

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

**ANÁLISE DOS PROGRAMAS NACIONAIS DE  
FINANCIAMENTO PARA RENOVAÇÃO DE FROTA DOS  
TRANSPORTADORES AUTÔNOMOS**

**BRUNA DENISE LEMES DE ARRUDA**

**ORIENTADOR: CARLOS HENRIQUE ROCHA, Ph.D.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO:  
BRASÍLIA/DF - FEVEREIRO DE 2010**

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

**ANÁLISE DOS PROGRAMAS NACIONAIS DE  
FINANCIAMENTO PARA RENOVAÇÃO DE FROTA DOS  
TRANSPORTADORES AUTÔNOMOS**

**BRUNA DENISE LEMES DE ARRUDA**

**DISSERTAÇÃO 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 EM TRANSPORTES.  
APROVADA POR:**

---

**Prof. Carlos Henrique Rocha, Ph.D (UnB - FUP)  
(Orientador)**

---

**Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, Dr. (UnB - FUP)  
(Examinador Interno)**

---

**Prof. José Carlos Silva Cavalcanti, Ph.D (UFPE - DECON)  
(Examinador Externo)**

**BRASÍLIA/DF, 26 DE FEVEREIRO DE 2009**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

ARRUDA, BRUNA DENISE LEMES DE ARRUDA

Análise dos Programas Nacionais de Financiamento para Renovação de Frota dos Transportadores Autônomos 2009.

xvii, 105p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2010).

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

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. Transporte Rodoviário de Carga | 2. Transportadores Autônomos  |
| 3. Análise Social de Projetos     | 4. Programas Nacionais de<br>Financiamento para Renovação de<br>Frota |

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

ARRUDA, B. D. L. (2010). Análise dos Programas Nacionais de Financiamento para Renovação de Frota dos Transportadores Autônomos. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM – 003A/2010, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 105p.

**CESSÃO DE DIREITOS**

AUTOR: Bruna Denise Lemes de Arruda.

TÍTULO: Análise dos Programas Nacionais de Financiamento para Renovação de Frota dos Transportadores Autônomos

GRAU: Mestre ANO: 2010

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

---

Bruna Denise Lemes de Arruda  
SGAN 912 Mod. D Bl. G Apto. 212  
70.790-120 Brasília – DF – Brasil.

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Silvia e Mario, pelo apoio e confiança nessa trajetória e ao meu namorado, Ricardo, pela paciência e dedicação em todos os momentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela força para eu seguir em frente nos momentos de angústia e ter chegado até aqui.

Aos meus pais Mario e Silvia pelo carinho, pelo amor e principalmente pelo apoio incondicional para tornar meus sonhos em realidade, mesmo a mais de mil quilômetros de distância.

Agradeço ao Ricardo, pela paciência e companheirismo em todos os momentos dessa longa jornada do mestrado, que nunca me deixou desistir.

Agradeço aos professores do mestrado que, com sua dedicação, me inspiraram na busca pelo conhecimento, colaborando para a minha formação acadêmica e profissional na área de transportes.

Aos Professores Sérgio Granemann e José Carlos Cavalcanti por terem aceitado o convite para participar da banca. Principalmente a Sérgio Granemann por ter participado de todas as bancas preliminares, sempre auxiliando na elaboração de um trabalho melhor.

Ao Professor Carlos Henrique Rocha pela orientação e puxões de orelha quando necessários. Mas também se mostrando compreensivo nos momentos difíceis. Muito obrigada!

Muitas pessoas tiveram importância fundamental para a elaboração e o desenvolvimento desta Dissertação, dentre eles os colegas do PPGT de diferentes turmas (que prefiro não nomear para não ser injusta com quem eu, por eventualidade, esqueça). Especialmente à Giovanna, pela sua amizade, pelo enorme incentivo nos momentos difíceis e pelo exemplo de determinação.

Não poderia esquecer os antigos colegas de trabalho, (Giovanna, Willer, Sertanejo, Rodriguinho, Mariana, Thaís, Dedeco, Kátia, Marianne, Eugênio,

Luciany, Tatiára, Rafael, Patrícia, Alan, George, Rejane, Heider, Ernesto, Juliana, Cristiano, Heitor, Iana, Marcelo, LG, Rozângela Lucas, Higor, Pastor, Frederico, Naide, Malu, Mônica, Daniel, Thadeu, Sylvania, Luis Sérgio) e novos colegas (Patrícia, Karênina, Jefferson, Bruno, Luis Fernando).

Um agradecimento especial ao Júlio, que sempre me ajudou em questões administrativas do mestrado.

E finalmente, a todos que tenham colaborado direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## **RESUMO**

### **ANÁLISE DOS PROGRAMAS NACIONAIS DE FINANCIAMENTO PARA RENOVAÇÃO DE FROTA DOS TRANSPORTADORES AUTÔNOMOS**

O transporte rodoviário de carga é responsável por cerca de 60% da movimentação nacional de cargas, com uma frota de quase 2,0 milhões de veículos. Os transportadores autônomos se apresentam em maior quantidade e a maior parte da frota pertence a eles (55,6%). A idade média dos veículos destes transportadores é de aproximadamente 23 anos.

Essa frota antiga produz externalidades negativas para a sociedade, como o aumento dos custos operacionais, gastos sociais com os acidentes e poluição atmosférica, além de redução da arrecadação governamental devido à isenção de pagamento do IPVA.

Com o intuito de mitigar essas externalidades, nos últimos anos o governo federal vem promovendo programas de financiamento para a renovação dessa frota. Contudo, esses programas têm se mostrado ineficazes.

Este trabalho apresenta uma análise dos últimos programas de renovação da frota de caminhões, identificando seus pontos falhos. As análises mostram que a ineficácia desses programas resulta do alto custo do dinheiro emprestado e das severas exigências de garantia exigidas.

Este trabalho oferece subsídios para o desenvolvimento de novos programas para renovação de frota. Os subsídios fundamentam-se na análise social de projetos, na vida econômica dos veículos e na capacidade financeira dos transportadores autônomos.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE NATIONAL PROGRAMS OF FINANCING TO THE INDEPENDENTS DUMPERS FLEET RENEWING**

The road freight transportation system is responsible for approximately 60% of the national cargo handling, with a fleet of almost 2 millions vehicles. Carriers autonomous come in greater quantity and most of the fleet belongs to them (55,6%). The average fleet age of these carriers is approximately 23 years.

This old fleet brings some negative impacts to the society, like the increase of the operational costs, social expenses with accidents and atmospheric pollution, besides of the reduction of governmental depositary due to the IPVA payment tax exemption.

In order to mitigate these externalities, in the last years the federal government has been promoting funding programs for the renewing of this fleet. However these programs have proved ineffective.

This work shows an analysis of the last renewing programs of the truck fleet, showing their deficiencies. The analysis shows that the ineffectiveness of these programs results from the high cost of borrowed money and the harsh warranties required.

Additionally it offers subsidies to a new fleet renewing program. The subsidies are based on social analysis of projects, in the economical life of the vehicles and the financial standing of autonomous.

# ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	14
1.1	Apresentação .....	14
1.2	Definição do Problema .....	16
1.3	Justificativa.....	17
1.4	Hipótese .....	18
1.5	Objetivos .....	18
1.6	Metodologia de Pesquisa .....	18
1.7	Estrutura da Dissertação.....	19
2.	TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA.....	21
2.1	Evolução do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil.....	21
2.2	Veículos do Transporte Rodoviário de Cargas.....	22
2.3	O Transporte Rodoviário de Carga nos dias atuais .....	25
2.4	Perfil Socioeconômico dos Transportadores Autônomos.....	33
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	36
3.1	Vida Econômica .....	36
3.2	Análise Social de Projetos.....	44
3.2.1	Externalidades negativas subjacentes à frota antiga de caminhões	47
4.	FERRAMENTA DE ATUÁRIA .....	64
5.	PROGRAMAS NACIONAIS DE FINANCIAMENTO PARA RENOVAÇÃO DA FROTA .....	75
5.1.	Metodologia de Análise dos Programas de Financiamento para Renovação da Frota .....	75
5.2.	Programas Nacionais de Financiamento Para Renovação da Frota...	77
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	92
	BIBLIOGRAFIA .....	95

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Classificação de Empresas quanto ao Número de Funcionários ...	26
Tabela 2. Idade Média da Frota Brasileira do Setor de Transporte Rodoviário de Cargas .....	27
Tabela 3. Composição da Frota (em unidades) por Tipo de Transportador.....	27
Tabela 4. Tipo de Carroceria (em unidades) por Tipo de Transportador .....	28
Tabela 5. Quantidade de Material Particulado Emitido .....	30
Tabela 6. Resultados do Estudo de Pereira (2006).....	43
Tabela 7. Principais Poluentes na Atmosfera.....	51
Tabela 8. Padrão de Qualidade conforme Conama .....	53
Tabela 9. Características que influenciam a Emissão Veicular .....	53
Tabela 10. Limites Máximos de Emissão de Veículos Leves .....	54
Tabela 11. Limites Máximos de Emissão de Veículos Pesados.....	55
Tabela 12. Fatores Médios de Emissão de Veículos Leves Novos .....	56
Tabela 13. Custo de Acidentes Rodoviários no Metrô de Manila.....	62
Tabela 14. Custo de Acidentes Rodoviários em 2004.....	63
Tabela 15. Programas de Renovação da Frota.....	84
Tabela 16. Perspectiva de Renovação do Caminhão .....	85
Tabela 17. Simulação de Financiamento .....	87
Tabela 18. Comprometimento da Renda com o Investimento.....	87
Tabela 19. Taxa de Renovação de Frota com Aporte de R\$ 1,0 bilhão .....	90
Tabela 20. Taxa de Renovação de Frota com Aporte de R\$ 57,0 bilhões .....	91

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Metodologia da Dissertação .....	19
<b>Figura 2.</b>	Classificação dos Veículos de Carga quanto ao Número de Eixos... .....	25
<b>Figura 3.</b>	Distribuição dos Veículos por Tipo de Transportador .....	26
<b>Figura 4.</b>	Margem Operacional Negativa .....	29
<b>Figura 5.</b>	Círculo Vicioso do Transporte Rodoviário de Cargas .....	32
<b>Figura 6.</b>	Distribuição de Renda entre os Transportadores Autônomos .....	34
<b>Figura 7.</b>	Parcelas de Financiamento de Caminhões Novos dos Autônomos .. .....	34
<b>Figura 8.</b>	Determinação da vida econômica do ativo .....	40
<b>Figura 9.</b>	Vida Econômica da Frota de acordo com o Estado de Conservação do Pavimento .....	43
<b>Figura 10.</b>	Emissão de Resíduos por Faixa de Idade .....	50
<b>Figura 11.</b>	Custo de Acidentes Rodoviários entre 2004/2005.....	62
	Fonte: DNIT, 2004.....	63
<b>Figura 12.</b>	Etapas do Modelo de Análise .....	66
<b>Figura 13.</b>	Metodologia de Análise de Programa de Financiamento .....	76

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres  
BACEN – Banco Central do Brasil  
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CAUE – custo anual uniforme equivalente  
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
CMT – Capacidade Máxima de Tração  
CNT – Confederação Nacional do Transporte  
CO – monóxido de carbono  
CO<sub>2</sub> – dióxido de carbono  
Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
Coopead – Instituto de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração de Empresas da Universidade Federal do Rio de Janeiro  
CS – caminhão simples  
CT – caminhão-trator  
CTB – Código de Trânsito Brasileiro  
DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem  
FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas  
g – gramas  
G-7 – grupo internacional que reúne os sete países mais industrializados e desenvolvidos economicamente do mundo, acrescidos da Rússia.  
GEE – gases de efeito estufa  
GNV – gás natural veicular  
HC – hidrocarbonetos  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IL – índice de lucratividade  
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
IPVA – Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores  
Km – quilômetro  
MAA – média aritmética anual  
MGA – média geométrica anual  
MP – Medida Provisória

MPAS – Ministério da Previdência e Assistência Social  
NE – não exigível  
NOx – óxidos de nitrogênio  
NTC&LOGÍSTICA – Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística  
OTA – Office of Technology Assessment  
PBT – Peso Bruto Total  
PBTC – Peso Bruto Total Combinado  
PE/VC – Private Equity/Venture Capital  
PF – pessoa física  
PIB – Produto Interno Bruto  
ppm – partes por milhão  
Proconve – Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores  
PTS – Partículas Totais em Suspensão  
RB – reboque  
RNTRC – Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas  
SAA – Sistema de Amortização Americano  
SAC – Sistema de Amortização Constante  
SAF – Sistema de Amortização Francês  
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
SO<sub>2</sub> – dióxido de enxofre  
SR – semirreboque  
t – tonelada  
TAC – Transportadores Autônomos de Carga  
TIR – taxa interna de retorno  
TJLP – Taxa de juros de longo prazo  
TKU – Tonelada quilômetro útil  
TRC – Transporte Rodoviário de Carga  
TRT – Taxa de Restrição de Trânsito  
VAUE – valor anual uniforme equivalente  
VPL – valor presente líquido

## **1. INTRODUÇÃO**

A presente pesquisa tem como objetivo analisar os programas governamentais de renovação de frota do transporte rodoviário de carga (TRC). O tema apresenta grande importância econômica e social, posto que a atividade TRC corresponde a 7,5% do PIB nacional e permite a ligação entre a produção e consumo. Esta pesquisa está fundamentada na *Teoria de Análise de Investimentos*, mais especificamente na *Análise de Substituição de Equipamentos*, na *Análise Econômico-Social de Projetos* e, finalmente, na *Teoria de Cálculos Atuariais*.

Do ponto de vista empírico, a pesquisa se apoia na análise de programas de financiamento voltados para renovação da frota dos transportadores autônomos no Brasil. Depois de apresentar a necessidade da sociedade de subsidiar a renovação da frota, o trabalho oferece subsídios para novos programas de auxílio à renovação.

### **1.1 Apresentação**

De acordo com Kouri e Spina (2007), o desenvolvimento do Transporte Rodoviário de Carga (TRC) se confunde, em alguns aspectos, com a própria história recente do Brasil. Isso porque durante o desenvolvimento industrial do país, a indústria automotiva teve grande destaque, o que impulsionou consideráveis investimentos na construção de rodovias.

O transporte rodoviário proporcionou a interiorização da ocupação nacional, juntamente com a transferência da Capital do país para a região Centro-Oeste. Devido aos incentivos fiscais e econômicos, o interior do Brasil tornou-se responsável pela produção de diversas mercadorias. Isso resultou em uma elevada necessidade de transporte entre as regiões produtoras e consumidoras. Atualmente o transporte rodoviário de carga é responsável por cerca de 60% da movimentação de mercadorias, conforme NTC&LOGÍSTICA (2006). Destaca-se que entre janeiro e dezembro de 2008, o TRC movimentou mais de 1,0 bilhão de toneladas de carga (FIPE, 2009).

A importância econômica do setor é realçada quando se observa que a atividade de transporte rodoviário de carga correspondeu a 7,5% do PIB em 2007 (Valente *et al.*, 2008). Além disso, o setor de transporte rodoviário de carga emprega mais de 590 mil pessoas (IBGE, 2006), transporta mais de 480 bilhões de toneladas quilômetro útil (TKU) ao ano (ANTT, 2006 *apud* CNT, 2009), com a existência de mais de 160 mil empresas de transporte rodoviário de carga e 820 mil transportadores autônomos (ANTT, 2009).

Pode-se dizer que o TRC (excluindo o transporte de carga própria) é um mercado segmentado entre empresas e autônomos. Este último segmento é considerado, por muitos, como próximo da estrutura de competição perfeita; é um mercado tomador de preços, atomizado e de fácil entrada e saída (NTC&LOGÍSTICA, 2006; Castro, 1988). É importante lembrar que o sucateamento da frota e a condição das rodovias, em processo constante de degradação, prejudicam a qualidade e a eficiência dos serviços prestados, aumentando os níveis de poluição e o número de acidentes.

Pereira (2006) e Pereira e Rocha (2006) relatam que o baixo investimento para melhoria das rodovias e a falta de estímulos para a renovação da frota dos caminhões elevam os custos operacionais do transporte, fato comprovado pela análise econômica feita pelo BNDES nos anos 90. Tal análise mostrou que o custo do transporte rodoviário de carga no Brasil é, em média, de US\$ 0,020/TKU, enquanto nos EUA, Canadá e Rússia é entre US\$ 0,009/TKU e US\$0,012/TKU. Porém, esse custo elevado não é transferido para o valor do frete cobrado, ficando entre os mais baratos, em média US\$ 18,00 por mil tkm movimentadas. Nos EUA chega a US\$ 56,00 e, mesmo assim, é menor que na Europa (Coppead, 2002).

Um procedimento que pode ser utilizado para verificar a ineficiência do transporte rodoviário de carga é confrontar a vida econômica dos caminhões com a idade da frota operante. A vida econômica é definida como uma função dos custos de manutenção e de operação, além dos custos de capital. Ela equivale à época ótima para efetuar a substituição do equipamento, conforme pode ser visto em Novaes e Alvarenga (1994).

Com base nos dados do RNTRC de 2009, pode-se verificar que a idade média dos caminhões dos transportadores autônomos é de 23 anos. Como eles já passaram de sua vida econômica, que é de 8 anos, os gastos com operação e manutenção são elevados. Isso faz com que os autônomos não consigam guardar dinheiro para trocar o veículo por outro mais atual e, em alguns casos, fica difícil a realização das manutenções corretivas e, muito menos, das preventivas.

Segundo Barat (1971 *apud* Pereira 2006), o crescimento econômico de um país está estreitamente ligado ao desempenho econômico-financeiro do setor produtivo. Para Schumpeter (1982), a evolução do sistema econômico depende das inovações que, por sua vez, dependem do crédito. Sendo assim, para possibilitar o crédito no setor de transporte rodoviário de carga foram desenvolvidos, ao longo dos anos, programas de financiamento para renovação da frota operante.

Com o intuito de verificar por que os programas de financiamento não geraram o aumento de uso do crédito pelos autônomos, este estudo fará a análise desses programas, cotejando com o poder aquisitivo dos transportadores autônomos, que representam 56% do mercado de transporte rodoviário de cargas do Brasil (ANTT, 2009).

## **1.2 Definição do Problema**

O transporte rodoviário representa mais de 60% da movimentação de carga nacional. Considerando que a maioria da frota operante tem idade média superior a oito anos (vida econômica), verifica-se a necessidade de renovação da frota. Para tanto, foram elaborados diversos programas de financiamento, que aumentaram a disponibilidade de crédito no mercado. Mesmo com esses programas, a idade média da frota dos transportadores autônomos de carga (TAC) continua elevada, passando de 15 anos em 2002 (CNT, 2002a) para 23 anos em 2009 (ANTT, 2009). Isso mostra, claramente, que a frota não foi renovada e que o problema se agravou.

Pelo exposto, esta dissertação procura analisar os seguintes problemas:

- Por que os programas governamentais de financiamento, até hoje propostos, não resultaram em uma efetiva renovação da frota operante no transporte rodoviário de carga?
- Quais medidas podem ser tomadas para que os financiamentos sejam mais efetivos, possibilitando, assim, a renovação da frota?

### **1.3 Justificativa**

A necessidade do TRC é cada vez maior, dado que a produção das mercadorias consumidas nos grandes centros urbanos está localizada cada vez mais distante deles.

O transporte realizado por uma frota sucateada e tecnologicamente defasada aumenta os custos operacionais, que por sua vez tendem a elevar o custo do frete. Cruz (2008) argumenta que o custo de transporte tem aumentado muito, a ponto de alguns caminhoneiros acharem melhor recusar o transporte, principalmente para o Norte e Nordeste, já que os fretes oferecidos não cobrem os gastos.

O aumento dos fretes tende a resultar em aumento do preço final das mercadorias, tornando-as menos competitivas tanto no mercado interno quanto no externo. Isso é potencializado pela má qualidade das rodovias utilizadas por esse transporte. Pereira (2006) e Pereira e Rocha (2006) demonstraram empiricamente essa relação entre a qualidade das rodovias e os custos do transporte. Além disso, a operação com uma frota antiga gera muitas externalidades negativas, que resultam em custos sociais.

Os programas de financiamento governamentais têm aumentado o crédito disponível no mercado, entretanto não conseguem atingir a maioria dos transportadores autônomos, os quais continuam sem dinheiro para renovar a frota.

Devido à ausência de tratamento sobre o tema na literatura, e com o intuito de contribuir para universalizar o acesso aos financiamentos, este estudo procura identificar as causas do insucesso de tais programas. Essa análise permitirá a elaboração de futuros programas que supram as necessidades dos autônomos, resultando na melhorado desempenho do setor, e na redução dos custos sociais provocados pela frota envelhecida.

#### **1.4 Hipótese**

Os programas de financiamento propostos estão em desacordo com o poder aquisitivo dos transportadores autônomos e exigem garantias que eles não podem oferecer, e, por isso, os programas de financiamento não têm sido efetivos.

#### **1.5 Objetivos**

O objetivo principal deste trabalho é identificar os aspectos limitantes, em termos de acesso ao crédito, dos programas de financiamento da frota autônoma de caminhões.

Os objetivos específicos são:

- a. Levantar a capacidade de pagamento do setor.
- b. Discutir os programas existentes no Brasil de financiamento de veículos de transporte de carga por meio da análise atuária.

#### **1.6 Metodologia de Pesquisa**

O método de pesquisa adotado nesse projeto é o hipotético dedutivo e um estudo de caso, uma simulação, será realizado. Para atingir os objetivos aqui propostos adota-se a seguinte estrutura (ver Figura 1 abaixo):

- a. Revisão bibliográfica.
- b. Definição da estrutura para análise dos programas de financiamento.
- c. Estudo de caso.
- d. Análise dos resultados - vida econômica, cálculo atuarial e perfil econômico dos transportadores autônomos.



**Figura 1.** Metodologia da Dissertação

## **1.7 Estrutura da Dissertação**

A dissertação foi estruturada em sete capítulos, além deste introdutório.

O Capítulo 2 oferece uma contextualização sobre o Transporte Rodoviário de Carga, contendo uma breve apresentação sobre a evolução do TRC no Brasil, apresentação das classificações dos veículos desse setor e a estrutura do setor nos dias atuais. Para finalizar descreve brevemente o perfil socioeconômico dos transportadores autônomos.

O Capítulo 3 oferece análises empíricas sobre a vida econômica dos veículos de transporte rodoviário de carga, como também os custos das externalidades (custo do frete, de poluição e de acidentes) devido à operação dos veículos acima da vida econômica.

O Capítulo 4 apresenta a base teórica, contendo uma breve explanação sobre cálculo atuarial com suas formulações necessárias para a análise de programas de financiamento.

O Capítulo 5 apresenta o detalhamento da metodologia da dissertação na

etapa de comparação dos aspectos de programas de financiamento com o perfil socioeconômico dos transportadores autônomos, e posterior aplicação da metodologia com a análise do programa de financiamento vigente por meio de cálculos atuariais. Finalmente, são apresentadas simulações atuariais para a renovação da frota do transporte rodoviário de carga dos transportadores autônomos.

O Capítulo 6 faz as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

## **2. PANORAMA DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA**

De acordo com Freitas (2004), transporte rodoviário de carga é “aquele que se realiza em estradas de rodagem, com utilização de veículos como caminhões e carretas”.

Este capítulo tem por objetivo apresentar um panorama do transporte rodoviário de cargas no Brasil, e o perfil dos transportadores autônomos que atuam no setor, auxiliando na compreensão desse tipo de transporte.

Para tanto, será apresentada uma breve evolução da importância do transporte rodoviário no Brasil, passando pela caracterização dos veículos utilizados nesse setor até chegar ao levantamento da estrutura do setor nos dias atuais.

### **2.1 *Evolução do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil***

Durante o desenvolvimento industrial brasileiro, a indústria automotiva teve papel de destaque, impulsionando o crescimento econômico e investimentos na construção de rodovias para que os veículos de transporte pudessem trafegar de forma mais adequada (Kouri e Spina, 2007). O transporte rodoviário era tão presente no Brasil que em 1910 foi elaborado um decreto (Decreto nº 8324) de incentivo à construção de estradas modernas (Silva Junior, 2004).

Em 1919, outro impulso para a indústria automotiva brasileira foi dado com a autorização para a Ford Motors funcionar no Brasil. Poucos anos mais tarde, a utilização de caminhões foi generalizada, impulsionando ainda mais a necessidade de abrir estradas para propiciar transporte mais rápido e de menor custo de implantação (Silva Junior, 2004).

Conforme o mesmo autor, esse impulso na indústria automotiva contribuiu para que os governantes achassem que as estratégias de governo deveriam ser voltadas para a expansão rodoviária, a ponto de Washington Luiz, então presidente do Brasil, em 1926, pronunciar que “Governar é abrir estradas”.

Ao longo dos anos, essa tendência foi sendo cada vez mais empregada nas

políticas nacionais, devido ao baixo custo de implantação e a realização do transporte porta a porta. A rodovia ia se fortalecendo juntamente com a decomposição do sistema ferroviário nacional (Silva Junior, 2004). Isso ocorreu devido ao TRC possibilitar a entrega na porta do comprador, bem como a facilidade de embarque e desembarque de mercadorias (Silva, 2006)

Com a criação da Petrobrás, a indústria rodoviária ganhou maior força, devido à facilidade no fornecimento de asfalto para a pavimentação das rodovias, aumentando o entusiasmo pelo uso de automóveis e caminhões. Com isso, o transporte rodoviário expandiu-se ainda mais.

A opção rodoviária se manteve no governo de Juscelino Kubitschek (1956-1960), com a construção de 15.000 km de rodovias, apresentando um crescimento de 15%, e durante a Ditadura Militar (1964 – 1985), com um crescimento em 4%, em relação ao governo anterior. Porém, no final da Ditadura, houve maiores investimentos nos demais modos de transporte fazendo com que o rodoviário apresentasse queda. Seu crescimento foi retomado já nos anos 90, sobretudo no Governo Fernando Henrique (Silva Junior, 2004).

## **2.2 Veículos do Transporte Rodoviário de Cargas**

O Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997) fornece o regimento do trânsito nacional e classifica os veículos quanto à tração, espécie e categoria. Dentre as espécies de veículos definidas no Código de Trânsito Brasileiro, os veículos de interesse para este estudo são os veículos de carga (caminhonete, caminhão, reboque, semirreboque), os veículos mistos (caminhoneta e utilitário) e os veículos de tração (caminhão-trator). Para o cálculo da idade da frota serão utilizadas as idades das caminhonetes, do caminhão, e do caminhão-trator.

A categorização dos veículos é como segue:

- 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;
- Semirreboque: veículo de um ou mais eixos que se apoia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação;
- Camioneta: veículo misto destinado ao transporte de passageiros e carga no mesmo compartimento;
- Utilitário: veículo misto caracterizado pela versatilidade do seu uso, inclusive fora de estrada;
- Caminhão-trator: veículo automotor destinado a tracionar ou arrastar outro.

Segundo classificação da ABNT (1997), os veículos podem ser **completos**, **incompletos**, **caminhão-trator** ou **veículos rodoviários combinados**. Os primeiros são os veículos que foram totalmente construídos na fábrica de origem ou acrescidos de equipamento veicular (Ex.: caminhão simples, caminhoneta e motocicleta de carga). Os segundos representam todo veículo dependente de complementação para transformá-lo em veículo rodoviário de carga. O caminhão-trator é um veículo automotor utilizado para tracionar outros. E os veículos combinados são aqueles constituídos de um caminhão automotor tracionando um ou mais rebocados.

Os complementos de veículos incompletos podem ser:

- Fixo – complemento que não possibilita sua remoção do chassi. Pode apresentar estrutura aberta (comum ou carga seca, graneleira, canavieira, gaiola, prancha, bug, cerealeiro, florestal, cegonha e transporte de bebidas) ou fechada (baú ou furgão simples, sider, barriguda, furgão-frigorífico, furgão isométrico, furgão blindado, transporte de bebidas, tanque e silo);
- Removível – complemento que pode ser removido do chassi. Possuem três tipos: contentor ou contêiner, caçamba estacionária para fins múltiplos ou caçamba para fins específicos;

- Mecanismo operacional – complemento destinado à prestação de serviços e transporte específico. Tipo: caçamba basculante, guincho, poliguindaste, betoneira, espargidor, coletor compacto de resíduos sólidos, guindaste veicular, equipamentos de prevenção/ proteção/ extinção de incêndio, equipamentos de resgate/ salvamento, equipamentos de inspeção de redes aéreas e plataforma elevatória;
- Distribuidor de peso – equipamento para adequar a distribuição do peso sobre a superfície do pavimento. Exemplo: eixo veicular auxiliar e *dolly*;
- Dispositivo de fixação – equipamento incorporado a um chassi para tracionar rebocados ou veículos rodoviários rebocados.

Para a classificação dos veículos quanto ao peso máximo que transmitem ao pavimento, é possível usar a classificação da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores. Conforme essa classificação, os veículos são (ANFAVEA, 2008):

- Semileves ..... 3,5 t < PBT < 6 t
- Leves ..... 6 t < PBT < 10 t
- Médios ..... 10 t < PBT < 15 t
- Semipesados
  - Caminhão-chassi ..... PBT > 15 t e CMT < 45 t
  - Caminhão-trator ..... PBT > 15 t e PBTC < 40 t
- Pesados
  - Caminhão-chassi ..... PBT > 15 t e CMT > 45 t
  - Caminhão-trator ..... PBT > 15 t e PBTC > 40 t

Onde, conforme o Código de Trânsito Brasileiro:

PBT – Peso bruto total corresponde ao peso máximo que o veículo transmite ao pavimento, constituído da soma da tara mais a lotação. Sendo tara o peso próprio do veículo, acrescido do peso da carroçaria ou equipamentos, do combustível, das ferramentas e acessórios, da roda sobressalente, do extintor de incêndio e do fluido de arrefecimento (em kg); e lotação a carga útil máxima, incluindo o condutor e o passageiro que o veículo transporta, expressa em quilogramas para os veículos de carga.

PBTC – peso bruto total combinado, ou seja, peso máximo transmitido ao pavimento

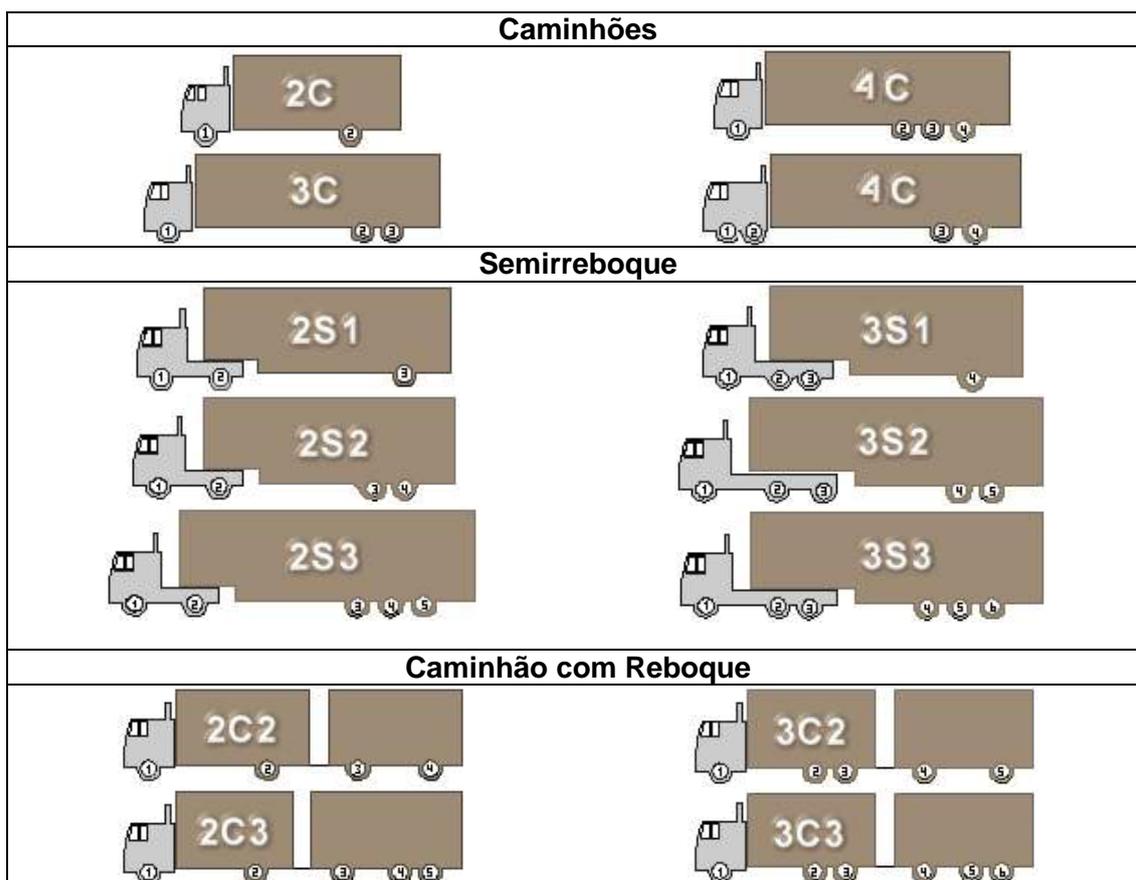
pela combinação de um caminhão-trator mais seu semirreboque, ou do caminhão mais o seu reboque ou reboques.

CMT – capacidade máxima de tração, que corresponde ao peso máximo que a unidade é capaz de tracionar, indicado pelo fabricante, baseado em condições sobre suas limitações de geração e multiplicação de momento de força e resistência dos elementos que compõem a transmissão.

O Departamento de Estradas e Rodagem (DNER, 2000) utiliza como critério de classificação o número de eixos e a composição do veículo, como apresentado na Figura 2.

**Onde:** C → Caminhão      S → Semirreboque (semitrailer)

O número à esquerda da letra indica o número de eixos da unidade tratora, e o número à direita da letra indica o número de eixos da unidade tracionada.

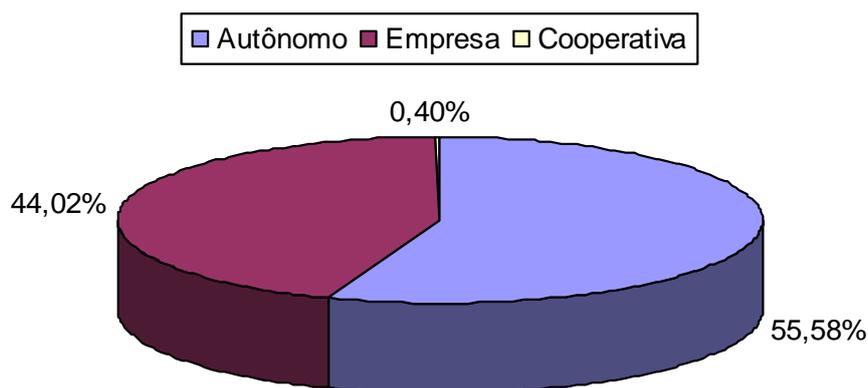


Fonte: Adaptado DNER (2000)

**Figura 2.** Classificação dos Veículos de Carga quanto ao Número de Eixos

### 2.3 O Transporte Rodoviário de Carga nos dias atuais

Conforme o BNDES (2008) e o IBGE (2006), o setor de transportes era, em 2005, composto por mais de 60 mil empresas, das quais 92% eram de microempresas, sendo somente 7,5% correspondente a empresas com mais de 20 funcionários. O que demonstra uma concentração do setor nos autônomos e nas pequenas empresas. Essa concentração continua sendo demonstrada nos dados do RNTRC de 4 de março de 2009 (Figura 3).



Fonte: ANTT- RNTRC – 04.03.2009

**Figura 3.** Distribuição dos Veículos por Tipo de Transportador

O objetivo maior do setor do TRC é a prestação do serviço de transporte rodoviário de carga a terceiros por veículos próprios ou fretados, por meio de pagamento de frete (DNER, 1976).

Devido ao fato das grandes e médias empresas transportadoras possuírem estrutura econômica que permita organizar os custos operacionais de suas prestações, elas oferecerem serviços especializados, garantem maior competitividade perante os demais operadores e estabelecem contratos de maior duração com alguns demandantes (Carvalho, 2004).

Para melhor compreensão do que são grandes, médias e pequenas empresas, segue a classificação das empresas conforme definido pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) em 2008:

**Tabela 1.** Classificação de Empresas quanto ao Número de Funcionários

Porte	Indústria	Comércio e Serviço
Microempresa	Até 19 funcionários	Até 9 funcionários
Pequena empresa	De 20 a 99 funcionários	De 10 a 49 funcionários
Média empresa	De 99 a 499 funcionários	De 50 a 99 funcionários
Grande empresa	500 ou mais funcionários	100 ou mais funcionários

As pequenas empresas de transporte rodoviário possuem características semelhantes aos autônomos, constituindo um segmento à parte no setor, no qual apresentam elevada rotatividade de funcionários, baixo tempo médio de estudo e baixo nível de receita gerada por outros serviços (Wanke e Fleury, 2006). Essas empresas, igualmente aos autônomos, transportam principalmente cargas que dispensam equipamentos especiais, e o principal atributo visado pelos embarcadores é o preço.

Segundo os registros da ANTT, em 25 de maio de 2009, a frota do transporte rodoviário de carga era composta por 1.918.941 unidades, sendo a idade média da frota de 18,4 anos (Tabela 2). Porém, considerando somente os autônomos, a idade média passa para 23 anos, ou seja, 25% maior. Mais da metade da frota é formada por caminhão simples (51,3%). Na Tabela 3, compara-se a composição da frota entre os tipos de transportadores.

Vale mencionar que no mundo desenvolvido, como nos Estados Unidos, a idade média da frota de caminhões é de 7 anos, e, conforme estudo de Pereira (2006), foi verificado que a vida econômica dos caminhões brasileiros é de 8 anos. Isso considerando o tráfego em rodovias de boa qualidade.

**Tabela 2.** Idade Média da Frota Brasileira do Setor de Transporte Rodoviário de Cargas

AUTÔNOMO				EMPRESA				COOPERATIVA				TOTAL			
CS	CT	SR	RB	CS	CT	SR	RB	CS	CT	SR	RB	CS	CT	SR	RB
23,9	17,6	13,6	17,4	12,9	7,9	8,7	13,5	16,4	14,9	11,6	12,7	20,3	11,8	10,1	14,9
<b>22,9</b>		14,1		<b>11,1</b>		9,2		<b>15,8</b>		11,7		<b>18,4</b>		10,6	
21,7				10,2				13,9				16,6			

Fonte: ANTT- RNTRC (2009)

Legenda:

CS – caminhão simples; CT – caminhão-trator; SR – semirreboque; RB – reboque;

**Tabela 3.** Composição da Frota (em unidades) por Tipo de Transportador

	AUTÔNOMO	EMPRESA	COOPERATIVA	TOTAIS
<b>CAMINHÃO SIMPLES</b>	663.797	318.208	2.934	984.939
<b>CAMINHÃO-TRATOR</b>	118.968	175.913	1.794	296.675
<b>SEMIRREBOQUE</b>	97.408	246.553	2.278	346.239
<b>REBOQUE</b>	15.506	27.558	185	43.249
<b>CAMINHONETE E</b>	72.105	27.588	139	99.832

	<b>AUTÔNOMO</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>COOPERATIVA</b>	<b>TOTAIS</b>
<b>FURGÃO</b>				
<b>APOIO OPERACIONAL</b>	95.461	52.242	304	148.007
<b>TOTAL</b>	1.063.245	848.062	7.634	1.918.941

Fonte: ANTT- RNTRC (2009)

A partir dos dados apresentados nas tabelas, verifica-se que a frota das empresas é menor que a frota dos autônomos, porém, é mais nova e mais diversificada (Tabela 4). A preponderância continua sendo de caminhão simples de carroceria aberta (37%) e baú simples (25%). Já na frota dos autônomos, esses dois tipos de carroceria somam 78%, valor muito maior do que na das empresas. A situação das cooperativas é intermediária; mesmo com alto nível de concentração, possui uma frota mais jovem que a dos autônomos. (Tabela 4)

**Tabela 4.** Tipo de Carroceria (em unidades) por Tipo de Transportador

	<b>Empresas</b>	<b>Autônomos</b>	<b>Cooperativas</b>	<b>Total</b>
<b>Basculante</b>	14.452	17.139	113	31.704
<b>Baú-Frigorífico</b>	17.762	5.684	362	23.808
<b>Baú Simples</b>	157.525	124.692	1.156	283.373
<b>Carroceria Aberta</b>	228.505	527.929	2.277	758.711
<b>Cegonha</b>	3.903	513	25	4.441
<b>Graneleiro</b>	31.297	46.929	327	78.553
<b>Guincho</b>	158	122	0	280
<b>Outros</b>	83.784	89.707	568	174.059
<b>Porta-Contêiner</b>	13.890	6.560	151	20.601
<b>Sider</b>	8.256	1.003	31	9.290
<b>Silo</b>	5.742	1.095	54	6.891
<b>Tanque</b>	53.645	14.851	472	68.968
<b>Transporte de Animais</b>	59	171	1	231
<b>TOTAL</b>	618.978	836.395	5.537	1.460.910

Fonte: ANTT- RNTRC (2009)

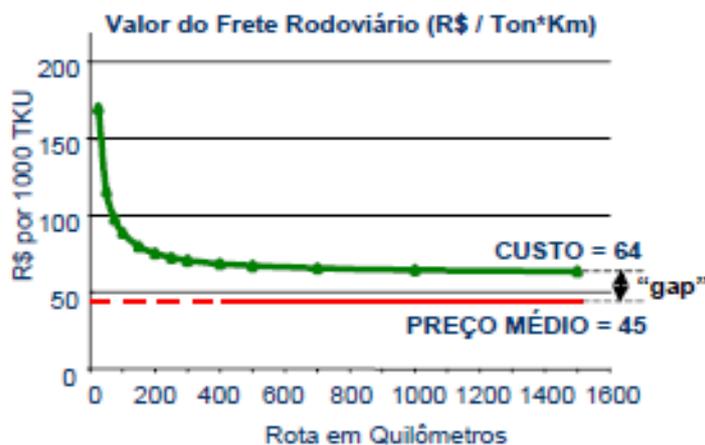
De acordo com NTC & Logística, o setor de TRC está vivendo um momento crítico devido ao aumento da demanda, à restrição ao trânsito de caminhões nos grandes centros urbanos e, principalmente, em função do aumento dos custos de transportes (Cruz, 2008).

O transporte rodoviário de cargas vem enfrentando diversos problemas no dia-a-dia, como deficiência nos custos operacionais devido à alta idade da frota, e, com a restrição ao trânsito de veículos pesados nos grandes centros urbanos,

os custos operacionais aumentaram. Isso porque a saída utilizada por muitas empresas foi o investimento em veículos menores para atender a demanda e, os custos dessa escolha é transferido ao frete por meio do TRT – Taxa de Restrição de Trânsito, cerca de 15% a mais. Conforme Cruz (2008), nos 30 primeiros dias de restrição, os custos operacionais aumentaram 44%.

Em estudo apresentado pela Coppead (2002), apresenta-se a dimensão econômica como a mais importante para se analisar o transporte de carga, e nesse aspecto verificou-se, em mesmo estudo, que a produtividade do transporte de carga no Brasil é 4,5 vezes menor que nos Estados Unidos. Quando comparamos a produtividade, em termos de mão-de-obra, do transporte de carga (22%) no Brasil com outros setores da economia, ele apresenta desempenho abaixo da média nacional, ficando somente à frente do setor de varejo (18%) e processamento de alimentos (14%).

Juntamente com os altos custos operacionais, e a baixa produtividade do Transporte Rodoviário de Carga, estão os baixos fretes que produzem uma margem operacional negativa (Figura 4).



Fonte: Coppead (2002)

**Figura 4.** Margem Operacional Negativa

Conforme Coppead (2002), os baixos preços dos fretes é resultado, dentre outros fatores, das baixas barreiras de entrada no mercado e às altas barreiras de saída, baixa manutenção e renovação dos veículos. Essas falhas econômicas comprometem o setor, impedindo o seu crescimento, e geram

externalidades negativas para a sociedade, como problemas ambientais e acidentes nas estradas.

De acordo com a reportagem “Do útil ao Essencial” da Revista Negócios em Transporte de 2008, o setor de transportes é a segunda atividade mais poluidora, sendo responsável por cerca de 25% da emissão de CO<sub>2</sub>, gás de efeito estufa (GEE).

Ao encontro dessa informação, Castro (2009) apresenta um quadro comparativo entre a quantidade de material particulado emitida pelos caminhões e a quantidade permitida. O teste foi realizado com base no veículo Mercedes-Benz 1315 e os dados coletados estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Quantidade de Material Particulado Emitido

<b>Ano</b>	<b>Fabricante*</b>	<b>Despoluir **</b>
<b>2008</b>	1,05	0,46
<b>2006</b>	1,05	0,55
<b>1978</b>	2,5	3,08
<b>1974</b>	2,5	2,56

Fonte: Castro (2009)

Legenda: \* = k máximo; \*\* = k medido pelo programa; k – quantidade de material particulado emitido pelo veículo (fumaça preta).

De acordo com Silva (2008), coordenador-geral do Denatran, os veículos com motor de geração antiga consomem mais e contribuem muito para aumentar o número de acidentes pela falta de condições mecânicas.

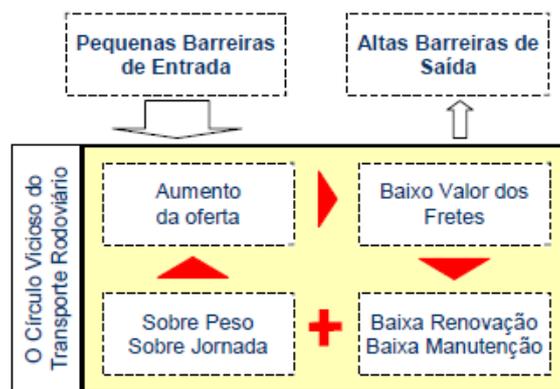
De acordo com estudo realizado pela Coppead (2002) o “número de mortes por quilômetro nas estradas brasileiras é de 10 a 70 vezes maior do que nos países pertencentes ao G-7 (França, Alemanha, Canadá, Estados Unidos, Itália, Japão e Reino Unido)”. O número por si só é preocupante, e fica pior quando se verifica que é o segundo maior problema de saúde pública, perdendo somente para a desnutrição. Em número de mortes, ele só perde para a construção civil (Seminário Brasileiro do Transporte Rodoviário de Cargas, 2009).

Conforme apresentado no Seminário Brasileiro do Transporte Rodoviário de Cargas (2009), comparando-se o TRC com as outras atividades econômicas, ele responde por 15% dos óbitos e 7% da invalidez; comparando-o somente com os demais transportes ele responde por 61% dos óbitos e 39% dos casos de invalidez.

Segundo dados obtidos pela Cel/Coppead (2006, *apud* Lima 2006), em 2004 ocorreram 91 mil acidentes em rodovias federais e estaduais com 12 mil mortes com veículos de cargas. Segundo Lima (2006), enquanto no Brasil ocorrem 281 mortes/100mil caminhoneiros, nos EUA ocorrem 25, o que gera prejuízos em torno de R\$ 9,7 bilhões.

Diante dos aspectos apresentados, conclui-se que a renovação da frota brasileira de caminhões nunca foi tão necessária. Conforme estudo feito pelo Centro de Estudos em Logísticas, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppead, 2002), 76% dos veículos possuem mais de 10 anos. Adicionalmente, conforme apresentado no Seminário de Transporte Rodoviário de Carga (2009), 44% da frota está com idade acima de 20 anos e 20% está acima dos 30. Essa frota com idade tão avançada preocupa devido à emissão de gases e aos altos índices de acidentes por eles provocados.

Cerca de 85% da frota com idade superior a 20 anos pertence aos transportadores autônomos, o que dificulta a obtenção de fretes melhores e reduz a competitividade deles no mercado. Isso provoca um círculo vicioso no setor, conforme apresentado em CNT, Coppead (2002) e Wanke e Fleury (2006) e ilustrado na Figura 5:



Fonte: Coppead (2002)

**Figura 5.** Círculo Vicioso do Transporte Rodoviário de Cargas

Sem um programa de renovação de frota que seja acessível aos transportadores autônomos, o país além de ser onerado pelo aumento da poluição ambiental e acidentes rodoviários, perde também com a redução em sua receita, posto que esses veículos são isentos de Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores (IPVA). O programa não deve se preocupar tão somente com a aquisição de veículos novos, mas também com a retirada dos veículos velhos de circulação, pois senão a frota não será renovada e sim aumentada, o que não resolve o problema. Sendo assim, surge outro problema: o que fazer com os veículos velhos?

Para este problema, o México adotou um programa de *chatarización* (sucateamento) de veículos antigos, programa similar aos implantados nas décadas de 70 e 80 em países como os Estados Unidos e Itália. O programa consiste basicamente em “utilizar o valor de um veículo usado – que pode ser caminhão, trator ou ônibus – como entrada na compra de um novo. A diferença é que, em vez desse caminhão ser vendido para outra pessoa e continuar circulando, ele é inutilizado”. O valor fornecido para o caminhoneiro depende do veículo sucateado, variando, assim, de 42.000 pesos, correspondendo a R\$ 7.800, até 140.000 pesos, equivalentes a R\$ 26.000 (Quatro Rodas, 2007).

Conclui-se, portanto, que por ser demasiadamente complexo, o transporte rodoviário de carga, requer a realização de um programa de renovação de frota que atenda as restrições financeiras dos transportadores autônomos, que representam mais de 50% do setor, para que haja a redução dos impactos

negativos desse transporte. Assim, esse trabalho apresenta uma análise dos programas já propostos, confrontando com o perfil socioeconômico dos autônomos para identificar os pontos falhos e propor aspectos relevantes para a formulação de programas de financiamento mais efetivos.

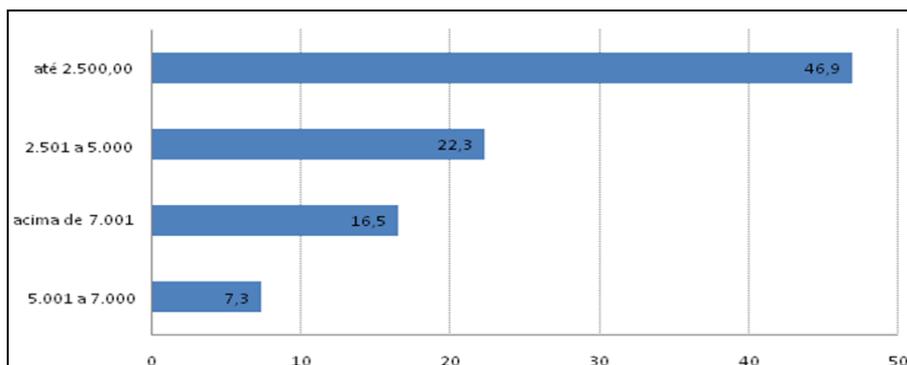
#### **2.4 Perfil Socioeconômico dos Transportadores Autônomos**

De acordo com o DNER (1976 *apud* Carvalho, 2004), os autônomos são proprietários ou coproprietários de um ou mais veículos, no qual a condução é feita pelos próprios profissionais, que não possuem vínculo empregatício, e o serviço é prestado por contratação direta.

No Brasil os autônomos possuem baixa instrução (76% deles possuem no máximo o ensino ginásial), poucos conhecimentos empresariais, e fazem do frete, que em muitos casos não cobre os custos operacionais, como principal fator de competitividade (CNT, 2002a).

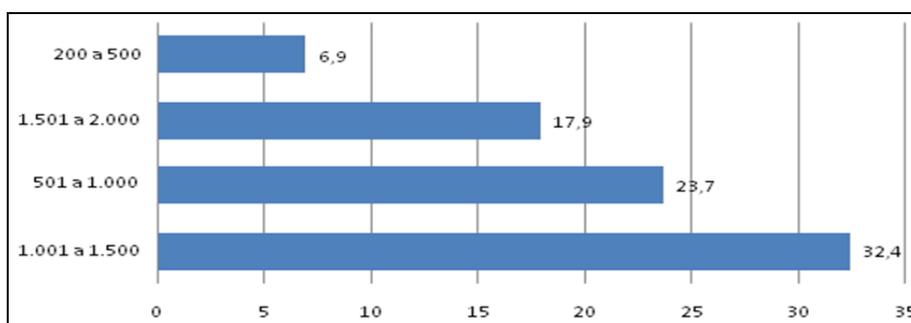
Os veículos mais utilizados por autônomos são os caminhões simples e com carroceria aberta (Lopes *et al.*, 2008) das marcas Mercedes-Benz (51,7%), seguidos de Scania (21,0%), Ford (9,0%) e Volvo (8,6%); 66,4% dos autônomos possuem veículos próprios quitados, 17,3% em financiamento, e 1,8% em *leasing* (CNT, 2002a). O tipo de carroceria fornece boa indicação do serviço prestado, sendo assim, é fácil concluir que os autônomos transportam, sobretudo, carga seca não específica (Lopes *et al.*, 2008), sendo levantado em pesquisa CNT (2002a) que 37,6% transportam graneis sólidos, e 20,8%, cargas fracionadas.

Se compararmos a renda bruta mensal (Figura 6) com os valores das parcelas de financiamento (Figura 7), é possível observar que a maioria dos autônomos do setor de transporte rodoviário de cargas está descapitalizada, ou seja, o setor tem pouca capacidade de se autofinanciar. Isso sem considerar os gastos mensais com a manutenção e pedágio, que giram em torno de R\$ 570,00 e R\$ 900,00 respectivamente.



Fonte: CNT (2002a)

**Figura 6.** Distribuição de Renda entre os Transportadores Autônomos



Fonte: CNT (2002a)

**Figura 7.** Parcelas de Financiamento de Caminhões Novos dos Autônomos

Com relação às condições dos caminhoneiros para efetuar o pagamento das prestações do financiamento do veículo, podemos dizer que, em geral, a maioria tem conseguido pagar com muita dificuldade (60,7%) ou com dificuldade (30,6%). Apenas uma minoria quita suas dívidas sem dificuldade (6,4%) (CNT, 2002a).

Portanto, para que ocorra renovação da frota é preciso que sejam criados programas de financiamento condizentes com a capacidade de pagamento dos autônomos do setor.

Conforme Cerezoli (2009), os altos custos de manutenção e preço elevado do diesel, acrescidos das condições exigidas para o financiamento, vêm afastando os autônomos do mercado de trabalho. De acordo com José da Fonseca Lopes, presidente da Abcam (Associação Brasileira dos Caminhoneiros), também presidente da Seção de Autônomos da CNT - "Muitas vezes, o autônomo não consegue comprovar renda nem residência fixa. A burocracia

para os financiamentos de caminhões é enorme”.

Em mesma reportagem feita por Cerezoli (2009), José Maria Carvalho, 54 anos, caminhoneiro desde os 20, mostra a preocupação com as contas que ainda estão por pagar de seu caminhão, ano 1986 - “Já não tenho mais as prestações do meu caminhão, mas, só de manutenção, eu gastei R\$ 2.500,00 no câmbio e na embreagem e, outros R\$ 1.720,00, para revisão do sistema de freio e eixo do truck (terceiro eixo) entre novembro e dezembro”. Além dos gastos com manutenção, há o gasto com pedágio, que vai de R\$ 501,00 a R\$ 1.000,00 em 18,7% dos casos, e até R\$ 500,00 em 60,2%.

Uma pesquisa da CNT (2002) relacionada aos dados socioeconômicos dos transportadores autônomos apresenta: 72,6% possuem moradia própria, quitada, e 20,7% moram de aluguel; mais de 65% possuem no mínimo 3 dependentes; 90,9% trabalham mais de 8 horas diárias, com jornada média de 15 horas diárias, transportando em média 10 toneladas, sendo 88,4% até 30 toneladas; 67,1% nunca fizeram nenhum tipo de curso de aperfeiçoamento; 68,1% possuem área de atuação no transporte interestadual.

A idade média da frota passou de 15 anos em 2002 para 22,9 em 2009 (ANTT - RNTRC, 2009), e os proprietários dos veículos mais velhos não sabem informar quando poderão renovar a frota. Em média eles rodam 9.500 km, sendo que a maioria, representando 34,1%, trafega entre 5.001 e 10.000 km.

De acordo com os dados apresentados, é possível verificar que os transportadores autônomos, embora possuam mais da metade da frota dos veículos do transporte rodoviário de carga, não possuem condições financeiras para competir com as empresas, nem para melhorar sua produção no mercado, devido à sua falta de capitalização e altos custos de operação.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta uma discussão sobre a Teoria de Análise de Investimentos, com foco (a) na análise de renovação de ativos com base em sua vida econômica e (b) na análise social de projetos.

#### **3.1 *Vida Econômica***

Vey e Rosa (2003) relatam que para se determinar o melhor momento para a substituição de um ativo é conhecer a sua vida útil e sua vida útil econômica, visto que esses dados influenciam na depreciação do ativo, fator de grande importância nessa decisão. A substituição de equipamentos envolve grandes quantias de dinheiro e, em geral, é irreversível; é correto e oportuno fazer uma análise quantitativa, teoricamente apoiada.

Para isso, é importante a compreensão desses conceitos. Vida útil corresponde ao tempo máximo de utilização do bem, independentemente de seu desempenho, já vida útil econômica refere-se ao tempo de funcionamento eficiente do ativo.

Porém, vale ressaltar que existem outras razões para a substituição de equipamentos, além da sua deterioração, que provocam o aumento nos custos operacionais e de manutenção, como por exemplo, o avanço tecnológico e inadequação do ativo à linha de produção adotada pela empresa. Neste estudo, será considerada a primeira, como sendo a principal razão para a substituição dos caminhões da frota do TRC.

A análise de substituição pode ser conduzida da seguinte maneira: (a) baixa sem reposição; (b) substituição idêntica; (c) substituição não idêntica; (d) substituição com progresso tecnológico; e (e) substituição estratégica. Aqui será adotado o método de substituição idêntica, já que a preocupação do estudo é a renovação de frota, sem necessidade de progresso tecnológico. Entretanto, como a frota é muito antiga, o progresso tecnológico é inevitável. (Cassaroto Filho, 2008)

Para melhor compreensão dos métodos de análise de substituição de ativos, é importante apresentar um pouco de cada classificação, conforme análise elaborada por Cassaroto Filho (2008):

- (a) Baixa sem reposição: ocorre em caso de desativação de projetos ou linhas de produção, devido ao fato do equipamento deixar de ser útil para a empresa;
- (b) Substituição idêntica: ocorre quando os equipamentos não sofreram grandes avanços tecnológicos e por isso são substituídos por ativos de mesmas características. Nessa categoria encontram-se a maioria dos veículos, motores elétricos e máquinas operatrizes;
- (c) Substituição não idêntica: ocorre quando o equipamento é substituído por outro com características diferentes, devido aos avanços tecnológicos, esperando-se não acontecerem mudanças significativas no futuro;
- (d) Substituição com processo tecnológico: considera os avanços tecnológicos constantes, que trazem vantagem operacional à empresa devido à economia financeira adquirida;
- (e) Substituição estratégica: ocorre devido à busca por equipamentos que forneçam uma produção diversificada e com a maior qualidade possível, com custos baixos para garantir consumidores na briga de mercado.

Note-se que os caminhões são veículos e como tal pode-se empregar a abordagem de substituição *idêntica* para determinar qual o intervalo ótimo entre as substituições. Este intervalo é denominado de vida econômica do equipamento.

A determinação da vida econômica de um equipamento consiste em balancear o custo de investimento inicial, os custos de operação/manutenção e o custo de revenda do equipamento (quando existir), para todas as vidas úteis possíveis. Tratando-se de uma análise utilizando os fluxos de caixa reais, os métodos de determinação do momento ideal de substituição de ativos são: valor presente líquido (VPL), valor anual uniforme equivalente (VAUE), custo anual uniforme equivalente (CAUE), taxa interna de retorno (TIR), índice de lucratividade (IL) e *pay-back* atualizado ou descontado.

Conforme Casarotto Filho (2008), o ano de substituição do ativo, ou seja, o ano de fim da vida econômica do equipamento, será aquele em que o custo anual uniforme equivalente (CAUE) for menor, ou então, quando o valor uniforme equivalente (VAUE) for maior.

O custo anual uniforme equivalente considera os custos do investimento, ao passo que o valor anual uniforme equivalente considera todos os componentes do fluxo de caixa; porém, suas metodologias de cálculo são semelhantes. E conforme Vey e Rosa (2003), para se determinar o CAUE é necessário transformar os custos dos bens para custos anuais equivalentes e aplicar a taxa de juros correspondente ao custo de capital (ou taxa de atratividade). De acordo com Novaes e Alvarenga (1994), os cálculos dos custos médios adotam a seguinte sistemática:

- (a) Colocação de todos os custos em valor presente para permitir um somatório correto. Para tanto, deve-se utilizar o fator de valor presente, que possui a seguinte fórmula:

$$FVP = \frac{1}{(1 + j)^n} \quad \text{Equação 1}$$

**Onde:**

FVP – fator de valor presente;

j – taxa de juros;

n – período (anos).

- (b) Distribuição dos valores obtidos em “a” pelos anos de vida útil do veículo;
- (c) Escolha da opção que apresentar o menor custo médio anual.

O cálculo do custo médio anual equivalente, associado ao investimento na aquisição ou substituição de um ativo, é dado pela seguinte equação:

$$CAP = (I - R) \times FRC + R \times j \quad \text{Equação 2}$$

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

**Equação 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.

Para o cálculo do custo médio por quilômetro e, assim, determinação da vida econômica, são necessários os dados de custos de manutenção, fornecidos pelos transportadores ou pelas montadoras dos caminhões utilizados. O cálculo do custo médio por quilômetro segue a formulação:

$$Y = \left( \frac{A + B}{12} \right)$$

**Equação 4**

**Onde:**

Y – valor mensal (R\$);

A – custo médio anual de capital;

B – custo anual de manutenção

$$Z = \left( \frac{Y + D}{E} \right)$$

**Equação 5**

**Onde:**

Z – custo médio por quilômetro;

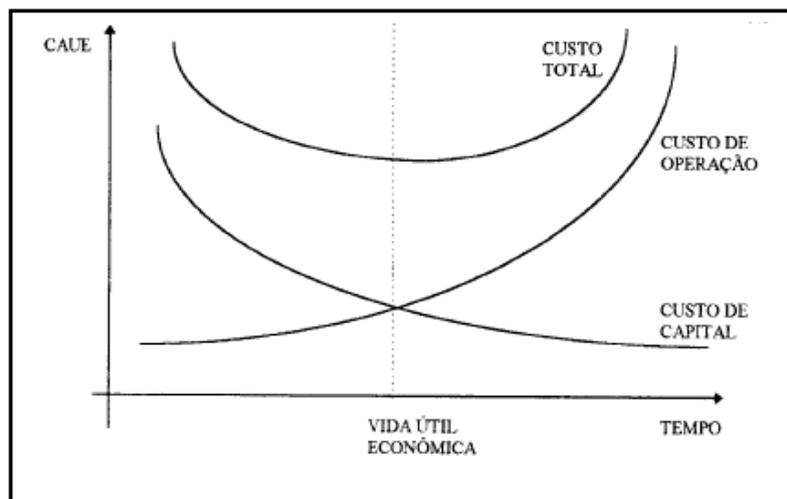
Y – valor mensal;

D – custo fixo mensal;

E – quilometragem média mensal.

A Figura 8 apresenta o esquema gráfico para identificar a idade econômica de um ativo. A idade econômica é determinada pelo ponto de interseção entre as curvas de custo operacional e custo de capital, sendo, portanto, o ponto mínimo da curva dos custos totais. A partir da idade econômica, os custos de operação serão superiores aos custos de capital, caracterizando uma operação

antieconômica.



Fonte: Valente *et al.*, 1997

**Figura 8.** Determinação da Vida Econômica do Ativo

Para Pereira e Rocha (2006), são variáveis relevantes para o cálculo do CAUE: o valor de aquisição do veículo; os custos de operação e manutenção; a taxa de desconto; e o percurso médio mensal. De Rocchi (1987) inclui também como fatores relevantes para a análise de substituição de ativos, (a) os valores de revenda, ou residuais ao final de cada ano; e (b) o custo de capital do autônomo ou sua taxa mínima de atratividade.

A necessidade de todos esses dados para o cálculo da vida econômica demonstra algumas limitações do método, posto que esses dados nem sempre estão disponíveis ou são de fácil obtenção. Dentre os dados necessários apresentados por De Rocchi (1987), o valor de investimento é de fácil obtenção, já o valor residual, ao final de cada ano, é mais complexo. Este pode ser obtido por pesquisa junto ao mercado especializado, ou em consultas a manuais técnicos ou revistas, caso existam, que forneçam o padrão de depreciação de cada bem. E, para o caso específico desse estudo, conforme apresentado em Pereira (2006), a desvalorização dos caminhões “inicia-se com 30% no 1º ano, 20% no 2º ano, 15% no terceiro e quarto anos e 5% no quinto e sexto anos, até chegar ao limite de 95% de desvalorização.

Porém, para Valente *et al.* (2008), o valor da depreciação deve ser considerado

no cálculo do custo de manutenção juntamente com os custos de operação e, segundo o mesmo autor, esse custo “está ligado ao preço inicial do veículo novo: quanto mais caro o veículo novo, maior será o valor da depreciação”.

Em ambos os casos para se calcular o valor residual do equipamento devido à depreciação deve-se utilizar a expressão matemática a seguir (Pereira, 2006):

$$R = I \times e^{(-bt)} \quad \text{Equação 6}$$

**Onde:**

I – valor do veículo novo;

R – valor residual para um período de uso igual a t anos

b – constante a ser adotada;

t – período (em anos).

Quanto aos custos operacionais do investimento, devido à necessidade de serem estimados para cada período, podem apresentar distorções que não forneçam subsídios corretos para a tomada de decisão. Por último a taxa mínima de atratividade, caso seja de difícil determinação, deve ser considerada como “no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco” (Puccini *et al.* 1969 *apud* Vey e Rosa, 2003)

Como este trabalho trata da determinação da vida útil econômica de caminhões do transporte rodoviário de carga, que pode seguir a lógica de substituição idêntica, o método de CAUE com as limitações apresentadas por De Rocchi (1987) pode ser utilizado considerando-se somente os custos operacionais e o custo de capital.

Por meio da análise da vida econômica dos veículos dos transportadores autônomos, pode-se identificar se a frota do transporte rodoviário de carga está com idade superior à vida econômica, sendo, portanto, necessária sua renovação. No entanto, devido à falta de poder de autofinanciamento dos autônomos, estes se veem obrigados a procurar o financiamento de terceiros. No entanto, como o fornecedor de crédito deve seguir normas estabelecidas

por órgãos reguladores de crédito, as empresas de pequeno porte e os autônomos encontram dificuldades para obter esse crédito no sistema financeiro (Chieza, 2006).

De acordo com Pereira (2006), um ponto importante para a determinação da vida econômica dos veículos é relacionar seus custos operacionais ao estado de conservação das vias pelas quais trafegam, sendo que, quanto pior for o estado de conservação, maiores serão os custos operacionais.

No estudo de Pereira (2006), a idade econômica da frota de caminhões seguiu a premissa de um gerenciamento voltado ao serviço que atende às necessidades dos clientes. Esse autor utilizou os dados do CNT (2004) de avaliação das rodovias, a partir dos quais classificou as rodovias em: 36,2% ótimo; 7,7% bom; 33,4% deficiente; 13,6% ruim; e 9,1% péssimo. Tendo sido utilizadas, para o estudo, três rotas: (1) pavimento em estado ótimo/bom; (2) pavimento em estado deficiente; e (3) pavimento em estado ruim.

Posteriormente foram levantados os dados referentes aos itens que compõem a planilha de frete, para cada condição do pavimento, com seus respectivos cálculos. Os dados obtidos foram: custo da empresa, dados do veículo e dados de mercado. Os custos fixos obtidos foram R\$ 32,44 e os custos variáveis para cada rota (considerando extensão uniforme) foram: (1) R\$0,95/km; (2) R\$1,13/km e (3) R\$1,58/km. Caso um mesmo veículo trafegasse nas 3 rotas, os custos fixos seriam divididos entre as rotas com a seguinte porcentagem: (1) 29,2%; (2) 34,4%; e (3) 36,4%. O que geraria, para cada rota, os seguintes custos unitários: (1) R\$1,32/km; (2) R\$1,67/km; e (3) R\$2,18/km.

Por fim, o valor da vida econômica dos caminhões adotado no trabalho foi obtido pela metodologia proposta por Novaes e Alvarenga (1994) e utilizada por Pereira (2006), no qual foram considerados: o veículo modelo R360 (4x2) da Scania e o furgão-carga seca da Facchini. Para se obterem os resultados, foram calculados o custo médio anual de capital, o custo médio anual de manutenção e o custo médio mensal por quilômetro. Os resultados do estudo podem ser observados na Tabela 6 e Figura 9:

Tabela 6. Resultados do Estudo de Pereira (2006)

Rota	Custos (R\$)	Anos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	De capital	106.080,00	89.749,83	78.744,58	72.373,81	63.707,49	57.801,81	52.948,12	49.059,48	45.666,41	42.993,85	40.844,55	39.086,98
	De manutenção	8.024,94	8.398,83	8.780,79	9.306,45	9.862,22	10.438,83	11.008,54	11.625,39	12.266,92	12.927,96	13.622,50	14.346,92
	Por quilômetro	0,858	0,76	0,696	0,666	0,622	0,597	0,580	0,573	<b>0,567</b>	0,578	0,594	0,620
2	De capital	106.080,00	89.749,83	78.744,58	72.373,81	63.707,49	57.801,81	52.948,12	49.059,48	45.666,41	42.993,85	40.844,55	39.086,98
	De manutenção	8.912,84	9.328,10	9.752,32	10.336,14	10.953,40	11.593,81	12.226,55	12.911,66	13.624,16	14.358,35	15.129,73	15.934,30
	Por quilômetro	1,081	0,964	0,882	0,848	0,795	0,767	0,748	<b>0,728</b>	0,741	0,753	0,775	0,811
3	De capital	106.080,00	89.749,83	78.744,58	72.373,81	63.707,49	57.801,81	52.948,12	49.059,48	45.666,41	42.993,85	40.844,55	39.086,98
	De manutenção	12.182,22	12.749,81	13.329,64	14.127,61	14.971,29	15.846,62	16.711,46	17.647,88	18.624,74	19.625,23	20.679,58	21.779,27
	Por quilômetro	1,278	1,150	1,070	1,040	0,994	0,966	<b>0,931</b>	0,957	0,985	1,002	1,021	1,061

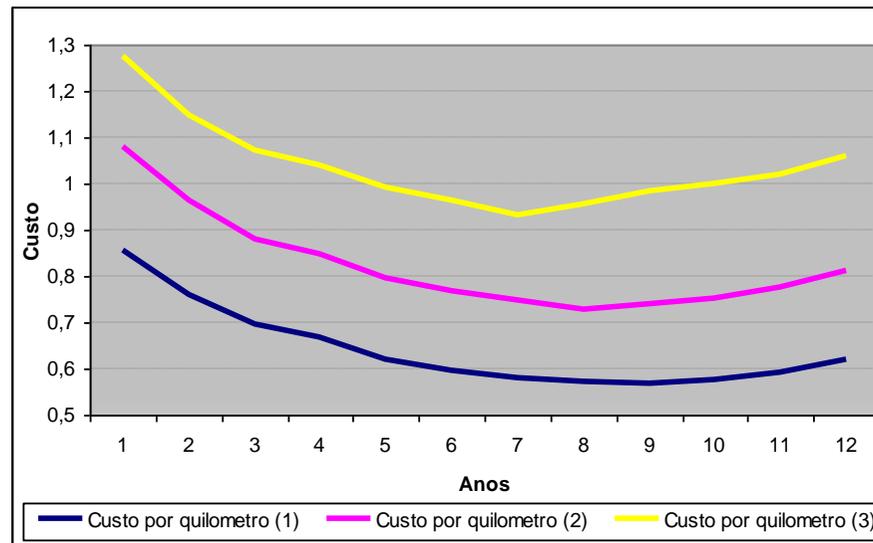


Figura 9. Vida Econômica da Frota de acordo com o Estado de Conservação do Pavimento

Conforme apresentado na Figura 9, as idades médias obtidas foram distintas para cada rota e apresentam o seguinte resultado: rota (1) 9 anos; rota (2) 8 anos; e rota (3) 7 anos.

O estudo também se preocupou em verificar qual o percentual dos custos operacionais nos fretes cobrados, e verificou-se que essa porcentagem também é distinta nas rotas propostas, ficando: para a rota (1) um percentual de 13,77%; para a rota (2) 17,36%; e para a rota (3) 22,66%.

Considerando que os veículos não trafegam sempre em rodovias com pavimento em estado ótimo/bom ou em rodovias com pavimento em estado ruim, neste estudo será utilizada como valor de vida econômica a idade de vida econômica dos veículos que trafegam em rodovias de pavimento em estado deficiente. Sendo assim, a vida econômica da frota do transporte rodoviário de carga é de 8 anos de idade.

Atualmente, o dado de vida econômica dos ativos não é utilizado para a análise e programação de troca de ativos pelos transportadores do TRC. Essa lacuna gera uma operação deficitária que aumenta os custos operacionais reduzindo (ou mesmo eliminando) o fluxo de caixa destinado a troca de ativos.

Conclui-se que, do ponto de vista econômico-financeiro, a determinação de vida econômica dos ativos do transporte rodoviário de carga fará com que os transportadores possam trabalhar com uma margem operacional positiva, proporcionando ganhos operacionais. Esses ganhos gerariam um fluxo de caixa positivo com rentabilidade que garantiria uma melhoria constante da frota.

### **3.2 Análise Social de Projetos**

A princípio, a análise de projetos considera os aspectos econômicos do investimento, como, por exemplo, se o investimento é rentável, qual o valor presente líquido e qual a taxa interna de retorno. Porém, um investimento pode ter repercussões de difícil ponderação econômica, mas de grande importância social. Nota-se, portanto, que a análise econômico-financeira pode não ser

suficiente para a tomada de decisões quanto à viabilidade de um projeto/investimento.

Para tanto, a viabilidade do financiamento para renovação de frota do transporte rodoviário de carga, deve medir, empiricamente, os custos das externalidades negativas causadas pela manutenção de uma frota antiga. O economista inglês Arthur Cecil Pigou, em 1932, foi o primeiro a oferecer um tratamento sistemático ao fenômeno da externalidade (Pigou, 1932 *apud* Contador, 2000). Definiu-se externalidade negativa como a perda causada à sociedade no desempenho de certa atividade realizada por indivíduos ou empresas.

Segundo Contador (2000), a diferença entre a avaliação econômica e social de projetos é o enfoque que é adotado para a valoração dos recursos e dos produtos do projeto. A primeira enfatiza a rentabilidade financeira do projeto (custos a preços de mercado), e a segunda utiliza preços sociais proporcionados pelo projeto em análise. Continuando a análise do autor, são três aspectos indispensáveis para uma avaliação de enfoque social: (a) ignorar as fronteiras particulares de interesse; (b) eliminar as transferências entre indivíduos; e (c) incorporar os efeitos indiretos do projeto em outras atividades.

Como quantificar essa perda? Contador (2000) argumenta que não há uma metodologia perfeitamente estabelecida e aceita para se quantificar monetariamente os efeitos externos provocados por certa atividade econômica.

No entanto, Cohen e Franco (1993) apresentam as análises de custo-benefício e custo-eficácia para a quantificação dos custos e ganhos para realizar as avaliações sociais. A primeira refere-se à comparação monetária dos custos do projeto e dos benefícios adquiridos, na qual os benefícios devam ser maiores que os custos. As limitações dessa avaliação são: (a) monetarização dos benefícios, devido ao fato das diversas externalidades produzidas e da abrangência difusa adquirida, e (b) complexidade na determinação dos custos totais.

O processo de avaliação custo-eficácia procura avaliar os objetivos atingidos do programa implantado. A maior diferença dessa avaliação para a primeira é que os benefícios são considerados em unidades físicas e não são convertidos em valores monetários.

Como medidas utilizadas para induzir à escolha do projeto com melhor ganho social, o governo pode *mudar os preços de mercado*, eliminando ou reduzindo os tributos e encargos, *subsidiar a implantação*, *incentivar as exportações* e *fornecer crédito subsidiado*.

Segundo Chiechelski (2005), além das limitações apresentadas pela avaliação custo-benefício, outra limitação da avaliação social dos projetos é que “os espaços de tempo em que as políticas públicas apresentam os resultados não são uniformes e, em muitos casos, tendem a ser dilatados”.

Porém, não raro, emprega-se para avaliação social o enfoque do excesso de ganhos sobre perdas ( $\varepsilon$ ) para mensurar monetariamente a externalidade. Em termos matemáticos, esse enfoque é dado por (Contador, 2000):

$$\varepsilon = \sum B - \sum C \quad \text{Equação 7}$$

em que  $\sum B$  é o benefício social advindo de certa atividade econômica e  $\sum C$  é o respectivo custo social. Se  $\varepsilon > 0$ , diz-se que a atividade econômica gera externalidade positiva, caso contrário, se  $\varepsilon < 0$ , existe excesso de perdas sobre os ganhos sociais. É bom assinalar que nem sempre se pode calcular  $\varepsilon$  por ferir a ética, a moral e os costumes da sociedade, observa Contador (2000).

Pode-se dizer que grande parte da atual frota autônoma de caminhões produz os seguintes custos sociais:

- a) Acréscimo de custo tanto para o caminhoneiro autônomo quanto para o dono da carga;
- b) Acréscimo de poluição ambiental;
- c) Perda de vida humana e invalidez.

Uma pergunta resta ser feita: quem deve pagar por  $\varepsilon$ ? Muitos poderiam dizer que os proprietários dos caminhões devem compensar a sociedade, eliminando as externalidades. O mesmo resultado seria obtido se a sociedade arcasse com  $\varepsilon$ , nota Coase (1960 *apud* Contador, 2000). Se houver o costume da sociedade sempre arcar com  $\varepsilon$ , é de se esperar que o agente econômico gerador de externalidades produza mais e mais externalidades sem se importar com elas.

Porém, considerando a incapacidade financeira dos caminhoneiros de arcar com  $\varepsilon$  (BNDES, 2008), a sociedade fica diante de um impasse: (a) sofrer as conseqüências produzidas pela atual frota de caminhões; ou (b) subsidiar a renovação da frota. O problema da sociedade é maximizar o bem-estar, escolhendo o menor entre os *payoffs* (a) e (b).

Uma alternativa para minimizar  $\varepsilon$ , é a proposição, pelo governo, de modelo de financiamento de renovação de frota que considere a avaliação social, os custos das externalidades geradas pela atual frota de caminhões.

Com o intuito de subsidiar uma avaliação social da renovação da frota dos transportadores autônomos, faz-se necessário uma explanação maior sobre os custos decorrentes das externalidades negativas causadas por uma frota antiga. Para tanto, segue apresentação dos custos de frete, poluição atmosférica e acidentes.

### **3.2.1 Externalidades negativas subjacentes à frota antiga de caminhões**

O transporte rodoviário gera inúmeras externalidades negativas para a sociedade, entre elas destaca-se o aumento do frete, a emissão de resíduos, e o aumento dos acidentes rodoviários, abordadas neste trabalho. Como apresentado anteriormente, ele é responsável por mais de 20% da emissão de CO<sub>2</sub>, representando a segunda atividade mais poluidora, e responde por 15% dos óbitos.

O objetivo principal deste capítulo é apresentar o diagnóstico das externalidades causadas pelo transporte rodoviário a partir de estudos na área de emissão de resíduos dos veículos e na área de acidentes automotivos, apontando uma medida desta externalidade.

### 3.2.1.1 Custos e Fretes

Suponha que o valor do frete pago pelo contratante do serviço de transporte do autônomo seja formado assim (Koutsoyiannis, 1979):

$$F = (1 + \omega) \times COM \quad \text{Equação 8}$$

onde  $\omega$  é o markup e  $COM$  é o custo de capital, operação e manutenção do caminhão por quilômetro percorrido.

A externalidade negativa de custos e fretes é definida como:

$$\varepsilon_C = F - F_{IE} \quad \text{Equação 9}$$

em que  $F$  é o valor do frete pago pelo contratante do serviço de transporte e  $F_{IE}$  é o valor do frete que o contratante pagaria se o custo utilizado para cálculo do frete na equação [9] fosse  $C_{IE} = COM$ ,  $C_{IE}$  é o custo médio correspondente à idade econômica da frota. Então:

- a) Se  $F = F_{IE}$ , inexistente externalidade de custos e fretes;
- b) Se  $F > F_{IE}$ , diz-se que há perdas sociais de custos; e
- c) Se  $F < F_{IE}$ , o caminhoneiro autônomo opera com prejuízo.

Para o cálculo de  $F_{IE}$  será utilizado o custo médio por quilômetro definido por Pereira (2006) para um veículo que apresente a idade igual à vida econômica e trafegue em rodovias consideradas com pavimento deficiente. Sendo assim, o custo médio por quilômetro é R\$ 0,728/km.

Como Pereira (2006) realizou os cálculos considerando o custo por quilômetro para a idade de até 12 anos, os valores por ele calculados foram aproximados e ajustados em uma equação polinomial conforme apresentado a seguir para

se obter o custo/quilômetro de um veículo com a idade média da frota dos autônomos, que é de 22,9 anos. Na determinação da fórmula polinomial obteve-se um  $R^2 = 0,9898$ , o que indica a adequação da fórmula obtida.

$$COM = 0,0062 \times I^2 - 0,1032 \times I + 1,1574 \quad \text{Equação 10}$$

Com base na fórmula polinomial, foi possível definir que o custo/quilômetro de um veículo de 23 anos é de R\$ 2,063/km.

Dando continuidade aos cálculos necessários para definir  $\varepsilon_c$  será adotado nesse trabalho que o *markup* dos transportadores autônomos é de 15% *ad hoc*. Supondo que os fretes nos dois casos referem-se ao mesmo produto e no mesmo par Origem/Destino, o  $\varepsilon_c$  é de R\$1,54/t\*km.

Entretanto, como dito anteriormente, devido à dificuldade dos autônomos conseguirem contratos com um valor de frete que cubra os custos operacionais, muitos preferem não realizar o transporte a trabalhar com déficit financeiro.

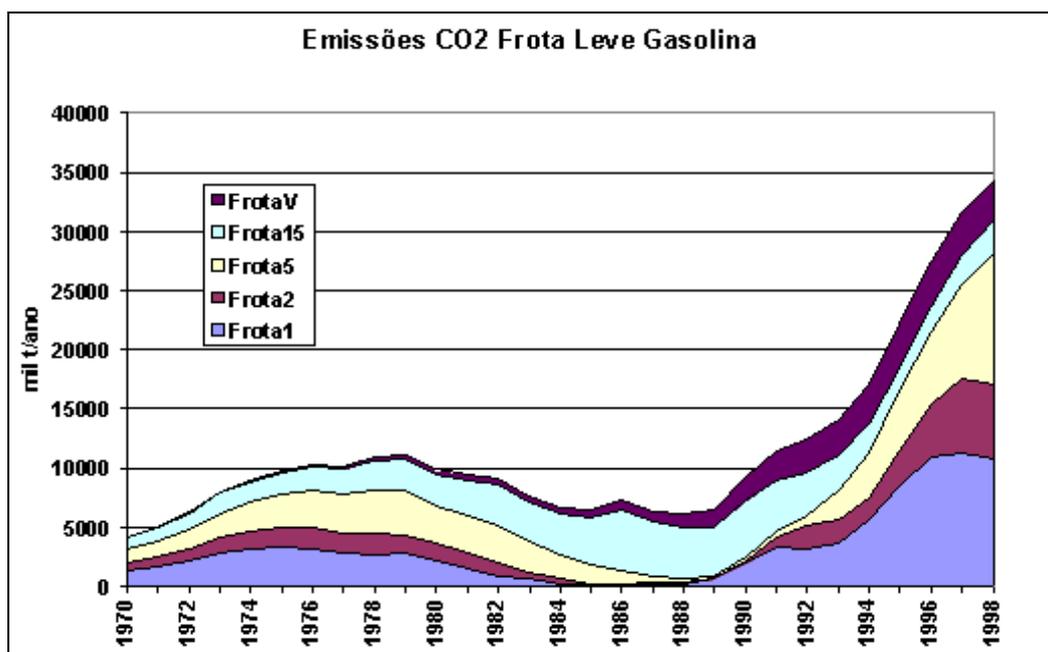
### **3.2.1.2 Emissão de Resíduos / Poluentes**

O setor de transporte possui elevada participação no consumo energético e nas emissões de poluentes em diversos países, não sendo, portanto, uma característica exclusiva do setor de transporte brasileiro.

O *US Congress, Office of Technology Assessment – OTA* (1992 *apud* Meyer, 2001) realizou um estudo que pelos resultados demonstrou que mesmo que os veículos com mais de 20 anos representassem somente 3,4% da frota dos EUA em 1992, e percorressem cerca de 1,5% de quilômetros do total percorrido no país, eram responsáveis por 7,5% das emissões automotivas de HC, 7,6% das emissões de CO e 4,7 % das emissões de NO<sub>x</sub>.

Em outro estudo realizado pela Organização Economia e Energia (2001) foi possível obter uma evolução entre a quantidade de emissão do veículo

conforme sua idade. As faixas utilizadas no estudo foram: Frota 1 – representando a frota com até 1 ano; Frota 2 - representando a frota com idade entre 1 e 2 anos; Frota 5 – representando a frota com idade entre 3 e 5 anos; Frota 15 – representando a frota com idade entre 6 e 15 anos e Frota V – representando a frota com mais de 15 anos. O resultado obtido para a emissão de CO<sub>2</sub> foi (Figura 10):



Fonte: Economia e Energia (2001)

**Figura 10.** Emissão de Resíduos por Faixa de Idade

Os estudos confirmaram que os veículos antigos são responsáveis por uma taxa de emissões elevada. E por esse motivo esses veículos tornaram-se foco de atenção no que diz respeito ao consumo de combustíveis e à emissão de poluentes, com o intuito de controlar essas externalidades.

Com o intuito de melhorar a compreensão sobre emissão de resíduos e poluentes, este capítulo fará uma breve explanação sobre o assunto, no que se refere aos conceitos, principais poluentes, suas concentrações/restrições e seus efeitos sobre a saúde e meio ambiente.

Conforme a Resolução Conama nº 3 de 28/06/1990, considera-se poluente atmosférico “qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os

níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora, ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

A Tabela 7 mostra os principais poluentes quanto à qualidade do ar considerando suas características, fontes poluidoras e efeitos na saúde e no meio ambiente.

**Tabela 7.** Principais Poluentes na Atmosfera

<b>POLUENTE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>FONTES PRINCIPAIS</b>	<b>EFEITOS SOBRE A SAÚDE</b>	<b>EFEITOS AO MEIO AMBIENTE</b>
Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> ) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra	Processos de combustão, aerossol secundário (formado na atmosfera)	Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 micra	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais de pólen, aerossol, marinho e solo	Quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito à saúde. Causam efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . É um importante percurso dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes	Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO <sub>2</sub> .	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido	Processos de combustão envolvendo veículos automotores,	Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite; diminuição da	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à

	nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos	processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	resistência às infecções respiratórias.	colheita.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido	Combustão incompleta em veículos automotores	Altos níveis de CO estão associados a prejuízo de reflexos, capacidade de estimar intervalos de tempo, aprendizado, trabalho e visão.	
Ozônio (O <sub>3</sub> )	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis	Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O <sub>3</sub> tem sido associado ao aumento de admissões hospitalares.	Danos às colheitas, à vegetação natural, a plantações agrícolas e plantas ornamentais.

Fonte: CETESB (1999 e 2007)

Para se definir a qualidade do ar, além de definir os principais poluentes, é necessário definir a concentração desses poluentes na atmosfera. Conforme Filizola (2005), tal concentração apresenta um padrão primário e outro secundário. O padrão primário representa aquela que, se ultrapassada, pode afetar a saúde da população (nível máximo de tolerância); e o padrão secundário apresenta níveis desejáveis de concentração dos poluentes na qual os efeitos adversos são mínimos para a sociedade.

A Resolução nº 3 do Conama também definiu o padrão de qualidade do ar, com os valores-padrão que não devem ser ultrapassados em mais de uma vez ao ano para garantir danos mínimos à sociedade. Esse padrão é apresentado na Tabela 8, a seguir:

**Tabela 8.** Padrão de Qualidade conforme Conama

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PADRÃO SECUNDÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Material particulado	24 horas <sup>[1]</sup> MGA <sup>[2]</sup>	240 80	150 60	Amostrador de grandes volumes
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>[1]</sup> MAA <sup>[3]</sup>	365 80	100 40	Pararosalina
Monóxido de carbono	1 hora <sup>[1]</sup> 8 horas <sup>[1]</sup>	40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm)	40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm)	Infravermelho não dispersivo
Ozônio	1 hora <sup>[1]</sup>	160	160	Quimiluminescência
Fumaça	24 horas <sup>[1]</sup> MAA <sup>[3]</sup>	150 60	150 60	Refletância
Partículas Inaláveis	24 horas <sup>[1]</sup> MAA <sup>[3]</sup>	150 50	150 50	Separação Inercial/Filtração
Dióxido de Nitrogênio	24 horas <sup>[1]</sup> MAA <sup>[3]</sup>	320 100	190 100	Quimiluminescência

Fonte: Resolução Conama nº 03

Legenda: [1] não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

[2] média geométrica anual

[3] média aritmética anual

No estudo de Filizola (2005) foram levantadas as características que influenciam nas emissões veiculares, sendo identificado que estas podem ser do veículo, do combustível utilizado, da frota circulante, do sistema viário, do modo de operação do veículo e de características climáticas, como apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9.** Características que influenciam a Emissão Veicular

CARACTERÍSTICAS		OBSERVAÇÃO
Dos veículos	Tipo do motor	Quanto mais avançada a tecnologia empregada menor é a emissão de resíduos e maior a eficiência energética
	Estado de conservação e idade do veículo	Quanto mais antigo e menos conservado o veículo maior é a emissão de resíduos, como consequência do desgaste natural dos componentes do motor e deterioração dos dispositivos de controle de emissão.
Do combustível utilizado		Quanto mais volátil for o combustível, maior será a quantidade de emissões evaporativas, que são responsáveis por 30% a 50% das emissões de HC de um veículo (Schwela e Zali, 1999 <i>apud</i> Filioza, 2005)
Da frota circulante		Veículos mais pesados e potentes consomem mais combustíveis, emitindo mais poluentes.
Do sistema viário		O número de faixas de rolamento, tempo de semáforo, número de frenagens, geometria da via, acelerações/desacelerações, estado de conservação do pavimento, influenciam no modo de tráfego dos veículos, podendo aumentar ou reduzir a emissão de poluentes.
Do modo de operação do veículo		A quantidade emitida de poluentes é proporcional (em ordem decrescente de relevância) à aceleração, desaceleração, velocidade de cruzeiro e marcha lenta.

Climática	Altitude	Quanto maior a altitude, menor a potência do motor, maior o consumo de combustível e, conseqüentemente, aumento nas emissões de CO e HC.
	Temperatura	Quanto maior a temperatura, maior a quantidade de emissões evaporativas. E, quanto menor a temperatura, maior a emissão de hidrocarbonetos, especialmente o CO.
	Umidade relativa do ar	Quanto maior a umidade relativa do ar, menor a emissão de poluentes.

Fonte: adaptado de Filizola (2005)

Segundo o Proconve, a frota nacional teve um aumento significativo, causando congestionamentos e degradações ambientais e danos à saúde humana. Com o objetivo de reduzir os danos causados pela emissão de poluentes advinda dos veículos automotores, o Proconve estipulou limites máximos de emissão de resíduos dos veículos leves e pesados. As Tabelas 10 e 11 apresentam tais limites.

**Tabela 10.** Limites Máximos de Emissão de Veículos Leves

POLUENTES	LIMITES		
	Fase L-3	Fase L-4	Fase L-5
	Até 31/12/2006	Desde 01/01/2005 <sup>(1)</sup>	A partir de 01/01/2009
<b>Veículos Leves Comerciais – massa referência para ensaio menor que 1700 kg</b>			
Monóxido de carbono (CO em g/km)	2,000	2,00	2,00
Hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,300	0,30(2)	0,30(2)
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	NE	0,16	0,05
Óxidos de nitrogênio (Nox em g/km)	0,600	0,25(3) ou 0,60(4)	0,12(3) ou 0,25(4)
Material particulado (4) (MP em g/km)	0,124	0,08	0,05
Aldeídos (3) (CHO g/km)	0,030	0,03	0,02
Emissão evaporativa (g/ensaio)	2,000	2,0	2,0
Emissão de gás no cárter	nula	nula	nula
<b>Veículos Leves Comerciais – massa referência para ensaio maior que 1700 kg</b>			
Monóxido de carbono (CO em g/km)	6,20	2,70	2,70
Hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,50	0,50(2)	0,50(2)
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	NE	0,20	0,06
Óxidos de nitrogênio (Nox em g/km)	1,40	0,43(3) ou 1,00(4)	0,25(3) ou 0,43(4)
Material particulado (4) (MP em g/km)	0,16	0,10	0,06
Aldeídos (3) (CHO g/km)	0,06	0,06	0,04
Emissão evaporativa (g/ensaio)	2,00	2,0	2,0
Emissão de gás no cárter	nula	nula	nula

Fonte: Proconve (2009)

**Legenda:**

(1) em 2005 → para 40% dos veículos comercializados; em 2006 → para 70% dos veículos comercializados; a partir de 2007 → para 100% dos veículos comercializados.

(2) Aplicável somente a veículos movidos a GNV;

(3) Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;

(4) Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

(NE) Não exigível.

**Tabela 11.** Limites Máximos de Emissão de Veículos Pesados

POLUENTES	LIMITES		
	Fase P-4	Fase P-5	Fase P-6
	Até 31/12/2005	Desde 01/01/2004 <sup>(1)</sup>	A partir de 01/01/2009
<b>Veículos pesados – ciclo diesel – convencional e com pós-tratamento (ciclo de testes ESC/ELR)</b>			
Monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	4,0	2,10	1,50
Hidrocarbonetos não metano (HC em g/kW.h)	1,10	0,66	0,46
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/kW.h)	7,00	5,00	3,50
Material particulado <sup>(2)</sup> (MP em g/kW.h)	0,25	0,10 ou 0,13 <sup>(3)</sup>	0,02
Opacidade ELR (m <sup>-1</sup> )	NE	0,80	0,50
<b>Veículos pesados – ciclo diesel – convencional e com pós-tratamento (ciclo de testes ETC)</b>			
Monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	-	5,45 <sup>(4)</sup>	4,00
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/kW.h)	-	0,78 <sup>(4)</sup>	0,55
Metano (CH <sub>4</sub> em g/kW.h)	-	NE	NE
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/kW.h)	-	5,0 <sup>(4)</sup>	3,50
Material particulado (MP em g/kW.h)	-	0,16 ou 0,21 <sup>(3)(4)</sup>	0,03
<b>Veículos pesados – ciclo diesel – com pós-tratamento (ciclo de testes ESC/ELR)</b>			
Monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	4,0	2,10	1,50
Hidrocarbonetos (HC em g/kW.h)	1,10	0,66	0,46
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/kW.h)	7,00	5,00	3,50
Material particulado <sup>(5)</sup> (MP em g/kW.h)	0,25	0,10 ou 0,13 <sup>(3)</sup>	0,02
Opacidade ELR (m <sup>-1</sup> )	NA	0,80	0,50
<b>Veículos pesados – movidos a GNV (ciclo de teste ETC)</b>			
Monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	-	5,45	4,00
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/kW.h)	-	0,78	0,55
Metano (CH <sub>4</sub> em g/kW.h)	-	1,60	1,10
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/kW.h)	-	5,00	3,50
Material particulado (MP em g/kW.h)	-	NE	NE

Fonte: Proconve (2009)

**Legenda:**

(1) em 2004 → inicia com o atendimento de 100% dos ônibus urbanos; em 2005 → continua para 100% de micro-ônibus e novos lançamentos e 40% dos outros veículos da produção; a partir de 2007 → para 100% dos veículos comercializados.

**Alternativamente**, em 2004 → inicia com o atendimento de 60% dos ônibus urbanos; em 2005 → continua para 100% de ônibus urbanos, micro-ônibus e novos lançamentos e 60% dos outros veículos da produção; a partir de 2007 → para 100% dos veículos comercializados.

(2) Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

(3) Aplicável somente a motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm<sup>3</sup> e rotação à potência nominal superior a 3000 m<sup>-1</sup>;

(4) aplicável somente para veículos com pós-tratamento;

(5) aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

(NE) não exigível.

Como verificado nas Tabelas 7 a 11, limites máximos de emissão tornaram-se mais rigorosos ao longo do Proconve, fazendo com que as indústrias automobilísticas tivessem que buscar tecnologia para que os veículos

projetados e construídos se enquadrassem nas exigências. Isso faz com que os veículos mais antigos possuam tecnologia ultrapassada e, sendo assim, emitam mais poluentes. Nota-se que, antes do programa, a emissão média de monóxido de carbono de um veículo era de 54g/km (antes de 1980); hoje essa emissão é 0,4 g/km (Tabela 12).

**Tabela 12.** Fatores Médios de Emissão de Veículos Leves Novos

ANO MODELO	COMBUSTÍVEL	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	CHO (g/km)	EMIÇÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL (g/teste)
PRÉ - 80	Gasolina	54,0	4,7	1,2	0,050	ND
80 - 83	Gasolina C	33,0	3,0	1,4	0,050	ND
	Álcool	18,0	1,6	1,0	0,160	ND
84 - 85	Gasolina C	28,0	2,4	1,6	0,050	23,0
	Álcool	16,9	1,6	1,2	0,180	10,0
86 - 87	Gasolina C	22,0	2,0	1,9	0,040	23,0
	Álcool	16,0	1,6	1,8	0,110	10,0
88	Gasolina C	18,5	1,7	1,8	0,040	23,0
	Álcool	13,3	1,7	1,4	0,110	10,0
89	Gasolina C	15,2(-46%)	1,6(-33%)	1,6(00%)	0,040(-20%)	23,0 (0%)
	Álcool	12,8(-24%)	1,6(0%)	1,1(-08%)	0,110(-39%)	10,0 (0%)
90	Gasolina C	13,3(-53%)	1,4(-42%)	1,4(-13%)	0,040(-20%)	2,7 (-88%)
	Álcool	10,8(-36%)	1,3(-19%)	1,2(00 %)	0,110(-39%)	1,8 (-82%)
91	Gasolina C	11,5(-59%)	1,3(-46%)	1,3(-19%)	0,040(-20%)	2,7 (-88%)
	Álcool	8,4(-50%)	1,1(-31%)	1,0(-17%)	0,110(-39%)	1,8 (-82%)
92	Gasolina C	6,2(-78%)	0,6(-75%)	0,6(-63%)	0,013(-74%)	2,0 (-91%)
	Álcool	3,6(-79%)	0,6(-63%)	0,5(-58%)	0,035(-81%)	0,9 (-91%)
93	Gasolina C	6,3(-77%)	0,6(-75%)	0,8(-50%)	0,022(-56%)	1,7 (-93%)
	Álcool	4,2(-75%)	0,7(-56%)	0,6(-50%)	0,040(-78%)	1,1 (-89%)
94	Gasolina C	6,0(-79%)	0,6(-75%)	0,7(-56%)	0,036(-28%)	1,6 (-93%)
	Álcool	4,6(-73%)	0,7(-56%)	0,7(-42%)	0,042(-77%)	0,9 (-91%)
95	Gasolina C	4,7(-83%)	0,6(-75%)	0,6(-62%)	0,025(-50%)	1,6 (-93%)
	Álcool	4,6(-73%)	0,7(-56%)	0,7(-42%)	0,042(-77%)	0,9 (-91%)
96	Gasolina C	3,8(-86%)	0,4(-83%)	0,5(-69%)	0,019(-62%)	1,2 (-95%)
	Álcool	3,9(-77%)	0,6(-63%)	0,7(-42%)	0,040(-78%)	0,8 (-92%)
97	Gasolina C	1,2(-96%)	0,2(-92%)	0,3(-81%)	0,007(-86%)	1,0 (-96%)
	Álcool	0,9(-95%)	0,3(-84%)	0,3(-75%)	0,012(-93%)	1,1 (-89%)
98	Gasolina C	0,8(-97%)	0,1(-96%)	0,2(-88%)	0,004(-92%)	0,8 (-97%)
	Álcool	0,7(-96%)	0,2(-88%)	0,2(-83%)	0,014(-92%)	1,3 (-87%)
99	Gasolina C	0,7(-98%)	0,1(-96%)	0,2(-88%)	0,004(-92%)	0,8 (-97%)
	Álcool	0,6(-96%)	0,2(-88%)	0,2(-83%)	0,013(-93%)	1,6 (-84%)
00	Gasolina C	0,73(-97%)	0,13(-95%)	0,21(-87%)	0,004(-92%)	0,73 (-97%)
	Álcool	0,63(-96%)	0,18(-89%)	0,21(-83%)	0,014(-92%)	1,35 (-87%)
01	Gasolina C	0,48(-98%)	0,11(-95%)	0,14(-91%)	0,004(-92%)	0,68 (-97%)
	Álcool	0,66(-96%)	0,15(-91%)	0,08(-93%)	0,017(-91%)	1,31 (-87%)
02	Gasolina C	0,43(-98%)	0,11(-95%)	0,12(-95%)	0,004(-92%)	0,61 (-97%)
	Álcool	0,74(-96%)	0,16(-90%)	0,08(-93%)	0,017(-91%)	ND
03	Gasolina C	0,40(-98%)	0,11(-95%)	0,12(-93%)	0,004(-92%)	0,75 (-97%)
	Álcool	0,77(-95%)	0,16(-90%)	0,09(-93%)	0,019(-89%)	ND
	Flex-Gasol.C	0,50(-98%)	0,05(-98%)	0,04(-98%)	0,004(-92%)	ND
	Flex-Álcool	0,51(-88%)	0,15(-90%)	0,14(-93%)	0,020(-89%)	ND

04	Gasolina C	0,35(-99%)	0,11(-95%)	0,09(-94%)	0,004(-92%)	0,69 (-97%)
	Álcool	0,82(-95%)	0,17(-89%)	0,08(-93%)	0,016(-91%)	ND
	Flex-Gasol.C	0,39(-99%)	0,08(-97%)	0,05(-97%)	0,003(-94%)	ND
	Flex-Álcool	0,46(-97%)	0,14(-91%)	0,14(-91%)	0,014(-92%)	ND
05	Gasolina C	0,34(-99%)	0,10(-96%)	0,09(-94%)	0,004(-92%)	0,90 (-96%)
	Álcool	0,82(-95%)	0,17(-89%)	0,08(-93%)	0,016(-91%)	ND
	Flex-Gasol.C	0,45(-98%)	0,11(-95%)	0,05(-97%)	0,003(-94%)	ND
	Flex-Álcool	0,39(-98%)	0,14(-91%)	0,10(-92%)	0,014(-92%)	ND
06	Gasolina C	0,33(-99%)	0,08(-96%)	0,08(-95%)	0,002(-96%)	0,46 (-98%)
	Álcool	0,67(-96%)	0,12 (-93%)	0,05(-96%)	0,014(-92%)	ND
	Flex-Gasol.C	0,45(-98%)	0,10(-95%)	0,05(-97%)	0,003(-94%)	0,62 (-97%)
	Flex-Álcool	0,47(-98%)	0,11(-95%)	0,07(-96%)	0,014(-92%)	1,27 (-87%)

Fonte: Proconve (2009)

**Legenda:**

(1) Médias ponderadas de cada ano-modelo pelo volume da produção.

ND: não disponível.

(%) refere-se à variação verificada em relação aos veículos 1985, antes da atuação do PROCONVE. Gasolina C: 78% gasolina + 22% álcool.

Como não foram encontrados valores dos fatores médios de emissão de veículos pesados novos, será utilizada a mesma razão apresentada nos fatores para veículos leves. Sendo assim, será considerado, que, em 2006, os veículos adquiriram tecnologia que possibilitou a redução de 98% do CO; 95% do HC; 96% do NOx; 92% nos CHO e 87% das emissões evaporativas com relação aos valores de 1980.

A teoria econômica do meio ambiente tem avançado na direção de quantificar em termos monetários os impactos ambientais, como, por exemplo, a poluição atmosférica causada pela queima de combustíveis fósseis pelos veículos automotores (Esteves *et al.*, 2007; May *et al.*, 2003; Rosa e Ribeiro, 2001).

Entende-se que o ato de ofender o meio ambiente tem um valor social. A literatura que cuida de calcular o valor social do ato de degradar os recursos ambientais é denominada valoração econômica ambiental. Em May *et al.* (2003) apresenta-se um *survey* dos principais métodos de valoração econômica ambiental.

Uma abordagem usada para quantificar socialmente o ato de degradar os recursos ambientais é conhecida como abordagem dos custos evitados. Essa abordagem procura estimar os gastos a que teriam incorrido para não degradar o recurso ambiental analisado.

Observa-se que veículos automotores novos consomem menos energia e despejam menos poluentes na atmosfera. Posto isto, pode-se dizer que o valor da poluição atmosférica produzida pela atual frota autônoma de caminhões é igual ao valor da tecnologia para evitá-la. Em termos matemáticos, tem-se:

$$\varepsilon_{PA} = P_t^{CNOVO} - P^{CVELHO} \times (1 + r)^t \quad \text{Equação 11}$$

onde  $\varepsilon_{PA}$  é a externalidade ambiental subjacente à atual frota autônoma de caminhões;  $\varepsilon_{PA}$  é também o custo evitado,  $P_t^{CNOVO}$  é o preço do caminhão novo em  $t$  e  $P^{CVELHO} \times (1 + r)^t$  é o preço do caminhão velho atualizado para o período  $t$ , conforme apresentado em Rocha *et al.* (2009). Assume-se que o caminhão novo não possua tecnologias para outros fins relativamente ao caminhão velho.

Verifica-se, então, que a proposição de programas de renovação de frota que retirem de circulação os veículos antigos e com tecnologia defasada pode ser uma boa opção para a redução da poluição do ar, já que estes apresentam taxa de emissões elevadas. E segundo Fontana (1998 *apud* Meyer, 2001) a estratégia de renovação de frota e o sucateamento da antiga com o objetivo de reduzir o impacto ambiental de operação da frota de veículos e melhoria na segurança no transporte, foi muito implantada nos anos 90, por países como Grécia, Hungria, Dinamarca, Espanha, França, Irlanda, Noruega e Itália, e, também por governos estaduais dos Estados Unidos e Canadá.

Para determinar o valor do  $\varepsilon_{PA}$  com base no perfil dos transportadores autônomos, utilizaremos como veículo tipo o L-1318 3-eixo 2p (diesel) da Mercedes Benz, que possui capacidade adequada ao transporte médio realizado por estes transportadores.

Os valores de preço do caminhão antigo (1986) e zero quilômetro (2009) foram obtidos pela Tabela FIPE e correspondem, respectivamente, a R\$ 65.251,00 e R\$ 153.438,00. Considerando que a Tabela FIPE já fornece os valores atualizados para a data atual, o valor de  $\varepsilon_{PA}$  é de R\$ 88.187,00 por caminhão.

### 3.2.1.3 Índice de acidentes

Estudo feito pela Organização Mundial de Saúde (OMS) revela que cerca de 1,2 milhões de pessoas ao redor do mundo morreram em consequência de um acidente de trânsito nas rodovias em 2002. Segundo IPEA (2006), isso representa, mundialmente, uma média diária de 3,2 mil mortes. Além dessas mortes, segundo IPEA (2006), anualmente entre 20 milhões e 50 milhões de pessoas no mundo saem feridas ou incapacitadas em decorrência de acidentes de trânsito nas rodovias.

No Brasil, são em média 300 acidentes diários com cerca de 1200 pessoas envolvidas, conforme estudo do IPEA (2006). No ano de 2004 foram aproximadamente 13 acidentes por hora nas rodovias federais, envolvendo 1,7 veículos e 4,07 pessoas. Houve em 2005 uma redução de 2,4% no número de acidentes, todavia, um acréscimo de 2,3% no total de mortos.

O estudo do IPEA (2006) buscou definir a função de custos para estimar os impactos econômicos dos acidentes nas rodovias federais brasileiras. Para tanto, o IPEA (2006) considerou os seguintes custos:

- a) Custos associados às pessoas → custos com cuidados em saúde (pré-hospitalar, hospitalar e pós-hospitalar) e com as perdas;
- b) Custos associados aos veículos → custos com os danos materiais ao veículo, perda de carga, remoção/guincho, pátio e reposição.
- c) Custos institucionais → custos judiciais e de atendimento;
- d) Custos dos danos ao patrimônio público e privado → custos dos danos à propriedade privada e à propriedade pública.

O estudo de custos só considera as perdas quantificáveis, não diminuindo a importância dos demais impactos que não são passíveis de quantificação, e que não possam ser traduzidos monetariamente, como as perdas humanas ou lesões permanentes e perdas ambientais associadas aos acidentes de trânsito.

Anterior ao estudo do IPEA, o DNIT realizou um estudo, em 2004, sobre os

custos de acidentes de trânsito com o objetivo de subsidiar estudos, projetos e programas de segurança viária. Podendo, a partir desses custos, quantificar monetariamente os benefícios gerados pelas obras corretivas.

No estudo do DNIT (2004) foram considerados os seguintes custos:

- a) Custos relativos a danos pessoais → custos médico-hospitalar, custo da perda de rendimentos futuros e custos de funeral;
- b) Custos relativos a danos materiais → custos de danos aos veículos, à carga e à propriedade.

E os custos decorrentes indiretamente ou a partir dos efeitos do acidente de trânsito:

- c) Custos de congestionamento;
- d) Custos operacionais de atendimento ao acidente;
- e) Custos judiciários;
- f) Administração de seguros;
- g) Perdas refletindo o valor da vida humana em termos de dor e sofrimento.

De acordo com Mohan (2002), a discussão sobre os custos de acidentes de trânsito deve possuir uma perspectiva clara sobre os objetivos da monetarização desses custos e os objetivos devem estar em consonância com as preocupações da sociedade. Muitos profissionais, como Hauer, acreditam que a atribuição de valor monetário à vida humana sem objetivos claros e em desacordo com as necessidades da sociedade é eticamente inaceitável.

No estudo de Mohan (2002) foram considerados os custos com despesas médicas, custo com a perda de produção, outros recursos (como polícia, bombeiro, custos judiciais, etc.) e os custos de qualidade de vida, incluindo o valor da perda. Sendo, este último, o mais difícil de calcular e por isso foi utilizada uma abordagem econômica de vontade de pagar. Esta abordagem consiste em monetarizar o quanto as pessoas estão dispostas a pagar para reverter as mudanças. Os valores obtidos nesse estudo foram: danos fatais → US\$ 535.489; feridos graves → US\$ 106.959 a 242736; feridos leves → US\$ 18.844 e danos materiais (considerando caminhões) → US\$ 48.700.

Conforme estudo do IPEA (2006), entre julho de 2004 e junho de 2005, 25,5% dos 187.285 veículos envolvidos em acidentes eram caminhões, representando 34,8% dos acidentes ocorridos no período e correspondendo a 2.613 mortes. Os custos dos acidentes com caminhões desse período resultaram em R\$ 2,7 bilhões, com uma média de R\$ 67 mil. Já no estudo apresentado em CEL/COPPEAD (2006, *apud* Lima 2006) ocorreram 91 mil acidentes em rodovias federais e estaduais em 2004, com 12 mil mortes com veículos de cargas. Segundo Lima (2006), enquanto no Brasil ocorrem 281 mortes/100mil caminhoneiros, nos EUA ocorrem 25, gerando aqui prejuízos em torno de R\$ 9,7 bilhões.

O “número de morte por quilômetro nas estradas brasileiras é de 10 a 70 vezes maior do que nos países pertencentes ao G-7” (Coppead, 2002), dado por si só preocupante. No Seminário Brasileiro do Transporte Rodoviário de Cargas (2009), foi verificado que os acidentes rodoviários representam o segundo maior problema de saúde pública perdendo somente para a desnutrição. Em número de morte, só perde para a construção civil.

Com base nos dados da Polícia Rodoviária Federal, o TRC responde por 15% dos óbitos e 7% da invalidez quando comparado a outras atividades econômicas; e, se compararmos somente com os demais transportes, ele responde por 61% dos óbitos e 39% dos casos de invalidez (Seminário Brasileiro do Transporte Rodoviário de Cargas, 2009).

O problema de acidentes de trânsito não é uma particularidade do Brasil, sendo que o *World Health Organization (WHO)* identificou em seus estudos que os acidentes rodoviários seriam a terceira principal causa de mortes em 2020 (De Leon, 2005).

De Leon (2005) considerou os custos incorridos pela vítima, a sociedade e o governo em geral, não sendo considerados para os cálculos os termos não monetizáveis como a dor, a aflição e o sofrimento da vítima e sua família. O estudo teve como objetivo justificar a implantação de medidas de redução de acidentes de tráfego no Metrô de Manila, e resultou nos seguintes custos:

Tabela 13. Custo de Acidentes Rodoviários no Metrô de Manila

Accident Components	Cost	ACCIDENT SEVERITY							
		Fatal	%	Serious	%	Minor	%	PDO	%
VICTIM RELATED	26122274	95,9	652424	88,8	9125	12,7			
PROPERTY DAMAGE	134065	3,9	58562	8,0	53671	75,1	38792	90,9	
ADMINISTRATION COST	5919	0,2	23881	3,2	8688	12,2	3879	9,1	
TOTAL	3472008	100	734867	100	71483	100	42671	100	

Fonte: adaptado De Leon (2005)

Para a realização dos cálculos empíricos dos custos com acidentes, a literatura usa o enfoque do valor presente dos rendimentos perdidos  $VP(RP)$  para atribuir um valor monetário à vida humana perdida ou inválida (Carvalho *et al.*, 2007; Viscusi e Aldy, 2003; Rocha *et al.*, 2009) para o trabalho mediante um acidente, isto é:

$$VP(RP_j) = W_0^j + \frac{W_0^j (1+g)(1-\lambda_1)}{1+r} + \frac{W_0^j (1+g)^2(1-\lambda_2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{W_0^j (1+g)^T(1-\lambda_T)}{(1+r)^T}$$

Equação 12

onde  $W_0^j$  é o rendimento do indivíduo no período do acidente;  $g$  é a taxa anual de crescimento do rendimento do indivíduo  $j$ ;  $r$  é a taxa de desconto; e  $\lambda_t$  são as probabilidades de falecimento ou invalidez do indivíduo  $j$  por outra causa.

Os custos com os acidentes entre julho de 2004 e junho de 2005 chegaram a mais de R\$ 8,0 bilhões em rodovias federais, sendo distribuídos segundo a gravidade do acidente (Figura11).

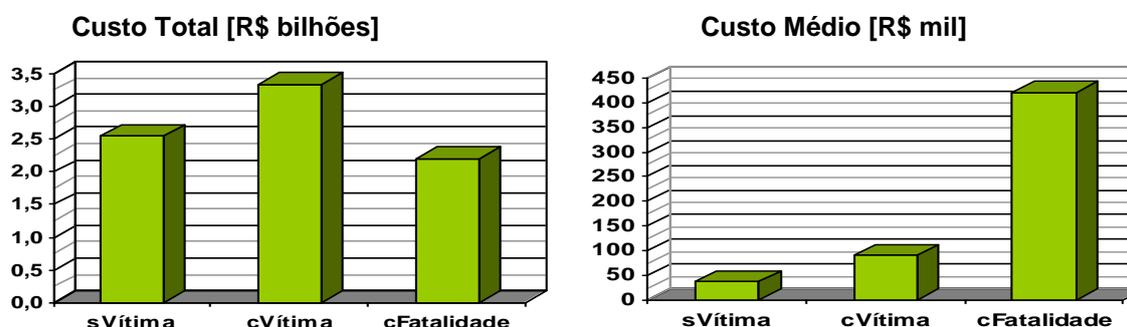


Figura 11. Custo de Acidentes Rodoviários entre 2004/2005 (IPEA, 2006)

Segundo estudo do DNIT (2004), complementado com dados do Banco Mundial, os acidentes de trânsito representam de 1 a 3% do PIB de um país.

No Brasil, considerando 1% do PIB, os acidentes de trânsito representariam, em 2004, mais 20 bilhões de reais. Utilizando a metodologia adotada por DNIT (2004), foram obtidos os seguintes custos com acidentes de trânsito em 2004, conforme a gravidade do acidente:

**Tabela 14. Custo de Acidentes Rodoviários em 2004**

COMPONENTES DO CUSTO	ACIDENTES			CUSTO TOTAL ANUAL (R\$)				
	Com mortos	Com feridos	Sem vítimas					
	(R\$)	(R\$)	(R\$)					
Perda de Rendimentos Futuros	944.724.273	205.695.272		1.150.419.545				
Danos aos Veículos	63.327.842	235.418.813	185.483.491	484.231.146				
Custos Médico-Hospitalares	67.874.169	1.836.137.787		1.904.011.955				
Administração de Seguros	15.209.557	9.566.242	4.769.035	29.544.833				
Operação de Sistemas de Atendimento	12.851.093	71.314.823	124.068.464	208.234.381				
Danos ao Patrimônio do DNIT	4867	32.347	87.732	124945,9052				
Despesas de Funerais	9.198.678			9.198.678				
Custos Administrativo de Processos Judiciais	28.782.211			28.782.211				
Custos de Congestionamento	22.386.989	312.106.772	45.202.295	379.696.056				
Subtotal	1.164.359.680	2.670.272.055	359.611.018	4.194.242.753				
Custo Subjetivos de Pesar, Dor e Sofrimento	442.456.678	213.621.764		656.078.443				
<b>Valor Total(R\$/US\$)</b>	<b>1.606.816.358</b>	<b>528558013</b>	<b>2.883.893.820</b>	<b>948649282,8</b>	<b>359.611.018</b>	<b>118293098</b>	<b>4.850.321.196</b>	<b>1595500393</b>
<b>Número de Acidentes(estimado)</b>	<b>4.287</b>	<b>31.768</b>	<b>58.111</b>				<b>94.166</b>	
<b>Custo por Acidente(R\$/US\$)</b>	<b>374.811</b>	<b>123293</b>	<b>90.780</b>	<b>123293</b>	<b>6.188</b>	<b>2035</b>	<b>51508</b>	<b>16943</b>

Fonte: DNIT (2004)

Além dessas externalidades geradas para toda a sociedade, a operação do transporte rodoviário de carga com uma frota antiga causa a perda da receita do governo, posto que os veículos acima de 20 anos não pagam IPVA, que neste setor representam aproximadamente 44 % da frota (Seminário de Transporte Rodoviário de Carga, 2009).

Com base nos custos apresentados acima, das externalidades negativas causadas à sociedade, constata-se que é melhor para a sociedade o **Estado** subsidiar a renovação de frota a deixar que a sociedade sofra as consequências produzidas pela operação desta frota nacional atual. É o que se vem tentando com a aplicação de programas de renovação de frota. Porém, como se pode notar, esses programas não surtiram o efeito desejado, já que a idade da frota continua aumentando ao longo dos últimos anos. Sendo assim, segue uma análise dos últimos programas de renovação de frota aplicado no Brasil, para identificar suas falhas.

## 4. FERRAMENTA DE ATUÁRIA

Para auxiliar no desenvolvimento das simulações de análise social de projetos há necessidade de cálculos atuariais. Sendo assim, este capítulo tem por finalidade fazer uma análise de cálculo atuarial, mostrando como se estruturam, e quais são seus riscos, por se tratar de operações que determinam ações futuras.

### 4.1 *Cálculo Atuarial*

O cálculo atuarial é um processo matemático que considera parâmetros econômico-financeiros, estatísticos e probabilísticos, para determinar eventos relacionados com a atividade empresarial (Guglinski, 2008). Neste estudo, o cálculo atuarial será utilizado para analisar os programas de financiamento existente e estimar o tempo necessário para a renovação da frota dos transportadores autônomos do TRC.

Como o cálculo atuarial possui diversas variáveis e é utilizado para cálculo de eventos futuros, com caráter incerto, ele apresenta riscos intrínsecos à sua atividade. De acordo com Machado *et al.* (2006), o risco atuarial é “decorrente da adoção de premissas atuariais que não se confirmem”.

Paz (2001 *apud* Machado *et al.* 2006) apresenta algumas razões para que os cálculos atuariais resultem na incapacidade dos fundos de pensão de pagar suas dívidas. Algumas dessas razões podem ser consideradas como relevantes para o cálculo atuarial de renovação de frota. Dentre eles estão:

- Ocorrência de mortes;
- Aplicação em investimentos que não proporcionem rentabilidades no mínimo iguais à taxa de juros atuarial utilizada;
- Aplicações de recursos que não atendem às necessidades de liquidez de uma entidade.

Para Assaf Neto (2007), para garantir uma aplicação que cubra os juros deve-se entender a função dos juros aplicados, e, para o autor, as taxas de juros reais aplicadas nos cálculos atuariais devem ser suficientes para remunerar: (a)

o risco envolvido na operação; (b) a perda do poder de compra do capital motivada pela inflação; e (c) o capital emprestado. Para isso pode ser adotado o regime de capitalização simples ou composta. O regime de capitalização simples (equação 13) apresenta um crescimento linear dos juros, ao longo do tempo, os quais incidem somente sobre o capital inicial da operação. Já no regime de capitalização composta (equação 14), os juros incidem também sobre os juros acumulados.

$$J = C \times i \times n \quad \text{Equação 13}$$

Onde: J – valor dos juros expressos em unidades monetárias;

C – capital. Valor (em R\$) representativo de determinado momento;

i – taxa de juros, em forma unitária;

n – prazo.

$$FV = PV \times (1 + i)^n \quad \text{Equação 14}$$

Onde: FV – valor futuro;

PV – valor presente;

i – taxa de juros, em forma unitária;

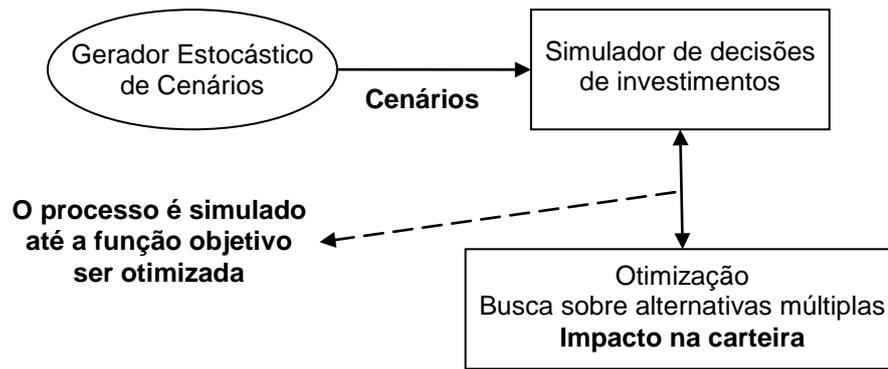
n – prazo.

Lopes e Furtado (2006), em sua análise de fundos de participação de empresas privadas em investimentos, *Private Equity / Venture Capital*, destacam uma preocupação com os impactos das flutuações nas variáveis econômicas no valor dos ativos e nos passivos desses investimentos e, por isso, sugerem um processo de análise composto por três etapas (Figura 12), que podem ser utilizados no presente estudo:

(a) Geração de cenários;

(b) Simulação das decisões de investimentos;

(c) Otimização das decisões realizadas com vista ao impacto na carteira.



**Figura 12.** Etapas do Modelo de Análise

A primeira etapa é responsável pelas simulações que precisam ser feitas, já que as variáveis aleatórias são projetadas para longos prazos. A geração desses cenários fornece base para todo o processo subsequente, sendo necessária atenção especial com relação a (Lopes e Furtado, 2006):

- (a) Realismo das equações do modelo;
- (b) Calibragem dos parâmetros;
- (c) Procedimentos e Amostragem.

Para uma geração de cenários mais coerentes com um ambiente inflacionário, é indispensável ressaltar na análise o componente inflação nas taxas de juros nominais. No Brasil as taxas de inflação são calculadas por diversos índices de preços utilizados, conforme a equação (15), sendo que o índice de preços “representa uma média global das variações de preços que se verificaram num conjunto de determinados bens, ponderada pelas quantidades respectivas”, ou seja, é um índice de preços composto ponderado (Assaf Neto, 2007).

$$I = \frac{P_n}{P_{n-t}} - 1 \quad \text{Equação 15}$$

Onde: I – taxa de inflação obtida a partir de determinado índice de preço;  
 P – índice de preço utilizado para o cálculo da taxa de inflação;  
 n; n-t – respectivamente, data de determinação da taxa de inflação e o período anterior ao considerado.

Prosseguindo com o modelo proposto por Lopes e Furtado (2006), a simulação de decisões tem por objetivo replicar o comportamento dos investidores durante todo o processo. E o processo de otimização não possuirá um único

ponto ótimo, por causa do processo estocástico dos estágios, que possui a abordagem baseada em árvores de decisão.

Analogamente ao que foi proposto para os regimes próprios de previdência social no Anexo I da Portaria MPAS nº 4.992 (1999), os regimes de financiamento utilizados para a renovação de frota do TRC poderão ser:

(a) Regime Financeiro de Capitalização:

“Contribuições pagas [...], incorporam-se às reservas matemáticas, que são suficientes para manter o compromisso total do regime próprio [...], sem que seja necessária a utilização de outros recursos”.

(b) Regime Financeiro de Repartição de Capitais de Cobertura:

“Contribuições pagas [...], em um determinado período, deverão ser suficientes para constituir integralmente as reservas matemáticas de benefícios concedidos, decorrentes dos eventos ocorridos nesse período.”

(c) Regime Financeiro de Repartição Simples:

“Contribuições pagas [...], em um determinado período, deverão ser suficientes para pagar os benefícios decorrentes dos eventos ocorridos nesse período.”

Conforme Fontoura *et al.* (2006), na análise atuarial é preciso mensurar o fluxo de caixa considerando a taxa de inadimplência, bem como receitas incertas, como o cálculo do valor presente dos direitos e obrigações; no nosso caso, dos beneficiários do programa de financiamento para renovação de frota, posto que o fluxo de caixa admite a visualização do capital ao longo do tempo (Assaf Neto, 2007).

O fluxo de caixa representa as movimentações financeiras previstas em cada instante do programa em análise, retratando assim a liquidez financeira do programa, tanto em regime de capitalização quanto em regime de repartição simples. Essa dinâmica permite analisar ações financeiras futuras e para que esses valores sejam atualizados, eles precisam estar em valores presentes de receitas e despesas.

Com o intuito de fornecer melhor compreensão sobre fluxo de caixa, serão apresentados alguns conceitos e equações detalhados em Assaf Neto (2007).

Os fluxos de caixa podem ser classificados considerando-se:

1. Período de ocorrência:
  - a. Postecipados – pagamento começa a ocorrer ao final do primeiro período;
  - b. Antecipados – pagamento começa a ocorrer antes do final do primeiro período (exemplo pagamento de aluguel “paga – mora”);
  - c. Diferidos – pagamento começa a ocorrer após o término do primeiro período, indicando uma carência de período.
2. Periodicidade:
  - a. Períodos – intervalos iguais de tempo, em que o fluxo de caixa ocorre;
  - b. Não periódicos – intervalos irregulares.
3. Duração:
  - a. Limitados – prazo total de fluxo de caixa é conhecido a priori, sendo finito em números de termos;
  - b. Indeterminados – quando o prazo não é conhecido previamente (exemplo de atividade de seguros).
4. Valores:
  - a. Constantes – fluxos são iguais entre si;
  - b. Variáveis – fluxos não são iguais entre si.

Os fluxos de caixa padrão são postecipados, ou seja, o pagamento começa a ocorrer ao final do primeiro intervalo de tempo, sem carência; com prazo limitado; com valores constantes no prazo de pagamento, e com intervalos de pagamento idênticos entre si. As variações desse modelo são denominadas fluxos de caixa não convencionais.

Em todos os casos é necessário o cálculo de valor presente/fator de valor presente e valor futuro/fator de valor futuro. Esses cálculos apresentam particularidades conforme o tipo de fluxo de caixa utilizado. Sendo assim, serão apresentadas algumas formulações:

1. Para os fluxos de caixa uniforme

$$PV = PMT \times \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \quad \text{Equação 16}$$

$$FV = PMT \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad \text{Equação 17}$$

Onde: PV – valor presente

FV – valor futuro

PMT – prestação

i – taxa de juros, em forma unitária;

n – prazo.

2. Para os fluxos de caixa que apresentam carência:

$$PV = PMT \times FPV(i, n) \times FAC(i, c) \quad \text{Equação 18}$$

Onde: c – número de períodos de carência;

FAC – fator de atualização de capital (valor presente)

$$FAC = \frac{1}{(1+i)^c}$$

3. Para os fluxos de caixa conforme a periodicidade:

$$PV = \sum_{j=0}^n \frac{PMT}{(1+i)^j} \quad \text{Equação 19}$$

$$FV = \sum_{j=0}^n PMT_j \times (1+i)^{n-j} \quad \text{Equação 20}$$

4. Para os fluxos de caixa conforme a duração:

$$PV = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{PMT_j}{(1+i)^j} = \frac{PMT}{i} \quad \text{Equação 21}$$

5. Para os fluxos de caixa conforme os valores:

$$PV = \sum_{j=0}^n \frac{PMT_j}{(1+i)^j} \quad \text{Equação 22}$$

$$FV = \sum_{j=0}^n PMT_j \times (1+i)^j = PV \times (1+i)^n \quad \text{Equação 23}$$

Na construção do fluxo de caixa podem ser identificados déficits decorrentes de

insuficiência financeira. Para a cobertura desses déficits, três modelos são apresentados no trabalho de Rodrigues (2006), que são: modelo de custo suplementar explícito, modelo de custo suplementar implícito e modelo de amortização direta. Dentre os modelos e os métodos apresentados serão aqui expostos os métodos de custeio atuariais e o modelo de amortização direta.

O método de custeio atuarial representa um modelo de distribuição das prestações feitas ao longo do período de pagamento com o intuito de construir quantia suficiente para pagar o financiamento obtido. A cota de distribuição é distinta segundo o modelo de financiamento adotado (Rodrigues, 2006).

Conforme Assaf Neto (2007), o valor das prestações é obtido por meio da multiplicação do coeficiente de financiamento e do valor presente do financiamento. Os coeficientes são amplamente utilizados e apresentam formulações diferenciadas conforme a classificação do fluxo de caixa. Essas variações são apresentadas a seguir:

1. Coeficiente de financiamento para fluxos de caixa uniformes:

$$CF = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \quad \text{Equação 24}$$

Onde: CF – coeficiente de financiamento;

i – taxa de juros, em forma unitária;

n – prazo.

2. Coeficiente de financiamento para séries não periódicas:

$$CF = \frac{1}{[\sum_{j=1}^t FAC(i, n)_j]} \quad \text{Equação 25}$$

3. Coeficiente de financiamento com carência:

$$CF = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \times (1+i)^c \quad \text{Equação 26}$$

Onde: c – número de períodos de carência.

4. Coeficiente de financiamento com entrada:

$$CF = \frac{1}{1 + \frac{1 - (1+i)^{-(n-1)}}{i}}$$

**Equação 27**

5. Coeficiente de financiamento para período singular de juros, ou seja, quando a primeira prestação de um fluxo de caixa não coincide com os prazos das demais parcelas:

a. Fluxo antecipado:

$$CF = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \times \frac{1}{(1+i)^t}$$

**Equação 28**

Onde: t – intervalo de tempo padrão do fluxo de caixa;

a – prazo do primeiro pagamento do período singular.

b. Fluxo postecipado:

$$CF = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \times \frac{1}{(1+i)^t}$$

**Equação 29**

Onde: p – período singular de juros do fluxo postecipado.

Seguindo os modelos de cobertura de déficits apresentadas por Rodrigues (2006), é necessário apresentar o modelo de amortização direta. Esse modelo representa o método mais “suave” de financiamento de passivos atuariais. A capacidade de pagamento não possui dificuldades para o fluxo financeiro do beneficiário, mas a antecipação dos encargos pode ser onerosa. Devem ser determinados os passivos atuariais, os custos suplementares e os fluxos de contribuições anuais referentes ao pagamento das parcelas de financiamento.

Seguindo o procedimento adotado para a determinação dos valores das prestações a serem pagas, as análises serão feitas agora para os sistemas de amortização de financiamento, conforme apresentado em Assaf Neto (2007). Sendo assim, serão aqui apresentados os sistemas: Sistema de Amortização Constante (SAC), Sistema de Amortização Francês (SAF) e Sistema de Amortização Americano (SAA).

Para facilitar a compreensão dos modelos de amortização acima citados, inicialmente serão apresentados alguns conceitos empregados nessas

operações financeiras: (i) Encargos financeiros – correspondem os juros da operação, sendo um acréscimo nos custos do devedor para o credor; (ii) Amortização – corresponde exclusivamente ao pagamento do capital emprestado, sem considerar os juros ou encargos administrativos; (iii) Saldo devedor – corresponde ao capital emprestado com a dedução das parcelas de amortização já pagas; (iv) Prestação – corresponde ao valor da amortização mais os encargos; (v) Carência – diferimento quanto à data da primeira prestação, é importante salientar que a carência significa a postergação do valor principal do empréstimo, não sendo incluídos, necessariamente, nessa postergação os juros (Assaf Neto, 2007).

Dadas as definições básicas, segue-se com a apresentação dos modelos de amortização:

#### **A. Sistema de Amortização Constante (SAC)**

O sistema indica amortizações sempre iguais e o valor é obtido mediante a divisão do capital emprestado pelo número de prestações. Como os juros são aplicados sobre o saldo devedor, que é decrescente, este também apresenta valores decrescentes nos períodos de pagamento das prestações. Os valores das prestações (PMT) e dos juros ( $J_t$ ) nesse sistema são calculados pelas seguintes fórmulas:

$$PMT = \frac{PV}{n} [1 + (n - t + 1) \times i] \quad \text{Equação 30}$$

$$J_t = \frac{PV}{n} [1 + (n - t + 1) \times i] \quad \text{Equação 31}$$

Para os casos em que o sistema de amortização constante for adotado, e, apresenta carência, os juros do período de carência podem ser pagos durante a carência; podem ser capitalizados e pagos juntamente com a primeira amortização; ou podem ser capitalizados e acrescidos ao saldo devedor gerando fluxo de amortização de maior valor (Assaf Neto, 2007).

#### **B. Sistema de Amortização Francês**

Corresponde ao modelo de fluxo de caixa-padrão no qual as prestações devem ser iguais, periódicas e sucessivas. Para que as prestações assumam valores

iguais, os juros são decrescentes, e as amortizações, crescentes. Os cálculos das prestações e dos juros seguem as seguintes formulações:

$$PMT = PV \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \quad \text{Equação 32}$$

$$J_t = \left[ PMT \times \frac{1 - (1+i)^{-n-t-1}}{i} \right] \times i \quad \text{Equação 33}$$

Diferente do sistema SAC, para o sistema de amortização francês os juros nos prazos de carência somente podem ser pagos durante o período de carência, ou ser capitalizados e acrescidos ao saldo devedor gerando fluxo de amortização de maior valor.

No sistema francês de amortização, existe uma variação que consiste em utilizar taxa linear proporcional simples, em vez da taxa equivalente composta de juros para o cálculo das prestações, denominada de Tabela PRICE. Deve ficar claro que, se o período de amortização coincidir com o da taxa de juros definida para o ano, a taxa nominal da Tabela PRICE coincidirá com a definida no sistema francês de amortização (Assaf Neto, 2007).

### **C. Sistema de Amortização Americano**

Esse sistema de amortização estipula o pagamento do capital emprestado somente no final do período contratado, sendo que os juros são pagos durante todo o período do empréstimo. Para tanto é aconselhável que o devedor faça um fundo no qual ele acumule poupança periódica durante o prazo do empréstimo, com o objetivo de ter o montante total do capital emprestado ao final do prazo.

Diante do exposto a respeito dos cálculos atuariais e de acordo com Cardoso *et al.* (2006), os cálculos atuariais representam uma preocupação com a solvência das finanças dos mutuários de financiamento. A análise da solvência é feita com base em dados econômicos e financeiros. A primeira se preocupa com o equilíbrio entre os deveres e os haveres para buscar o superávit atuarial. Já a segunda representa a situação em que sempre há disponibilidade de recursos líquidos para os pagamentos das obrigações. Para tanto, é necessário

conhecer o perfil socioeconômico do mutuário em questão, que são os transportadores autônomos.

O cálculo tradicional de atuárias é um método determinístico, no qual só é calculado o valor da obrigação atualizada, não fornecendo dados para a determinação da distribuição probabilística da variação do valor da obrigação atualizada e agregada. Como alternativa, utiliza-se o estudo atuarial de árvore de probabilidade (Assaf Neto, 2007).

A análise por meio de árvore de probabilidade apresenta o espaço amostral das variáveis discretas, sendo possível identificar todos os momentos dessas variáveis. A árvore deve conter todos os eventos pertinentes à tomada de decisão, mesmo que sejam independentes. Para a construção da árvore de probabilidades é necessário calcular a média, a variância e o desvio-padrão da variável discreta em análise. Em amostras amplas, a distribuição de probabilidades pode ser realizada por simulações computacionais como a de Monte Carlo (Cardoso *et al.*, 2006).

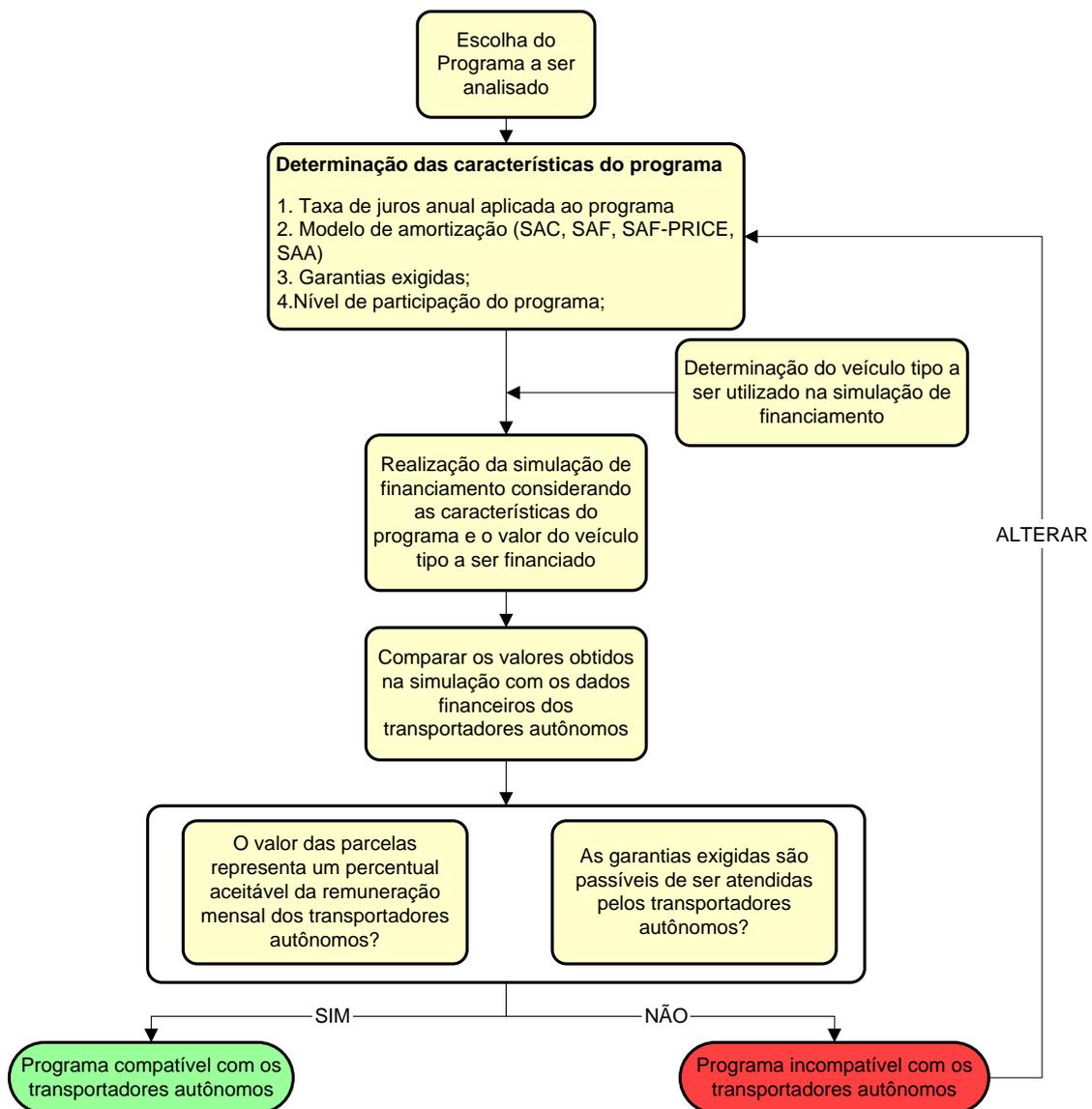
A distribuição de probabilidades definida na árvore de probabilidades permite o cálculo mais preciso da solvência da financiadora por meio da determinação da quantidade desejada dessa distribuição e a análise de distribuição normal dos dados por meio, por exemplo, do teste Komogorov–Smirnov.

## **5. PROGRAMAS NACIONAIS DE FINANCIAMENTO PARA RENOVAÇÃO DA FROTA**

Como uma extensão da metodologia geral da dissertação apresentada no capítulo 1, o presente capítulo faz um detalhamento na etapa de análise de programas de financiamento para a renovação da frota. Posteriormente apresenta-se os últimos programas de renovação de frota para o transporte rodoviário de carga instituídos no Brasil e sua evolução, até o Procaminhoneiros, atualmente em vigência. Essa apresentação tem o objetivo de possibilitar a identificação dos pontos falhos que resultaram em uma não efetiva renovação de frota. Por fim, serão apresentados indicativos para a formulação de programas que sejam adequados ao poder aquisitivo dos autônomos.

### ***5.1. Metodologia de Análise dos Programas de Financiamento para Renovação da Frota***

O detalhamento da metodologia apresentada no capítulo 1 consiste em determinar todas as fases necessárias para a elaboração da análise e para a posterior comparação do programa com a capacidade financeira dos transportadores autônomos (Figura 13).



**Figura 13.** Metodologia de Análise de Programa de Financiamento

A primeira etapa consiste em escolher o programa que vai ser analisado, que nesse caso, serão os programas de financiamento governamentais voltados para a renovação da frota do transporte rodoviário de carga.

Para a realização da segunda etapa, foram feitas as pesquisas necessárias para a coleta das características pelas quais o programa é (ou foi) aplicado. Sendo, portanto, essas características: a taxa de juros (que pode ser fixa ou variável), o modelo de amortização, as garantias exigidas e a participação do programa na aquisição do bem.

A etapa seguinte foi a de escolha do veículo tipo utilizado pelos transportadores autônomos que será utilizado na simulação do financiamento. A partir dessa determinação, pode-se seguir para a realização da simulação do financiamento seguindo as características do programa.

A simulação forneceu os valores das parcelas do financiamento. Esse valor deve ser comparado com a remuneração dos transportadores autônomos para identificar o peso da parcela do financiamento na renda do autônomo. Caso o peso seja compatível com a renda, é necessário verificar se as garantias exigidas são passíveis de serem atendidas pelos autônomos.

No caso de o peso das parcelas ser adequado ao orçamento dos transportadores autônomos, e as garantias passíveis de serem atendidas, o programa será considerado compatível ao setor dos autônomos. Caso contrário, o programa será incompatível, e deverá sofrer alterações em suas características básicas.

## **5.2. Programas Nacionais de Financiamento para Renovação da Frota**

Nesse trabalho serão apresentados e analisados os seguintes programas: Modercarga, BNDES Caminhões, Procaminhoneiros e Procaminhoneiros 2, denominado assim neste trabalho por se tratar de uma variação do programa original.

O **Modercarga** foi lançado somente em 2003, devido à falta de interesse dos bancos e à dificuldade dos carreteiros comprovarem renda em anos anteriores, como apresentado no site sobre transporte rodoviário (O carreteiro). Esse programa foi lançado em 19 de dezembro de 2003, como parte da Política Industrial vigente à época. Ele possuía o objetivo de reduzir a idade da frota que estava em torno de 18 anos, e buscava, com isso, a redução dos níveis de acidentes nas estradas nacionais, dos índices de poluição ambiental e de consumo de combustível.

Conforme o Ministério do Desenvolvimento (MDIC, 2009), o programa teria aplicação de R\$ 2 bilhões 12 meses subsequentes ao lançamento do programa, vindos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), com operacionalização pelo BNDE. Desse montante 30% seriam destinados ao financiamento de caminhões usados (com até sete anos de fabricação, garantia de procedência, e revisão na concessionária autorizada com garantia por 90 dias), o que permitiria a compra de 20 mil veículos. O financiamento poderia ser utilizado para a compra de caminhões, tratores, reboques, semirreboques, chassis e carrocerias pelos autônomos, micro, pequenas e médias empresas.

O programa estabelecia um limite de financiamento de 70% do bem a ser adquirido, com um sistema de amortização de parcelas fixas e com a utilização da Tabela Price. Os encargos financeiros imputados no programa estabeleciam uma taxa efetiva de juros (com *spread* do agente financiador incluso de 4%) de 17% a.a, e prazo de pagamento de 60 meses para equipamentos novos, e 36 meses para equipamentos usados, ambos com três meses de carência.

Mesmo o programa tendo sido lançado no final de 2003, para iniciar as operações de financiamento, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES dependia da aprovação do programa pelo Conselho Monetário Nacional – CMN, o que ocorreu em meados de janeiro de 2004 (Estado de São Paulo, 2004). Essa autorização resultou na publicação da Resolução nº 3.164 em 20 de janeiro de 2004.

Entretanto, para a “arrancada” do programa Modercarga, era necessária nova aprovação pelo Conselho Monetário Nacional, como a inserção da taxa *flat* de 4% para que o BNDES, responsável pela execução do programa, pudesse se prevenir de eventuais aumentos da Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP). A taxa de juros do programa ficou em 17% a.a., composta de 6% junto ao Fundo de Amparo ao Trabalhador, somada aos *spread*, do BNDES, de 11%.

Essa aprovação do novo modelo do Modercarga resultou na revogação da Resolução 3.164/2004, em 19 de março de 2004, sendo substituída pela

Resolução 3.186, na qual foram mantidas quase todas as cláusulas estipuladas na primeira resolução. Foi alterada a remuneração do agente financeiro, que passou de 4% a.a para 6% a.a., deixando a critério do BNDES a cobrança de uma contribuição de 4% do valor de cada liberação de financiamento dos fabricantes, distribuidores e concessionárias que quisessem participar do sistema de financiamento do Modercarga.

Durante os mais de doze meses em que o Modercarga ficou operando seus recursos, foram utilizados somente em cinco caminhões, todos da Volvo (Olmos, 2006). Como mostrou reportagem do Jornal “Estado de São Paulo” de 25 de maio de 2005, em alguns casos continuava vantajoso financiar pelo próprio banco da montadora, como o Banco Volkswagen, que financiava com 12,68% a.a, taxa menor que a oferecida pelo Modercarga.

Sendo assim, em abril de 2005, o programa Modercarga que já havia sofrido mudanças desde 2004 e se mostrou ineficaz, sofreu novas mudanças, até mesmo no nome. O programa, que passou a ser chamado de **BNDES Caminhões**, ampliou o financiamento de caminhões de 70% para 90% do valor unitário. O volume de recursos para veículos novos passou para R\$ 3.4 bilhões e para os veículos usados, reduziu-se para R\$ 200 milhões. (Ministério do Planejamento, 2009)

Conforme Lorenzi e Morais (2005), o programa BNDES Caminhões teve a política de taxa de juros, na qual era composta pela TJLP mais 1% e mais o *spread* bancário, para autônomos, micro, pequenas e médias empresas. Já para as grandes empresas, a composição de TJLP + 2,5% a 4% + *spread* bancário (remuneração do banco).

Os prazos para o financiamento estipulados nessa nova formulação foram esticados, passando a 72 meses para veículos novos e 48 meses para veículos usados (até sete anos de rodagem), sendo estipulado um prazo específico para as empresas de 60 meses.

Mesmo a nova modelagem do programa de financiamento tendo diminuído o

juro e aumentado o prazo de financiamento, manteve os demais parâmetros do antigo Modercarga fracassado, resultando no fracasso de mais um programa de financiamento para renovação da frota do transporte rodoviário de carga.

Na tentativa de superar os programas antecessores, em junho de 2006 foi instituído um novo programa para a renovação de frota, o **Procaminhoneiro** (BNDES, 2009). Esse programa objetiva financiar equipamentos novos (caminhões, chassis, caminhões trator, carretas, cavalos-mecânicos, reboques, semirreboques, cadastrados no BNDES), equipamentos usados (com até oito anos contados a partir do ano de sua fabricação até o momento de apresentação do pedido de financiamento, e revisão garantida que deve ser de pelo menos 90 dias), sistemas de rastreamentos novos, seguros do bem e seguro prestamista.

O programa é destinado a pessoas físicas (autônomas), empresários individuais, microempresas e sociedades de arrendamento mercantil ou bancos com carteira de arrendamento mercantil, devidamente registrados no Banco Central do Brasil (BACEN). Esse programa contaria com até R\$ 500 milhões até o final de 2006, podendo o orçamento ser elevado em função da demanda futura, já que o programa seria estendido a 2007.

A taxa de juros foi definida para as operações com taxa fixa e operações com taxa variável. Para o primeiro caso, a taxa de juros é de até 13,5% a.a, incluída a remuneração da instituição financeira de até 5,5% a.a. (exclusivo para pessoas físicas, residentes e domiciliadas no país). Nesta opção, as prestações são fixas e as amortizações são calculadas pelo Sistema Francês (Price). Já para o segundo tipo de operação, a taxa de juros é composta pelo custo financeiros + a remuneração do BNDES (de 1,0% a.a) + remuneração da instituição financeira credenciada ou da arrendadora (de até 6,0% a.a). Nesta opção, as amortizações são calculadas pelo Sistema de Amortização Constante (SAC).

Diferentemente dos programas antecessores, o Procaminhoneiro pode chegar a até 100% de participação no valor do bem. Os prazos de carência e de

amortização são definidos em função da capacidade de pagamento do beneficiário, respeitando o prazo máximo de 84 meses.

O prazo de carência para as operações de taxa de juros fixa poderá ser de 3 ou 6 meses, sem o pagamento de juros que serão capitalizados trimestralmente. Já o prazo de carência nas operações com taxa de juros variável, quando houver, deverá ser necessariamente múltiplo de 3 meses, com o pagamento dos juros trimestralmente. Na fase de amortização, os juros serão pagos mensalmente juntamente com as parcelas de amortização para os dois casos de operação.

As garantias exigidas no programa são negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente, dentre as estipuladas pelo BNDES que são:

- a) penhor, ao BNDES, dos direitos creditórios representados pelo contrato (caso obrigatório nas operações de arrendamento mercantil);
- b) constituição de propriedade fiduciária, a ser mantida até o final da liquidação do contrato (não se admitindo a substituição dos bens integrantes da garantia por qualquer outro, exceto nos casos de sinistro ou problemas de performance no período de garantia);
- c) aval ou fiança (para financiamento à produção de máquinas e equipamentos e a fabricantes para comercialização).

Além dessas garantias, o transportador autônomo deverá comprovar a sua inscrição e habilitação no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga (RNTRC).

Nos seis primeiros meses de operação, o programa mostrou-se mais eficaz que o antecessor Modercarga, sendo responsável pelo financiamento de mais de 100 veículos. Entretanto, não foi considerado um sucesso, porque para os trabalhadores autônomos, a dificuldade em obter o crédito afasta-os do programa, criado, em teoria, para eles. O motivo é que, muitas vezes, o veículo e o trabalho incerto, são as únicas garantias dos autônomos oferecidas aos bancos que fazem a intermediação da liberação dos recursos (Olmos, 2006). Ainda assim, Giopato (2007) indicou a liberação de cerca de R\$ 250 milhões

em aprovação de financiamento, entre julho de 2006 e julho de 2007, para 2000 operações, sendo 50% negociados com os autônomos.

Os recursos disponibilizados pelo Procaminhoneiros, conforme dados do BNDES, (CNT, 2009), apontam R\$ 290,1 milhões em 2007 e R\$ 296,6 milhões em 2008, porém, sem a informação do percentual utilizado pelos autônomos. Esses dados comprovam que o programa apresentava aspectos melhores que os anteriores, tanto que sua modelagem foi mantida até junho de 2009, quando o BNDES anunciou algumas mudanças no programa.

Dentre as alterações estão: a redução dos juros em 67%, passando de 13,5% para 4,5% para as operações com taxa de juros fixa (até 31 de dezembro de 2009); orçamento de R\$ 1,0 bilhão; ampliação do prazo de amortização de 84 para 96 meses e inclusão de caminhões usados, com até 15 anos de fabricação no programa de financiamento; além da utilização do Fundo Garantidor de Investimento – FGI como forma de garantir o crédito para os transportadores autônomos com recursos de 538 milhões (BNDES, 2009).

O programa tem a vigência para atendimento dos pedidos de financiamento contratados até 31 de dezembro de 2009, sendo que os pedidos devem ser protocolados até 18 de dezembro de 2009 na sistemática operacional convencional, e até 26 de dezembro de 2009 na sistemática operacional simplificada. Conforme site do BNDES em janeiro de 2010, a vigência do programa foi estendida até 29/06/2010, conforme os prazos previstos na Circular AOI Nº 02/2010.

Com a mudança nas regras do Procaminhoneiros, alguns fabricantes já enxergam um cenário positivo para o mercado interno de veículos, ainda mais por causa da redução do IPI (DCI e Automotive Business, 2009). Conforme notícia da NTC (NTC, 2009), a disponibilidade do Fundo Garantidor de Investimento de garantir o crédito aos autônomos, permitirá que se consigam renovar sua frota, já que o fundo irá ressarcir 80% dos eventuais prejuízos dos agentes financeiros. Todavia, segundo a própria opinião do presidente do banco da Volvo, o programa é excelente para a linha de usados, e o “cliente

perfil do Procaminhoneiros é aquele que está buscando um caminhão menos usado” (Bortolin, 2009).

Com o intuito de facilitar a verificação da evolução dos programas de financiamento para renovação de frota no país, a Tabela 15 traz um resumo dos principais aspectos dos programas desde 2003.

**Tabela 15.** Programas de Renovação da Frota

CONDIÇÃO	MODERCARGA	BNDES Caminhões	PROCAMINHONEIRO	PROCAMINHONEIRO 2
Recursos	R\$ 2 bilhões em 2003 (30% para veículos usados) Origem: FAT	R\$3,4 bilhões em 2005	R\$ 500 milhões até 31/12/2006. Posteriormente, 1 bilhão (sendo R\$ 300 milhões para operações de custo fixo).	R\$ 1 bilhão (sendo R\$ 300 milhões para operações de custo fixo)
Beneficiárias	Autônomos ME, pequenas e médias empresas de transporte	Autônomos ME, pequenas e médias empresas de transporte	Carreiros (PF) Empresários individuais Arrendadoras mercantis	Carreiros (PF) Empresários individuais Microempresas; Arrendadoras mercantis
Itens financiáveis	Caminhões novos e usados	Caminhões novos e usados	Equipamentos novos Equipamentos c/ até 8 anos Sistemas de rastreamento Seguros do bem e do prestamista	Equipamentos novos Equipamentos c/ até 15 anos Sistemas de rastreamento Seguros do bem e do prestamista
Taxas	17% a.a	Autônomo, micro, pequena e média empresa → TJLP + 1% + o spread bancário Grandes empresas → TJLP + 2,5% a 4% + spread bancário	Operação com taxa fixa → 13,5% a.a Operação com taxa variável → custos financeiros + a remuneração do BNDES (de 1,0% a.a) + remuneração da instituição financeira (de até 6,0% a.a).	Operação com taxa fixa → 4,5% a.a; Operação com taxa variável → custo financeiros + a remuneração do BNDES (de 1,0% a.a) + remuneração da instituição financeira (de até 6,0% a.a).
Nível de participação	Até 70%	Até 90%	Até 100%	Até 100%
Prazo de pagamento	60 meses (novos) 36 meses (usados)	72 meses (novos) 48 meses (usados)	Máximo: 84 meses	Máximo de 96 meses
Carência	3 meses	3 meses	1. <i>Leasing</i> → sem carência; 2. Operação com taxa de juros fixa → de 3 ou 6 meses. 3. Operações com taxa de juros variável → múltiplo de 3 meses.	1. <i>Leasing</i> → sem carência; 2. Operação com taxa de juros fixa → de 3 ou 6 meses. 3. Operações com taxa de juros variável → múltiplo de 3 meses.
Garantias	A critério do agente: Alienação do bem; Aval; Imóvel. Seguro é obrigatório No caso de usado, garantia de bom funcionamento por 90 dias, dada por concessionária.		Negociadas livremente: Aval; Fiança; Hipoteca; Penhor; etc.	Negociadas livremente: Aval; Fiança; Hipoteca; Penhor; Fundo Garantidor de Investimento (para os autônomos e microempresas)

A evolução dos programas apresentada foi baseada na redução dos juros, no aumento do prazo e do nível de participação do financiamento e a inclusão de veículos mais antigos no programa de financiamento. Os aspectos tentam se enquadrar no perfil econômico dos transportadores autônomos, beneficiário foco dos programas, com a redução dos valores das prestações a serem pagas por mês, o que demonstra a preocupação dos formuladores dos programas em atingir os autônomos.

Contudo, a inclusão de veículos para financiamento com mais de oito anos de fabricação faz com que os transportadores comprem caminhões com idade acima da idade econômica do veículo, implicando em custos operacionais mais elevados do que o custo de capital. Quanto maiores forem os custos operacionais se comparados ao custo de capital menor é a capitação de recursos do motorista para a troca do veículo. Isso fica claro na pesquisa CNT (2002) feita com os transportadores autônomos e que mostra que, quanto mais velho for o caminhão, maior é o prazo apresentado como possível para a sua troca do veículo, conforme Tabela 16:

**Tabela 16.** Perspectiva de Renovação do Caminhão

Em quantos anos você poderá trocar o caminhão?	Idade média da frota X perspectiva de renovação					
	Até 1 ano	De 2 a 5 anos	De 6 a 10 anos	De 11 a 20 anos	De 21 a 30 anos	Mais de 30 anos
<b>Até 2 anos</b>	10,5	12,0	12,5	12,8	11,1	8,3
<b>De 3 a 5 anos</b>	18,4	16,2	20,6	14,2	12,1	8,3
<b>De 6 a 10 anos</b>	7,9	9,4	6,9	6,1	4,1	
<b>Mais de 10 anos</b>	2,6	2,6	0,6	0,9	1,0	8,3
<b>NS/NR</b>	60,5	59,8	59,4	66,0	71,7	5,1
<b>TOTAL</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: CNT (2002)

Considerando o prazo de financiamento do Procaminhoneiros, as novas regras, de 96 meses, e a possibilidade de comprar um veículo com 15 anos de fabricação, implicaria que no futuro teríamos um veículo com 23 anos rodando nas rodovias brasileiras provocando as mesmas externalidades hoje observadas. Isso demonstra uma preocupação somente com o momento presente, sem verificar as implicações futuras e não atrela o financiamento à operação do veículo dentro de seu período de idade econômica.

Quando as novas regras do Procaminhoneiros foram instituídas, considerou-se uma taxa de 4,5% a.a corresponde praticamente ao financiamento com 0% de juros, já que a taxa se anulava com a inflação. No entanto, não foi considerado o fato de que os transportadores autônomos não possuem salários fixados conforme a inflação, e devido à grande competitividade existente no mercado, muitas vezes eles são obrigados a trabalhar por valores inferiores aos custos operacionais. Isso demonstra que a aplicação de uma taxa de 4,5 % a.a não é anulada pela inflação no caso dos autônomos.

Outra inconsistência observada nos programas é a falta de vinculação dos programas às medidas de retirada dos veículos antigos do mercado. A maneira pela qual os programas foram elaborados é somente uma forma de aumentar a frota já existente, o que resultaria em externalidades negativas potencializadas. Para esta inconsistência, sugere-se a inclusão da reciclagem/sucateamento dos veículos antigos.

Adicionalmente, proprietários dos veículos antigos participantes do programa de financiamento de caminhões deveriam entregar os caminhões antigos em centros de reciclagem, onde seriam classificados com base no ano de fabricação e condições de reciclagem possíveis. Essa classificação designaria um determinado bônus ao proprietário, a ser utilizado na compra do caminhão zero km. Programas de renovação de frota vinculados ao sucateamento dos caminhões antigos têm sido utilizados em vários países da Europa, Estados Unidos e México.

Por último, os programas de financiamento para a renovação da frota devem se preocupar em fornecer equipamentos mais modernos para uma mão-de-obra mais qualificada, para que esta possa aproveitar todas as vantagens tecnológicas disponíveis. Para isso, é importante exigir que os condutores façam cursos de melhoria na prática de sua atividade econômica.

Para que seja mais bem verificada a compatibilidade (ou incompatibilidade) do programa Procaminhoneiros com o perfil socioeconômico dos autônomos, segue uma simulação de um financiamento (Tabela 17) para a compra de um

caminhão tipo, definido no item 5.2.1.2, L-1318 3-eixo 2p (diesel) da Mercedes Benz, zero km, que custa R\$ 153.438,00, considerando os aspectos adotados no programa.

**Tabela 17.** Simulação de Financiamento

<b>Carência (meses)</b>	<b>Prestação (R\$)</b>	<b>Gasto com juros (R\$)</b>	<b>Gastos com a Amortização (R\$)</b>	<b>Gasto Total (R\$)</b>
0	1899,71	28.933,67	153.428,00	182.372,28
3	1899,71	30.625,33	153.438,00	184.063,95
6	1899,71	32.316,99	153.438,00	185.755,60

Considerando-se uma renda média dos transportadores autônomos como sendo a média ponderada das rendas dos autônomos apresentadas no capítulo 4, obtém-se uma renda de R\$ 3.420,00. Assim, comparando-se o valor da parcela a ser paga pela compra de um caminhão novo com a renda, observa-se que o valor da parcela representa mais de 55% da renda do transportador autônomo.

Essa proporção obtida é muito superior à que normalmente é aceita no meio econômico. Conforme estudos do Ibmec de São Paulo, o somatório das dívidas deve representar de 25 a 30% da renda (Rocha *apud* Fordelone, 2009).

A partir de uma análise da relação entre os comprometimentos deste programa de renovação da frota com os programas anteriores, verifica-se uma grande melhora em seu desempenho, posto que no programa Modercarga esse comprometimento representava 108,63% da renda média dos autônomos, conforme Tabela 18.

**Tabela 18.** Comprometimento da Renda com o Investimento

<b>Item</b>	<b>Modercarga</b>	<b>BNDES Caminhões</b>	<b>Procaminhoneiro</b>	<b>Procaminhoneiro 2</b>
Taxa de juros anuais	17%	15,2%	13,5%	4,5%
Valor da prestação (R\$)	3.715,33	3.180,95	2.768,90	1.899,69
% da renda *	108,63%	93,01%	80,96%	55,54%

\* renda média ponderada de R\$ 3.420,00

Com base nos valores apresentados, nenhum dos programas de financiamento

de renovação de frota dos autônomos analisados possuía características adequadas ao poder aquisitivo dos mesmos e, possivelmente por este motivo, não foram efetivos.

Com o intuito de fornecer subsídios para programas mais efetivos, pensou-se em retirar toda a parcela de juros imposta no financiamento. Constatou-se, porém, que somente isto não adequaria o programa às condições financeiras dos autônomos, uma vez que o valor das prestações comprometeria quase 47% da renda média dos autônomos.

Esse fato comprovou que, para que a frota seja renovada e as externalidades causadas pela operação desta frota sejam diminuídas, o governo deveria subsidiar a renovação da frota. O impasse neste caso seria como convencer que este subsídio traria mais ganhos do que perdas?

Neste sentido sugere-se que o governo por meio do BNDES, financie a renovação da frota de caminhões procedendo da seguinte forma, conforme apresentado em Rocha *et al.* (2009):

**1º** Atualizar o valor das externalidades negativas causadas pela atual frota brasileira de caminhões, considerando somente os caminhões acima da vida econômica;

**2º** Dividir o valor obtido acima pelo número de caminhões acima da vida econômica;

**3º** Atualizar o valor de  $\varepsilon_{MENSAL}$ , utilizando o custo do dinheiro captado pelo Banco, conforme fórmula a seguir:

$$\varepsilon_{MENSAL} = \varepsilon' \times \frac{r_{BNDES} \times (1 + r_{BNDES})^n}{(1 + r_{BNDES})^n - 1}$$

Caso o custo de captação do dinheiro pelo BNDES fosse igual a zero a fórmula seria a seguinte:

$$\varepsilon_{MENSAL} = \frac{\varepsilon'}{n}$$

Em que:  $\varepsilon_{MENSAL}$  é o valor do subsídio dados aos autônomos para a renovação da frota

$n$  é igual ao número de prestações do empréstimo para a aquisição

do caminhão.

$r_{BNDES}$  é o custo do dinheiro captado pelo BNDES.

$\varepsilon'$  é o valor unitário da externalidade negativa causada pela atual frota brasileira de caminhões dividido pelo número de caminhões que necessitam ser renovados.

4º Cálculo do novo valor da prestação:

$$\bar{P} = (A + J) - \varepsilon_{MENSAL}$$

Em que:  $\bar{P}$  é a prestação a ser paga já considerando o subsídio;

$A$  é a amortização, calculada por meio do sistema PRICE;

$J$  é os juros em termos monetários, calculada por meio do sistema PRICE.

O cálculo de  $\bar{P}$  de maneira simplificada, considerando somente a externalidade gerada pela poluição atmosférica (R\$ 88.187,00 por caminhão) e o custo de captação do dinheiro pelo BNDES sendo igual a zero, o valor da prestação passaria de R\$ 1.899,71 para R\$981,09, o que representa uma redução de mais de 40% no valor da prestação.

Se os cálculos para a determinação do subsídio para a renovação de frota fossem feitos baseados no salário médio dos autônomos – R\$ 3.420,00 – e o percentual de comprometimento da renda apresentada na bibliografia, de 30%, o valor da parcela seria de R\$ 1.219,47.

Isso comprova que o subsídio para a renovação da frota de caminhões dos transportadores autônomos de carga gera mais benefícios que custos, posto que a sua renovação gera a redução das externalidades como poluição atmosférica, acidentes, dos custos operacionais e conseqüentemente do frete e a perda de receita com as isenções do IPVA.

Para se ter uma ideia da magnitude do problema da renovação da frota de caminhões dos transportadores autônomos, foi feita uma simulação com as seguintes considerações:

- a) Aporte de financiamento igual ao do Procaminhoneiros – R\$ 1 bilhão;
- b) Taxa de juros iguais a zero;
- c) Parcelas que representem somente 30% da renda média dos autônomos –

R\$ 1.219,47;

- d) Mesmo número de parcelas do PROCAMINHONEIROS – 90 parcelas;
- e) Por simplificação, a taxa de inadimplência é igual a zero.

A partir desta simulação observou-se que ao longo de quase 62 anos teriam sido renovados somente 23.227 veículos, e o aporte inicial já teria que ser incrementado para continuar com as renovações (Tabela 19). Isso demonstra que haveria uma quantidade de veículos velhos operando, muito maior do que existe hoje, posto que os veículos hoje novos e os comprados no futuro, com essa escala de tempo já seriam considerados obsoletos.

**Tabela 19.** Taxa de Renovação de Frota com Aporte de R\$ 1,0 bilhão

Mês	Saldo anterior (R\$)	Utilizado no financiamento (R\$)	Veículos financiados por mês (veículos)	Total de veículos financiados (veículos)
0	1000000000,00	999955446,00	6517	6517
1	7991839,99	7978776,00	52	6569
2	8023762,42	7978776,00	52	6621
3	8119097,29	7978776,00	52	6673
4	8277844,60	8132214,00	53	6726
5	8347785,82	8285652,00	54	6780
6	8330140,42	8285652,00	54	6834
7	8378346,40	8285652,00	54	6888
8	8492403,76	8439090,00	55	6943
9	8520093,97	8439090,00	55	6998
10	8614855,03	8592528,00	56	7054
11	8624468,41	8592528,00	56	7110
12	8702372,11	8592528,00	56	7166
...	...	...	...	...
729	272277,11	153438,00	1	23217
730	264432,04	153438,00	1	23218
731	255481,50	153438,00	1	23219
732	245423,49	153438,00	1	23220
733	235482,48	153438,00	1	23221
734	224431,00	153438,00	1	23222
735	212267,05	153438,00	1	23223
736	200218,10	153438,00	1	23224
737	187053,68	153438,00	1	23225
738	172771,79	153438,00	1	23226
739	158602,90	153438,00	1	23227
<b>740</b>	<b>143313,54</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>23227</b>

Para que fosse possível renovar todos os veículos hoje acima de 20 anos, ou seja, 44% da frota, em no máximo uma década, seria necessário um aporte

inicial de R\$ 57 bilhões, conforme apresentado na Tabela 20.

**Tabela 20.** Taxa de Renovação de Frota com Aporte de R\$ 57,0 bilhões

Mês	Saldo anterior (R\$)	Utilizado no financiamento (R\$)	Veículos financiados por mês (veículos)	Total de veículos financiados (veículos)
0	57000000000,00	56999915430,00	371485	371485
1	453099382,95	452948976,00	2952	374437
2	456765095,34	456631488,00	2976	377413
3	460377438,45	460314000,00	3000	380413
4	463965679,56	463843074,00	3023	383436
5	467711304,48	467679024,00	3048	386484
6	471337923,96	471208098,00	3071	389555
7	475180461,81	475044048,00	3096	392651
8	478962528,78	478879998,00	3121	395772
9	482714611,62	482562510,00	3145	398917
10	486619415,61	486551898,00	3171	402088
11	490401770,97	490387848,00	3196	405284
12	494245602,45	494223798,00	3221	408505
...	...	...	...	...
109	473412346,41	473356230,00	3085	816197
110	472992191,28	472895916,00	3082	819279
111	472639680,81	472589040,00	3080	822359
112	472164792,90	472128726,00	3077	825436
113	471684381,45	471668412,00	3074	828510
114	471161862,36	471054660,00	3070	831580
115	470711650,59	470594346,00	3067	834647
116	470142504,57	470134032,00	3064	837711
117	469415401,26	469366842,00	3059	840770
118	468798193,62	468753090,00	3055	843825
119	468097201,14	467985900,00	3050	846875
<b>120</b>	<b>467424399,84</b>	<b>467372148,00</b>	<b>3046</b>	<b>849921</b>

As Tabelas 19 e 20 nos mostram que para a renovação da frota, não basta oferecer um programa de financiamento ajustado à capacidade financeira dos autônomos, e sim um aporte inicial alto para que o financiamento ocorra em tempo adequado para a renovação da frota. Caso o aporte seja baixo, o tempo necessário para a renovação de frota é elevado, o que o torna ineficiente.

O aporte de R\$ 57,00 bilhões pode parecer exorbitante, mas somente os custos advindos da poluição ambiental que seriam evitados com a renovação dos 849.921 veículos, resultam em mais de R\$ 74,00 bilhões, o que demonstra que os benefícios serão maiores que os custos.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O transporte rodoviário de carga representa cerca de 60% da movimentação da carga nacional. Dos cerca de 1,9 milhão de veículos, mais de 1 milhão pertencem aos transportadores autônomos. A frota dos autônomos apresenta idade média de 23 anos, muito superior aos definidos empiricamente por Pereira (2006) sobre a vida econômica dos caminhões.

Nesse contexto, este trabalho trata de um tema que se encontra na pauta do governo federal, ou seja, a renovação da frota de caminhões. O governo lançou alguns programas de renovação de frota que apresentavam alto custo do dinheiro emprestado e elevadas exigências de garantias. Esses vícios permanecem no atual programa Procaminhoneiros.

Além dos vícios dos programas anteriores, a última versão do Procaminhoneiros permite a compra de veículos acima de 15 anos, o que resultaria em uma operação não econômica para os autônomos, uma vez que os caminhões já teriam ultrapassado sua vida econômica.

Somando-se aos vícios dos programas, encontram-se os transportadores autônomos que, em sua maioria, estão descapitalizados e sem condições de fornecer as garantias exigidas pelos programas governamentais de renovação. Isso favorece o envelhecimento constante da frota de caminhões. Essa frota antiga e, em muitos casos, sem manutenção adequada, gera inúmeras externalidades para a sociedade: (a) como o aumento do custo operacional e o aumento do frete; e (b) os gastos sociais com acidentes e a poluição atmosférica crescem. Cabe registrar, ainda, a redução da arrecadação governamental com a isenção de pagamento do IPVA.

Após analisar os programas governamentais de renovação da frota de caminhões rodoviários, entre os anos de 2003 e 2009, pode-se verificar uma melhoria nas propostas que resultaram em uma redução do comprometimento da renda dos autônomos para a realização deste investimento de 108,63% no programa Modercarga. Isso demonstra uma total impossibilidade dos

autônomos em renovar sua frota, considerando um comprometimento da renda de 55,54% no programa atual, o que é, ainda, impraticável.

Necessário notar que, mesmo desconsiderando os juros das prestações, a renda dos autônomos estaria comprometida em até 46%; o que é, ainda, um índice de comprometimento de renda alto.

Por conta disso, e das externalidades subjacentes, a frota autônoma de caminhões de carga, argumenta-se neste trabalho, que a política de renovação da frota deve privilegiar os princípios da análise social de projetos.

Atenta-se que o programa de renovação da frota autônoma de caminhões deve ser acompanhado por mecanismo de retirada de circulação dos veículos velhos. Nas décadas de 70 e 80, os Estados Unidos e a Itália e, atualmente o México, programaram mecanismos para retirar caminhões substituídos de circulação, isto é, criaram programas de sucateamento de caminhões.

O mecanismo de sucateamento de veículos velhos funciona assim:

- O governo compra os caminhões velhos que devem chegar por condições próprias e não guinchados, comprovando a continuidade de sua utilização;
- O valor recebido pelo caminhoneiro é deduzido do valor do empréstimo;
- O governo vende os caminhões velhos à sucata e o dinheiro obtido é revertido para os cofres públicos.

O programa de sucateamento é *per se* um mecanismo de subsídio aos caminhoneiros autônomos. Mas, nem de longe, impacta significamente a relação entre renda mensal do caminhoneiro e valor mensal das prestações. A consequência disso é que há necessidade de programa governamental, com viés financeiro, visando à renovação da frota autônoma de caminhões.

Sob uma perspectiva econômica, esta dissertação mostra o ganho em renovar a frota autônoma de caminhões. Essa renovação garante a redução das externalidade subjacentes à frota com idade elevada. Para tanto, assumiu-se:

- a) A idade econômica da frota autônoma de caminhões calculada por Pereira (2006);
- b) Os custos com acidentes e com a operação da frota estimados por IPEA (2006);
- c) Os custos da poluição ambiental calculado por Fontana (1998 *apud* Meyer, 2001).

Para complementar as análises presentes nesse trabalho, seguem algumas sugestões e recomendações para trabalhos futuros:

- Verificar se a idade econômica dos caminhões sofreu alguma mudança causada pelas novas tecnologias adotadas em sua construção;
- Reestimar os custos sociais envolvidos nos acidentes rodoviários, poluição ambiental e aumento dos custos operacionais;
- Calcular as perdas de arrecadação governamental devido à isenção de pagamento do IPVA dos veículos acima de 20 anos;
- Relacionar o IPVA pago com o custo financeiro do programa governamental de renovação da frota autônoma de caminhões;
- Verificar se os prejuízos causados pelos caminhões velhos à sociedade são maiores do que o custo do dinheiro público emprestado (conceito de eficiência de Kaldor-Hick; ver Contador, 2000).

## BIBLIOGRAFIA

- ABNT (1997). Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Veículo Rodoviário de Carga – Terminologia*. NBR 9762, Rio de Janeiro, RJ.
- ANFAVEA (2008). Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/Index.html>>. Acesso em 04 de junho de 2008.
- ANTT (2007). Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Relatório de Gestão 2007*. Disponível em: [http://www.antt.gov.br/pca/2007/RelatorioGestao\\_2007.pdf](http://www.antt.gov.br/pca/2007/RelatorioGestao_2007.pdf). Acesso em 24 de junho de 2009.
- ANTT (2009). Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: <http://www.antt.gov.br>. Acesso em 04 de março de 2009.
- ANTT - RNTRC (2009). Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Dados do RNTRC*. Disponível em: [http://www.antt.gov.br/rntrc\\_numeros/rntrc\\_emnumeros.asp](http://www.antt.gov.br/rntrc_numeros/rntrc_emnumeros.asp). Acesso em 25 de maio de 2009.
- ASSAF NETO, A. (2007). *Matemática Financeira e suas aplicações*. Editora Atlas, 9ª edição.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA – NTC&LOGÍSTICA. (2006). *Movimento de cargas fracionadas e lotações crescem em 2005*. Disponível em [http://www.ntcelogistica.org.br/tecnio\\_downloads.asp](http://www.ntcelogistica.org.br/tecnio_downloads.asp). Acesso em 26 de junho de 2008.
- BATISTA, A.F.; SIQUEIRA, B. S.; NOVAES, J. F.; FIGUEIREDO, D. M. (2005). *Estrutura de Capital: uma estratégia para o endividamento ideal ou possível*. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.
- BNDES (2008). Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. *O Transporte Rodoviário de Carga e o Papel do BNDES*. In: *REVISTA DO BNDES, Rio de Janeiro, v. 14, n. 29, p. 35-60, junho 2008*
- BNDES (2009). Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. *Programa BNDES de Financiamento a Caminhoneiros - BNDES Procaminhoneiro*. < [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br) >. Acesso em 10 de maio de 2009.
- BRASIL (1997). *Lei N° 9.503, de 23 de setembro de 1997*. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 14 de maio de

- 2008.
- BORTOLIN, N. (2009). *Para banco, fundo viabiliza Procaminhoneiro*. Carga Pesada. Publicado em 20/07/2009. Disponível em: <[http://www.ntcelogistica.org.br/noticias/materia\\_completa.asp?codnoti=35582](http://www.ntcelogistica.org.br/noticias/materia_completa.asp?codnoti=35582)>. Acesso em setembro de 2009.
- CARDOSO, S.; CAPELO JÚNIOR, E.; CHAGA, D. M. S.; ROCHA, A. S.; BATISTA, P. C. S. (2006). Pequenas e médias empresas como patrocinadoras de planos de previdências em entidades fechadas de previdência complementar. . In: *Revista de Contabilidade Financeira*, Universidade de São Paulo, edição Especial Atuária, dezembro de 2006.
- CARVALHO, W. L. (2004). *Desenvolvimento Teórico de um Sistema de Informação para Gerenciamento do Transporte Rodoviário de Carga*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília.
- CARVALHO, A.X.; CERQUEIRA, D.R.C.; RODRIGUES, R.I.; LOBÃO, W.J. (2007). *Custos das mortes por causas externas no Brasil*. Brasília: IPEA (Texto para Discussão nº 1268).
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B. H. (2008). *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 10ª edição, 2ª reimpressão. São Paulo, Editora Atlas.
- CASTRO, C (2009). Renovar é Preciso – plano nacional sobre mudança do clima vai definir ações para a atualização da frota de caminhões. In: *Revista CNT – Transporte Atual*, Belo Horizonte, ano XIV, número 162, págs. 23-35. Fevereiro de 2009.
- CASTRO, N (1988). *Estrutura e Desempenho do Setor do Transporte Rodoviário de Carga*. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro.
- CEREZOLI, L. (2009). Procura-se Caminhoneiro. In: *Revista CNT – Transporte Atual*, Belo Horizonte, nº 163, pags. 24-32, março de 2009.
- CETESB (2007). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório anual de qualidade do ar no estado de São Paulo*. São Paulo, SP.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (1999). *Relatório de Qualidade de Ar no Estado de São Paulo*. São Paulo, SP.
- CHIECHELSKI, P. C. S. (2005). Avaliação de programas sociais: abordagens quantitativas e suas limitações. In: *Revista Virtual Textos & Contextos*, nº 4, dezembro de 2005, ano IV.
- CHIEZA, R. A.; AMBROS, J. O. (2006). *A importância do crédito na visão*

- Schumpeteriana e a experiência gaúcha na busca de alternativas à ampliação do acesso ao crédito para empresas de menor porte.* In: III Encontro de Economia Gaúcha – área de desenvolvimento econômico.
- CNT (2002a) Confederação Nacional do Transporte. *Relatório Analítico da Pesquisa de Autônomos.*
- CNT (2002b). Confederação Nacional do Transporte. Pesquisa Empresas de Carga CNT – 2002 – Relatório Analítico.
- CNT (2004). Confederação Nacional do Transporte. *Pesquisa Rodoviária 2004 – Relatório Gerencial.*
- CNT (2008). Confederação Nacional do Transporte. Disponível em <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em 28 de junho de 2008.
- CNT (2009). Confederação Nacional do Transporte. *Boletim Estatístico CNT*, março de 2009.
- COHEN, E.; FRANCO, R. (2004). Avaliação de projetos sociais. Petrópolis: Vozes.
- CNC (2008). Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo. *A Competitividade nos Setores de Comércio, de Serviços e do Turismo no Brasil: Perspectivas até 2015.* Relatório Executivo. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).- Brasília: CNC; SEBRAE, 2008.
- CONTADOR, C. (2000). *Projetos sociais: avaliação e prática.* São Paulo, Ed. Atlas.
- COOPEAD (2002). Centro de Estudo em Logística. *TRANSPORTE DE CARGAS NO BRASIL: Ameaças e Oportunidades para o Desenvolvimento do País - diagnóstico e plano de ação.*
- CRUZ, E. (2008). Risco de Colapso. In: *Revista CNT – Transporte Atual*, Belo Horizonte, nº 158, pags. 44-51, outubro/2008.
- DNER (1976). Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. *Sinopse do Transporte Rodoviário de Cargas.* Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Estrada de Rodagem, Rio de Janeiro, 1976, p. 315.
- DNER (2000). Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. Disponível em: <http://www.dner.gov.br>. Acesso em 09 de abril de 2003.
- DE LEON, M. R.; SIGUA, R. G.; CAL, P. C. (2005). *Estimation of socio-economic cost of road accidents in metro Manila.* *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol. 6: 3183-98.
- DE ROCCHI, C. A. (1987). Sobre as políticas de investimentos em ativos permanentes (1ª Parte). *Revista do Conselho Regional de Contabilidade do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, n. 48, 1987, p. 10-31.

- DNIT (2004). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Custo de acidentes de trânsito nas rodovias federais: sumário executivo*, n. 733, Rio de Janeiro, RJ.
- ECONOMIA E ENERGIA (2001). *Progressos na Matriz Energética e de Emissões de Gases Causadores do Efeito Estufa*. Revista nº 25, março/abril de 2001. ISSN 1518-2932. Disponível em: <http://ecen.com/matriz/eee25/veiculp5.htm#veiclp2>. Acesso em 08 de junho de 2009
- O ESTADO DE SÃO PAULO (2004). *No lançamento do Procaminhoneiro, Lula pede queda do juro*. Sexta-feira, 9 de Junho de 2006. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/arquivo/economia/2006/not20060609p35962.htm>. Acesso em 22 de agosto de 2009.
- ESTEVES, G.R.T.; BARBOSA, S.R.S.; SILVA, E.P.; ARAÚJO, P.D. (2007) Estimativa dos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana: algumas possibilidades metodológicas e teóricas para a cidade de São Paulo. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, v.1, n.3, Artigo 4, abril 2007.
- FIATES, J. E. A.; SOUZA, A. R.; CHIERIGUINI, T.; PRIM, C. H.; UENO, A. T. (2008). Modelo de Aceleração do desenvolvimento de Empresas de Base Tecnológica: da Geração da Ideia à Consolidação do Negócio. In: *Locus Científico*, vol.02 nº 02 (2008) PP. 54-62.
- FILIZOLA, I. M. (2005). *Identificação de valores referenciais do nível de emissão de gases de veículos automotores leves do Ciclo Otto*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília.
- FONTOURA, F. R.; CARDOSO, S.; ROCHA, A. S.; CAPELO JÚNIR, E.; CÂMARA, S. F. (2006). Um Modelo de avaliação de obrigações providenciais de regimes capitalizados de previdência no serviço público. In: *Revista de Contabilidade Financeira da Universidade de São Paulo*, edição Especial Atuária, p. 42 – 55, dezembro de 2006
- FORDELONE, Y. (2009). *Continuar no aluguel ou entrar em um financiamento?* Disponível em: <http://aeinvestimentos.limao.com.br/especiais/esp23478.shtm>>. Acesso em outubro de 2009.
- FREITAS, M. B. de (2004). *Transporte rodoviário de cargas e sua respectiva*

- responsabilidade civil*. Disponível em: <<http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=5231>>. Acesso em 02 de junho de 2009.
- FEPAN (2001). FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER. *Projeto de Manual de Análise de Risco*.
- FIPE (2009). FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. Disponível em: <<http://www.fipe.org.br/web/index.asp>>. Acesso em 28 de junho de 2009.
- GIOPATO, D. (2007). Financiamento - Procaminhoneiro ainda 'patina'. In: *Revista O Carreteiro*, edição 396 de setembro de 2007, ano: XXXVII. Disponível em: <<http://www.revistaocarreteiro.com.br/modules/revista.php?recid=467&edid=44>>
- GUGLINSKI, V. V. (2008). *Posso ficar te devendo um centavo?* Jus Navigandi, Teresina, ano 12, n. 1835. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=11476>>. Acesso em 01 de junho de 2009.
- IBGE (2006). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Anual de Serviços de 2006*. Volume 8. Rio de Janeiro.
- IPEA (2006). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo*. Brasília: IPEA/DENATRAN/ANTP, 2006.
- KOURI, M. G.; SPINA, E. (2007). Sistema de acompanhamento logístico de baixo custo para o transporte rodoviário de cargas. *Revista Tecnológica – Março/2007*
- KOUTSOYIANNIS, A. (1979). *Modern microeconomics*. London: Macmillan.
- LIMA, R. F. C. (2006). *Benchmarking de Tarifas e Práticas do Transporte Rodoviário*. Disponível em: <[http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com\\_content&task=view&id=694&Itemid=74](http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=694&Itemid=74)>. Acessado em abril de 2009.
- LOPES, S. S.; CARDOSO, M. P.; PICCININI, M. S. (2008). O Transporte Rodoviário de Carga e o Papel do BNDES. In: *Revista do BNDES*, v. 14, p. 35-60, jun.2008. Rio de Janeiro.
- LOPES, A. B.; FURTADO, C. V. (2006). *Private Equity* na carteira de investimentos das entidades de previdência privada. In: *Revista de Contabilidade Financeira da Universidade de São Paulo*, Edição Especial Atuária, p. 108 – 126, Dez. 2006
- LORENZI, S.; MORAES, S. (2005). O BNDES muda o Modercarga. In: *Gazeta Mercantil* de 27 de abril de 2005.

- MACHADO, M. R. C.; LIMA, G. A. S. F.; LIMA, I. S. (2006). Evidenciação dos riscos atuariais nas demonstrações financeiras das seguradoras que operam previdência complementar aberta. *In: 6º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, julho de 2006.*
- MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (2003). *Economia do meio ambiente: teoria e prática.* Org, Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- MEYER, C. R. (2001) *Implicações energético-ambientais de esquemas de sucateamento de automóveis no Brasil.* Dissertação de Mestrado – Departamento de Ciências em Planejamento Energético – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MDIC (2009). Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Notícias.* Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/noticia.php?area=1&noticia=5770>>. Acesso em outubro de 2009.
- Ministério do Planejamento (2009). *Plano do BNDES patina e frota de caminhões envelhece no Brasil.* Em: <http://www.rte.com.br/files/midia/64Clipping%20-%202006-12.pdf>. Acesso em outubro de 2009.
- MOHAN, D.; FORD, H. (2002). *Social cost of road traffic crashes in India.* Transportation Research and Injury Prevention Programme. Indian Institute of Technology – New Deli. *In: Proceedings First Safe Community Conference on Cost of Injury, Viborg, Denmark, October – 2002.*
- NEGÓCIO EM TRANSPORTES (2008). *Do útil ao Necessário.* Editora: TT, São Paulo, Ano 5 número 63, set/out de 2008.
- NOVAES, A. G. N.; ALVARENGA, A.C. (1994). *Logística Aplicada: Suprimento e Distribuição Física.* São Paulo: Pioneira.
- O CARRETEIRO (1969). *Modercarga quase pronto.* Publicado em 31 de dezembro de 1969. Disponível em: <<http://www.ocarreteiro.com.br/content.php?recid=1142>>
- OLMOS, M. (2006). *Plano do BNDES patina e frota de caminhões envelhece no Brasil.* *IN: Valor Econômico, São Paulo. 06 de dezembro de 2006.*
- PEREIRA, D. B. S. (2006). *Análise do Impacto das Condições de Rodovias Pavimentadas na Renovação da Frota de Transporte Rodoviário de Carga.* Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília.
- PEREIRA, D. B. S.; ROCHA, C. H. (2006). *Análise do Impacto das Condições de*

- Rodovias Pavimentadas na Rentabilidade da Frota de Transporte Rodoviário de Carga. *In: Anais do XX Anpet, volume I, Brasília.*
- PRÓ-CAMINHONEIRO (2009). *Pró-caminhoneiro começa a animar caminhões.* DCI e Automotive Business, 10 de julho de 2009. Disponível em: <[http://www.automotivebusiness.com.br/noticia\\_det.asp?id\\_noticia=4024](http://www.automotivebusiness.com.br/noticia_det.asp?id_noticia=4024)>. Acesso em novembro de 2009.
- PROCONVE (2009). Programa de controle de emissões veiculares. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/qualidade-ambiental/areas-tematicas/control-de-emissoes/programa-proconvepromot/>. Acesso em 7 de junho de 2009.
- QUATRO RODAS (2007). *Amassa este velhinho!*. Disponível em [http://quatorodas.abril.com.br/frota/reportagens/16\\_mexico.shtml](http://quatorodas.abril.com.br/frota/reportagens/16_mexico.shtml). Acesso em abril de 2009.
- REYNOLDS, D. J. (1956) The cost of road accidents. *Journal of the Royal Statistical Society.*
- RIGOLON, F. J. Z. (1999). *Opções reais, análise de projetos e financiamentos de longo prazo.* Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev1107.pdf>
- RODRIGUES, J. A. (2006). Modelos de Amortização de déficits atuariais em fundos de pensão. *In: Revista de Contabilidade Financeira da Universidade de São Paulo*, Edição Especial Atuária.
- ROCHA, C. H.; MAIA, W. N. P. (2008/2009). Fragilidades do Seguro da Agricultura Familiar (SEAF), *In: Revista Brasileira de Risco e Seguro*. Rio de Janeiro, volume 4, nº 8, p.41-52, out.2008/mar.2009.
- ROCHA, C. H.; ARRUDA, B. D. L.; ROCHA, M. O. M. (2009). Renovação da frota de caminhões de carga agropecuária. *In: XXIII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Espírito Santo, novembro de 2009.*
- ROSA, L. P.; RIBEIRO, S. K. (2001). *The present, past and future contributions do global warming of CO<sub>2</sub> emissions from fuels: a key for negotiation in the climate convention.* Climatic Change, n. 48, pp. 209-308.
- SCHUMPETER, J. A. (1982). *Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico.* São Paulo, Abril Cultura.
- Seminário Brasileiro do Transporte Rodoviário de Cargas (2009). IX Seminário Brasileiro do Transporte Rodoviário de Cargas, Brasília, maio de 2009.
- SILVA JUNIOR, R. F. (2004). *Geografia de redes e da logística no transporte*

- rodoviário de cargas: fluxos e mobilidade geográfica do capital*. Dissertação de mestrado da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente.
- SILVA, A. R., (2006). *Avaliação de modelos de regressão espacial para análise de cenários do transporte rodoviário de carga*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília.
- VALENTE, A. M., PASSAGLIA, E.; NOVAES, A.G. (1997). *Gerenciamento de transporte e frotas*. Pioneira: São Paulo.
- VALENTE, A. M.; NOVAES, A. G.; PASSAGLIA, E.; VIEIRA, H. (2008). *Gerenciamento de Transporte e Frotas*. 2ª ed. Thomson Learning.
- VEY, I. H.; ROSA, R. M. da (2003). Substituição de frota em empresa de transporte municipal de passageiros: um estudo de caso. *In: IX Convenção de Contabilidade do Rio Grande do Sul. Gramado*.
- VISCUSI, W. K.; ALDY, J. E. (2003) *The value of a statistical life: a critical review of market estimates throughout the world*. Washington: NBER Working Paper, n. 9.487.
- WANKE, P.; FLEURY, P. F. (2006). *Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos*. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). *Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil*. Brasília: IPEA, p. 409-464, 2006.