buracos ou reabilitação no pavimento da rota 2 (GYN/PLM) e da rota 3 (IMP/SLZ), os custos dos insumos variáveis tenderão a subir cada vez mais pela elevação natural dos preços de aquisição, e em função do baixo rendimento operacional dos veículos. Além desta situação, deve-se considerar também a previsão do custo estimado por quilômetro para a apropriação do custo de manutenção (R\$/Km) pelo grande impacto causado nos itens de custo da planilha, tendo em vista: o aumento no valor da aquisição e reposição de peças, os serviços de oficina, retífica de motor, material de consumo, mão-de-obra e custo do tempo parado dos veículos com diminuição do quilômetro mensal rodado.

Nesta etapa, calcula-se também a velocidade operacional e comercial do veículo para uma avaliação da capacidade de transporte do carregamento (t x km), análise do tempo de parada do veículo e o comprometimento da velocidade em função das condições do pavimento da rodovia. O resultado esperado para a velocidade operacional será utilizado para o cálculo da distribuição do rateio do custo fixo, com base nos conceitos em Martins (2001).

Para Maher (2001), se um determinado fator causa um custo, diz-se que ele é um direcionador deste custo, constituindo assim numa boa base de rateio. Portanto, considera-se a velocidade operacional como um direcionador de custo<sup>3</sup> escolhido pela pesquisa, em

---

<sup>3</sup> Para Martins (2001), direcionador de custo é o fator que determina a ocorrência de uma atividade. Como as atividades exigem recursos para serem realizadas, deduz-se que o direcionador é a verdadeira causa dos

detrimento de outros, por ser representativo na distribuição proporcional do rateio, pois a sua variação ao longo do trecho entre origem/destino reflete diretamente nos custos da atividade de transporte, a qual é definida numa base de rateio<sup>4</sup> em função das unidades de tempo (horas) e espaço (km).

Segundo Ferraz *et al.* (1991), para o cálculo da velocidade operacional ( $V_{op}$ ) e comercial ( $V_{com}$ ) devem ser empregadas as seguintes fórmulas:

$$V_{op} = \frac{E}{TEV} \quad [5.1]$$

$$V_{com} = \frac{E}{TTV} \quad [5.2]$$

Onde: E = extensão dos percursos (km)

TEV = tempo efetivo de viagem (horas)

TTV = tempo total de viagem (horas) dado pela soma do TEV e TPV (tempo de parada do veículo).

A Tabela 5.5 a seguir apresenta a  $V_{op}$  e  $V_{com}$  para os trechos estudados.

Tabela 5.5 – Cálculo da velocidade operacional e comercial

Rota	Trecho	Estado do pavimento	E (km)	TEV (h)	TPV (h)	TTV (h)	$V_{op}$ (km/h)	$V_{com}$ (km/h)
1	SPO/GYN	Ótimo/Bom	954	25,6	11,4	37,0	37,27	25,78
2	GYN/PLM	Deficiente	840	26,5	13,9	40,4	31,70	20,79
3	IMP/SLZ	Ruim	634	21,2	10,9	32,1	29,91	19,75

Fonte: elaboração do autor.

Segue cálculo da velocidade operacional ( $V_{op}$ ) e comercial ( $V_{com}$ ), aplicando-se as fórmulas 5.1 e 5.2, para as rotas estudadas:

---

custos. Portanto, o direcionador de custos deve refletir a causa básica da atividade e, conseqüentemente, da existência de seus custos.

<sup>4</sup> Para Maher (2001), base de rateio é a medida relacionada com dois ou mais objetos do custo, utilizada para ratear custos indiretos ou custos comuns a estes objetos. Os custos comuns podem ser alocados com base em tempo (h) e espaço (km) relacionados com os serviços de transportes.

- a. Veículo 1 – considerando o trecho São Paulo (SP) / Goiânia (GO):

Tempo efetivo de viagem: 25h 36 min = 25,6 h

Tempo de parada do veículo: 11h 23 min = 11,4 h

Extensão: 954 km

$$V_{op} = \frac{954}{25,6} = 37,27 \text{ km / h} \quad [5.3]$$

$$V_{com} = \frac{954}{(25,6+11,4)} = \frac{954}{37,0} = 25,78 \text{ km / h} \quad [5.4]$$

Onde:  $V_{op}$  = velocidade operacional

$V_{com}$  = velocidade comercial.

- b. Veículo 2 – considerando o trecho Goiânia (GO) / Palmas (TO):

Tempo efetivo de viagem: 26h 29 min = 26,5 h

Tempo de parada do veículo: 13h 51 min = 13,9 h

Extensão: 840 km

$$V_{op} = \frac{840}{26,5} = 31,70 \text{ km / h} \quad [5.5]$$

$$V_{com} = \frac{840}{(26,5+13,9)} = \frac{840}{40,4} = 20,79 \text{ km / h} \quad [5.6]$$

Onde:  $V_{op}$  = velocidade operacional

$V_{com}$  = velocidade comercial.

- c. Veículo 3 – considerando o trecho Imperatriz (MA) / São Luiz (MA):

Tempo efetivo de viagem: 21h 13 min = 21,2 h

Tempo de parada do veículo: 10h 53 min = 10,9 h

Extensão: 634 km

$$V_{op} = \frac{634}{21,2} = 29,91 \text{ km / h} \quad [5.7]$$

$$V_{com} = \frac{634}{(21,2+10,9)} = \frac{634}{32,1} = 19,75 \text{ km / h} \quad [5.8]$$

Onde:  $V_{op}$  = velocidade operacional

$V_{com}$  = velocidade comercial.

Os resultados obtidos nos cálculos das velocidades operacional e comercial são de grande relevância para a análise da eficiência operacional da empresa, os quais retratam que as velocidades (km/h) são decrescentes à medida que são impostas condições piores de trafegabilidade aos veículos. Esta situação exige cada vez mais da empresa transportadora um modelo de gestão eficiente para o efetivo cumprimento do tempo de entrega da mercadoria, bem como garantir a confiabilidade dos serviços, uma vez que a variação da velocidade operacional e comercial pode atingir uma redução em até 19,7% e 23,4% respectivamente, comparando-se o tráfego dos veículos em pavimento ótimo/bom com pavimento ruim.

Uma vez que a velocidade operacional pode comprometer a eficiência econômica do transporte, a empresa além da necessidade de avaliar constantemente o deslocamento de sua frota deve avançar em estudos associando o rateio da velocidade com o custo fixo, para incentivar os administradores a buscar um nível de lucro para a empresa.

Backer e Jacobsen (1972) dizem que o custo geral de produção de uma empresa pode relacionar-se diretamente com a empresa como um todo, com departamentos de serviços ou com departamentos de produção, segundo uma base de distribuição. Desta forma calcula-se a distribuição proporcional do custo fixo<sup>5</sup> em relação à velocidade operacional dos veículos, a qual varia em função da qualidade do pavimento. Por analogia, utiliza-se o critério de rateio dos custos indiretos<sup>6</sup>, que segundo Martins (2001), apropria-se de forma indireta atribuindo a um departamento<sup>7</sup> de serviços que tem o controle principal das atividades operacionais da empresa, o que para o presente estudo de caso, relaciona-se a velocidade operacional dos veículos com o custo fixo da empresa.

Martins (2001) afirma que o critério de rateio é uma forma de distribuição, que em maior ou menor grau possui certo subjetivismo e arbitrariedade, existindo sempre nestes tipos de

---

<sup>5</sup> Para Backer e Jacobsen (1972), custos fixos variam de acordo com o tempo, não de acordo com a atividade e custos variáveis variam com a intensidade ou natureza da produção. A distinção entre os custos fixos e variáveis é útil à direção em estudos de ponto de equilíbrio.

<sup>6</sup> Para Maher (2001), custo indireto é qualquer custo que não pode ser relacionado diretamente com um objeto do custo.

<sup>7</sup> Para Martins (2001), departamento consiste em uma unidade mínima administrativa para a contabilidade de custos.

alocações. Neste estudo, associa-se um sistema de rateio de custos<sup>8</sup>, em uma empresa com atividades de serviços de transporte, onde geralmente não tem seus custos apropriados diretamente aos produtos como acontece nas indústrias, mas sim a uma distribuição proporcional do custo fixo com a variação da velocidade operacional realizada pelos veículos nas rotas estudadas.

Neste contexto, a avaliação do controle da velocidade operacional é uma atividade de fundamental importância inserida na operação logística da empresa, pois sua quantificação apresenta valores diferenciados em função da variação do tempo efetivo de viagem, que por sua vez, é influenciado pela qualidade do pavimento da rodovia, conforme Tabela 5.5. O custo fixo total é igual a soma dos custos fixos em cada rota pesquisada, ou seja:

$$CF_{\text{rota 1}} + CF_{\text{rota 2}} + CF_{\text{rota 3}} = \text{CUSTO FIXO TOTAL} \quad [5.9]$$

Sabendo-se que o custo fixo é de R\$32,44/h, fazendo a distribuição proporcional da velocidade entre R2/R1 e R3/R1 e substituindo da equação 5.9 obtém-se:

$$CF_{\text{rota 1}} + \frac{V_{\text{op1}}}{V_{\text{op2}}} CF_{\text{rota 2}} + \frac{V_{\text{op1}}}{V_{\text{op3}}} CF_{\text{rota 3}} = 32,44 \text{ R\$ / hora} \quad [5.10]$$

Substituindo-se os valores na equação 5.10 tem-se:

$$CF_{\text{rota 1}} (1 + 1,17 + 1,25) = 32,44 \text{ R\$ / hora} \quad [5.11]$$

Portanto,

$$CF_{\text{rota 1}} = 9,48 \text{ R\$ / hora} \quad [5.12]$$

$$CF_{\text{rota 2}} = \frac{37,27}{31,70} \times 9,48 = 11,15 \text{ R\$ / hora} \quad [5.13]$$

$$CF_{\text{rota 3}} = \frac{37,27}{29,91} \times 9,48 = 11,81 \text{ R\$ / hora} \quad [5.14]$$

---

<sup>8</sup> Para Maher (2001), rateio de custos representa a atribuição de um custo indireto a um objeto de custo, segundo uma certa base, sendo que o objeto do custo representa qualquer finalidade a qual um custo é atribuído.

Tabela 5.6 – Cálculo do rateio do custo fixo

Rota	Extensão (km)	Estado do Pavimento	Velocidade operacional (km/h)	Participação relativa da velocidade (%)	Custo Fixo (R\$/h)	Participação relativa do custo fixo (%)
1	954	Ótimo / Bom	37,27	0,0	9,48	29,2
2	840	Deficiente	31,70	17,6	11,15	34,4
3	634	Ruim	29,91	24,6	11,81	36,4
Total =					32,44	100

Fonte: elaboração do autor.

Os resultados obtidos na Tabela 5.6, a partir da distribuição proporcional do custo fixo constante de 32,44 (R\$/hora) em relação à velocidade operacional, através da aplicação da equação 5.10, mostram que a velocidade operacional do veículo influencia diretamente o custo fixo da empresa, tanto em valores absolutos como na variação percentual, acarretando um aumento gradativo em função das condições do pavimento da rodovia. Diante do agravamento desta situação, poderá surgir uma ineficiência econômica e operacional na empresa, a qual terá que optar por rotas alternativas ou mesmo a utilização de outro modo de transporte.

Para o cálculo dos custos por rota, utiliza-se a equação 3.1 reproduzida aqui:

$$C_{\text{rota}} = \text{tempo (h)} \times \text{CF (R\$/h)} + \text{Distância (km)} \times \text{CV (R\$/km)} \quad [3.1]$$

Fonte: Lima (2001).

Onde: C rota = custo total da rota

CF = custo fixo

CV = custo variável.

Tabela 5.7 – Ajuste das variáveis para o cálculo do custeio com extensão uniforme

Rota	Trecho	Estado do pavimento	Extensão (km)	Rateio do Custo Fixo (R\$/hora)	Custo Variável (R\$/Km)	Tempo efetivo de viagem (h)	Tempo de parada do veículo (h)
1	SPO/GYN	Ótimo / Bom	1.000	9,48	0,95	26,8	11,9
2	GYN/PLM	Deficiente	1.000	11,15	1,13	31,5	16,5
3	IMP/SLZ	Ruim	1.000	11,81	1,58	33,4	17,2

Fonte: elaboração do autor.

Observa-se que a extensão dos trechos foi ajustada para 1.000 km. Então, com os dados da Tabela 5.7 pode-se calcular os custos das rotas:

$$\text{Rota 1 - } C_{\text{rota1}} = (26,8 + 11,9) \times 9,48 + 1.000 \times 0,95 = R\$1.312,57 \quad [5.15]$$

$$\text{Custo unitário da rota 1} = \frac{R\$1.312,57}{1.000\text{km}} = 1,32R\$ / \text{km} \quad [5.16]$$

$$\text{Rota 2 - } C_{\text{rota2}} = (31,5 + 16,5) \times 11,15 + 1.000 \times 1,13 = R\$1.667,01 \quad [5.17]$$

$$\text{Custo unitário da rota 2} = \frac{R\$1.667,01}{1.000\text{km}} = 1,67R\$ / \text{km} \quad [5.18]$$

$$\text{Rota 3 - } C_{\text{rota3}} = (33,4 + 17,2) \times 11,81 + 1.000 \times 1,58 = R\$2.175,43 \quad [5.19]$$

$$\text{Custo unitário da rota 3} = \frac{R\$2.175,43}{1.000\text{km}} = 2,18R\$ / \text{km} \quad [5.20]$$

A partir dos valores acima calculados, observa-se um acréscimo em valores absolutos do custeio das rotas, do custo unitário por quilômetro e ainda uma variação no acréscimo percentual (%) do custo em 26,14% e 64,61% da condição de pavimento deficiente (Rota 2) e ruim (Rota 3) respectivamente, em relação ao tráfego de veículos com pavimento na qualidade ótimo/bom (Rota 1), mostrando assim, a influência da qualidade do pavimento de uma rodovia no custo do transporte, conforme Tabela 5.8. Portanto, estes índices

percentuais retratam a necessidade de um monitoramento constante da empresa em sua rede física de distribuição, sob pena de emergir uma situação de ineficiência econômica.

Tabela 5.8 – Cálculo do custeio da rota pesquisada para 1.000 Km

Rota	Trecho	Estado do pavimento	Extensão (km)	Custeio das rotas (R\$)	Custo unitário (R\$/km)	Variação percentual do custo (%)
1	SPO/GYN	Ótimo / Bom	1.000	1.321,57	1,32	0,00
2	GYN/PLM	Deficiente	1.000	1.667,01	1,67	26,14
3	IMP/SLZ	Ruim	1.000	2.175,43	2,18	64,61

Fonte: elaboração do autor.

#### Etapa 4 – Análise da Vida Econômica - Renovação da Frota e Análise do Ponto de Equilíbrio (*Break-even Point*)- Planilha de Frete / Custo

##### ➤ Análise da Vida Econômica - Renovação da Frota

Para a empresa reduzir o custo total mínimo deve considerar a evolução do custo de capital, de operação e de manutenção. Neste sentido, o conceito de vida econômica torna-se mais abrangente e complexo envolvendo o cálculo desses custos, até atingir o nível mínimo do custo total do equipamento.

Neste contexto, para a análise e definição da vida útil econômica dos veículos utilizados preferencialmente nas três rotas pesquisadas, isto é, Rota 1 - SPO → GYN, Rota 2 - GYN → PLM e Rota 3 - IMP → SLZ, utiliza-se o modelo clássico de renovação dos veículos, aplicando-se os princípios de matemática financeira, tendo como finalidade o cálculo do custo médio mensal de manutenção por quilômetro.

Para atingir este objetivo calcula-se, para cada rota pesquisada, o custo médio anual de capital, o custo médio anual de manutenção e por fim, o custo médio mensal por quilômetro. A partir daí, analisa-se os valores obtidos onde o custo médio por quilômetro atinge seu valor mínimo para a vida útil, indicando-se a idade recomendada para renovação

da frota. Posteriormente, comparam-se esses dados com cada rota estudada, levando em consideração a influência do estado do pavimento no custo de manutenção dos veículos.

Primeiramente, para o cálculo do custo médio anual de capital, considera-se a desvalorização acumulada (% do valor do veículo novo) de: 30%, 50%, 65%, 80%, 85%, 90%, 93%, 95%, 95%, 95%, 95% e 95% em relação ao veículo padrão adotado, tendo como valor do investimento (I) igual a R\$ 260.000,00 para o ano de 2004, com tempo de uso variando de 1 a 12 anos respectivamente, sendo idêntico para as três rotas pesquisadas, conforme Tabela A.1. Esse custo inclui, não somente a desvalorização do veículo, como também o custo financeiro conforme ilustra a Figura 5.2. Portanto, para o cálculo do custo médio anual equivalente do capital (CAP), correspondente a um investimento (I), com valor residual (R), taxa de juros anual (j), desvalorização (I - R), taxa de recuperação do capital (FRC) e vida útil (n) em anos, utilizam-se as fórmulas aqui reproduzidas:

$$CAP = (I - R) \times FRC + R \times j \quad [3.2]$$

$$FRC = \frac{j \times (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1} \quad [3.3]$$

Onde: CAP = custo médio anual equivalente do capital

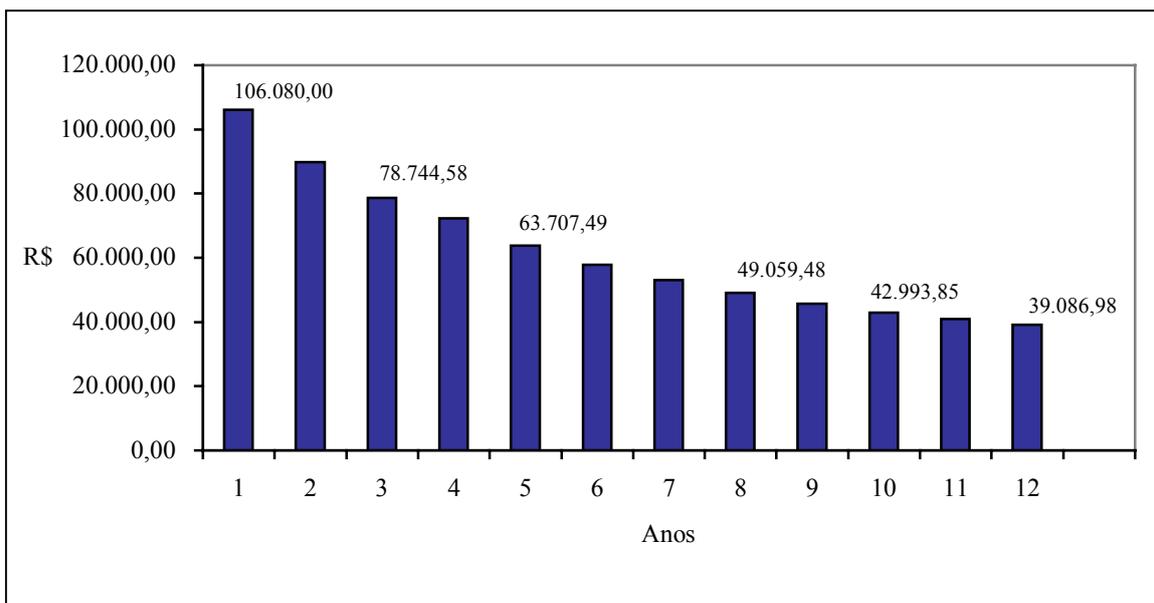
FRC = taxa de recuperação do capital

I = investimento

R = valor residual

j = taxa de juro anual

n = tempo.



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.2 – Custo médio anual de capital

Para o cálculo do custo médio anual de manutenção apropriam-se, através da contabilidade de custos da empresa, os dados que incluem peças de reposição e os custos com oficina (mão-de-obra e material de consumo), dos veículos utilizados preferencialmente nas três rotas pesquisadas, para 12 anos de tempo de uso. Por sua vez, o fabricante (Scania) forneceu os dados relativos ao custo de manutenção preventiva e corretiva de veículos que trafegam em regiões com condições de pavimento similares aos da rota 1 (ótimo/bom), rota 2 (deficiente) e rota 3 (ruim), também com amostragem para o período de 12 anos. Os dados fornecidos pelo fabricante não consideram o custo de combustível e de pneu.

Portanto, como os custos de manutenção são valores anuais considerados a longo prazo e, por se tratar de valores futuros, converte-se à data presente ( $t=0$ ) por meio do valor presente (FVP)<sup>9</sup>, mediante uma taxa de juros ( $j$ ) utilizada pela empresa. Para o cálculo de FVP usa-se a equação 3.4 reproduzida aqui:

$$FVP = \frac{1}{(1+j)^n} \quad [3.4]$$

<sup>9</sup> Para Maher (2000,) valor presente é o valor econômico de um projeto em determinado instante. Para reconhecer o valor do dinheiro no tempo, os fluxos de caixa futuros são trazidos a valor presente, mediante a aplicação de uma taxa de desconto pré-determinada.

Onde: FVP = fator de valor presente

j = taxa de juros

n = período (anos).

A partir daí, para calcular o custo anual médio equivalente considera-se o valor presente total dos custos de manutenção multiplicando-se pelo coeficiente da taxa de recuperação do capital (FRC), para juros (j) igual a 10,8% a.a. e tempo (n) variando de 1 a 12 anos (Apêndices B e C).

Para o cálculo do custo médio mensal por quilômetro (R\$/km), para cada rota estudada R1, R2 e R3, seguem-se as seguintes etapas:

- a. efetua-se a soma do custo médio anual de capital com o custo anual de manutenção, ano a ano, e posteriormente divide-se por 12 para transformar o custo anual em valor mensal (R\$). Esses valores representam a soma do custo mensal médio de capital e do custo mensal médio de manutenção do veículo.

$$Y = \left( \frac{A + B}{12} \right) \quad [5.21]$$

Onde: Y = valor mensal (R\$) (coluna “q”, Apêndices B e C).

A = custo médio anual de capital (R\$) (coluna “g”, Apêndice A).

B = custo anual de manutenção (R\$) (coluna “n”, Apêndices B e C).

- b. Posteriormente, soma-se o valor mensal (R\$) com o custo fixo mensal (R\$) e divide-se pelas respectivas quilometragens médias mensais, obtidas através de planilhas de quilômetro rodado para cada veículo das rotas pesquisadas R1, R2 e R3, que variam em função da idade do veículo.

$$Z = \left( \frac{Y + D}{E} \right) \quad [5.22]$$

Onde: Z = custo médio por quilômetro (R\$/km) (coluna “u”, Apêndices B e C).

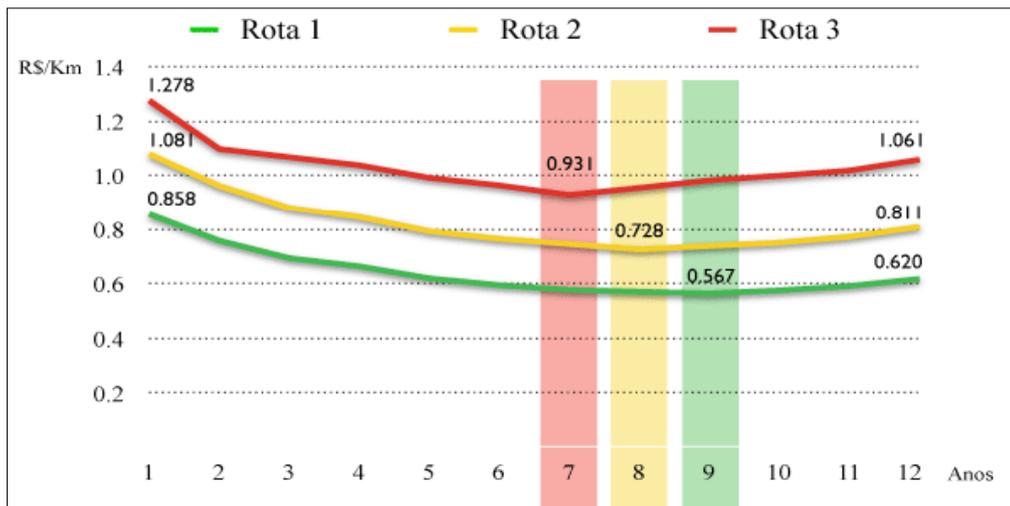
Y = valor mensal (R\$) (coluna “q”, Apêndices B e C).

D = custo fixo mensal (R\$) (coluna “r”, Apêndices B e C).

E = quilometragem média mensal (km) (coluna “t”, Apêndices B e C).

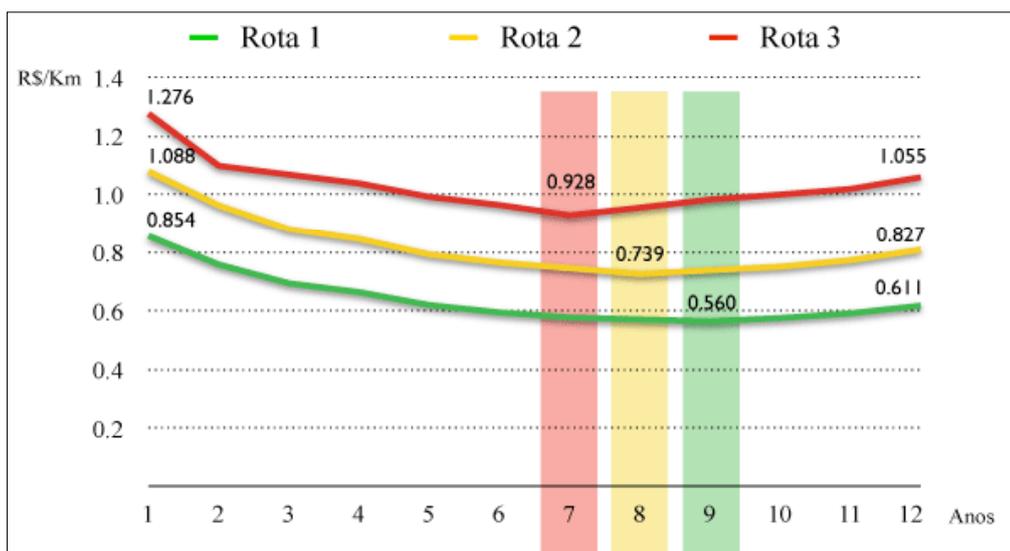
Os resultados encontrados nas Figuras 5.3 e 5.4 expressam os custos médios por quilômetro rodado que indicam, através do menor valor obtido, o período ideal para renovação da frota em relação ao tempo de uso do caminhão.

Esta situação demonstra que o mesmo caminhão da mesma marca trafegando em condições distintas de qualidade de pavimento apresentam custos médios de manutenção diferenciados, por conseguinte, influenciando a vida econômica do veículo, comprovando-se assim, a hipótese prevista.



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.3 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro – Dados da empresa

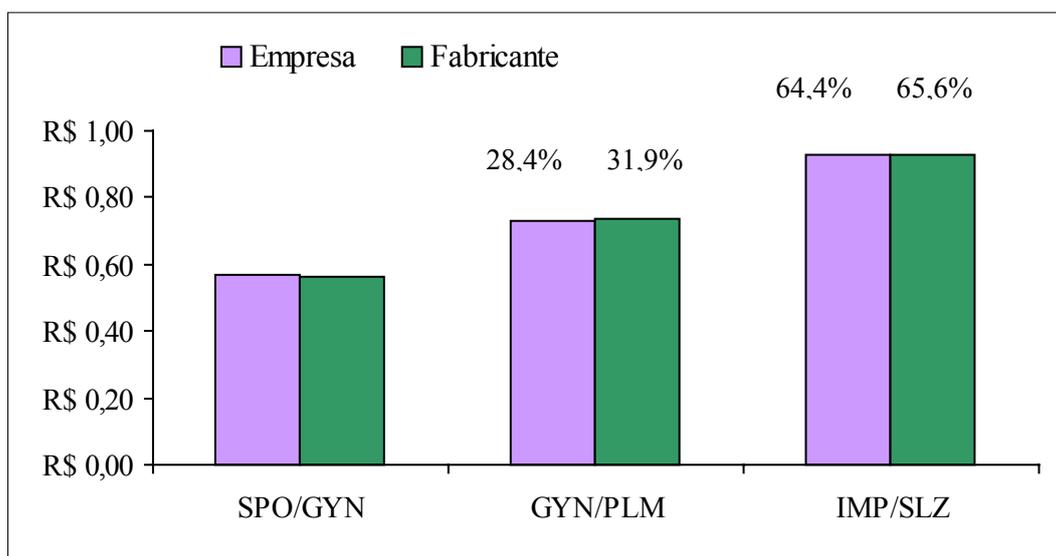


Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.4 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro – Dados do fabricante

A partir dos resultados encontrados para os valores do custo médio mensal de manutenção por quilômetro, referentes aos dados coletados na Empresa X e nos fornecidos pelo fabricante (Scania), para as três rotas pesquisadas, foram agrupados nas Figuras 5.3 e 5.4. Estas figuras apresentam os dados finais dos cálculos, permitindo-se uma visualização do impacto das condições do pavimento da rodovia no custo de manutenção do veículo, e através do menor valor de custo indicar o tempo (anos) ideal para a substituição do veículo.

Ao se comparar os resultados dos cálculos de custo, tanto da Empresa X como as do fabricante (Scania), observa-se que os valores encontrados, considerando as mesmas rotas, foram praticamente iguais, o que em contrapartida ao analisar os mesmos cálculos, levando em conta as diferentes rotas, houve uma discrepância da seguinte forma:



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.5 - Percentual comparativo de custos finais entre as rotas pesquisadas

Os valores da Figura 5.5 refletem o impacto nos custos de manutenção por quilômetro, proveniente da qualidade do pavimento, com um acréscimo percentual médio de 30,15% e 65,0% entre as rotas R2 / R1 e R3 / R1 respectivamente. Estes dados percentuais mostram que a Empresa X deve ter um programa de gerenciamento de frota, que possa apropriar constantemente os custos de manutenção dos veículos, em função das condições do pavimento da rota preferencial, bem como estipular o tempo ideal para a substituição do veículo (Figuras 5.3 e 5.4), evitando-se custos adicionais.

Neste sentido, Valente *et al.* (2001) afirma que: “para a reposição dos veículos em relação ao tempo ideal de sua substituição, deve-se prevalecer as considerações econômicas baseadas no desgaste natural e o uso intensivo do bem de uma forma racional, e não as razões sentimentais que, quase sempre, não são satisfatórias”.

Uma vez encontrados os resultados do custo médio mensal por quilômetro, conforme Figuras 5.3 e 5.4, verifica-se a validade dos dados através do teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ), utilizando-se os conceitos em Stevenson (1981), onde afirma que para a validação do teste exige-se a comparação do valor do qui-quadrado calculado com o valor obtido da tabela de valores críticos de qui-quadrado, para o número apropriado de graus de liberdade.

O teste do  $\chi^2$  é bastante eficiente para avaliar a associação entre variáveis qualitativas (dados do tipo categórico<sup>10</sup>). O princípio básico deste método não paramétrico<sup>11</sup> é comparar as divergências entre as frequências observadas e as esperadas, calculadas através da equação abaixo:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad [5.23]$$

Onde: O = frequência observada

E = frequência esperada.

Observa-se que (O-E) é a diferença entre a frequência observada e a esperada, que deverá ser calculada para cada célula da Tabela 5.9, contendo os dados do tipo categórico e trabalhando sempre com duas hipóteses:

H<sub>0</sub>: Há associação entre custo médio de manutenção e rotas pesquisadas

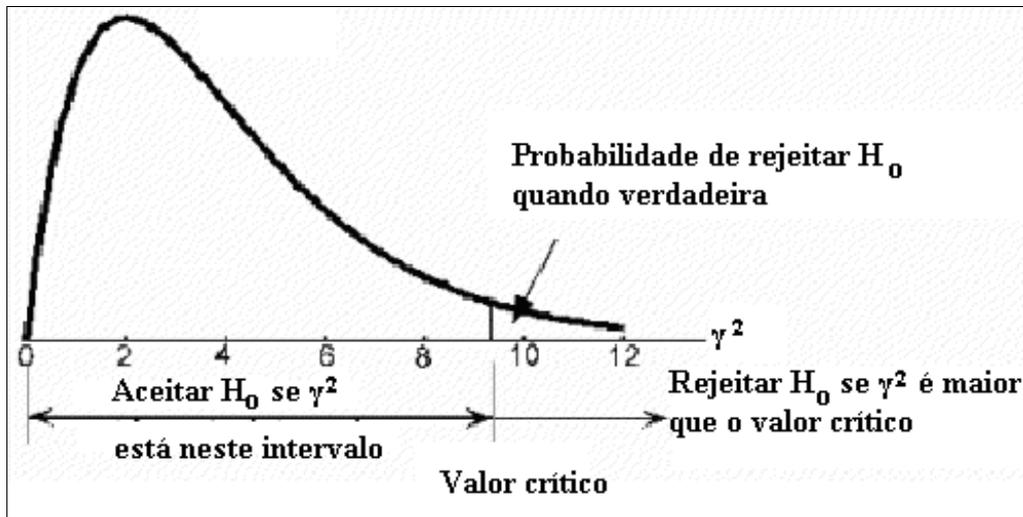
H<sub>1</sub>: Não há associação entre custo médio de manutenção e rotas pesquisadas.

---

<sup>10</sup> Para Richardson (1999), variáveis categóricas ou nominais é o tipo de variável mais simples e, ao mesmo tempo, inferior em termos de informação. Os elementos do conjunto original são agrupados em classes ou categorias distintas. São os tipos de variáveis utilizados no teste do qui-quadrado.

<sup>11</sup> Para Silver (2000), método não paramétrico são testes em que a comparação dos parâmetros não necessita de pressupostos teóricos como, por exemplo, a normalidade.

Se a estatística calculada é menor que o valor tabulado, a hipótese nula é aceita; caso contrário,  $H_0$  é rejeitada, conforme detalhada na Figura 5.6.



Fonte: Stevenson (1981).

Figura 5.6 – Distribuição amostral de qui-quadrado ( $\chi^2$ )

As freqüências observadas são obtidas diretamente dos dados contidos nas Figuras 5.3 e 5.4, que servem de base de cálculo para as freqüências esperadas, utilizando-se a seguinte equação:

$$E = \frac{(T_c \times T_l)}{N} \quad [5.24]$$

Onde: E = freqüência esperada

Tc = somatória total da coluna

Tl = somatória total da linha

N = total geral da tabela.

Tabela 5.9 – Cálculo da distribuição de freqüências

		Rota 1	Rota 2	Rota 3	Total (Tl)
Empresa X	Obtido	0,567	0,728	0,931	2,226
	Esperado	0,563	0,733	0,929	
Fabricante (Scania)	Obtido	0,560	0,739	0,928	2,226
	Esperado	0,563	0,733	0,929	
Total (Tc)		1,127	1,466	1,859	4,452

Elaborada pela pesquisa

A seguir aplica-se a equação 5.23 para o cálculo de  $\chi^2$ :

$$\chi^2 = \frac{(0,567 - 0,563)^2}{0,563} + \frac{(0,728 - 0,733)^2}{0,733} + \frac{(0,931 - 0,929)^2}{0,929} + \frac{(0,560 - 0,563)^2}{0,563} + \frac{(0,739 - 0,733)^2}{0,733} + \frac{(0,928 - 0,929)^2}{0,929} \quad [5.25]$$

$$\chi^2 = 0,00012390 \quad [5.26]$$

A distribuição qui-quadrado tem uma forma que depende do número de graus de liberdade associado a um determinado problema (Stevenson, 1981). Em virtude dessa tendência, o valor crítico será em função dos graus de liberdade. Assim, para obter um valor crítico de uma tabela qui-quadrado, deve-se escolher o nível de significância<sup>12</sup> e determinar o número de graus de liberdade<sup>13</sup> (gl) associado ao presente estudo de caso. Segundo Stevenson (1981), para se determinar os graus de liberdade de uma tabela multiplica-se o número de linhas da tabela menos um pelo número de colunas da tabela menos um.

$$gl = (\text{número de linhas} - 1) \times (\text{número de colunas} - 1) \quad [5.27]$$

$$gl = (3 - 1) \times (2 - 1) = 2 \quad [5.28]$$

Onde: gl = graus de liberdade.

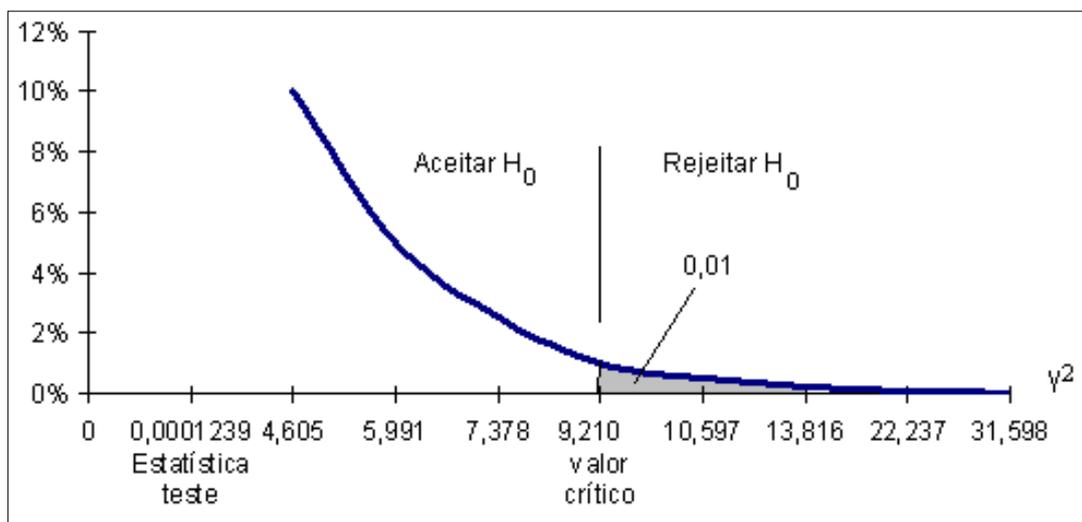
Uma vez calculado o  $\chi^2$ , procura-se na tabela de distribuição de  $\chi^2$  o valor do  $\chi^2$  crítico ( $\chi^2_{0,99}$ ), considerando os graus de liberdade (gl) igual a 2 e adotando-se nível de significância ( $\alpha$ ) igual a 0,01. Extrai-se da tabela  $\chi^2_{2gl;\alpha=0,01}$  o valor de 9,210. Como  $\chi^2 = 0,00012390$  (equação 5.26) é menor que o  $\chi^2_{2gl;\alpha=0,01}$  que é 9,210, conforme mostra a Figura 5.7, a hipótese  $H_0$  não pode ser rejeitada, ao nível de significância de 1%, concluindo-se que, neste estudo, os resultados obtidos são estatisticamente significativos, isto é, existe

<sup>12</sup> Para Stevenson (1981), nível de significância de um teste é a probabilidade de uma hipótese nula ser rejeitada, quando verdadeira. Representa o valor que deixa certa percentagem na área da cauda (Figura 5.2).

Para Spiegel (1993), nível de significância é a probabilidade máxima com que se estabelece o risco de um erro do Tipo I, isto é, no caso de uma hipótese for rejeitada quando deveria ser aceita. Essa probabilidade é representada freqüentemente por  $\alpha$ .

<sup>13</sup> Para Stevenson (1981), graus de liberdade são função do número de celas numa tabela, isto é, refletem o tamanho da tabela e a forma da distribuição do qui-quadrado.

uma associação entre custo médio de manutenção e rotas pesquisadas, o que vem comprovar a hipótese da presente pesquisa.



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.7 – Resultado da distribuição amostral de qui-quadrado ( $\chi^2$ )

Observa-se através da Tabela 5.9 que, as frequências observadas são muito próximas às esperadas, isto é, os valores (O-E) são muito pequenos, próximos a zero, indicando assim que os resultados podem ser validados.

Apesar dos dados apresentarem um custo mínimo de manutenção para o veículo, ensejando a troca por um outro mais novo, não é uma decisão tão simples para a empresa, pois o momento ideal com base na teoria econômica, nem sempre corresponde com a decisão gerencial de investimento no processo de planejamento da empresa.

Segundo Souza (1999), a decisão de investimento envolve imobilização de apreciáveis quantidades de capital em ativos reais de pouca ou nenhuma liquidez, por períodos de tempo relativamente longos. Com isso, a oportunidade de investimento na substituição dos veículos com elevado custo de manutenção, gerando custos adicionais pela sobrevida forçada para o veículo, deve ser avaliada no horizonte<sup>14</sup> do planejamento por parte da empresa.

<sup>14</sup> Para Hirschfeld (2000), horizonte do planejamento é o limite do prazo no qual analisam-se todas as alternativas existentes para a eventual substituição.

➤ Análise do Ponto de Equilíbrio (*Break-even Point*) - Planilha de Frete / Custo

A partir dos resultados do cálculo do custo total (R\$) e unitário (R\$/km) das três rotas pesquisadas ( $C_{rota1}$ ,  $C_{rota2}$  e  $C_{rota3}$ ), será possível a comparação entre estes custos com os valores correspondentes da tabela de preços de frete e avaliar a margem operacional da empresa.

Em relação à política de preços de frete a empresa elaborou uma tabela que altera o frete peso e o frete valor em função do quilômetro (km) rodado, considerando na sua composição os seguintes componentes: fator percentual do seguro ad-valorem nos limites de 0,3% a 1,2%, taxa de gerenciamento de riscos e segurança (GRIS) de 0,3%, taxa de coleta e entrega (TCE) e taxa administrativa da Secretaria da Fazenda (TAS), os quais serão conceituados e discriminados abaixo. A tabela de preços para cálculo do frete, utilizada pela empresa é reajustada anualmente, com base no índice do Sindicato do Transporte de Carga de São Paulo (SETCESP), tendo como indicador o Índice Nacional de Transporte de Carga (INTC).

Os componentes básicos da tarifa de frete para cargas secas fracionadas têm as seguintes características e finalidades:

- Frete Peso – valor da taxa do frete expresso em (R\$) variável em função dos limites do peso da carga (kg) em até 200 kg, com a distância percorrida em quilômetro (km), até atingir a distância máxima de 6.000 km. A partir do valor do frete (R\$) encontrado diretamente na tabela, além do imposto e do lucro embutido, adicionam-se também as seguintes taxas: seguro (ad-valorem), gerenciamento de riscos e segurança (GRIS) e taxa administrativa da Secretaria da Fazenda (TAS) para resultar no valor total do frete (R\$) a ser pago pelo cliente. Para carga acima de 200 kg, considera-se para efeito de cálculo a mercadoria volumosa, isto é, independente do peso, estabelecendo a cubagem mínima de 300 kg/m<sup>3</sup>, a empresa adota um coeficiente que incide sobre o peso da carga adicionando-se posteriormente as seguintes taxas: seguro (ad-valorem), GRIS, TAS, SEC CAT (R\$26,17), despacho (R\$14,94) e ITR (R\$2,22);

- Frete Valor – valor correspondente a taxa do seguro (ad-valorem) que, também, é um correspondente da tabela de frete, cujos valores são expressos em percentual (%), variando de 0,3% a 1,2%, em função dos limites da distância percorrida em quilômetro (km). O valor do percentual indicado na tabela incide diretamente no valor da nota fiscal da mercadoria. Este componente destina-se a cobrir os custos com o seguro obrigatório RCTRC e das instalações, além da administração desses seguros, bem como as despesas com indenizações de mercadorias não cobertas por seguros (avarias de manuseio, violações, extravios, greves etc.) e os custos da mão-de-obra utilizada nestas atividades;
- Gerenciamento de Riscos e Segurança (GRIS) – é representado por um percentual de 0,3% sobre o valor da nota fiscal, que independe da distância a ser percorrida, mas considera-se em algumas situações o valor mínimo de R\$ 3,00. Substitui o antigo Adicional de Emergência (ADEME). Sua finalidade é cobrir especificamente os custos resultantes das medidas de combate ao roubo de cargas, especialmente as de prevenção de risco (escoltas armadas em regiões metropolitanas ou em percursos rodoviários de até 50 km; segurança patrimonial de instalações e armazéns e rastreamento de veículos), redução de riscos (ociosidade de veículos imposta pela redução do valor das mercadorias a transportar em cada caminhão), transferência de risco (seguro RCF-DC) e os custos da mão-de-obra utilizada nestas operações;
- Taxa de Coleta e Entrega (TCE) – valor expresso em reais, fixo por despacho acima de 200 kg, destina-se a cobrir os custos operacionais médios de uma coleta e de uma entrega nas operações porta a porta. Esta taxa poderá sofrer redução de até 50%, se a carga for entregue pelo remetente no terminal de origem ou retirada pelo destinatário no terminal de destino ou até mesmo ser dispensada, caso ocorram ambas as situações para um mesmo despacho;
- Taxa Administrativa da Secretaria da Fazenda (TAS) – taxa no valor de R\$1,25 para cada 100 kg de peso transportado ou por fração de cada conhecimento de transporte rodoviário de carga - CTRC.

Na prática do dia-a-dia, a tabela de preço de frete é, algumas vezes, considerada apenas como um valor referencial de preço para a empresa, pois diante de um mercado altamente competitivo, a negociação do frete passa a ser de fundamental importância, sendo influenciado pelos seguintes fatores: tipo, peso e volume do produto, disponibilidade do veículo para viagem, quantidade de carga no baú, distância de origem/destino, tipo da viagem, trecho a ser percorrido e condições do pavimento da rodovia. Desta forma, ao se contratar o transporte da carga, os fatores acima citados proporcionam uma certa flexibilidade e alteração na cobrança do valor do frete, comparando-se aos valores fixados na tabela da empresa em função da necessidade, da conveniência, do custo do transporte e da margem de lucro avaliado pela empresa.

A lotação máxima ou carga útil de uma carreta (baú) é de 27.000 kg, mas por se tratar de transporte de carga fracionada, a empresa considera um peso máximo médio por viagem em torno de 16.000 kg de mercadoria, principalmente nos fluxos dominantes no sentido de maior carregamento, como foi considerado nesta pesquisa, em relação aos trechos: Rota 1 - SPO → GYN, Rota 2 - GYN → PLM e Rota 3 - IMP → SLZ.

A fim de se comparar os preços de frete cobrados dos clientes com os custos por viagem, considerando-se o peso médio (16.000kg) da carga transportada, utilizam-se os valores do tempo efetivo de viagem e de parada do veículo, do rateio do custo fixo, da extensão real dos trechos e do custo variável, calcula-se o custeio das rotas (R\$) e custo unitário (R\$/km) através da equação 3.1:

$$\text{Rota 1 - } C_{\text{rota1}} = (25,6 + 11,4) \times 9,48 + 954 \times 0,91 = R\$1.218,92 \quad [5.29]$$

$$\text{Custo unitário da rota 1} = \frac{R\$1.218,92}{954\text{km}} = 1,28R\$ / \text{km} \quad [5.30]$$

$$\text{Rota 2 - } C_{\text{rota2}} = (26,5 + 13,9) \times 11,15 + 840 \times 0,95 = R\$1.248,29 \quad [5.31]$$

$$\text{Custo unitário da rota 2} = \frac{R\$1.248,29}{840\text{km}} = 1,49R\$ / \text{km} \quad [5.32]$$

$$\text{Rota 3 - } C_{\text{rota3}} = (21,2 + 10,9) \times 11,81 + 634 \times 1,00 = R\$1.013,22 \quad [5.33]$$

$$\text{Custo unitário da rota 3} = \frac{R\$1.013,22}{634\text{km}} = 1,60R\$ / \text{km} \quad [5.34]$$

Para o cálculo dos preços de frete P1, P2 e P3 para as respectivas rotas R1, R2 e R3, tendo como parâmetros o carregamento máximo de 16.000 kg, utilizando-se os índices da tabela de preço de frete praticado pela empresa e a extensão real dos trechos, tem-se:

- P1: Rota 1 - SPO → GYN com extensão de 954 km. Conforme tabela de preços acima de 200 kg:

0,60 (R\$/kg) x 16.000 kg = R\$ 9.600,00 com desconto (20%) = R\$ 7.680,00  
 taxa do seguro ad-valorem (0,6%) ..... = R\$ 46,08  
 taxas (SEC-CAT + despacho + ITR) ..... = R\$ 43,33  
 TAS (1,25 x 160 kg) ..... = R\$ 200,00  
 Valor Total do Preço do Frete (P1) ..... = R\$ 7.969,41  
 Preço Unitário do Frete (P1/km) ..... = 8,35 R\$/km

- P2: Rota 2 - GYN → PLM com extensão de 840 km. Conforme tabela de preços acima de 200 kg:

0,57 (R\$/kg) x 16.000 kg = R\$ 9.120,00 com desconto (20%) = R\$ 7.296,00  
 taxa do seguro ad-valorem (0,6%) ..... = R\$ 43,77  
 taxas (SEC-CAT + despacho + ITR) ..... = R\$ 43,33  
 TAS (1,25 x 160 kg) ..... = R\$ 200,00  
 Valor Total do Preço do Frete (P2) ..... = R\$ 7.583,10  
 Preço Unitário do Frete (P2/km) ..... = 9,02 R\$/km

- P3: Rota 3 - IMP → SLZ com extensão de 634 km. Conforme tabela de preços acima de 200 kg:

0,52 (R\$/kg) x 16.000 kg = R\$ 8.320,00 com desconto (20%) = R\$ 6.656,00  
 taxa do seguro ad-valorem (0,5%) ..... = R\$ 33,28  
 taxas (SEC-CAT + despacho + ITR) ..... = R\$ 43,33

TAS (1,25 x 160 kg) .....	= R\$ 200,00
Valor Total do Preço do Frete (P3) .....	= R\$ 6.932,61
Preço Unitário do Frete (P3/km) .....	= 10,93 R\$/km

A partir dos resultados encontrados para os cálculos do custeio das rotas, custo unitário, preço de frete total e preço unitário, monta-se a Tabela 5.10, ressaltando o impacto do estado do pavimento nos custos e preços praticados pela empresa.

Tabela 5.10 – Cálculo comparativo do custeio das rotas com preço de frete

Rota	Trecho	Estado do pavimento	Extensão (km)	Custeio das rotas (R\$)	Custo unitário das rotas (R\$/km)	Preço de frete total (R\$)	Preço unitário (R\$/km)
1	SPO/GYN	Ótimo / Bom	954	1.218,92	1,28	7.969,41	8,35
2	GYN/PLM	Deficiente	840	1.248,29	1,49	7.583,10	9,02
3	IMP/SLZ	Ruim	634	1.013,22	1,60	6.932,61	10,93

Fonte: elaboração do autor.

Os resultados apresentados na Tabela 5.10 retratam que os preços de frete (R\$), cobrados dos clientes pela empresa para o transporte de carga, estão bem acima do custeio das rotas (R\$), levando-se em conta o cálculo comparativo do custeio das rotas com o preço do frete. Os valores acima obtidos mostram que o custeio das rotas em relação aos preços de frete praticados pela empresa representa 15,3% para a rota R1, 16,5% para a rota R2 e 14,6% para a rota R3. Observa-se assim uma certa discrepância dos valores obtidos tanto para o custeio das rotas como para o preço do frete, em relação ao estado do pavimento, pois neste caso considerou-se a extensão real de cada trecho.

Outra situação a ser analisada nesta tabela é, considerando a qualidade do pavimento ruim (rota R3) em relação à qualidade ótimo/bom (rota R1), que se verificou um acréscimo de 25% no custo unitário das rotas (R\$/Km) e de 30,9% no preço unitário (R\$/Km) praticado pela empresa.

Portanto, ao se comparar o custo do frete por viagem nas rotas pesquisadas, em relação à tabela de frete utilizada pela empresa, bem como a variação de custos e preços unitários,

em relação à qualidade do pavimento, verifica-se que estes contemplam uma margem operacional positiva, garantindo uma eficiência econômica e auferindo lucro para a empresa transportadora.

Outra hipótese a ser avaliada é de se comparar os custeios das rotas  $C_{rota1}$ ,  $C_{rota2}$  e  $C_{rota3}$ , já calculados conforme Tabela 5.10, mas prevendo agora uma situação inversa da anterior, isto é, calculando qual a quantidade mínima de peso (kg) a ser transportado por viagem (P1, P2 e P3), para cobrir os custos operacionais (R\$) da empresa em relação a cada rota pesquisada através da equação 5.35:

$$P = \frac{C_{rota}}{\text{Valor do frete - peso}} \quad [5.35]$$

A partir dos resultados encontrados para os cálculos dos pesos (P1, P2 e P3), em função do custeio de cada rota e dos respectivos valores do frete peso em relação à extensão real de cada trecho, monta-se a Tabela 5.11.

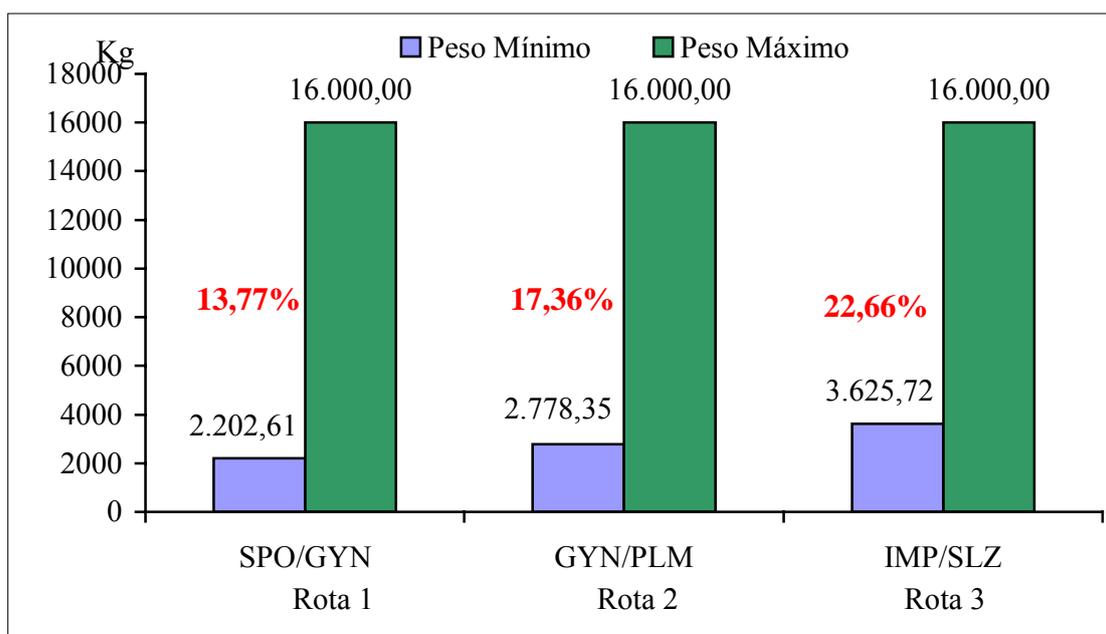
Tabela 5.11 – Percentual (%) do peso mínimo de carga em relação aos custos operacionais

Rota	Trecho	Estado do pavimento	Valor do frete-peso (R\$/kg)	Custeio das rotas (R\$)	Peso máximo médio (kg)	Peso mínimo (kg)	Percentual em relação ao peso médio (%)
1	SPO/GYN	Ótimo / Bom	0,60	1.218,92	16.000	2.031,53	12,7
2	GYN/PLM	Deficiente	0,57	1.248,29	16.000	2.189,98	13,7
3	IMP/SLZ	Ruim	0,52	1.013,22	16.000	1.948,50	12,2

Fonte: elaboração do autor.

Os resultados demonstram que, se a quantidade de carga a ser transportada por viagem nas rotas estudadas estiver acima de 12% do peso total do carregamento (16.000 kg), a empresa passa a cobrir os seus custos operacionais, pois esses valores percentuais (%) representam a quantidade mínima necessária para avaliar sua margem operacional.

Para uma outra avaliação em relação ao cálculo do peso mínimo a ser transportado, aplicam-se na equação 5.35 os dados obtidos da Tabela 5.8, calculados para uma extensão uniforme de 1.000 km, e um valor de frete-peso de 0,60 (R\$/kg). Os valores encontrados na Figura 5.8 refletem a variação percentual do peso mínimo impactados pela qualidade do pavimento.



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.8 - Percentual de peso mínimo em relação ao peso máximo para rotas uniformes (1.000 km)

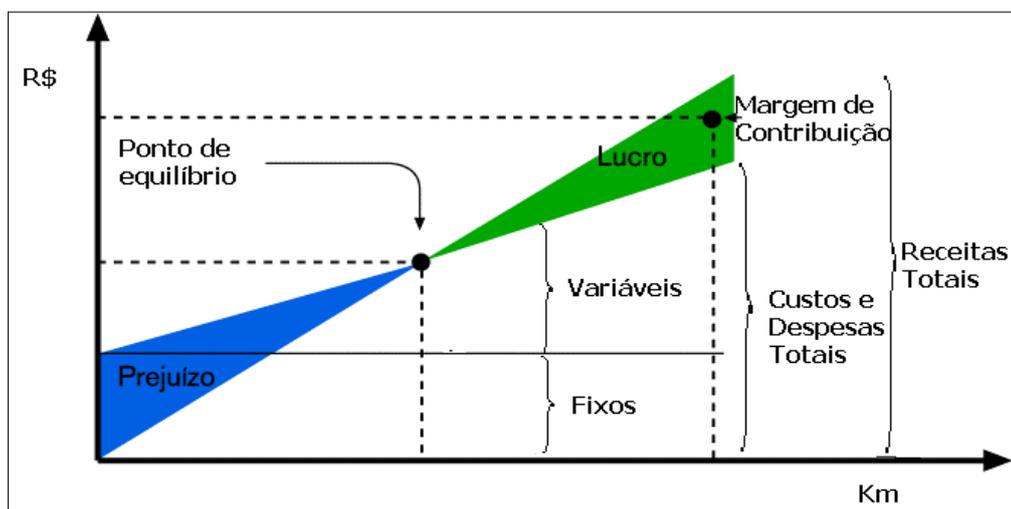
Ante aos dados percentuais encontrados em relação ao peso, avalia-se que os custos operacionais das viagens estudadas estão bem aquém da política de preços adotada pela empresa. Presume-se desta forma, que a empresa tem uma grande flexibilização na contratação do transporte de frete, podendo, assim, oferecer vantagens competitivas aos seus clientes, agregando valor de serviços e oferecendo preços diferenciados no valor do frete.

Não obstante a presente situação, por ser um mercado altamente dinâmico, a empresa deve monitorar constantemente os preços de aquisição de seus insumos fixos e variáveis, para que não haja um comprometimento dos seus custos em relação aos preços de frete praticados, o que acarretaria um possível prejuízo para a empresa.

A seguir, a partir dos valores obtidos para o preço unitário de frete, rateio do custo fixo e custo variável efetua-se o cálculo e a análise do ponto de equilíbrio (*break-even point*) utilizando-se os conceitos em Hirschfeld (2000) e Martins (2001).

Segundo Hirschfeld (2000), a análise de equilíbrio tem como objetivo a verificação de um ponto em que duas alternativas, funções de um mesmo parâmetro e comparadas em idênticas condições de instantes e prazos, apresentam um mesmo valor. Ressalta ainda que as análises que procuram determinar um ponto de equilíbrio consideram as duas linhas, representando as duas equações, que se interseccionam, como sendo retilíneas, motivo pelo qual, tal análise é chamada linear e são bastante aceitáveis na fase de planejamento.

Por sua vez Martins (2001) afirma que o ponto de equilíbrio nasce da conjugação dos custos totais com as receitas totais. Em se tratando de empresa de transporte de cargas, o preço do frete é tabelado em função da quilometragem percorrida fazendo com que a receita total seja o preço vezes a quantidade de carga a ser transportada. Com isto, adota-se como absolutamente lineares as representações, tanto das receitas quanto dos custos fixos e variáveis, reproduzidas na figura representa o Ponto de Equilíbrio (Figura 5.9).



Fonte: Martins (2001).

Figura 5.9 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km)

Observa-se através da Figura 5.9 que o resultado situado no ponto de equilíbrio demonstra que a empresa obtém lucro zero ( $RT = CT$ ) e ao acrescentar uma unidade ao volume de produção, ou seja, na quilometragem percorrida pelo veículo, a empresa auferir lucro ( $RT >$

CT), caso contrário, prejuízo ( $RT < CT$ ). Através destes conceitos utilizam-se as seguintes equações para as três rotas pesquisadas:

$$RT = (CF + CV)T \quad [5.36]$$

$$Q \times P = CF + Q \times CV \quad [5.37]$$

Onde: RT = receita total

CF = custos fixo

CV = custo variável

Q = quantidade

P = preço.

Aplicando-se os valores obtidos do rateio do custo fixo (R\$/h) e do custo variável (R\$/km) da Tabela 5.7 e do preço unitário (R\$/km) da Tabela 5.10 na equação 5.37, tem-se:

➤ Para a Rota 1 – SPO → GYN

$$\text{Quantidade} \times \$8,35/\text{km} = \$9,48/\text{h} + \text{Quantidade} \times \$0,95/\text{km} \quad [5.38]$$

$$\text{Quantidade} \times (\$8,35/\text{km} - \$0,95/\text{km}) = \$9,48/\text{h} \quad [5.39]$$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = \frac{\text{Custos + Despesas Fixas}}{\text{Margem de Contribuição Unitária}} \quad [5.40]$$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = \frac{\$9,48 \times 220/\text{mês}}{(\$8,35/\text{km} - \$0,95/\text{km})} = \frac{\$2.085,6/\text{mês}}{\$7,4/\text{km}} \quad [5.41]$$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = 281,84 \text{ km/mês} \quad [5.42]$$

Para sua transformação em reais de receitas totais, tem-se:

$$281,84 \text{ km/mês} \times \$8,35/\text{km} = \$2.353,36/\text{mês} \quad [5.43]$$

Portanto, este valor é o ponto de equilíbrio em reais.

Para a empresa produzir um volume de 281,84 km/mês, ou seja, volume de produção de quilometragem percorrida por mês, tem-se como custos e despesas totais:

Variáveis: 281,84 km/mês × \$0,95/km =	\$ 267,75
Fixos:	\$2.085,60
Soma =	<u>\$2.353,34</u>

Esta situação demonstra que, a partir da unidade de quilometragem percorrida pelo veículo acima do quantitativo de 281,84 km/mês, cada margem de contribuição unitária passa a contribuir para a formação do lucro. Logo, ao crescer 718,16 unidades produzidas, ou seja, de quilometragem percorrida, o ponto de equilíbrio resultará numa extensão total uniforme de 1.000 km para as três rotas, correspondente ao preço de frete equivalente à soma das margens de contribuição das 718,16 unidades que ultrapassaram o ponto de equilíbrio, contribuindo assim, para a formação do lucro da empresa.

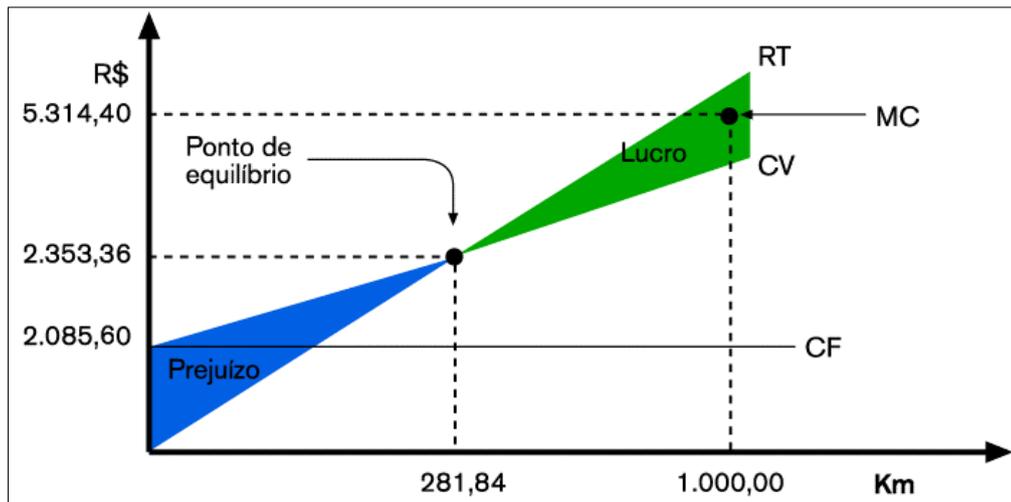
$$718,16 \text{ km} \times \$7,4/\text{km} = \$5.314,38 \quad [5.44]$$

Comprovando-se:

Receitas Totais-(281,84 + 718,16)×\$8,35 = 1.000km x \$8,35/km		\$ 8.350,00
(-) Custos e Despesas Totais:		
Variáveis - 1.000 km x \$0,95/km	\$ 950,00	
Fixos:	<u>\$ 2.085,60</u>	<u>\$ 3.035,60</u>
Lucro		<u><u>\$ 5.314,40</u></u>

Tendo em vista que para a realização do transporte de carga de uma empresa o pagamento do preço do frete corresponde ao volume de produção, ou seja, de quilometragem (km) percorrida, conclui-se que este cálculo é válido, pois o resultado é o calculado pelo ponto de equilíbrio.

Portanto, a partir dos valores obtidos para a determinação do ponto de equilíbrio (receita, custos fixos e variáveis) e da margem de contribuição unitária, tem-se a seguinte representação gráfica:



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.10 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km) – Rota 1

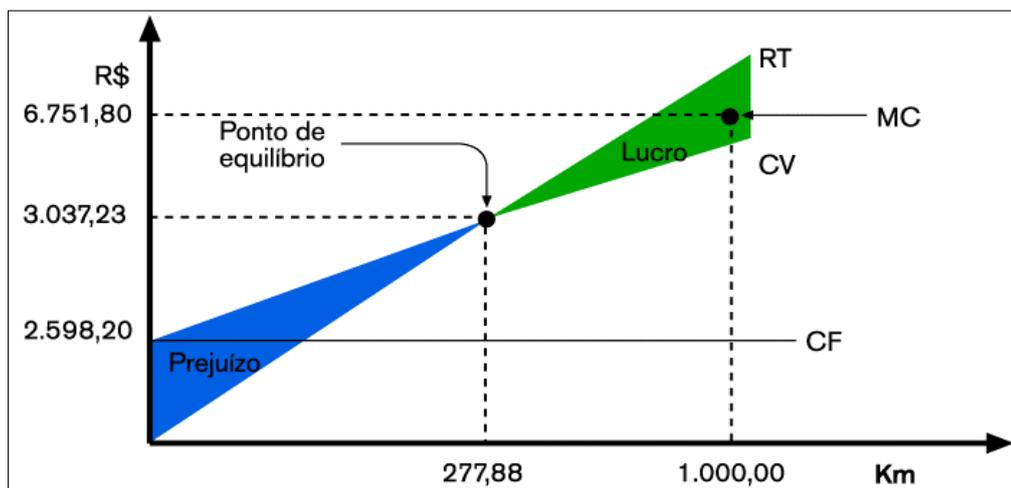
Onde: RT = receita total

CF = custo fixo

CV = custo variável

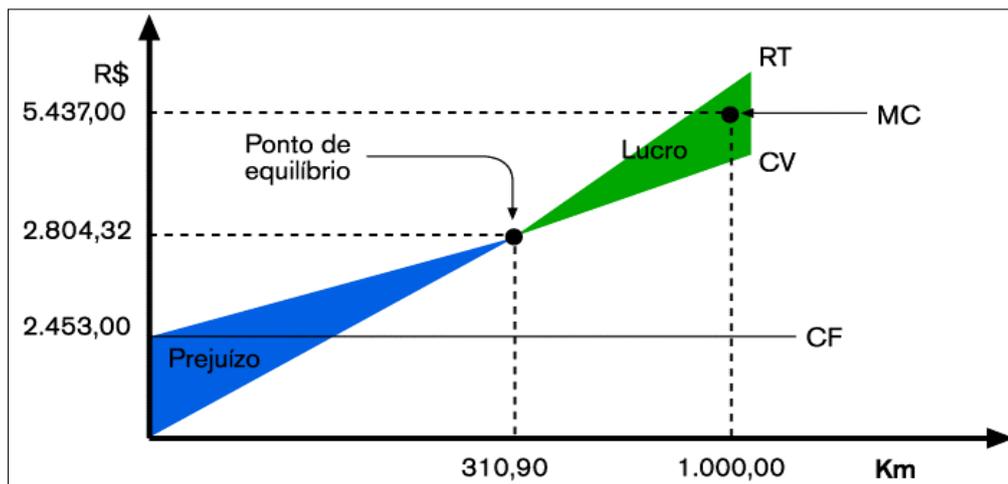
MC = margem de contribuição.

Considerando os mesmos procedimentos dos cálculos efetuados para a Rota 1 obtém-se os seguintes resultados para as Rotas 2 e 3:



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.11 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km) – Rota 2



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.12 – Ponto de equilíbrio – Preço (R\$) versus Volume de produção (km) – Rota 3

Verifica-se através do cálculo do ponto de equilíbrio ( $RT = CT$ ) que os resultados encontrados obtiveram valores diferentes por rota, por apresentarem receita total, custos fixos, variáveis e preços de frete diferenciados em função da variação do volume de produção, o que neste estudo está representado pela quilometragem (km) percorrida pelo veículo. Para o presente caso verifica-se que os preços encontrados para as rotas, com uma extensão uniforme de 1.000 km, encontram-se na faixa de lucro para a empresa, isto é, ( $RT > CT$ ). Os valores obtidos estão indicados na Tabela 5.12 para as três rotas pesquisadas.

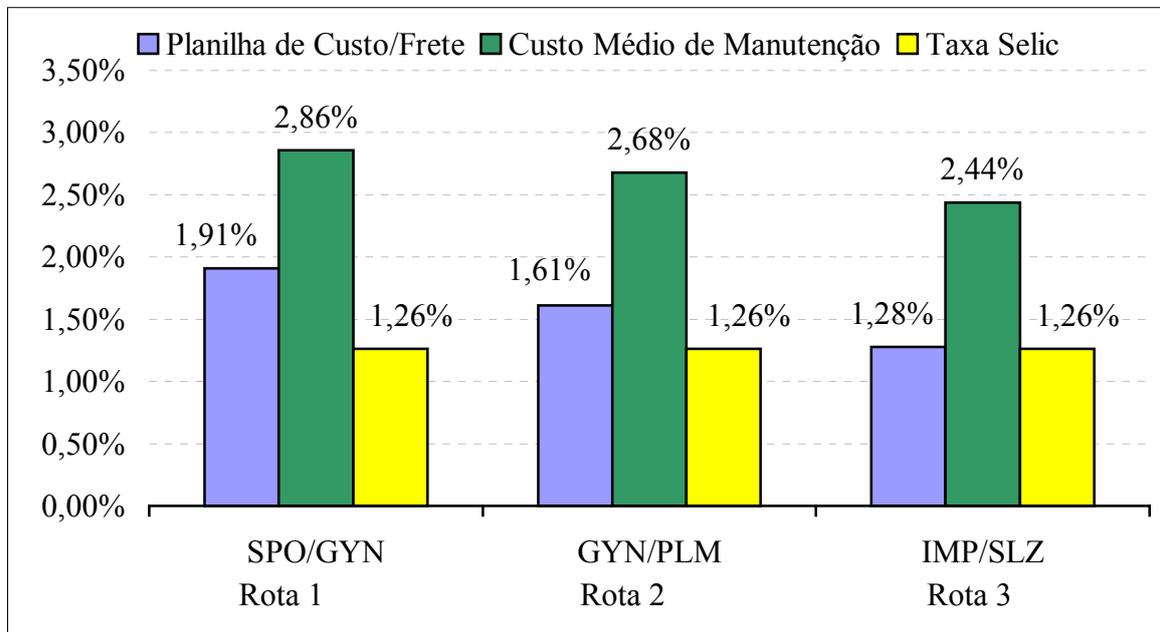
Tabela 5.12 – Ponto de equilíbrio e margem de contribuição

Rota	Trecho	Estado do pavimento	Ponto de equilíbrio		Margem de contribuição	
			Volume de produção (km)	Preço de frete total (R\$)	Volume de produção (km)	Preço de frete total (R\$)
1	SPO/GYN	Ótimo / Bom	281,84	2.353,36	718,16	5.314,38
2	GYN/PLM	Deficiente	310,90	2.804,32	689,10	5.437,00
3	IMP/SLZ	Ruim	277,88	3.037,23	722,12	6.751,82

Fonte: elaboração do autor.

Os resultados da Tabela 5.12 mostram que o veículo ao trafegar em condições inferiores de qualidade de pavimento implica em fretes mais elevados, comprovando-se assim, a influência do estado do pavimento na rentabilidade do veículo da empresa.

Por fim, ao se comparar a rentabilidade do veículo, através da planilha de custo/frete e do custo médio de manutenção, com a Taxa Selic média do ano de 2004, os resultados obtidos conforme Figura 5.13 refletem que a empresa apresenta uma margem operacional positiva.



Fonte: elaboração do autor.

Figura 5.13 - Rentabilidade do veículo versus Taxa Selic

## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação objetiva testar a hipótese de que a qualidade do pavimento da malha rodoviária nacional impacta a vida econômica e a rentabilidade dos veículos de uma empresa transportadora de carga.

Teoricamente falando, o trabalho está fundamentado na *Engenharia Econômica*, especificamente, na *Análise de Substituição de Equipamentos*, considerando para os cálculos das tabelas os custos de capital, operação e manutenção. Isto é, usando um modelo de substituição de equipamentos pode-se verificar onde o mínimo custo total de manutenção do veículo, indica o tempo ideal de sua substituição, associando-se com o estado das condições de pavimento de rodovia.

Através de um estudo de caso em uma empresa transportadora rodoviária de carga da cidade de Goiânia, Goiás, foram analisadas três rotas diferenciadas classificadas como: Ótimo/Bom - Rota 1, Deficiente – Rota 2 e Ruim – Rota 3, conforme CNT (2004). Considerou-se um caminhão da mesma marca e modelo que trafega distintamente nas três rotas tomadas nesta pesquisa.

A partir do cálculo da vida econômica do veículo os resultados encontrados permitiram, através do menor valor de custo médio de manutenção, indicar o tempo ideal para a troca do caminhão, da seguinte forma: 9 anos para a Rota 1, 8 anos para a Rota 2 e 7 anos para a Rota 3. O caminhão que trafega no pavimento de qualidade superior tem uma vida econômica em até 65% maior do que aquele que trafega num pavimento de qualidade inferior. Os resultados foram validados através do teste do qui-quadrado confirmando a hipótese testada de que existe uma associação entre custo médio de manutenção e as rotas estudadas.

A pesquisa ocupou-se, também, em estudar o ponto de equilíbrio financeiro (receita = custos) do caminhão. Para isso, utilizou-se uma tabela comparativa mostrando que o custeio das rotas em relação aos preços de frete praticados pela empresa representaram 15,8% para a Rota 1, 20,0% para a Rota 2 e 26,1% para a Rota 3. Outro estudo em relação à tabela de frete verificou que os custos operacionais representam 13,77% para a Rota 1,

17,36% para a Rota 2 e 22,66% pra a Rota 3 do peso total do carregamento (16.000 kg), demonstrando o impacto da qualidade do pavimento das rodovias na variação crescente do percentual de custo da empresa.

Os resultados encontrados para o ponto de equilíbrio e a margem de contribuição apresentaram valores diferentes por rota, em função da variação da quilometragem percorrida com seus respectivos trechos. Constatou-se que as rotas rodoviárias de relativa baixa qualidade estão associadas a pontos de equilíbrio de maior valor monetário, implicando em fretes comparativamente mais elevados.

Com isso, pode-se dizer que a qualidade do pavimento tende a influir no preço final das mercadorias transportadas. De outra forma, dado que há diferenças expressivas no valor dos pontos de equilíbrio para as diferentes rotas analisadas, o custo social acarretado pela qualidade do pavimento tende a ser não desprezível.

Os dados obtidos através do cálculo da rentabilidade da planilha de custo/frete e do custo médio de manutenção para as rotas pesquisadas apresentaram valores de superiores ao valor médio da Taxa Selic (2004).

Por fim, cabe dizer que trabalhos de ciência, além de produzirem conclusões, trazem espaços para interrogações e oportunidades para que novos estudos se desenvolvam, criando uma nova filosofia de trabalho, junto às empresas, para a formação e o enriquecimento de banco de dados, por exemplo, conjunto de caminhões por rota, subsidiando estudos para uma análise do tipo econométrica.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABTC News (2005) – Associação Brasileira dos Transportadores de Cargas – Estradas ruins dão prejuízo ao Brasil. Página da Web [http://www.abtc.org.br/print\\_info.php?codigo=4825](http://www.abtc.org.br/print_info.php?codigo=4825) acessada em 05/04/2005.
- ANFAVEA (2005) – Carta da Anfavea nº 227 - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Página da Web <http://www.anfavea.com.br/pdf/carta227.pdf> acessada em 20/04/2005.
- ANTT (2004) - Agência Nacional de Transportes Terrestres - Assessoria de Comunicação Social - Última Atualização: 27 de Outubro de 2004 – Transporte Terrestre - Números do Setor. Página da Web [http://www.antt.gov.br/destaques/ANTTemNumeros20041027\\_2.pdf](http://www.antt.gov.br/destaques/ANTTemNumeros20041027_2.pdf) acessada em 23/04/2005.
- Backer, M., Jacobsen, L.E. (1972). Contabilidade de custos – um enfoque para a administração de empresas; trad. Pierre Louis Laporte – São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda.
- Barat, Josef (1971). O planejamento em transportes. Setor de transportes – Instituto de Planejamento Econômico e Social – IPEA – Rio de Janeiro.
- Ballou, Ronald H. (1993). Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física / Ronald H. Ballou; trad. Hugo T.Y. Yoshizaki – São Paulo: Atlas.
- Ballou, Ronald H. (2001). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial / Ronald H. Ballou; trad. Elias Pereira. – 4. ed. – Porto Alegre: Bookman.
- Caixeta-Filho, J.V., Martins, R.S. (2001). Gestão Logística do Transporte de Cargas. – São Paulo: Atlas.
- Carey e Irick *apud* DNER (1998). Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- Casarotto Filho, N. e Kopittke, B.H. (1996). Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. – 7ª ed. – São Paulo: Atlas.

- CNT (2002a). Pesquisa Empresas de Carga CNT – 2002 – Relatório Analítico. Confederação Nacional do Transporte (CNT).
- CNT (2002b). Pesquisa de Autônomos CNT – 2002 - Relatório Analítico. Confederação Nacional do Transporte (CNT).
- CNT (2002c). O caminho para o transporte no Brasil. Confederação Nacional do Transporte (CNT) e Centro de Estudos em Logística da COPPEAD/UFRJ.
- CNT (2004). Pesquisa Rodoviária 2004 – Relatório Gerencial. Confederação Nacional do Transporte (CNT).
- CNT (2005). Boletim Estatístico – 2005 Página da Web [www.cnt.org.br](http://www.cnt.org.br) acessada em 15/02/2006.
- Coppead (2002). Centro de Estudos em Logística. Transporte de Cargas no Brasil – Ameaças e Oportunidades para o Desenvolvimento do País – Diagnóstico e Plano de Ação. UFRJ, Rio do Janeiro.
- CTB (1997). Código de Trânsito Brasileiro. Instituído pela lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.
- DNER (1976a). Sinopse do Transporte Rodoviário de Cargas. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNIT (2000). Departamento Nacional de Infra Estrutura Terrestre. Página da Web <http://www.dnit.gov.br/rodovias/pesagem> acessada em 09.09.2005.
- Ferraz, Antônio Clóvis Pinto e Silva, Antônio Nelson Rodrigues da (1991). Transporte público urbano – Operação e administração. Notas de aula do curso de Pós-graduação em transportes. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Fleury, P.F. (2002). Gestão Estratégica do Transporte. Página da Web <http://www.cel.coppead.ufrj.br/fr-estrat-trans.htm> acessada em 09.04.2005.
- Fleury, P.F., Wanke, P. e Figueiredo, K.F. (2000). Logística Empresarial: a Perspectiva Brasileira / (organização) – São Paulo: Atlas.
- Fromm, Gary (1968). Transportes e Desenvolvimento Econômico / Gary Fromm; Trad. Sylvia de Salles Jatobá e Vera Jatahy. Rio de Janeiro: Victor Publicações.
- Geipot (2000). Anuário Estatístico dos Transportes 2001. Página da Web <http://www.geipot.gov.br/anuario2001/rodoviario/rodo.htm> acessada em 18/04/2005.
- Guia de Logística (2005). Estatísticas. Página da Web [www.guiadelogistica.com.br/estatistica-transpo.htm](http://www.guiadelogistica.com.br/estatistica-transpo.htm) acessada em 03/04/2006.

- Hirschfeld, Henrique (2000). Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores / Henrique Hirschfeld. – 7ª ed. – São Paulo: Atlas.
- IBGE (2003). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Finanças Públicas do Brasil: 2001-2002. Coordenação de Contas Nacionais. Rio de Janeiro.
- IBGE (2004a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Contas Nacionais: Brasil 2003. Coordenação de Contas Nacionais. Rio de Janeiro.
- IBGE (2004b). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Anual de Serviços – Vol.1. Rio de Janeiro.
- IPEA (2006). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Produto interno bruto (PIB): câmbio médio. Produto interno bruto (PIB): serviços – transportes. Página da Web [www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br) acessada em 14.02.2006.
- Lima, M.P. (2001). O Custeio do Transporte Rodoviário. Centro de Estudos em Logística, Coppead, Rio de Janeiro.
- Maher, Michael (2001). Contabilidade de Custos: criando valores para a administração / Michael Maher: tradução José Evaristo dos Santos. – São Paulo: Atlas.
- Martins, Eliseu (2001). Contabilidade de custos. – 8ª ed. – São Paulo: Atlas.
- Mello, J.C. (1975). Planejamento dos transportes – Editora McGRAW-HILL do Brasil LTDA, São Paulo.
- Neves, M.A. Oliveira (2005). Panorama do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. Página da Web [www.guiadelogistica.com.br/Y598.htm](http://www.guiadelogistica.com.br/Y598.htm) acessada em 09.04.2005.
- Novaes, A.G.N. e Alvarenga, A.C. (1994). Logística Aplicada: Suprimento e Distribuição Física. São Paulo: Pioneira.
- NTC Notícias (2005a). Frete Rodoviário de Aumentar 9,5. Página da Web [www.ntcelogistica.org.br/noticias/materia\\_completa.asp?CodNoti=3417](http://www.ntcelogistica.org.br/noticias/materia_completa.asp?CodNoti=3417) acessada em 09.04.2005.
- PNQ (2000). Prêmio Nacional de Qualidade. Critérios de Excelência: O Estado da Arte da Gestão da Qualidade Total. São Paulo: FNPQ.
- Reis, N.G. (1998). Análise da Palestra do Economista Gordon Philip Bodeli – Relação Custo/Benefício do Pedágio para Caminhões. Realizada na Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística - NTC & Logística – em 17/07/98 – São Paulo.
- Richardson, Roberto Jarry (1999). Pesquisa Social – Métodos e Técnicas. São Paulo: Atlas, 3e.
- Senço, W. (1979). Pavimentação. São Paulo: Grêmio Politécnico – DLP.

- Silver, Mick (2000). Estatística para Administração. São Paulo: Atlas.
- Souza, Alceu. (1999). Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações / Alceu Souza, Ademir Clemente. – Soa Paulo: Atlas.
- Stevenson, William J (1981). Estatística Aplicada à administração / William J. Stevenson; tradução Alfredo Alves de Farias – São Paulo: Harper & Row do Brasil.
- Valente, Amir Mattar (2001). Gerenciamento de Transporte e Frotas / Amir Mattar Valente, Eunice Passaglia , Antônio Galvão Novaes; revisão Janice Yunes Perim – São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Wessels, W. J. (2002). Microeconomia: Teoria e Aplicações / Walter J. Wessels; tradutores Cid Knipel Moreira, Célio Knipel Moreira; revisor técnico José Antônio Pereira de Souza - São Paulo: Saraiva.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO ANUAL DE MANUTENÇÃO

Tabela A. 1 – Cálculo do custo médio anual de capital

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Tempo de uso	Desvalorização (I-R)	FRC (juros de 10,8%a.a.)	(I-R) x FCR (R\$)	Valor residual R (R\$)	R x j (j = 0,108) (R\$)	(d) + (f) (R\$)
1	78.000,00	1,10800	86.424,00	182.000,00	19.656,00	106.080,00
2	130.000,00	0,58238	75.709,83	130.000,00	14.040,00	89.749,83
3	169.000,00	0,40779	68.916,58	91.000,00	9.828,00	78.744,58
4	208.000,00	0,32095	66.757,81	52.000,00	5.616,00	72.373,81
5	221.000,00	0,26921	59.495,49	39.000,00	4.212,00	63.707,49
6	234.000,00	0,23502	54.993,81	26.000,00	2.808,00	57.801,81
7	241.800,00	0,21085	50.982,52	18.200,00	1.965,60	52.948,12
8	247.000,00	0,19294	47.655,48	13.000,00	1.404,00	49.059,48
9	247.000,00	0,17920	44.262,41	13.000,00	1.404,00	45.666,41
10	247.000,00	0,16838	41.589,85	13.000,00	1.404,00	42.993,85
11	247.000,00	0,15968	39.440,55	13.000,00	1.404,00	40.844,55
12	247.000,00	0,15256	37.682,98	13.000,00	1.404,00	39.086,98

Fonte: elaboração do autor.

**APÊNDICE B – CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO ANUAL DE MANUTENÇÃO E CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO MENSAL DE MANUTENÇÃO POR QUILOMETRO – DADOS FORNECIDOS PELA EMPRESA**

Tabela B. 1 – Custo médio anual de manutenção - Rota 1 – Dados fornecidos pela empresa

(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
Tempo de uso	Custo anual de manutenção (R\$)	Fator de valor presente (FVP)	Valor presente (R\$)	Valor presente acumulado (R\$)	Taxa de recuperação do capital (FRC)	Custo anual de manutenção (R\$)
1	8.024,94	0,9025	7.242,72	7.242,72	1,10800	8.024,94
2	8.813,10	0,8146	7.178,76	14.421,48	0,58238	8.398,83
3	9.672,92	0,7352	7.111,12	21.532,61	0,40779	8.780,79
4	11.249,25	0,6635	7.463,87	28.996,48	0,32095	9.306,45
5	12.753,92	0,5988	7.637,39	36.633,87	0,26921	9.862,22
6	14.401,90	0,5405	7.783,61	44.417,48	0,23502	10.438,83
7	15.978,23	0,4878	7.793,82	52.211,30	0,21085	11.008,54
8	18.271,07	0,4402	8.043,51	60.254,82	0,19294	11.625,39
9	20.635,56	0,3973	8.198,95	68.453,77	0,17920	12.266,92
10	23.215,00	0,3586	8.324,75	76.778,52	0,16838	12.927,96
11	26.367,66	0,3236	8.533,64	85.312,15	0,15968	13.622,50
12	29.878,57	0,2921	8.727,36	94.039,51	0,15256	14.346,92

Fonte: elaboração do autor.

Tabela B. 2 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro - Rota 1 – Dados fornecidos pela empresa

(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
Tempo de uso	Custo cap. + custo manut. (anual) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Custo fixo mensal (R\$)	Soma (c)+ (d) (R\$)	km / mensal (média)	Custo médio por quilom. (R\$/km)
1	114.104,94	9.508,74	1.321,57	10.830,32	12.628	0,858
2	98.148,66	8.179,06	1.321,57	9.500,63	12.494	0,760
3	87.525,37	7.293,78	1.321,57	8.615,35	12.379	0,696
4	81.680,26	6.806,69	1.321,57	8.128,26	12.197	0,666
5	73.569,71	6.130,81	1.321,57	7.452,38	11.984	0,622
6	68.240,64	5.686,72	1.321,57	7.008,29	11.740	0,597
7	63.956,66	5.329,72	1.321,57	6.651,29	11.459	0,580
8	60.684,88	5.057,07	1.321,57	6.378,65	11.137	0,573
9	57.933,33	4.827,78	1.321,57	6.149,35	10.851	0,567
10	55.921,81	4.660,15	1.321,57	5.981,72	10.347	0,578
11	54.467,06	4.538,92	1.321,57	5.860,49	9.867	0,594
12	53.433,90	4.452,82	1.321,57	5.774,40	9.316	0,620

Fonte: elaboração do autor.

Tabela B. 3 – Custo médio anual de manutenção - Rota 2 – Dados fornecidos pela empresa

(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
Tempo de uso	Custo anual de manutenção (R\$)	Fator de valor presente (FVP)	Valor presente (R\$)	Valor presente acumulado (R\$)	Taxa de recuperação do capital (FRC)	Custo anual de manutenção (R\$)
1	8.912,84	0,9025	8.044,08	8.044,08	1,10800	8.912,84
2	9.788,21	0,8146	7.973,03	16.017,11	0,58238	9.328,10
3	10.743,15	0,7352	7.897,92	23.915,03	0,40779	9.752,32
4	12.493,89	0,6635	8.289,70	32.204,73	0,32095	10.336,14
5	14.165,05	0,5988	8.482,41	40.687,14	0,26921	10.953,40
6	15.995,36	0,5405	8.644,81	49.331,95	0,23502	11.593,81
7	17.746,10	0,4878	8.656,15	57.988,10	0,21085	12.226,55
8	20.292,63	0,4402	8.933,47	66.921,56	0,19294	12.911,66
9	22.918,73	0,3973	9.106,11	76.027,67	0,17920	13.624,16
10	25.783,57	0,3586	9.245,82	85.273,49	0,16838	14.358,35
11	29.285,04	0,3236	9.477,82	94.751,31	0,15968	15.129,73
12	33.184,41	0,2921	9.692,97	104.444,28	0,15256	15.934,30

Fonte: elaboração do autor.

Tabela B. 4 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro da Rota 2 – Dados fornecidos pela empresa

(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
Tempo de uso	Custo cap. + custo mant. (anual) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Custo fixo mensal (R\$)	Soma (c)+(d) (R\$)	km / mensal (média)	Custo médio por quilom. (R\$/km)
1	114.992,84	9.582,74	1.667,01	11.249,74	10.404	1,081
2	99.077,93	8.256,49	1.667,01	9.923,50	10.293	0,964
3	88.496,89	7.374,74	1.667,01	9.041,75	10.247	0,882
4	82.709,95	6.892,50	1.667,01	8.559,50	10.096	0,848
5	74.660,89	6.221,74	1.667,01	7.888,75	9.920	0,795
6	69.395,62	5.782,97	1.667,01	7.449,98	9.717	0,767
7	65.174,67	5.431,22	1.667,01	7.098,23	9.485	0,748
8	61.971,14	5.164,26	1.667,01	6.831,27	9.386	0,728
9	59.290,57	4.940,88	1.667,01	6.607,89	8.913	0,741
10	57.352,20	4.779,35	1.667,01	6.446,36	8.565	0,753
11	55.974,29	4.664,52	1.667,01	6.331,53	8.168	0,775
12	55.021,28	4.585,11	1.667,01	6.252,11	7.711	0,811

Fonte: elaboração do autor.

Tabela B. 5 – Custo médio anual de manutenção Rota 3 – Dados fornecidos pela empresa

(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
Tempo de uso	Custo anual de manutenção (R\$)	Fator de valor presente (FVP)	Valor presente (R\$)	Valor presente acumulado (R\$)	Taxa de recuperação do capital (FRC)	Custo anual de manutenção (R\$)
1	12.182,22	0,9025	10.994,78	10.994,78	1,10800	12.182,22
2	13.378,69	0,8146	10.897,68	21.892,46	0,58238	12.749,81
3	14.683,93	0,7352	10.795,01	32.687,47	0,40779	13.329,64
4	17.076,86	0,6635	11.330,50	44.017,97	0,32095	14.127,61
5	19.361,03	0,5988	11.593,90	55.611,88	0,26921	14.971,29
6	21.862,74	0,5405	11.815,88	67.427,75	0,23502	15.846,62
7	24.255,67	0,4878	11.831,37	79.259,12	0,21085	16.711,46
8	27.736,31	0,4402	12.210,42	91.469,54	0,19294	17.647,88
9	31.325,71	0,3973	12.446,38	103.915,92	0,17920	18.621,74
10	35.241,43	0,3586	12.637,35	116.553,27	0,16838	19.625,23
11	40.027,30	0,3236	12.954,45	129.507,72	0,15968	20.679,58
12	45.357,02	0,2921	13.248,52	142.756,24	0,15256	21.779,27

Fonte: elaboração do autor.

Tabela B. 6 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro Rota 3 – Dados fornecidos pela empresa

(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
Tempo de uso	Custo cap. + custo manut. (anual) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Custo fixo mensal (R\$)	Soma (c)+ (d) (R\$)	km / mensal (média)	Custo médio por quilom. (R\$/km)
1	118.262,22	9.855,19	2.175,43	12.030,61	9.414	1,278
2	102.499,64	8.541,64	2.175,43	10.717,06	9.316	1,150
3	92.074,21	7.672,85	2.175,43	9.848,28	9.201	1,070
4	86.501,42	7.208,45	2.175,43	9.383,88	9.026	1,040
5	78.678,79	6.556,57	2.175,43	8.731,99	8.786	0,994
6	73.648,43	6.137,37	2.175,43	8.312,80	8.607	0,966
7	69.659,58	5.804,96	2.175,43	7.980,39	8.568	0,931
8	66.707,36	5.558,95	2.175,43	7.734,37	8.082	0,957
9	64.288,15	5.357,35	2.175,43	7.532,77	7.645	0,985
10	62.619,08	5.218,26	2.175,43	7.393,69	7.378	1,002
11	61.524,13	5.127,01	2.175,43	7.302,44	7.151	1,021
12	60.866,25	5.072,19	2.175,43	7.247,62	6.830	1,061

Fonte: elaboração do autor.

**APÊNDICE C – CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO ANUAL DE MANUTENÇÃO E CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO MENSAL DE MANUTENÇÃO POR QUILOMETRO – DADOS FORNECIDOS PELO FABRICANTE**

Tabela C. 1 – Custo médio anual de manutenção Rota 1 - Dados fornecidos pelo fabricante

(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
Tempo de uso	Custo anual de manutenção (R\$)	Fator de valor presente (FVP)	Valor presente (R\$)	Valor presente acumulado (R\$)	Taxa de recuperação do capital (FRC)	Custo anual de manutenção (R\$)
1	7.464,05	0,9025	6.736,51	6.736,51	1,10800	7.464,05
2	8.197,13	0,8146	6.677,01	13.413,52	0,58238	7.811,81
3	8.996,85	0,7352	6.614,10	20.027,62	0,40779	8.167,07
4	10.463,00	0,6635	6.942,20	26.969,82	0,32095	8.655,99
5	11.862,51	0,5988	7.103,59	34.073,41	0,26921	9.172,92
6	13.395,30	0,5405	7.239,59	41.313,00	0,23502	9.709,23
7	14.861,46	0,4878	7.249,08	48.562,08	0,21085	10.239,11
8	16.994,04	0,4402	7.481,33	56.043,41	0,19294	10.812,86
9	19.193,27	0,3973	7.625,90	63.669,31	0,17920	11.409,54
10	21.592,43	0,3586	7.742,90	71.412,21	0,16838	12.024,39
11	24.524,74	0,3236	7.937,19	79.349,41	0,15968	12.670,38
12	27.790,26	0,2921	8.117,37	87.466,78	0,15256	13.344,16

Fonte: elaboração do autor.

Tabela C. 2 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro Rota 1 - Dados fornecidos pelo fabricante

(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
Tempo de uso	Custo cap. + custo manut. (anual) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Custo fixo mensal (R\$)	Soma (c)+ (d) (R\$)	km / mensal (média)	Custo médio por quilom. (R\$/km)
1	113.544,05	9.462,00	1.321,57	10.783,58	12.628	0,854
2	97.561,64	8.130,14	1.321,57	9.451,71	12.494	0,757
3	86.911,65	7.242,64	1.321,57	8.564,21	12.379	0,692
4	81.029,80	6.752,48	1.321,57	8.074,06	12.197	0,662
5	72.880,41	6.073,37	1.321,57	7.394,94	11.984	0,617
6	67.511,04	5.625,92	1.321,57	6.947,49	11.740	0,592
7	63.187,23	5.265,60	1.321,57	6.587,18	11.459	0,575
8	59.872,34	4.989,36	1.321,57	6.310,93	11.137	0,567
9	57.075,95	4.756,33	1.321,57	6.077,90	10.851	0,560
10	55.018,23	4.584,85	1.321,57	5.906,42	10.347	0,571
11	53.514,94	4.459,58	1.321,57	5.781,15	9.867	0,586
12	52.431,14	4.369,26	1.321,57	5.690,83	9.316	0,611

Fonte: elaboração do autor.

Tabela C. 3 – Custo médio anual de manutenção Rota 2 - Dados fornecidos pelo fabricante

(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
Tempo de uso	Custo anual de manutenção (R\$)	Fator de valor presente (FVP)	Valor presente (R\$)	Valor presente acumulado (R\$)	Taxa de recuperação do capital (FRC)	Custo anual de manutenção (R\$)
1	9.745,76	0,9025	8.795,81	8.795,81	1,10800	9.745,76
2	10.702,93	0,8146	8.718,13	17.513,94	0,58238	10.199,83
3	11.747,12	0,7352	8.635,99	26.149,93	0,40779	10.663,69
4	13.661,46	0,6635	9.064,38	35.214,31	0,32095	11.302,07
5	15.488,79	0,5988	9.275,10	44.489,42	0,26921	11.977,01
6	17.490,16	0,5405	9.452,68	53.942,10	0,23502	12.677,27
7	19.404,50	0,4878	9.465,08	63.407,18	0,21085	13.369,14
8	22.189,00	0,4402	9.768,32	73.175,49	0,19294	14.118,27
9	25.060,52	0,3973	9.957,09	83.132,58	0,17920	14.897,36
10	28.193,09	0,3586	10.109,86	93.242,44	0,16838	15.700,16
11	32.021,78	0,3236	10.363,54	103.605,97	0,15968	16.543,63
12	36.285,55	0,2921	10.598,80	114.204,77	0,15256	17.423,38

Fonte: elaboração do autor.

Tabela C. 4 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro Rota 2 - Dados fornecidos pelo fabricante

(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
Tempo de uso	Custo cap. + custo manut. (anual) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Custo fixo mensal (R\$)	Soma (c)+ (d) (R\$)	km / mensal (média)	Custo médio por quilom. (R\$/km)
1	115.825,76	9.652,15	1.667,01	11.319,15	10.404	1,088
2	99.949,65	8.329,14	1.667,01	9.996,15	10.293	0,971
3	89.408,26	7.450,69	1.667,01	9.117,70	10.247	0,890
4	83.675,88	6.972,99	1.667,01	8.640,00	10.096	0,856
5	75.684,51	6.307,04	1.667,01	7.974,05	9.920	0,804
6	70.479,08	5.873,26	1.667,01	7.540,26	9.717	0,776
7	66.317,26	5.526,44	1.667,01	7.193,45	9.485	0,758
8	63.177,76	5.264,81	1.667,01	6.931,82	9.386	0,739
9	60.563,77	5.046,98	1.667,01	6.713,99	8.913	0,753
10	58.694,01	4.891,17	1.667,01	6.558,18	8.565	0,766
11	57.388,19	4.782,35	1.667,01	6.449,36	8.168	0,790
12	56.510,36	4.709,20	1.667,01	6.376,20	7.711	0,827

Fonte: elaboração do autor.

Tabela C. 5 – Custo médio anual de manutenção Rota 3 - Dados fornecidos pelo fabricante

(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
Tempo de uso	Custo anual de manutenção (R\$)	Fator de valor presente (FVP)	Valor presente (R\$)	Valor presente acumulado (R\$)	Taxa de recuperação do capital (FRC)	Custo anual de manutenção (R\$)
1	11.910,19	0,9025	10.749,27	10.749,27	1,10800	11.910,19
2	13.079,94	0,8146	10.654,33	21.403,60	0,58238	12.465,10
3	14.356,03	0,7352	10.553,95	31.957,56	0,40779	13.031,99
4	16.695,54	0,6635	11.077,49	43.035,05	0,32095	13.812,14
5	18.928,70	0,5988	11.335,01	54.370,06	0,26921	14.636,98
6	21.374,54	0,5405	11.552,03	65.922,09	0,23502	15.492,76
7	23.714,04	0,4878	11.567,17	77.489,26	0,21085	16.338,29
8	27.116,95	0,4402	11.937,76	89.427,02	0,19294	17.253,80
9	30.626,21	0,3973	12.168,45	101.595,47	0,17920	18.205,91
10	34.454,48	0,3586	12.355,15	113.950,63	0,16838	19.187,00
11	39.133,49	0,3236	12.665,17	126.615,80	0,15968	20.217,80
12	44.344,20	0,2921	12.952,68	139.568,48	0,15256	21.292,94

Fonte: elaboração do autor.

Tabela C. 6 – Custo médio mensal de manutenção por quilômetro Rota 3 - Dados fornecidos pelo fabricante

(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
Tempo de uso	Custo cap. + custo manut. (anual) (R\$)	Valor mensal (R\$)	Custo fixo mensal (R\$)	Soma (c)+ (d) (R\$)	km / mensal (média)	Custo médio por quilom. (R\$/km)
1	117.990,19	9.832,52	2.175,43	12.007,94	9.414	1,276
2	102.214,93	8.517,91	2.175,43	10.693,34	9.316	1,148
3	91.776,56	7.648,05	2.175,43	9.823,47	9.201	1,068
4	86.185,95	7.182,16	2.175,43	9.357,59	9.026	1,037
5	78.344,48	6.528,71	2.175,43	8.704,13	8.786	0,991
6	73.294,57	6.107,88	2.175,43	8.283,31	8.607	0,962
7	69.286,41	5.773,87	2.175,43	7.949,30	8.568	0,928
8	66.313,28	5.526,11	2.175,43	7.701,53	8.082	0,953
9	63.872,32	5.322,69	2.175,43	7.498,12	7.645	0,981
10	62.180,85	5.181,74	2.175,43	7.357,17	7.378	0,997
11	61.062,36	5.088,53	2.175,43	7.263,96	7.151	1,016
12	60.379,92	5.031,66	2.175,43	7.207,09	6.830	1,055

Fonte: elaboração do autor.