

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Os avanços nas tecnologias de comunicações e de transportes reduziram o tempo necessário para mover pessoas, materiais ou informações de um lugar para outro. Entretanto, em muitos países em desenvolvimento essas tecnologias ainda são em menor número, mantendo, com isso, padrões inadequados de eficiência e eficácia e desrespeito às necessidades de mobilidade e de acessibilidade da população, em especial das classes menos favorecidas.

A falta de investimentos no setor de transporte está cada vez mais originando um cenário totalmente indesejado para o desenvolvimento urbano.

*“É precária a situação do setor de transportes no Brasil, tanto do ponto de vista da infra-estrutura física, da organização institucional, ou dos mecanismos de financiamento. Há, claramente, uma enorme defasagem entre as demandas urgentes que recaem sobre o setor e os aparatos: legal, organizacional e físico que o compõem”* (RESENDE, 2003). O grau de ineficiência e ineficácia dos sistemas de transportes no Brasil causam prejuízos expressivos, tais como: desequilíbrio ambiental, desperdício no emprego de combustíveis, aumento do número de acidentes, dentre outros.

No cenário atual do transporte de carga no Brasil, identifica-se uma matriz de transporte inadequada, isto é, a participação dos modos aquaviário e ferroviário é pequena se comparada com o rodoviário. O modo rodoviário ainda responde por 60% do que se transporta (bens + pessoas) no país. Isto representa um grande contraste em relação aos Estados Unidos e outros países como, por exemplo, a Rússia, Canadá e China (SCHROEDER e CASTRO, 2004; KATO, 2005).

A importância desse modo no Brasil se deu ao longo da história devido aos privilégios concedidos pelas políticas de transporte (BRASILEIRO et al, 2001). No entanto, as condições da frota e dos equipamentos são precárias, em níveis abaixo do observado em países desenvolvidos (COPPEAD, 2002).

Esses fatos apontam para a necessidade de serem implementadas ações que permitam ao setor produtivo desenvolver sua capacidade competitiva, e das empresas investirem cada vez mais em capacitação e em tecnologias, preparando para a concorrência doméstica e internacional. Para isso, devem ser desenvolvidas ações pró - ativas, com visão de futuro.

Desta forma, o presente trabalho tem como foco o uso de exercícios de prospecção, ferramenta que se revela adequada, ao propiciar a identificação de oportunidades, a percepção de riscos e a antecipação de mudanças fornecendo elementos de suporte para a tomada de decisão.

Visando incorporar uma variada de informações qualitativas e quantitativas e apresentar retratos ricos e complexos dos futuros possíveis quanto a difusão dos eventos tecnológicos da frota de caminhões no Brasil, o método escolhido foi o de construção cenários alternativos futuros, através da aplicação das técnicas *delphi* (para verificar a possibilidade de ocorrência de um evento, segundo a visão dos peritos) e de impactos cruzados (onde os peritos opinarão minuciosamente a respeito da influência que a ocorrência dos eventos trará sobre a probabilidade dos demais ocorrerem).

As oportunidades tecnológicas assim apontadas para o futuro poderão atuar favorável, ou desfavoravelmente, sobre o setor de transporte, dependendo das ações pró-ativas ou reativas adotadas pelos atores que interagem no cenário nacional e internacional.

Merece realçar que os cenários a serem apresentados são apenas uma imagem do que pode acontecer dentro de circunstâncias projetados pelos especialistas, embora as informações obtidas nesse estudo possam ser de valia para o encaminhamento de pesquisas e para a revisão de prioridades no âmbito do Transporte Rodoviário de Cargas e, mais, precisamente nos aspectos referentes a sustentabilidade de sua produção.

## **1.2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Formular cenários futuros para a frota de caminhões no Brasil tendo como horizonte o ano de 2021 e foco na dimensão tecnológica, bem como a identificação de diretrizes que visem à efetividade do Transporte Rodoviário de Cargas (TRC).

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Como etapas intermediárias para o desenvolvimento deste trabalho, foram estabelecidos alguns objetivos específicos a serem alcançados, os quais estão apresentados a seguir:

- a) Construir uma base de informações para orientar os interessados na produção e uso de veículos rodoviários de transporte de carga em seus planejamentos estratégicos;
- b) Conceber um levantamento preliminar sobre o “estado da arte” de atributos e indicadores tecnológicos aplicados aos veículos rodoviários de transporte de carga e de métodos empregados em estudos semelhantes, realizados no exterior e no Brasil;
- c) Desenvolver uma metodologia para estudos prospectivos sobre equipamentos a serem utilizados no Transporte Rodoviário de Carga.

### **1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA**

O Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) no Brasil encontra - se fragmentado, em estado crítico, necessitado de um processo de revitalização (FLEURY, 2005).

Tendo em vista sua importância no contexto econômico do País, torna - se necessário manter não apenas uma malha rodoviária extensa e em boas condições de uso, mas também, uma frota que proporcione economia e, sobretudo, segurança no transporte de mercadorias.

As crescentes exigências de competitividade, frente à consolidação do processo de integração econômica mundial, impõem o rápido e preciso atendimento às demandas de informação tecnológica dos setores produtivos. Nesse contexto, o estímulo de pensar no futuro, procurando prospectar seus possíveis cenários, se configura como habilidade indispensável ao gestor, para agir com mais confiança e melhor conhecimento da incerteza presente no ambiente (MARTIN e JOHSTON, 1999).

Os estudos de prospecção tecnológica são desenvolvidos através de uma variedade de técnicas usadas para determinar e avaliar o desenvolvimento de novas tecnologias, assim como o de tecnologias já estabelecidas, e os impactos que essas tecnologias podem ter sobre a economia, o ambiente e as estruturas sociais. Mesmo que nenhuma técnica, em específico, possa eliminar as incertezas sobre o futuro, um processo estruturado que permita prever o futuro tecnológico e avaliar as tecnologias emergentes pode ser de grande ajuda para a tomada de decisão tecnológica (BOWONDER *et al*, 1999).

O aspecto da originalidade do presente trabalho está relacionado à escassez de estudos no Brasil em relação à aplicação da técnica *delphi* e de Impactos Cruzados para esta linha de pesquisa (tecnologia e transporte rodoviário de cargas, em especial de caminhões), conforme demonstrado na pesquisa documental realizada no quarto capítulo.

São essas razões que justificam esforços para estimar a difusão de novas tecnologias para a frota de caminhões no Brasil, favorecendo uma reflexão mais ampla sobre as tecnologias hoje empregadas internacionalmente, para assim, fazer as mudanças e ajustes necessários aos processos de apropriação tecnológica para o setor considerado.

## **1.4 HIPÓTESES DO TRABALHO**

### **1.4.1 Hipótese Geral**

É possível utilizar uma estrutura de procedimento para elaborar cenários futuros alternativos visando avaliar os impactos gerados com a evolução tecnológica do setor do transporte rodoviário de cargas.

### **1.4.2 Premissas**

Como premissas foram estabelecidas:

- a) A evolução tecnológica dos veículos comerciais fabricados no Brasil continuará a depender dos novos desenvolvimentos efetuados pelas montadoras;
- b) O aquecimento global e as mudanças climáticas, fenômenos que já são presentes farão com que a legislação ambiental seja cada vez mais exigente impulsionando

o uso de combustíveis alternativos, veículos com partes e componente recicláveis e novas tecnologias veiculares;

- c) Especificamente, nos serviços de transportes, os grandes impactos em termos de melhorias de eficiência e da qualidade estão associados aos aspectos tecnológicos;
- d) Há uma cooperação entre montadoras, fornecedores e instituições educacionais quanto à estudos sobre tecnologias veiculares no País.

## **1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO**

Quanto ao horizonte global considerado para a formulação de cenários futuros foram considerados os próximos 15 anos, contados a partir de 2006, ano de início da pesquisa de campo. Prazos mais longos dificultariam a identificação das tecnologias que estarão por vir, em virtude, por exemplo, dos principais fornecedores de tecnologias, e seus respectivos centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D), localizarem - se nos países desenvolvidos, levando a que a disseminação das tendências tecnológicas seja prejudicada em razão de segredos industriais e interesses mercadológicos.

Devido a complexidade do trabalho e em virtude da limitação do tempo, restringiu - se o universo da pesquisa a cinco grupos representantes da cadeia produtiva da Indústria de Transportes Rodoviário de Carga no Brasil: montadoras; concessionárias, agentes governamentais, transportadoras e associações e entidades de classe.

## **1.6 ESTRUTURA DA PESQUISA**

A tese é constituída de seis capítulos, organizados da seguinte forma:

O Capítulo 1 visa introduzir o leitor, ainda de forma geral, no assunto a ser estudado. Apresenta - se o conteúdo do trabalho e dentro deste, as considerações preliminares, os objetivos, a justificativa e sua contribuição.

O Capítulo 2 tem como objetivo mostrar os elementos teóricos que dão suporte ao debate sobre o Transporte Rodoviário de Carga (TRC) num contexto nacional e internacional. Esse capítulo inicia-se por uma caracterização, de forma geral, do TRC e, posteriormente são feitas considerações dos principais aspectos do subsetor rodoviário, especificamente dos caminhões, apresentando dados relevantes no que diz respeito à frota brasileira.

No Capítulo 3, desenvolve - se o marco de referência em maior amplitude. Nele é observada a evolução tecnológica dos caminhões. Para o seu desenvolvimento, descrevem – se e analisam – se as inovações de maior destaque, através de pesquisa documental realizado nos fabricantes e internet, além de entrevistas com especialistas diretamente envolvidos nesse setor.

O Capítulo 4 apresenta a fundamentação teórica englobando os indicadores tecnológicos, os principais métodos e técnicas utilizadas em prospecção, a fim de subsidiar o desenvolvimento do Capítulo 5, no qual se descreve a metodologia adotada para a construção dos cenários prospectivos tecnológicos, sua aplicação e os resultados obtidos na pesquisa. Finalmente, no Capítulo 6, são tecidas as considerações finais e recomendações para futuras pesquisas.

## **CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DA FROTA DE CAMINHÕES**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

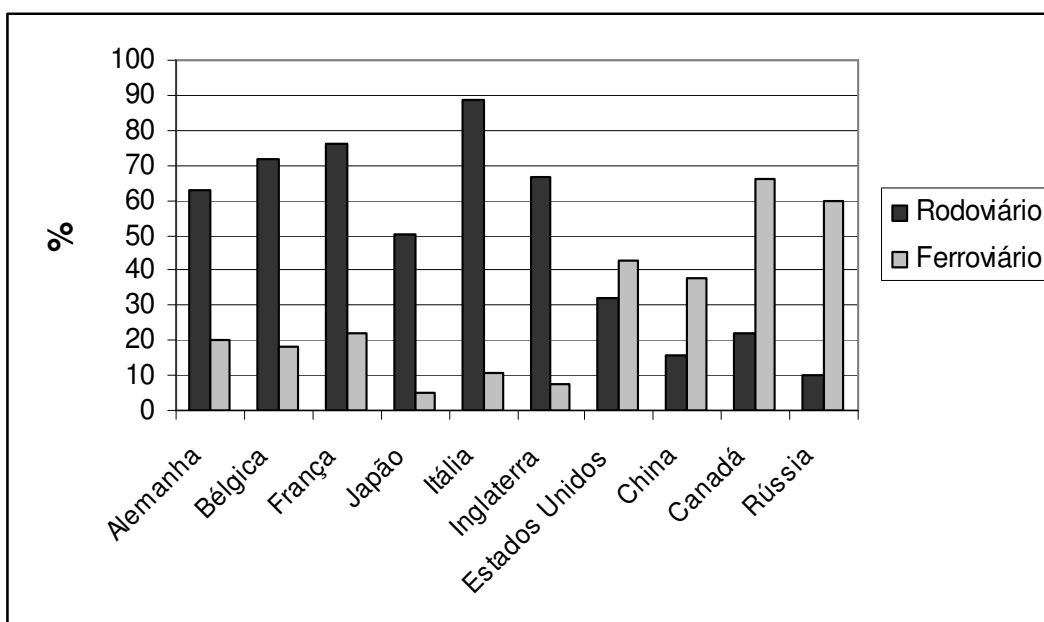
Dada a importância do segmento do transporte rodoviário de carga na matriz de transporte no Brasil, este capítulo reúne informações e dados dispersos em diversas publicações sobre este segmento, principalmente a nível nacional, realçando os principais entraves e seus impactos na economia e na sociedade, procurando – se detectar os fatores explicativos para o comportamento observado. Num segundo momento, serão estabelecidos parâmetros para a discussão e reflexão do objeto em estudo, em especial, os caminhões. Dentro deste cenário, destacam-se como pontos principais: sua evolução histórica e as principais características da frota de caminhões (o perfil, a idade média, produção e vendas no mercado nacional, consumo de combustível, dentre outros), utilizando como informações a bibliografia consultada.

### **2.2 PANORAMA DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA (TRC)**

A maioria das atividades econômicas depende do transporte de bens e de pessoas. Por isso, a importância da atividade de transporte é indiscutível para qualquer economia. É através dela que a força de trabalho e insumos chegam aos seus destinos, possibilitando produzir e distribuir serviços, bens e tecnologia e conseqüentemente, o desenvolvimento.

#### **2.2.1. O Transporte de Carga no mundo e no Brasil**

No caso específico do transporte de cargas, nos países de grande extensão territorial (por exemplo, China, EUA, Rússia e Canadá), usa – se muito o modo ferroviário e, comparativamente, pouco o rodoviário. A contrário ocorre nos países de pequena extensão (por exemplo, Alemanha, França, Itália, Japão), conforme observado na Figura 2.1 (COPPEAD, 2002; ECMT, 2004; IRU, 2005; SCIULLO & SMIHILY, 2005).



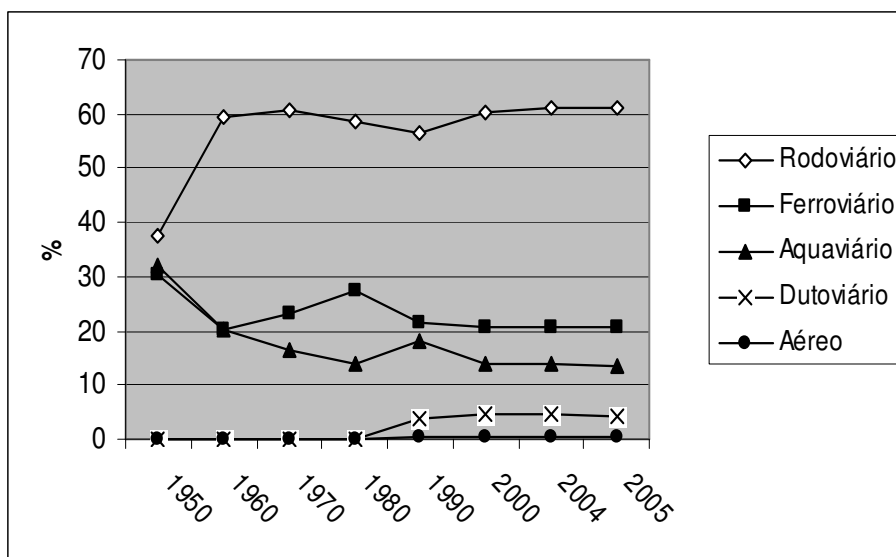
Fonte: COPPEAD (2002); ECMT, 2004; SCIULLO & SMIHILY, (2005).

Figura 2.1: Participação dos modos rodoviário e ferroviário em alguns países do mundo – Tonelada x Quilômetro útil.

No Brasil, a ênfase no transporte rodoviário, que se consolida desde a década de 50, está associada à implantação da mudança da capital para a região Centro-Oeste e pela implantação da indústria automobilística, que foram acompanhadas de um vasto programa de construção de rodovias (BARAT, 1978; BRASILEIRO *et al.*, 2001).

Em 1950, antes da indústria automobilística, a carga rodoviária (38%) mantinha equilíbrio com a cabotagem (32,4%) e com a ferrovia, que respondia por 29,2%. O grande salto no uso do modo rodoviário (60,3%) se deu em 1960 devido a quase exclusividade das políticas de transporte voltadas para o modo rodoviário. Depois do declínio ocorrido entre 1980 e 1990, o caminhão voltou a crescer e atingiu aproximadamente 61% em 2000. Daí para frente, mesmo com a privatização das ferrovias e a modernização dos portos, esse percentual oscilou muito pouco, conforme observado na Figura 2.2.





Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2005); ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2005) e (2006).

Figura 2.2: Evolução da Matriz do Transporte de Carga no Brasil

O modo ferroviário, recentemente privatizado, convive com uma série de dificuldades reduzida (extensão da malha, a falta de regulamentação adequada, o elevado custo de capital, dentre outros) que representam barreiras significativas para o seu desenvolvimento pleno no país. Merece também destaque a falta do estímulo ao uso dos modos alternativos e da prática da intermodalidade, o que não acontece em muitos países desenvolvidos (VIANNA, 2005).

Quanto à extensão da malha ferroviária, esta é bastante baixa quando comparada com países de dimensões continentais como a do Brasil. Enquanto os EUA contam com 228.464 km de ferrovias, a Rússia com 87.157 km e o Canadá com 48.909 km, o Brasil conta apenas com 29.798 km, número inferior ao do nosso vizinho, a Argentina, que possui uma malha ferroviária de 34.091 km (MARTINS, 2005 e VIANNA, 2005).



No que tange ao aquaviário, que é o modo que proporciona, segundo parâmetros mundiais, o menor custo de frete, no Brasil, o mesmo não tem sido alvo de prioridades pelas autoridades governamentais.

Atualmente, a ausência de competição permitiu ao caminhão conquistar as mercadorias, em todas as distâncias, inclusive nas longas, fato este que proporciona uma distorção e a conseqüente diminuição da integração dos meios de transporte. Enquanto que nos Estados Unidos, observa-se uma distribuição racional da carga com o caminhão predominando nas cargas leves e médias para curtas e médias distâncias, na ferrovia

predomina nas cargas pesadas de longa distância, o mesmo não ocorre no Brasil, conforme observado nos quadros 2.1 e 2.2.

Quadro 2.1: Competição rodovia x ferrovia nos Estados Unidos




Distância (km)	Até 0,5 t	0,5 – 5,0 t	5,1– 15,0 t	15,1 – 30,0 t	30,5 – 45,0 t	Acima de 40 t
Abaixo de 180						
160 - 320						
320 - 480						
480 - 800						
800 -1600						
1600 - 2400						
Acima de 2400						

Legenda:  Rodovi  Ferrovi  Competição

Fonte: REIS (2005)

Quadro 2.2: Competição rodovia x ferrovia no Brasil

Distância (km)	Até 0,5 t	0,5 – 5,0 t	5,1– 15,0 t	15,1 – 30,0 t	30,5 – 45,0 t	Acima de 40 t
Abaixo de 180						
160 - 320						
320 - 480						
480 - 800						
800 -1600						
1600 - 2400						
Acima de 2400						

Legenda:  Rodovi  Ferrovi  Competição

Fonte: REIS (2005)

### 2.2.2. O Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) no Brasil

Com relação à produtividade, o transporte como um todo (incluindo serviços auxiliares e correios) no Brasil representa 95 mil empresas, 1.472 mil postos de trabalho e geraram faturamento de R\$ 85 bilhões. Além disso, constitui 10,1% das empresas de serviços e ocupa 21,5% da mão-de-obra do setor de serviços, sendo responsável por 29,3% da receita. Dentre as empresas do setor, predominam as de transporte rodoviário, que

representam 69,3% do total existente, 66,7% do pessoal ocupado e 46,3% da receita operacional líquida (CNT, 2005).

A receita operacional líquida do Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) representa 27,1% da receita de todo o setor de transportes, cujo valor atinge R\$ 78,85 bilhões. Além disso, tal receita concentra-se nas seguintes regiões: Sudeste (61,1%) e Sul (25,6%), vindo a seguir as regiões Nordeste (7,2%), Centro-Oeste (4,0%) e Norte (2,1%). As maiores estão nos seguintes estados: São Paulo (43,6%), Minas Gerais (10,6%), Rio Grande do Sul (11,5%), Paraná (8,6%) e Rio de Janeiro (5,9%) (CNT, 2005).

O TRC atua hoje fortemente no mercado nacional através de diversos serviços prestados. O quadro 2.3 apresenta os dados da composição percentual das cargas transportadas pelo modo rodoviário no Brasil.

Continuação do Quadro 2.3

Serviço prestado	Número de informantes	Receita operacional líquida (R\$ milhões)	% sobre receita
Cargas secas (produtos manufaturados, ensacados ou embalados)	2.106	8557,86	61,2
Cargas sólidas a granel (cereais, brita, areia, minério, cimento etc)	427	1.263,12	9,0
Veículos	37	773,79	5,5
Combustíveis	183	765,42	5,5
Produtos químicos em geral, explosivos etc.	202	672,74	4,8
Cargas frigorificadas ou climatizadas	195	453,79	3,3
Cargas líquidas não perigosas (leite, água, sucos etc.)	216	426,40	3,0
Serviço prestado	Número de informantes	Receita operacional líquida (R\$ milhões)	% sobre receita
Cargas acondicionadas em contêineres	110	312,88	2,2
Cargas especiais de grande porte (turbinas, rotores, geradores, guindastes, vigas etc.)	49	153,07	1,1
Transporte de mudanças	102	130,35	0,9
Cargas leves (malotes, cargas postais etc.)	84	69,34	0,5
Animais vivos	17	6,53	0,0
Outros tipos de cargas	218	418,41	3,0
<b>Totais</b>	<b>3.946</b>	<b>14.003,7</b>	<b>100,0</b>

Quadro 2.3: Receita das empresas de transporte rodoviário de cargas com 20 ou mais pessoas ocupadas por tipo de serviço prestado.

Fonte: Adaptado da CNT (2005)

O modo rodoviário apesar de apresentar uma seqüência de características positivas, tais como flexibilidade, velocidade e disponibilidade, possui um conjunto de limitações que aumentam de importância em um país como o Brasil.

O excessivo número de empresas no setor provoca acirramento da competição e perda no poder junto aos clientes. Pesquisa realizada pelo IBGE em 2001 apontava a existência de 47.579 empresas de transportes, número 37% superior ao apurado na pesquisa realizada em 1999, que contabilizava a existência de 34.586 empresas e 279 % superior ao de 1992. Estima - se que sejam cerca de 72.500 empresas atualmente, sendo 12.000 delas com mais de 5 funcionários e que 85% das cargas existentes esteja terceirizada (CNT, 2005).

No que concerne à produtividade do setor, também se verifica uma ineficiência bastante significativa em relação ao dos Estados Unidos. Segundo VIANNA (2005), há 1.8 milhões de toneladas quilômetro útil (tku)/empregado nos EUA contra 600 mil no Brasil. A economia dos EUA mantém estoque para 45 dias, enquanto a brasileira para 65 dias. O consumo de diesel por tonelada – km (tkm) dos EUA é 20% inferior ao brasileiro (DAVID, 2003, VIANNA , 2005; Jr. SILVA, 2005).

A produtividade do TRC no Brasil, em tonelada quilômetro por empregado, é mais baixa do que aquela encontrada no modo ferroviário, conforme ilustra a Figura 2.3. Há legislação e regulamentação do transporte rodoviário de carga no Brasil, mas não há barreiras legais ou econômicas para a entrada de novos competidores. A situação tende a piorar (ver Anexo I).

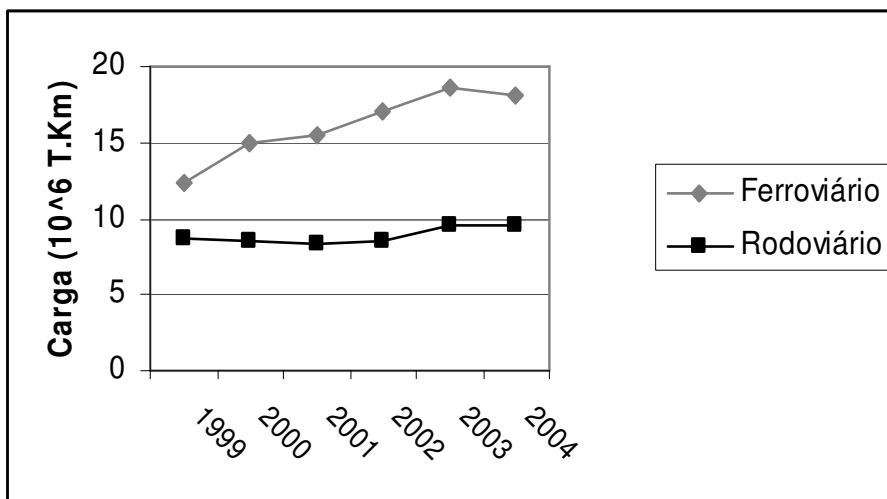
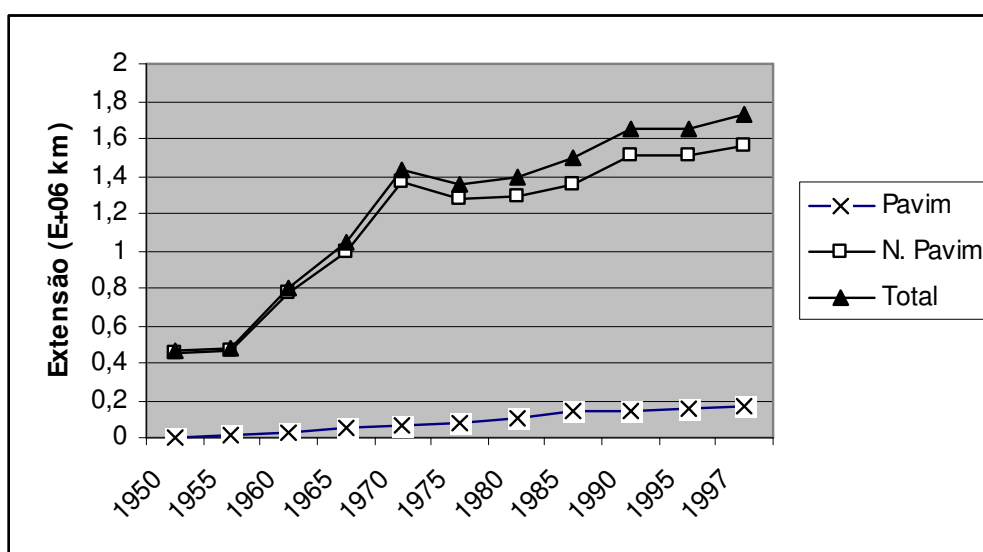


Figura 2.3: Produtividade por empregado – em 10<sup>6</sup> Tonelada x quilômetro (T.Km)  
 Fonte: IDET – FIPE/CNT (2005)

### 2.2.3. A Situação da Malha Rodoviária

No que tange a malha rodoviária, houve uma expansão considerável entre 1950 e 1975, tanto em trechos pavimentados quanto não pavimentados, como observado na figura 2.4. Em 1960 o Brasil tinha 475.3 mil km de estradas, sendo que 2,3% da sua malha total eram pavimentados. Em 1980, o pavimento ocupava 5,8% da malha e, em 1997, 9.0% das estradas tinham asfalto. Em relação aos trechos não pavimentados ocorreu uma considerável expansão entre 1960 e 1970. Entre 1970 e 75 houve perdas de trechos não pavimentados e, a partir disso verificou-se um crescimento considerável, conforme observado na Figura 2.4.



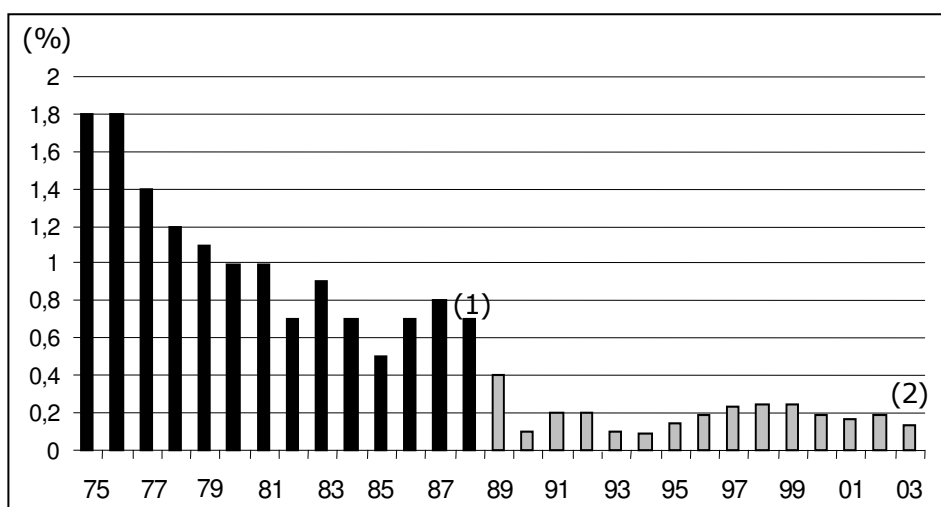
Legenda: Pavim = trechos pavimentados ; N. Pavim = trechos não pavimentados

Fonte: GEIPOT (2005)

Figura 2.4: Evolução da Extensão da Malha Rodoviária Brasileira.

Já em relação a Pesquisa 2006, as condições de conservação dos 84382 km de rodovias pesquisadas, sendo 26920 km equivalente as rodovias estaduais (incluindo as transitórias) e 57462 as federais, apenas em 25% as rodovias encontram – se em condições favoráveis de conservação (bom ou ótimo), enquanto 75% apresentam algum tipo de comprometimento, sendo portanto classificadas como regular, ruim ou péssima (CNT, 2006).

A notória deteriorização da malha existente tem como principal causa à continuada queda dos investimentos que afetou significativamente o modo rodoviário (Figura 2.5). Segundo FLEURY (2005), os gastos com transportes no Brasil em 2001 foram de R\$ 100 bilhões, equivalentes a 10% do PIB. Enquanto nos Estados Unidos, foram de US\$ 600 bilhões, aproximadamente 6% do PIB.



(1) Investimentos durante a vigência do Fundo Rodoviário Nacional (FRN)  
RN)

Fonte: FLEURY (2005)

Figura 2.5: Investimentos no modo rodoviário no Brasil.

O atual estado da infra – estrutura do transporte rodoviário de carga do Brasil acarreta perda de competitividade e, portanto, dificulta o crescimento econômico (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2004b; BDO TREVISAN, 2005). De acordo com MARTINS (2005), trechos com pavimento destruído provocam queda da velocidade de 32 km/h,

implicando aumento em custo de transportes (+- 30%), de manutenção dos veículos (+- 38%), consumo de combustível (+- 58%), no tempo de viagem (aumento de até 100%). Há estudos da Comissão Econômica para América Latina (Cepal) que indicam que as estradas em más condições podem estar causando prejuízos ao Brasil entre 1 a 3% do valor do PIB nos últimos anos.

O problema da infra – estrutura do transporte rodoviário no país, sem dúvida, é bastante preocupante. Frente a este problema, o governo desenvolveu e aplicou um plano emergencial, o denominado Programa de Recuperação das Estradas para a recuperação inicialmente dos trechos de rodovias (estaduais e federais) mais problemáticos no país.

#### **2.2.4. Segurança e Eficiência**

Responsáveis por 36% dos acidentes nas estradas, numa amostra de 300 acidentes registrados pela Pamcary (empresas prestadoras de serviços de segurança no transporte de cargas do país), os caminhões respondem por 61% dos tombamentos. A maioria dos acidentes (85%) ocorre em pistas com bom estado de conservação e os acidentes de maior impacto ocorrem em curvas fechadas (SENNA, 2006).

Levantamento apresentado também pela Pamcary estima que atualmente os acidentes com veículos de carga no Brasil são quase 90 mil por ano, com 12 mil mortes e feridos graves, dos quais 4 mil são os próprios motoristas. Só para ter uma idéia, para cada 100 mil caminhoneiros nos EUA, há 25 mortes anuais, enquanto no Brasil ocorrem 281. Dados dessa consultoria mostram que os acidentes envolvendo veículos de carga representaram um custo de R\$ 9,7 bilhões em 2004 (CARGA URBANA, 2005; CAMINHÃO & CIA, 2006).

Comparando-se com estatísticas internacionais, o total de acidentes / km no Brasil é aproximadamente 3 vezes maior do que nos EUA e o número de mortes por quilômetro de rodovia pavimentada é cerca de 10 a 70 vezes superior do que aquele identificado em países desenvolvidos (FLEURY, 2005).

No caso de acidentes e vítimas com caminhões nas estradas européias o alvo de preocupação dos fabricantes mundiais é a velocidade e as conseqüências do

desenvolvimento tecnológico. Um levantamento feito pela *European Transport Safety Council* mostra que entre 25 e 30% de todas as mortes nas estradas da Europa resultam de acidentes envolvendo caminhões (IRU, 2005). Quanto aos tipos de acidentes de caminhões acima de 8t na Alemanha, estima-se que 34% são devido a saída de faixa de rolamento, colisão traseira (22%), colisão nos cruzamentos (16%), colisão frontal (14%), colisão paralela (4%) e outros (10%) (RIBEIRO, 2002).

Já o convívio com os roubos de mercadorias, está obrigando os donos de cargas e transportadoras a aumentarem seus custos não somente em aparatos tecnológicos, mas também em policiais. Para se ter uma idéia, segundo GAVAZZI e PIVA (2005), o roubo de cargas no transporte rodoviário aumenta em torno de 6% o custo, podendo este número chegar até 13%.

Sejam nas estradas ou no meio urbano, a ocorrência freqüente de desaparecimento de cargas vem afetando consideravelmente o desempenho da atividade. No ano de 2001, por exemplo, foram registrados 7218 eventos, um número certamente bastante significativo e que representa um aumento de 110% em relação a 1994, totalizando R\$ 466 milhões em cargas roubadas no Brasil, segundo o mercado segurador (MARTINS, 2005). Estima-se que o prejuízo, em 2002, chegou a R\$ 575 milhões com 83% do total do volume das ocorrências concentrado na região Sudeste (CNT, 2005). Segundo a pesquisa realizada pela Pamcary em 2004, o roubo de cargas resultou em prejuízo de R\$1 bilhão (NTC, 2006).

Esse elevado aumento está relacionado a uma série de fatores, tais como: evolução tecnológica dos bens manufaturados que agregam elevado valor monetário a materiais de pequenas dimensões (por exemplo, componentes eletrônicos); a crise do poder público; aspectos jurídicos (punições amenas, morosidade nas condenações), dentre outros (NTC, 2006).

Um outro relevante enfoque dado ao roubo de mercadorias é a falta de levantamento de dados estatísticos. Os poucos trabalhos existentes de levantamentos estatísticos no país (por exemplo, dos sindicatos das empresas de São Paulo e Região (SETCESP), do Estado do Rio de Janeiro (SINDICARGA) e da Bahia (SETCEB)) são uma das



principais dificuldades encontradas quanto ao roubo de cargas, como também em outros países, inclusive nos Estados Unidos (LIMA, 2004).

No que diz respeito ao consumo energético responsável pelo maior custo variável, o setor de transporte é o maior consumidor de óleo diesel no país, particularmente o transporte de cargas. A modalidade rodoviária apresenta parcela significativa desse consumo e menor eficiência energética quando comparada à ferroviária ou aquaviária. Além disso, é interessante salientar que o índice de aproveitamento energético no setor de transportes de carga e passageiro brasileiro é aproximadamente de 29% pior do que o americano (FONSECA, 1997; BARROS, 2005).

A baixa eficiência desse transporte no país também é refletida pela legislação e fiscalização inadequadas, desbalanceamento da matriz de transportes (baixo preço dos fretes rodoviários, poucas alternativas ao modo rodoviário, barreiras para a intermodalidade), deficiência da infra – estrutura de apoio (bases de dados do setor de transporte, tecnologia de informação, terminais multimodais) (ANEFALOS, 1999; MARTINS, 2005; SILVA Jr., 2005). Além disso, o transporte de mercadorias e serviços em centros urbanos, interagindo com outro trânsito em vias públicas, pode criar ou agravar uma série de problemas de transporte (ver Anexo II). Também são ineficientes os parâmetros relacionados à frota dos veículos como, por exemplo, a idade média, excesso de capacidade, e outros, assunto, a serem relatados no item 2.3.

## **2.3 O Parque Automotivo: Os Caminhões**

### **2.3.1 Perspectiva Histórica**

No Brasil, o que se tem registrado, em relação ao transporte de cargas, data da época do descobrimento. Nesta época havia a exploração do pau - brasil pelos portugueses e o transporte se realizava por meio de tração animal (MELLO, 2001). Com o tempo, vários caminhos foram abertos, desde o início da formação do Brasil colônia, especialmente os que levavam ao interior, com o objetivo essencial de expandir o domínio português e integrar as pequenas vilas (BARAT, 1978; BRASILEIRO *et al*, 2001).

Em 1830, quando a cultura cafeeira se introduz no país, as antigas tropas de mula não satisfaziam mais às necessidades de transporte do café. Tornou – se, então necessário a

abertura de vias que facilitassem o trânsito de produtos. Assim, várias rotas existentes foram adaptadas para a movimentação de veículos (BRASILEIRO *et al*, 2001; MELLO, 2001).

No ano de 1852 é criada a Companhia Fluminense de Transporte e a Companhia União Indústria. Contudo, somente com a inauguração da estrada União Indústria, em 1861, começa a evolução do rodoviarismo nacional.

A história mundial dos transportes rodoviário foi marcada por dois grandes fatos: em 1886, é construído o primeiro automóvel por Henry Ford e, no mesmo ano, Daimler – Benz consegue a patente do primeiro motor a explosão. Posteriormente, o motor de combustão interna de ignição para compressão é apresentado por Rudolph Diesel, em 1898 (MERCEDES - BENZ, 2005).

A política, a economia e a sociedade brasileira foram afetadas por importantes transformações ocorridas no último período do século XIX: a chegada de imigrantes ao país; o fim do sistema escravagista; e o crescimento do mercado de trabalho e de consumo. Os centros urbanos cresceram de forma acelerada. A alavanca para o desenvolvimento do país passa a ser a comercialização do café. Novas indústrias surgem e os pólos econômicos passam a se localizar nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro (BARAT, 1978; BRASILEIRO *et al*, 2001; MELLO, 2001). Em 1902, surge a Companhia de União dos Transportes, considerada uma empresa de transporte rodoviário de cargas. Em 1908 e 1909, registra-se a operação dos primeiros caminhões utilizados para transportar mercadorias (MELLO, 2001 apud MAIA *et al*, 2005).

O período de 1914 a 1918 é marcado pela Primeira Guerra Mundial que estimula a criação de novos estabelecimentos industriais, pois a importação de produtos manufaturados para o Brasil é interrompida. A navegação, no final desta Grande Guerra, novamente ocupa lugar de destaque entre os meios de transporte no país. A Ford Motor Company decide criar, em 1919, a Ford Brasileira e, em 1926 do trabalho iniciado por Daimler e Benz, na Alemanha, resultou a formação da Daimler-Benz AG AG (detentora da marca Mercedes - Benz). No ano seguinte é instalada a General Motors no Brasil (MERCEDES - BENZ, 2005).

O Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER) é criado em 1937, sendo responsável, em 1944, por 1512 quilômetros de estradas federais. Em 1939, a frota nacional era composta de 190.000 veículos, sendo que um terço da frota era composta de caminhões (MELLO, 2001).

Os pioneiros do transporte rodoviário aparecem nesta década, apostando no crescimento industrial e na conseqüente demanda por um transporte independente dos rigorosos horários e esquemas operacionais da ferrovia, e que também fosse mais rápido. Surgem, então, neste período, empresas de transportes que atualmente se mantêm.

O período seguinte é marcado pelo início da segunda guerra mundial, com reflexos diretos na economia brasileira. Os navios mercantes são afundados pelos inimigos e o transporte marítimo de cabotagem na costa brasileira não é considerado seguro. Conseqüentemente o transporte rodoviário, torna-se o centro das atenções (BARAT, 1978; MELLO, 2001).

O fim do conflito produziu reflexos econômicos negativos por toda a Europa, que passava a tomar medidas urgentes para a retomada do crescimento. A primeira medida efetiva aconteceu quando o Brasil importou mil caminhões da Daimler-Benz abrindo as portas para o primeiro grande contrato internacional. O Brasil e a Suécia, no final da década de 40, foram os primeiros e maiores mercados de exportação da DaimlerChrysler AG (MERCEDES - BENZ, 2005).

Em 1950 foi criado o Fundo Rodoviário Nacional que estimulou a construção de rodovias. Conseqüentemente, o Transporte Rodoviário de Carga torna - se a principal modalidade disponível no Brasil e inicia sua fase de expansão: o mercado interno de caminhões é instalado. Em 1953 a Ford traz os primeiros caminhões desmontados. Entretanto a produção da Ford começou quatro anos depois, um ano após a DaimlerChrysler AG. Em seguida instala-se no país a General Motors que liderou o mercado durante anos (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2004).

O impulso inicial para o surgimento da indústria automobilística foi dado na segunda gestão de Getúlio Vargas. Em janeiro de 1956, Juscelino Kubitschec (JK), assume a presidência do Brasil. É o período em que a indústria automobilística brasileira tem maior desenvolvimento. Condições favoráveis para a instalação das montadoras no país

foram criadas no governo de JK, fixando bases para a rápida implementação do setor. Inovações tecnológicas foram sendo gradualmente, incorporadas pelas montadoras, até que os veículos modernos se instalaram no setor.

### **2.3.2 O Retrato Atual do Setor**

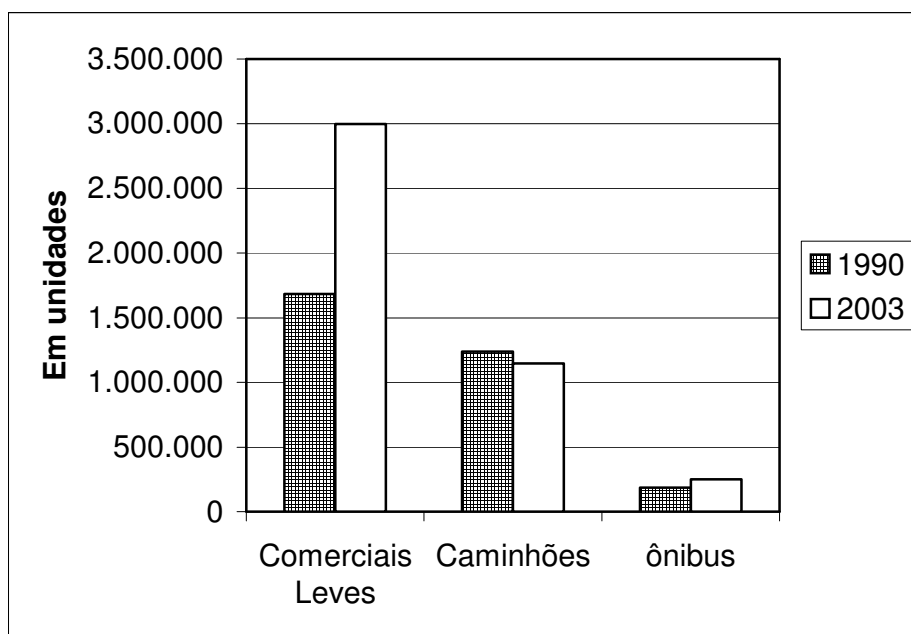
Quanto ao parque automotivo é importante salientar que a frota de veículos rodoviários pode variar bastante na capacidade de transporte de carga e no seu tipo. O caminhão em funcionamento é uma combinação de dois produtos básicos. De um lado, uma estrutura com chassi e cabine que dota o veículo com força de tração e capacidade de condução. De outro, há um implemento específico que determina sua utilização em uma atividade econômica singular, podendo ser uma carroceria apropriada ao transporte de animais ou um baú refrigerado para o transporte de produtos perecíveis. Existem quatro tipos de caminhões: o simples, o articulado, o conjugado e o combinado, conforme será especificado a seguir (KEEDI e MENDONÇA, 2000).

Os caminhões simples aparecem com dois ou três eixos em uma mesma estrutura, classificando-se segundo a tração. O veículo 4x2 (toco) é um caminhão de porte médio, destinado às atividades de transporte de empresas distribuidoras de carga na área urbana e possui quatro pontos de apoio no solo, sendo dois os que realizam a tração. O 6x2 (trucado) destina-se ao transporte por atacado, enquanto o 6x4 direciona-se a atividades especiais como o transporte de concreto na construção civil ou ao transporte geral de cargas com maior tonelagem e possui seis pontos de apoio no solo, com dois realizando a tração do veículo.

O caminhão articulado é utilizado para o transporte de carga de longa distância e compõem de um veículo trator (cavalo - mecânico) e um semi-reboque (carreta). O conjugado (tipo Romeu e Julieta) liga um veículo e um reboque, este último adicionado ao primeiro como complementação de transporte de carga, enquanto o combinado é uma associação de mais de duas unidades (por exemplo, o rodotrem e o bitrem), composto por um veículo trator e dois reboques. Essas configurações distintas permitem uma maior capacidade de carga, tornando-se mais específicos para determinadas atividades econômicas.

As estatísticas sobre a frota brasileira nos últimos anos apontam para o ano de 1960, 126.768 caminhões em circulação, incluindo veículos importados. Vinte anos depois chegou a 1.064.540 veículos. O cenário não foi o mesmo após 1980. O número dos veículos em circulação cresce devagar, passando de 1.146.618, em 1990, para 1.238.375 em 2003, ou seja, um aumento de aproximadamente 7,7%. Por outro lado, no mesmo período, a frota de automóveis particulares avançou 61,1%; a de comerciais leves progrediu 77,9% e, a de ônibus, aproximadamente 33,3% (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2003; SINDIPEÇAS, 2005).

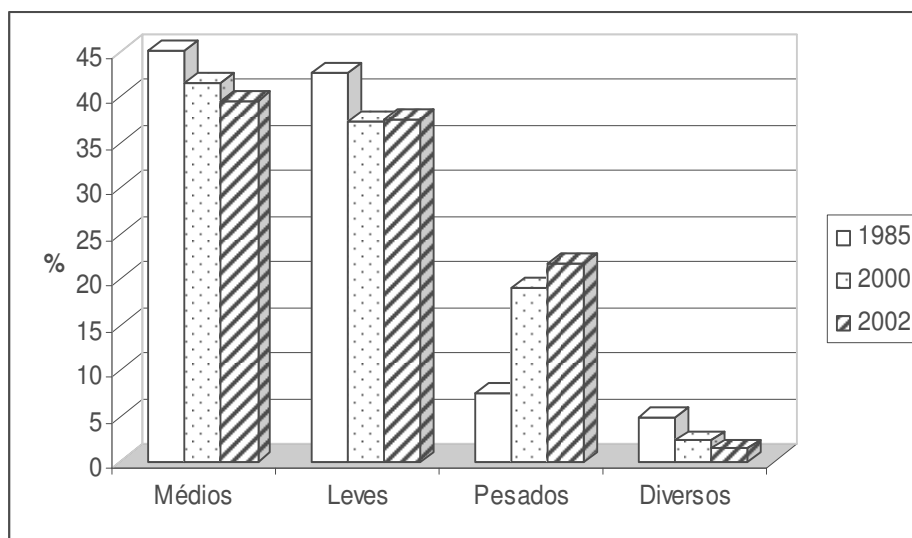
Merece destaque entre as atuais pesquisas, a da “Truck Consultoria em Transportes”, realizada em 2002, que analisou a frota de caminhões circulantes no país. Através de um levantamento nacional chegou - se a 1.312 mil veículos, dos quais quase 800 mil rodoviários (médias e longas distâncias) e 512 mil urbanos (cidades e curtas distâncias). Dos rodoviários, 28,2% são veículos semipesados e 21,6% são os extrapesados, o restante, leve, médio e pesado estão em torno de 17%. Em relação à frota urbana, os leves e médios correspondem aproximadamente a 80% da frota total (TRUCK, 2005). A Figura 2.6 ilustra os números da frota circulante.



Fonte: PIMENTEL (1999); ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2003)  
 Figura 2.6: Frota circulante brasileira.

De acordo com os dados da pesquisa ANTT (2005), existem 1.362 mil caminhões no Brasil. Número este bem inferior se comparado aos outros países (EUROSTAT, 2006): 2.649.097 veículos (Alemanha, em 2001), 3.949.001 (Espanha, em 2001), 5.194.817 (França, em 2000), 3.377.573 (Itália, 2000) e 2.960.542 (Inglaterra, em 2001).

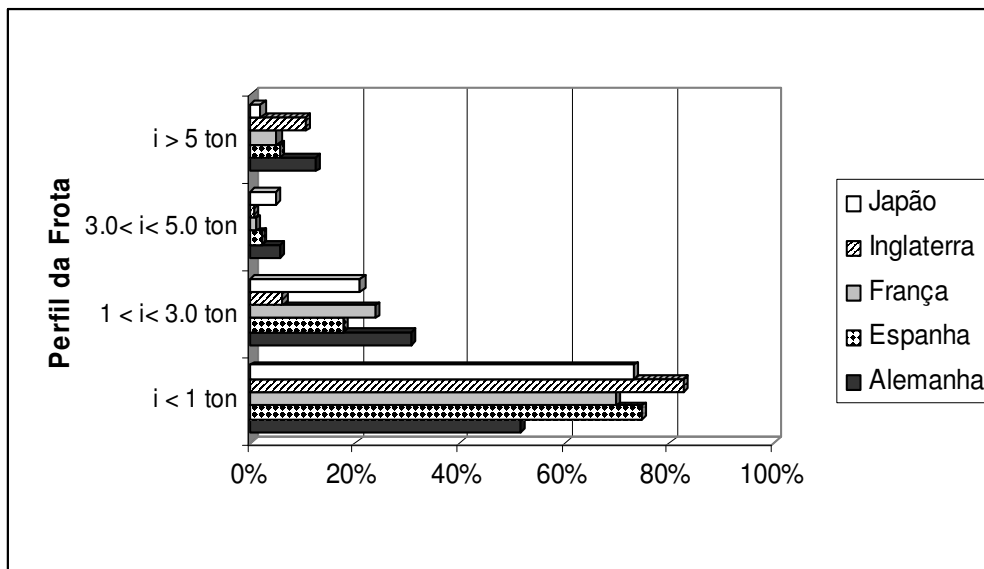
Quanto ao perfil da frota, observa - se no período 1985/2002, uma mudança significativa. Os veículos classificados como leves (capacidade máxima de até 6 toneladas de carga) que representavam 42,5% do total diminuíram para 37,5%; os médios (até 12.5 toneladas de carga) diminuíram para 39,4%; os pesados (até 20 toneladas de carga) que representavam 7,6%, agora somam 21,7%, como se pode constatar através da Figura 2.7 (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2003 e 2004; SINDIPEÇAS, 2005).



Fonte: ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2003).

Figura 2.7: Perfil da frota de caminhões no Brasil

No que concerne aos países europeus, percebe - se que a maior parte dos caminhões tem capacidade de carga menor que 1 t (Figura 2.8). Entretanto, para o caso do Brasil, país de dimensões territoriais continentais, o perfil ideal da frota seria pelo menos 40 a 50% de pesados, que resultaria em menos veículos nas estradas, menor consumo de combustível, menos acidentes de trânsito e outros benefícios como à racionalização de custos com transportes (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2003).



Obs.: Os dados referente a Alemanha e Espanha são de 2001; os da França, 2000; e os da Inglaterra, 1998.

Fonte: EUROSTAT (2006);

[http://www.jama.org/statistics/motorvehicle/production/mv\\_prod\\_size3.htm](http://www.jama.org/statistics/motorvehicle/production/mv_prod_size3.htm).

Figura 2.8: Perfil da frota de caminhões na Europa.

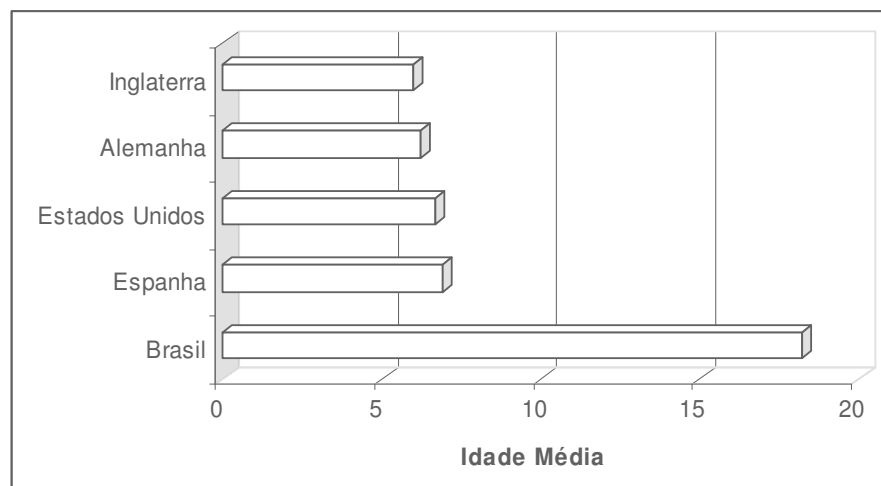
Um agravante quanto à frota circulante é o seu envelhecimento. Devido à falta de incentivo à renovação da frota no Brasil, a idade média de caminhões em circulação é de 17 anos. Além disso, de acordo com o quadro 2.4, constata-se que a região sudeste, formado por Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo é a que concentra a maior parte da frota e também a campeã em longevidade enquanto a média americana e de alguns países europeus pesquisados (Figura 2.9) não passam de 7 anos. Especialistas americanos recomendam a utilização máxima de 8 anos (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2005; CAMINHÃO & CIA, 2005b).

Quadro 2.4: Frota Brasileira segundo DENATRAN (caminhões em circulação)

Região	Unidades	Idade Média	% da região
<b>Sudeste</b>	<b>861.779</b>	<b>18</b>	<b>46,6</b>
<b>Sul</b>	<b>497.517</b>	<b>18</b>	<b>26,9</b>
<b>Nordeste</b>	<b>242.191</b>	<b>15</b>	<b>13,1</b>
<b>Centro - Oeste</b>	<b>171.880</b>	<b>17</b>	<b>9,3</b>

<b>Norte</b>	<b>76.847</b>	<b>15</b>	<b>4,1</b>
<b>Total</b>	<b>1.850.214</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

Fonte: ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2005)



Fonte: ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2003) e EUROSTAT (2006).  
 Figura 2.9: Idade média da frota de caminhões.

Em outro levantamento, realizado pela Federação Nacional das Distribuidoras de Veículos Automotivos (FENABRAVE), foram constatados que pouco mais de 61% dos caminhões em circulação têm até 10 anos, enquanto 39% estão acima dessa idade. Além disso, também se constatou que para cada caminhão novo no Brasil são vendidos 8,8 caminhões usados (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2005; CAMINHÃO & CIA, 2005b).

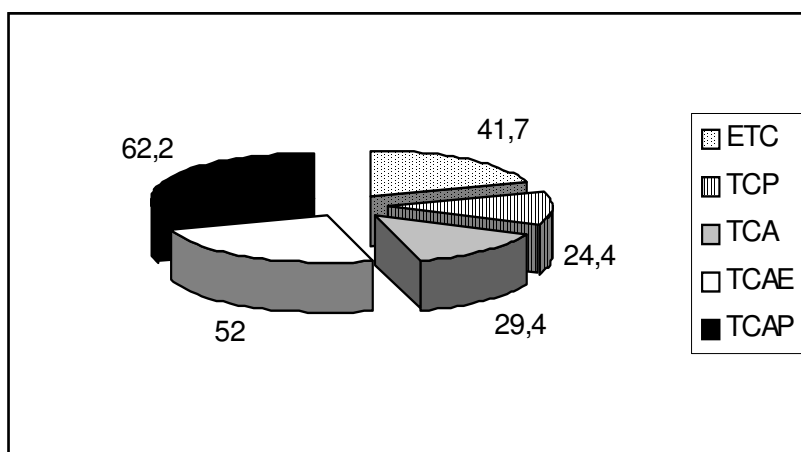
Segundo estimativas da Associação Nacional dos Transportes Terrestres (ANTT), a frota inscrita até 16 de janeiro de 2008 era de 1.670.929 veículos, assim formados: 951.741 caminhões simples, 256.245 caminhão trator, 287.945 semi – reboques, 42.642 reboques, 89.092 camionetes e furgões e mais 43.264 veículos denominados de apoio operacional. A idade média dos quase 1,7 milhão de veículos de cargas em poder dos autônomos, empresas e cooperativas é de 16,7 anos. As empresas e cooperativas têm uma frota respectivamente de 10,6 e 12,9 anos embora envelhecida, é bem mais nova que os veículos pertencentes aos autônomos, cuja frota está com 21,4 anos.



Existem planos de financiamento para incentivar a renovação da frota de caminhões são os que não faltaram no país como por exemplo, o Modecarga, BNDES Caminhões e o Procaminhoneiro. Porém, os dois primeiros não vingaram e o último apresenta falhas como, por exemplo, exclui as empresas de transporte, as grandes compradoras de caminhões no País e também, por não contemplar um projeto de sucateamento da frota. (NTCELOGÍSTICA, 2006).

Quanto ao seu funcionamento, o transporte rodoviário de cargas está inserido no regime de livre concorrência regulamentado pela Lei nº 6.813 de 10/7/1980. Neste regime as empresas exploram o serviço, convivendo com as que transportam sua própria carga, ambas atendidas por caminhoneiros autônomos.

O transporte, como extensão das atividades comercial e produtiva, está aos poucos passando para as mãos dos especialistas (Figura 2.10). Enquanto o número de empresas de transporte carga (ETC) representa 41% da frota, o transportador de carga autônomo (TCA) representa apenas 29,4%, superando apenas o de carga própria (TCP). Já os (TCA) agregados à carga própria somam 62,2% e os agregados à (ETC), os (TCAE), chegam a 52% (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO TRANSPORTE, 2004, *apud* MAIA et al, 2005).



Legenda: TCAE = TCA vinculado a ETC; TCAP = TCA vinculado a TCP; TCA = Transportador de carga autônomo; TCP = Transportador de carga própria; ETC = Empresa de transporte de Carga.

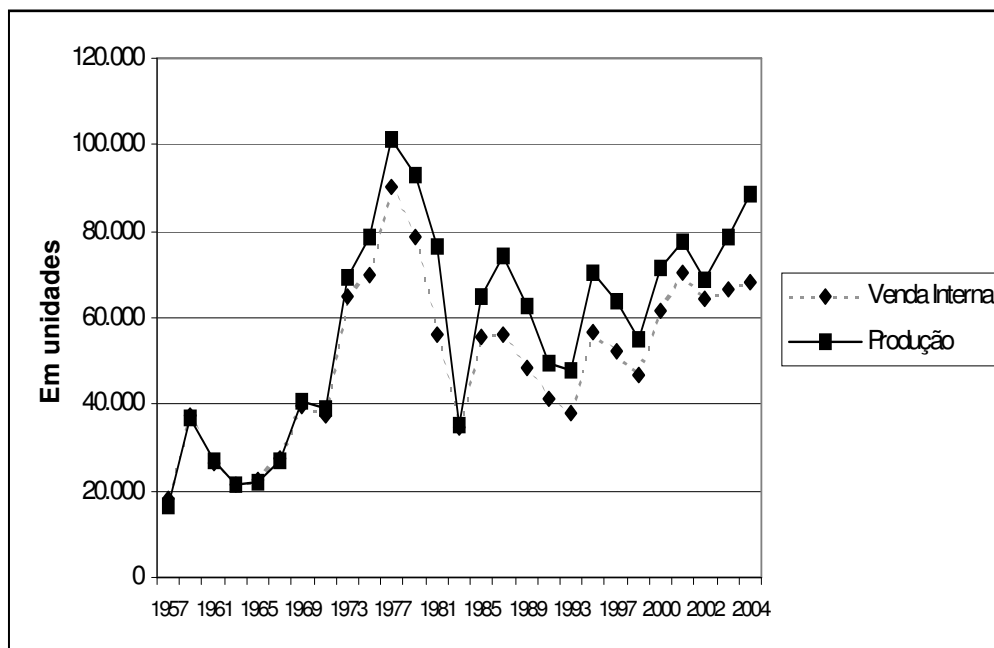
Fonte: TRUCK (2005)

Figura 2.10: A Frota de caminhões por categoria de 2002 (crescimento em relação a 1992 em %).

Dados recentes da pesquisa ANTT até 16 de janeiro de 2008 (ANTT, 2008) apontam as seguintes percentagens por tipo de transportador e veículo (caminhão simples): 68,2 % (autônomo); 31,4 % (empresa) e 0,4 % cooperativa.

Outra dimensão a ser avaliada é o mercado interno. Como se pode constatar (Figura 2.11), o desempenho da produção e vendas de caminhões é caracterizado por um forte crescimento, ao longo do período 1970/1977. Picos e vales foram alternados até 2004. Atualmente, explicações para o aquecimento do mercado de caminhões são, por exemplo, o crescimento da economia, os tipos de financiamento para a aquisição do veículo, dentre outros (ANFAVEA, 2005).

Estimativas da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) indicam que, em 2005, a venda interna no atacado de caminhões nacionais foi de 77260 veículos. Nos quatro últimos anos, a partir de 2000, o volume estimado de vendas foi de 408433 veículos, com uma média anual de 136.1 mil unidades vendidas.

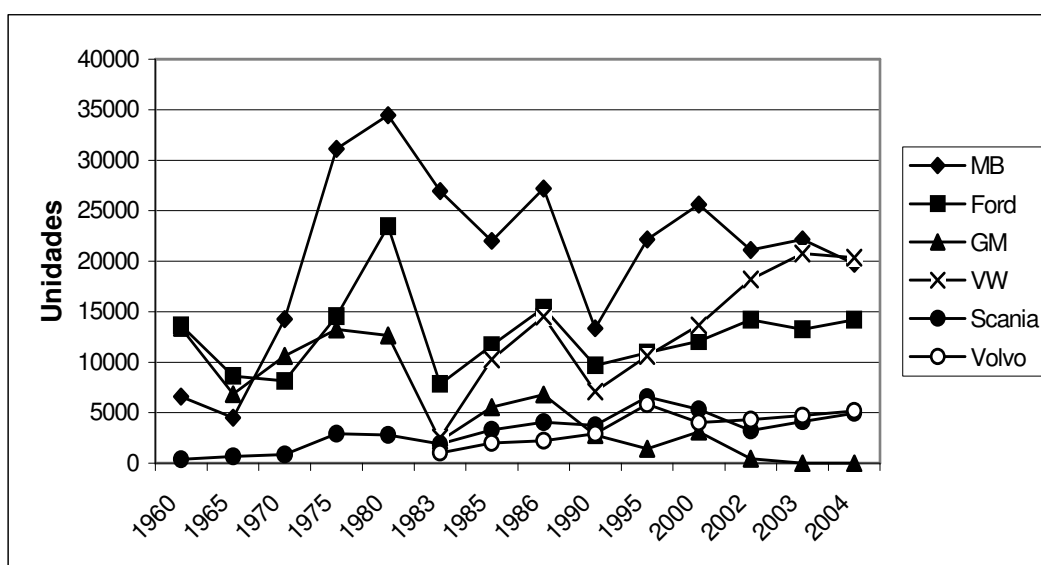


Fonte: ANFAVEA (2005)

Figura 2.11: Evolução da produção e vendas de caminhões.

O mercado de caminhões no Brasil hoje é suprido por várias montadoras. Entre as principais, a DaimlerChrysler AG, detentora de marcas como Mercedes - Benz, Chrysler, Dodge e Jeep, mantinha a liderança na categoria de vendas internas no atacado até 2003 (Figura 2.12), devido a sua linha de produto ser considerada a mais completa, graças a participação em todos os seguimentos (do mais leve ao mais pesado). A partir de 1995, a Volkswagen assumiu a vice - liderança e apresentou crescimento constante. Em 2004, a diferença entre essas duas empresas praticamente não existiam mais. Em 2005 a liderança foi da Volkswagen com 30,5%, seguida da DaimlerChrysler AG (29,6%) do total de vendas internas no atacado (ANFAVEA, 2005).

Considerando as diferentes faixas de peso, as vendas internas no atacado de caminhões nacionais no período de 2003/2005, as únicas alterações nas posições entre as montadoras aconteceram nos veículos classificados como pesados. Em 2003, a primeira posição era da DaimlerChrysler AG (26,1%) seguida da Volvo (25,3%) e da Scania (23,6%). Já em 2005, a Scania soma 26,1% das unidades comercializadas, seguida da DaimlerChrysler AG (24,8%) e Volvo (23,6%) (ANFAVEA, 2005).



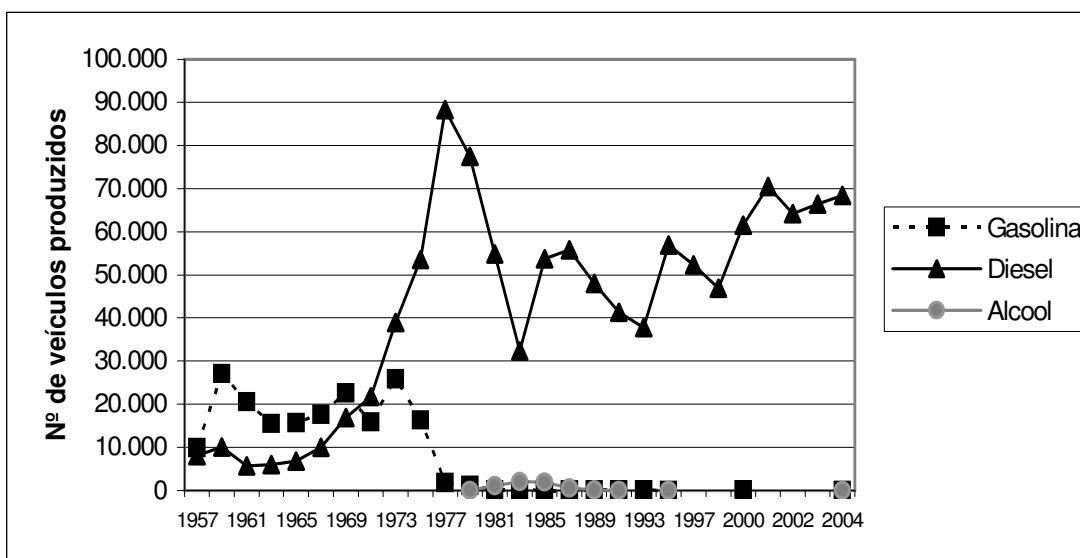
Legenda: MB – Mercedes – Benz (DaimlerChrysler AG); GM – General Motors; VW – Volkswagen

Fonte: ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2003 e 2004).

Figura 2.12: Evolução da participação das marcas no mercado brasileiro, de acordo com suas vendas.

No mesmo período (2003/2004), na categoria dos caminhões leves e médios a liderança é da Volkswagen (34,3% leves; 52,9% médios) seguido da DaimlerChrysler AG (30,5% leves; 27,3% médios) e Ford (28,8% leves; 19,8% médios). Nos caminhões semipesados, a liderança é da DaimlerChrysler AG (41,1%) seguida da Volkswagen (37,1%) com uma ampla vantagem sobre a Ford (19,8%) (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2003 e 2004). Em 2005, essas posições não se alteraram.

Quanto a vendas por tipo de combustível no Brasil, grandes variações ocorreram no decorrer das três últimas décadas, conforme ilustra a Figura 2.13. Após a crise do petróleo (1973), o diesel foi definido para uso exclusivo no transporte de carga (ECONOMIA & ENERGIA, 1999; ANFAVEA, 2005).



Fonte: ECONOMIA & ENERGIA (1999); ANFAVEA (2005).  
 Figura 2.13: Evolução da frota produzida por tipo de combustível.

É importante também salientar que o fator de ocupação do caminhão é fundamental na determinação da eficiência energética dos veículos. Os dados da Pesquisa TRUCK2 (2002) mostram uma ligeira redução no número de viagens com sobrecarga no país, quando realizadas pelos caminhões próprios, tanto de transportadoras como de empresas de carga própria num período de 10 anos. Ou seja, enquanto que no ano de 2002, aproximadamente 25,1% das viagens dos caminhões da ETC eram realizadas com sobrecarga, em 1992 o percentual era de 27,4% (TRUCK, 2005)

Quanto às informações de rendimento (km/l) dos caminhões, os levantamentos também feitos pela TRUCK2 atestam que a melhoria na tecnologia dos caminhões possibilitou um melhor rendimento do motor e, conseqüentemente, maior eficiência energética, conforme se pode observar nos dados dos quadros 2.5 e 2.6 (TRUCK, 2005). Ressalva - se que tal melhoria poderia ainda ser maior caso as rodovias fossem bem conservadas.

Quadro 2.5: Rendimento dos Caminhões Rodando com Carga – 1992 e 2002 por Marca e Classe (km/l)

Marcas de Caminhões	Classes de Caminhões									
	Leves		Médios		Semipesados		Pesados		Extrapesados	
	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002
Mercedes-Benz	4,8	5,8	3,3	3,5	3,2	3,4	2,8	3,3	2,1	2,2
Ford	4,9	5,9	3,8	4,4	3,2	3,3	2,8	3,2	–	2,6
General Motors	5,1	5,0	3,7	5,3	3,7	3,1	–	2,8	–	–
Scania	–	–	–	–	–	–	2,4	2,9	2,0	2,2
Volkswagen	4,7	5,3	3,4	4,0	3,3	3,5	2,9	3,1	–	2,6
Volvo	–	–	–	–	–	–	–	–	2,0	2,2
Médias Gerais	4,8	5,6	3,3	3,6	3,2	3,4	2,8	3,3	2,0	2,2

Fonte: TRUK (2005)

Quadro 2.6: Rendimento dos Caminhões Rodando Vazios – 1992 e 2002 por Marca e Classe (km/l)

Marcas de Caminhões	Classes de Caminhões									
	Leves		Médios		Semipesados		Pesados		Extrapesados	
	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002
Mercedes-Benz	5,5	6,6	4,0	4,2	3,9	4,2	3,5	4,0	2,6	2,8
Ford	5,7	7,0	4,6	5,2	3,9	3,9	3,4	3,9	–	3,1
General Motors	5,9	5,5	4,6	5,6	4,4	4,0	–	3,0	–	–
Scania	–	–	–	–	–	–	3,0	3,3	2,5	2,8
Volkswagen	5,5	6,2	4,2	4,7	4,1	4,1	3,6	3,7	–	3,3
Volvo	–	–	–	–	–	–	–	–	2,5	2,9
Médias Gerais	5,6	6,5	4,1	4,3	3,9	4,1	3,4	4,0	2,6	2,8

Fonte: TRUK (2005)

## 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo enfatizou o segmento do Transporte Rodoviário de Carga (TRC) e as principais características da frota de caminhões e sua evolução histórica no Brasil.

Do exposto foi observado que o Brasil ainda apresenta uma distribuição modal no transporte de carga excessivamente centrada no modo rodoviário, decorrente de um processo que se estendeu por várias décadas e onde predominou o crescimento rápido e desproporcional do segmento rodoviário relativamente ao conjunto das demais modalidades.

Além disso, os resultados obtidos demonstram que o setor rodoviário de transporte de cargas no Brasil encontra-se fragmentado, em estado crítico, necessitado de um processo de revitalização. As condições da frota e dos equipamentos são insatisfatórias.

O cenário analisado torna-se ainda mais preocupante pela presença de dados dispersos relativos à frota brasileira. Conseqüentemente, estimar a frota circulante e a sua idade média só é muito difícil e incerto. Além disso, muitas vezes, os dados fornecidos por órgãos gestores e reguladores do setor estão em conflito com o divulgado pelos fabricantes.

Em contrapartida, para melhorar os índices de produtividade (velocidade nas cargas e descargas), preservar os produtos transportados e, com isso, aperfeiçoar a qualidade do serviço de transporte, as montadoras de veículos estão cada vez mais inovando na tecnologia embarcada do caminhão, assunto este descrito no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DA TECNOLOGIA EM CAMINHÕES**

O presente capítulo consiste de uma revisão da evolução das inovações tecnológicas embarcadas, de maior destaque, em caminhões. Por meio de pesquisa bibliográfica e documental foram adicionadas a esta revisão informações obtidas em *workshops*, periódicos e sites especializados da indústria automobilística. Outras informações foram, posteriormente, complementadas por meio de uma pesquisa de campo.

### **3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O desenvolvimento das tecnologias da informação tem feito com que os países e as organizações empresariais se encontrem frente a um mercado global altamente competitivo. Esse aumento nos níveis competitivos faz com que a antecipação das mudanças tecnológicas se torne um fator importante, levando a que a capacidade de uma empresa ou país em identificar novas tecnologias e tomar ações apropriadas seja de vital importância (DU PREEZ, 1999).

Contudo, prever as mudanças tecnológicas em um determinado futuro não é tarefa das mais fáceis. Nelson e Winter (1982) consideram que a mudança tecnológica é um processo de evolução cultural, que envolve etapas de seleção, aprendizagem e adaptação.

A trajetória das mudanças tecnológicas é geralmente dividida em três fases (invenção, inovação e difusão). Na fase da invenção, é criada uma técnica, processo ou produto inédito. Ela pode gerar protótipos, patentes e plantas piloto sem necessariamente ter uma aplicação comercial. A inovação é quando uma invenção é efetivamente introduzida no mercado. As melhorias incrementais feitas em produtos, processos ou serviços podem, também, ser consideradas inovações. Já a difusão é o processo pelo qual uma inovação tecnológica é comunicada através de determinados canais durante um período de tempo para os membros de um sistema social (MARCHAU e HEIJDEN, 2003).

É justamente nesta etapa da difusão que reside o trabalho de doutorado em questão, que trata da definição de um elenco de tecnologias para o Transporte Rodoviário de Cargas (TRC), em especial, os caminhões, para o ano horizonte 2021. Entretanto, essa

definição requer uma visão prévia das características do setor. Algumas tecnologias têm aplicação multisetorial, exigindo uma visão mais ampla do processo de difusão. Em alguns casos pode ser necessária a visão da cadeia produtiva do setor, segundo a intensidade tecnológica e sua segmentação prática.

## **3.2. O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO EM CAMINHÕES NO BRASIL**

### **3.2.1. Configuração do caminhão**

Os primeiros caminhões do mundo eram vagões abertos que não ofereciam nenhuma proteção contra os elementos naturais, tinham pouca segurança e pneus de borracha sólida que não amorteciam os efeitos de estradas esburacadas (TRANSPORTE MODERNO, 2005a). Mas, assim como o design, a tecnologia e as estradas melhoraram e a indústria progrediu.

A disposição de inovar sempre foi um traço marcante da atuação das montadoras a níveis nacional e internacional. Eficiência em carregamento e descarregamento foi possibilitada pela crescente popularidade dos reboques completos de 1915 e semi-reboques de 1920. Em 1917, foram lançados tanto os pneus de ar comprimido quanto os suspensores de eixos em tandem, melhorando o conforto do motorista e a capacidade de carga. Em 1923, Karl Benz apresenta o primeiro caminhão com motor a óleo - diesel, em desenvolvimento desde 1909. Pela durabilidade, rendimento e robustez, este motor despertou bastante interesse e se constituiu em grande sucesso para a indústria automobilística (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005a).

No Brasil, os veículos de carga têm uma longa história. Em 1949 a Fábrica Nacional de Motores (FNM), instalada na baixada fluminense, firmou contrato com a firma italiana, Isotta Fraschini, para a fabricação de caminhões diesel de 7,5t (Figura 3.1). Quando a FNM havia montado aproximadamente 200 caminhões Isotta a firma italiana encerrou suas atividades. Em 1950 a FNM assinou um acordo com a Alfa – Romeo para fabricar um caminhão diesel de 130cv (REVISTA OCARRETEIRO, 2005b).





Fonte: REVISTA OCARRETEIRO (2005b).  
Figura 3.1: FNM – Primeiro caminhão fabricado no Brasil.

Os horizontes se alargam e em 1953 a Mercedes - Benz empresa mundialmente conhecida na área de veículos de carga e passageiros, instalou-se também no Brasil. O ano de 1956 foi marcado pela produção do L – 312, chamado torpeda por causa do grande nariz e com capacidade para 6 e 7 t de carga útil. Tinha versões cavalo-mecânico e basculante (MERCEDES - BENZ, 2005).

Também em 1956, a Scania chega ao mercado brasileiro. Oficialmente conhecida como Scania – Vabis do Brasil Motores Diesel seu objetivo foi vencer as longas rotas brasileiras utilizando o veículo pesado. O início da produção do seu caminhão foi em 1958 (SCANIA, 2005).

Em 1957, a Ford introduz o F – 600, primeiro caminhão produzido no Brasil movido à gasolina, com motor V8 de 4,5 litros. Nesse mesmo ano, a General Motors fabrica o seu primeiro caminhão Chevrolet nacional, de categoria leve. Já em 1958, a Mercedes - Benz substituiu o torpeda pela cabine carachata LP – 321 e LP – 331, para 10 – 12t de carga útil (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005 a).

O processo de desenvolvimento e de industrialização em que o Brasil se encontrava, nos anos 60, acentuou a exigência de veículos confiáveis, robustos e capazes de transportar cada vez mais carga. Os caminhões preferidos eram os de porte médio, os chamados toco (caminhão de dois eixos). Eles dominavam com 80% de participação no mercado,

enquanto leves e pesados tinham cada um em torno de 10% cada (SCANIA, 2005). Em 1960, aparecem no mercado novidades como, o LP – 321, o primeiro caminhão brasileiro de tração total da Mercedes – Benz. Em 1962, os caminhões Super Ford com nova cabine, incluindo o médio F – 350, com motor V8 a gasolina e o F – 600 com motor a diesel foram introduzidos e o caminhão Scania L76 em 1963.

Em 1964, a Mercedes – Benz introduziu a cabine semi – avançada no L – 1111 (Figura 3.2), popularmente conhecido como “bicudinho” e equipado com motor de 6 cilindros de 110 cavalos de potência (MERCEDES - BENZ, 2005).



Fonte: REVISTA JORNAUTO ONLINE (2005 a).  
Figura 3.2: Caminhão médio L-1111 com cabine semi-avançada.

Nos anos 70, surgiram os caminhões semipesados, típico para a instalação de terceiro – eixo para aumentar a produtividade do transporte, configuração vulgarmente conhecida como caminhão trucado. A frota dos caminhões médios começou a declinar. A participação dos médios chegou a 70%, enquanto os leves avançaram para 20%. Os pesados (7%) e semipesados (3%) somavam 10% (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005 a).

Outra evolução importante foi o uso da carreta (semi-reboque) atrelada ao cavalo – mecânico (caminhão trator) pelos caminhoneiros, sobretudo gaúchos e as empresas de transporte pesado, principalmente as especializadas no transporte de ferro e aço. O

semi-reboque além de permitir a movimentação de maior tonelagem, fornece mais produtividade e giro ao veículo – trator que, desatrelado da carreta, poderá ser agregado à outra (REVISTA OCARRETEIRO, 2005b).

Em 1972, a Agrale lança uma carreta motorizada (Figura 3.3), considerada um veículo barato, com capota improvisada para proteger do sol e da chuva, mas que servia para o trabalho dos pequenos agricultores da região de Porto Alegre. Em 1974 houve o lançamento do caminhão Scania LK 140, equipado com motor V8 (CAMINHÃO & CIA, 2005b).



Fonte: CAMINHÃO & CIA (2005).  
Figura 3.3: Carreta motorizada da Agrale

Posteriormente, em 1976, a Scania lança o modelo L111 para caminhões, marcando o início dos denominados de Série 1 no mercado nacional, com um total de 11376 unidades vendidas. Devido a sua cor laranja, tornou-se o símbolo do transporte rodoviário de carga no País. Em 1977 houve o lançamento dos caminhões Scania LK 111 e LK 141.

Nos anos 80, a exigência do embarcador por um transporte mais eficiente, ocasionou mudanças no setor. O caminhão médio era impróprio para serviços de coleta e entrega. Diante disso, a soberania dos caminhões médios foi ameaçada. Os médios tinham 50% da comercialização, os leves, 32%, os pesados, 12%, e os semipesados, o restante (REVISTA OCARRETEIRO, 2005b).

O compromisso com a evolução se renova e em 1983 a Mercedes – Benz lança seu primeiro caminhão pesado de PBT (peso bruto total) acima de 40t, o LS – 1929. Muitas outras novidades apontam no mercado, como: a linha Ford Cargo (com cabine

avançada) com oito modelos e PBT de 11, 14 e 15 toneladas; a linha de caminhões Scania Super Advanced; a Mercedes – Benz renova toda a sua linha de caminhões médios; a Volvo introduz a linha de caminhões pesados NL 10 e NL 12, a primeira desenvolvida no Brasil (MERCEDES - BENZ, 2005).

Nos anos 90, os pesados foram mais exigidos pela necessidade de racionalização de custos de transportes, e os caminhões leves cresceram pela expansão dos cinturões urbanos que adicionaram mais dificuldade à circulação de caminhões maiores e pela pulverização das coletas e entregas (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005b).

A Mercedes – Benz renova sua linha de caminhões pesados e extrapesados. Merecem destaques outras novidades como, os modelos Ford Cargo C – 1622, C – 2422 com tração 6x4 e o C – 3539, cavalo – mecânico com capacidade para 35t (em 1991); a Volkswagen amplia sua linha de modelos de 14t, 24t e 35t em 1991 (MERCEDES - BENZ, 2005).

A expansão dos pesados trouxe junto à diversificação dos veículos: a produção de cavalos – mecânicos de três eixos cresceu; houve a inovação da carreta vanderléia (com eixos mais espaçados e maior capacidade de carga); o transporte de cana-de-açúcar e de madeira adota o treminhão (caminhão puxando dois reboques); surgem composições maiores como, o rodotrem (de 9 eixos e peso bruto total de 74 t) e o bitrem (de 6 eixos e peso bruto total de 57 t), dentre outros (REVISTA OCARRETEIRO, 2005b).

Atualmente percebe-se, em países desenvolvidos, uma larga utilização de veículos com mais de 400 cv. Um ranking dos 10 cavalos-mecânicos mais vendidos em 2003 na Espanha apontou que todos possuem mais de 400 cv. Nos Estados Unidos, modelos que apresentam de 400 a 600 cv, representam 1/3 de todos os caminhões classe 8 da marca Freightliner. No Brasil, veículos com mais de 400 cv vem redesenhando o mercado. Dados da Anfavea revelam um aumento no volume de vendas de caminhões na faixa entre 380 e 420 cv nos últimos anos (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005b).

### 3.2.2. Implementos

A busca dos fabricantes na utilização de novos materiais nas carrocerias para reduzir o seu peso, ganhar resistência e minimizar perdas de materiais transportados foi constante. Inicialmente, o transporte de produtos agrícolas a granel ou ensacados e carga industrializada era feito em carrocerias abertas (carga-seca), de madeira, para uso geral, protegidos por lona amarrada com cordas.

Em alguns casos, os produtos agrícolas deixaram de ser ensacados para agilizar o carregamento dos caminhões por correias transportadoras, exigindo uma nova opção de implemento, a caçamba basculante, cuja tampa traseira pode se abrir para cima, facilitando o acesso de outras mercadorias no retorno do transporte de grãos. Tal implemento procura promover o aumento de eficiência no transporte de grãos agrícolas em associação com carga geral.

O uso de empilhadeiras e paletes, que agilizam as operações de carga e descarga de produtos, promoveu o uso da lona, na forma de cortinas, que permitem aberturas nas duas laterais, na traseira e até no teto das carrocerias, muito utilizadas atualmente no transporte de bebidas.

Com a evolução a carroceria carga – seca de madeira ganhou a opção do aço – carbono. Por sua vez, os pesados tanques de aço requeriam mais espaços para aumentar o volume de carga em uma mesma viagem. Chapas de aço de espessuras mais finas foram desenvolvidas. Contudo, a sofisticação do mercado exigiu mais e a indústria passou a oferecer materiais mais leves e resistentes para a confecção dos implementos, como, por exemplo, o alumínio (REVISTA OCARRETEIRO, 2005b).

A abertura de mercado e a globalização permitiram a troca de experiências e a indústria nacional ganhou impulso. A resistência das carrocerias à atritos naturais provocados por buracos e desníveis nas estradas estão sendo cada vez mais aumentada pelos fabricantes. Além disso, os veículos estão se tornando menos barulhentos.

Nos últimos anos os fabricantes desenvolveram uma variedade de produtos que levam em conta componentes de alta tecnologia e moderno desenho, como por exemplo, para

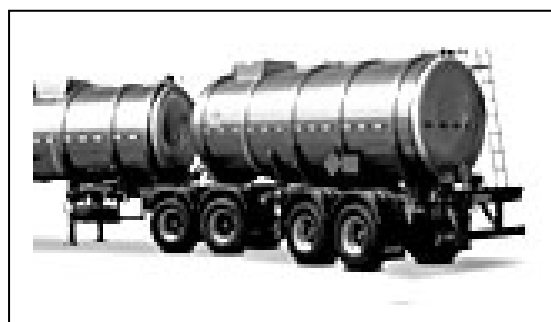
o transporte de combustíveis (tanques de aço carbono e alumínio) produtos químicos e alimentícios (tanques de aço inox).

A linha de produtos no mercado atualmente engloba diferentes tipos de equipamentos entre reboques e semi-reboques graneleiros, tanques, carga - seca, silos, basculantes, frigoríficos, isotérmicos, canavieiros, florestais, furgões, carrega - tudo e carrocerias de alumínio e híbrida (aço + alumínio) com várias opções de carga.

O mais recente avanço na evolução dos implementos de transportes é o que se denomina bitrem. Este começou no transporte de grãos, avançou para os tanques, chegou aos basculantes e se difunde rapidamente em outras aplicações. Os lançamentos mais recentes são, por exemplo, os bitrens basculante monolateral plano (Figura 3.4) e o tanque de aço inox (Figura 3.5). É importante salientar que os implementos devem ter uma grande versatilidade de uso, com o objetivo de se adequarem às mais diversas operações, conforme demonstrado nas figuras abaixo.



Fonte: Randon (2007)



Fonte: Randon (2007)

Figura 3.4: Bitrem basculante monolateral plano. Figura 3.5: Bitrem tanque de aço inox

Em relação ao bitrem, estudos comprovam suas vantagens operacionais, econômicas e logísticas. Vale lembrar o estudo de REIS (2006), o qual relatou que o custo por tonelada – quilômetro do bitrem parado é 1.18% inferior ao do semi - reboque convencional. Enquanto que em operação, quanto maior o percurso, maior será a vantagem do bitrem. Ou seja, de acordo com a figura 3.6, o custo por tonelada – quilômetro do bitrem pode ser reduzido em até 18.4% se comparado ao do semi – reboque. Entretanto, para o mesmo autor, esses resultados são bastante sensíveis à diferença de velocidade entre os veículos analisados. Quanto às desvantagens do uso do

bitrem, uma delas é menor velocidade comercial, especialmente em rodovias acidentadas. Entretanto, isso pode ser resolvido com a utilização de caminhões tratores mais potentes.

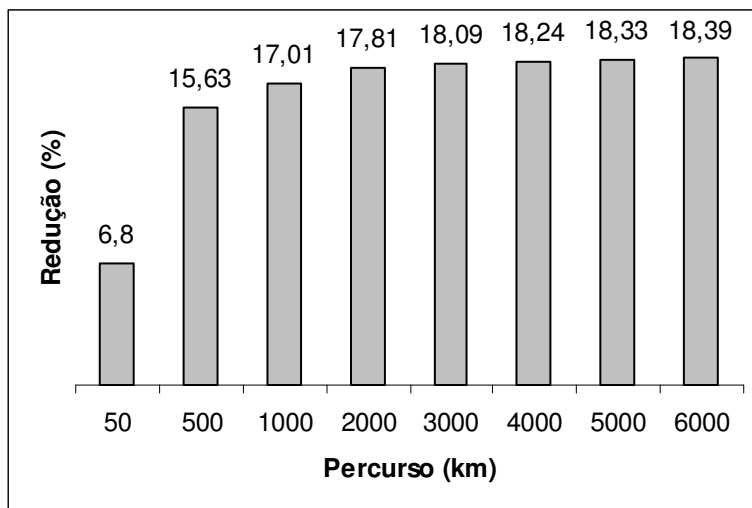


Figura 3.6: Redução do custo/tonelada proporcionada pelo bitrem (%) em relação ao semi - reboque

Outra informação bastante relevante é a estreita ligação da quilometragem rodada pelo caminhão com o tipo de carroceria. Segundo dados da pesquisa Truk2 (2002), os caminhões que trafegam com carrocerias mais flexíveis ao tipo de carga - aberta e fechada convencional e graneleira, rodam, respectivamente, 79.6%, 77.0% e 81.9% da quilometragem mensal, com carga (TRUCK, 2005).

Quilômetro rodado entre paradas é outro indicador que para o transportador é uma informação que define pontos de apoio, sobretudo para as cargas de alto valor, quando se recomenda o monitoramento do veículo, para evitar o problema de roubo. Também de acordo com a pesquisa Truk2, pode-se observar que a maior distância entre paradas foi para o caminhão de carroceria tipo frigorífico que transporta produtos perecíveis, chegando a 181 km, quando a média é de 161 km (TRUCK, 2005).

### 3.2.3. Partes e Componentes

No que tange aos motores, até antes da entrada dos padrões de emissões, os veículos pesados usavam os denominados motores naturalmente aspirados. A inclusão dos pós resfriadores e dos turbo – compressores aos motores, e o gerenciamento eletrônico de todo o trem de força ajudaram a garantir maior segurança, confiabilidade e desempenho do veículo (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005).

Versões mais sofisticadas nos motores eletrônicos já despontam no mercado. É justamente nesses motores que começam as novidades mais importantes do veículo como: combustão otimizada, com maior desempenho; melhoria do nível de ruído; conserto e manutenção mais fácil e rápido atendimento das normas fixadas pelo Proconve P-5 (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), equivalentes às do programa Euro III implantado na Europa (TECHNIBUS, 2004). O custo operacional, por exemplo, de um caminhão de 40 toneladas na Alemanha caiu um terço desde o final da década de 60 (CARVALHO, 2006; MAIA *et al*, 2006).

Ressalta – se que as montadoras no Brasil adotam como padrão a legislação europeia, porém com um nível de defasagem de 4 anos (ver Anexo III), que é o intervalo de tempo em que as mudanças ocorrem. Ou seja, na Europa já se trabalha com padrões mais rígidos de emissões, atuando na fase Euro 4, prevista para entrar em vigor no Brasil a partir de 2009 com o nome de Conama P6 (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005).

Os benefícios da motorização eletrônica para a comunidade são bastante relevantes, como, por exemplo, podem reduzir 30% da emissão de poluentes atmosféricos. Considerando apenas a Grande São Paulo, estimam - se menos de 700 toneladas ao ano de gás carbônicos na atmosfera. Entretanto, o custo dessa tecnologia é, muitas vezes, o principal entrave de sua aplicação. Para se ter uma idéia, o custo inicial elevado do motor eletrônico é em média 12% superior as motorizações atuais (ALVES, 2005; MARQUES, 2005).

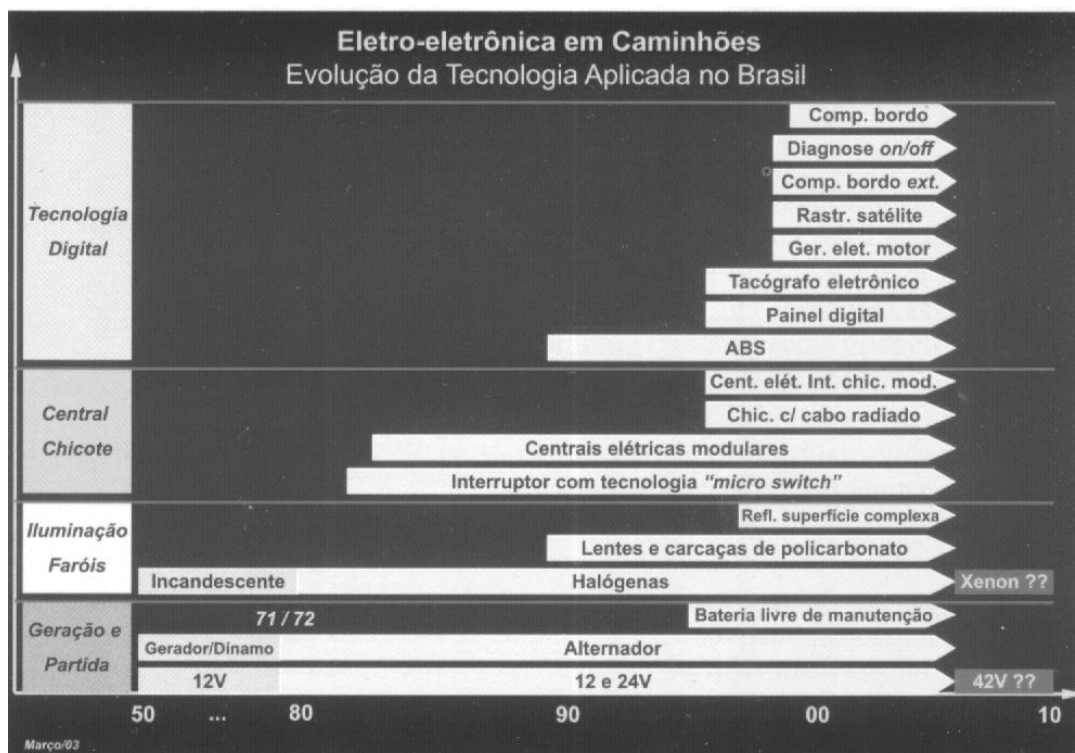
Mais uma vez a adoção de tecnologia de ponta ajustará a liberação de gases pelos propulsores a diesel. No mercado nacional, a experiência da DaimlerChrysler AG



(antiga Daimler - Benz AG e atualmente detentora de marcas como Mercedes-Benz, Chrysler, Dodge e Jeep), é notória na produção desses tipos de motores, pois além de exportar para a Europa e os Estados Unidos, sua produção representa 50% do total vendido no mercado nacional em 2003 (MERCEDES - BENZ, 2005).

Preocupada com o alto custo da implantação de um motor eletrônico, a empresa Cummins, fornecedora de motores para a indústria de caminhões e ônibus de diversos países da América Latina, China e Rússia, lançou em janeiro de 2005, o motor mecânico Euromec III, indicado para microônibus de uso urbano e caminhões leves, de capacidade até 3.5 toneladas. Feitos exclusivamente por engenheiros brasileiros é um modelo de 120 cv, 3.9 litros, novos componentes mecânicos e atende às exigências na emissão de gases referentes à fase V do CONAMA, além de ser 30% mais barato do que os similares da linha eletrônica. Ressalta-se que 35% dos caminhões novos vendidos no mercado interno saem de fábrica equipados com esse tipo de motor (TECHNIBUS, 2004). Isso significa que mais uma vez a adoção de tecnologia de ponta ajustará a liberação de gases pelos propulsores a diesel e que para atender os níveis de emissões não é necessário dispor de tecnologia eletrônica.

A eletrônica embarcada teve início nos veículos comerciais no final da década de 1950 (Figura 3.7). A introdução de especificações governamentais e da necessidade de melhoria de performance da frota foram fatores que reiniciaram a evolução eletrônica em 1970 . Para tanto, foram desenvolvidos novos alternadores e motores de partida. O emaranhado de fios elétricos foi substituído por um conjunto de fiação ordenado que termina numa central elétrica, os faróis passaram de lâmpadas incandescentes para lâmpadas halógenas, modernas baterias livres de manutenção e produzidas de maneira que minimizem a agressão ao meio ambiente e o computador de bordo que veio para fazer um diagnóstico completo do veículo (REHDER e INDELICATO, 2003).



Fonte: REHDER e INDELICATO (2003)

Figura 3.7: Evolução eletro-eletrônica em caminhões no Brasil

O campo coberto pela telemática pode ir desde operações simples, como a localização do veículo, já em uso atualmente, até futuramente a navegação na *internet* e lazer (música e filmes). Nos Estados Unidos o principal impulso para a utilização da telemática veio da necessidade de oferecer cada vez mais conforto aos motoristas, por meio do acoplamento a equipamentos de entretenimento, enquanto que na Europa chegou para avaliar o estilo de dirigir dos motoristas (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005b).

Atualmente, em países da Europa e Estados Unidos, a logística é o principal propulsor da telemática, enquanto que no Brasil a principal aplicação ainda está voltada para segurança, contra roubos de carga. Aos poucos está se ampliando na logística como, por exemplo, no monitoramento do funcionamento dos veículos e na manutenção, e gerenciamento das frotas, na coordenação de rotas e em outros importantes serviços (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005b).

Novidades recentes em sistemas inteligentes de rastreamento tanto do veículo como da carga transportada vem despontando no mercado nacional, como por exemplo, o rastreador portátil que pode ser colocado diretamente na carga transportada; o sistema de localização híbrido (celular + GPS) e a transmissão via satélite de órbita alta.

Existem serviços privados de alta tecnologia, destinados à comunicação de dados pela *internet* e ao rastreamento por satélite, que permitem o acompanhamento dos veículos e elevam as condições de segurança do transporte, necessários em função dos riscos de acidentes por conta da deterioração física das rodovias e do roubo de cargas. Entretanto, o custo de um sistema depende da tecnologia de comunicação instalada no veículo, da sua área de cobertura e do grau de utilização, conforme demonstrado no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Serviços destinados à comunicação de dados pela *internet* e ao rastreamento por satélite

<b>Empresa</b>	<b>Tecnologias</b>	<b>Área de abrangência</b>	<b>Custo</b>
Autotrac Comércio e Telecomunicações S.A.	Autotrac Satélite (comunicação e localização via satélite); mais importante sistema de comunicação e localização via satélite); mais importante sistema de comunicação móvel de dados e rastreamento de veículos do Brasil, é indicado para empresas de transporte e logística de pequeno, médio e grande porte nos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário.  Autotrac Caminhoneiro (comunicação e localização via satélite): primeiro sistema de comunicação móvel de dados e rastreamento de veículos criado exclusivamente para atender o caminhoneiro autônomo, sendo exigido pelas principais transportadoras e embarcadores do mercado.	Autotrac Satélite e Autotrac Caminhoneiro: cobertura de todo território nacional e Mercosul.  Autotrac Celular: principais centros urbanos do País de acordo com a cobertura das operadoras de redes celulares.	Autotrac Satélite: equipamentos embarcados a partir de R\$ 6390,00. Comunicação a partir de R\$ 81,00.  Autotrac Caminhoneiro: equipamentos embarcados a partir de R\$ 7661,00. Comunicação sem custo para caminhoneiro autônomo.  Autotrac Celular: equipamentos embarcados a partir de R\$ 3590,00. Comunicação a partir de R\$ 35

	Autotrac Celular (comunicação via redes celulares e localização via satélite): tecnologia indicada para empresas de transporte e serviços com atuação predominantemente urbana, esse sistema de comunicação móvel de dados e rastreamento de veículos utiliza a rede de dados celular.		mensais.
--	--	--	----------

Continuação do Quadro 3.1: Serviços destinados à comunicação de dados pela *internet* e ao rastreamento por satélite

<b>Empresa</b>	<b>Tecnologias</b>	<b>Área de abrangência</b>	<b>Custo</b>
CDATA e Alfatest Indústria de Produtos Eletrônicos	MOS360 e MOS180: Sistema de gerenciamento Logis, com utilização de GPS para posicionamento e GSM/GPRS para transmissão de dados. DIAGBOX: Sistema que coleta informações da central eletrônica do veículo.  DRIVEBOX: Produto que permite analisar o desempenho do veículo e à forma como está sendo dirigido.	Cobertura da telefonia móvel GSM/GPRS	MOS360: R\$ 2200,00 / MOS180 – R\$ 1400,00
Controlsat	Controlsat Dual: Dois módulos de comunicação: sinal GSM com possibilidade de chaveamento automático para o módulo de satélite.  Controlcell: Opera restritamente no módulo GSM.	Controlsat Dual: toda a América do Sul.  Controlcell: território nacional, em todas as áreas com cobertura GSM.	Controlsat Dual: Equipamento: de R\$ 6000,00 a R\$ 8000,00, com mensalidade de R\$ 140,00 mais consumo via satélite.  Controlcell: Equipamento: R\$ 2000,00 a R\$ 3000,00, com mensalidade de R\$ 120,00 a R\$ 140,00.

Global Tech Sist. de Segurança	GT – GPRS: Bloqueador e rastreador via celular GPS/GMS/GPRS.	Nacional, área de abrangência da Claro.	GT – GPRS: R\$ 1890,00, monitoramento R\$ 120,00 por mês.
	GT – 1500: Bloqueador e rastreador via célula GMS/célula		GT – 1500: R\$ 890,00, monitoramento R\$ 85,00 por mês.

Fonte: ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA (2006)

Quanto à comodidade e a interatividade com o usuário, as montadoras revolucionam cada vez mais a sua tecnologia. Antigamente os veículos tinham apenas uma proteção simples contra elementos naturais (pára - brisa, teto e portas baixas). A técnica de construção de cabines evoluiu. A madeira nas cabines foi substituída por chapas de aço. Atualmente a melhoria da cabine em detalhes de ergonomia são constantes.

Em relação aos modelos de cabine, estes são direcionados para diversas necessidades dos motoristas como, por exemplos, a cabine leito teto baixo, leito teto alto e estendida. Algumas são indicadas para empresas que transportam cargas nacionais de curta e média distância. Outras têm ótimo espaço interno com leito e são indicadas para viagens de longas distâncias (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005).

Assim, as cabines são equipadas com todos os dispositivos de segurança e conforto disponíveis no mercado (Figura 3.8) como por exemplos, pára - sol externo, ar - condicionado ou climatizador, vidros elétricos, rádio com CD Player, faróis de neblina, bancos com suspensão pneumática, caixa de câmbio automatizada. Até o desenho do pára-brisa levou em conta a forte insolação em países como o Brasil, fator importante na produtividade de quem dirige horas sob o sol tropical (SAE BRASIL, 2005).

Com o objetivo de prevenir danos à coluna, as montadoras estão disponibilizando bancos e camas em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica. Trata-se de assentos que privilegiam a firmeza do material utilizado, e um sofisticado projeto de estrutura de bancos e camas. Dotados de sistemas pneumáticos, os bancos protegem também a coluna e discos vertebrais de choques, especialmente em estradas esburacadas (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005).



Fonte: Revista O Carreiro (2005a)

Figura 3.8: Exemplos de aperfeiçoamento tecnológico na cabine encontrada na linha Volvo.

Para se ter uma idéia do que esse desenvolvimento tecnológico pode minimizar em termos de custos futuros, dados da DaimlerChrysler AG mostram que, na Alemanha, um motorista de caminhão pode custar até 560 euros por dia de ausência devido a problemas de coluna. De acordo com as estatísticas, pessoas com dores lombares chegam a ficar 17.6 dias por ano afastadas do trabalho (REVISTA CARGA& CIA, 2005).

De acordo com a política de gestão integrada da qualidade, meio ambiente, segurança e saúde ocupacional, montadoras vêm utilizando materiais naturais em seus produtos. A DaimlerChrysler AG no Brasil atualmente traz como item de série a utilização da fibra de sisal, para revestimento das paredes laterais e traseiras em seus caminhões médios e pesados (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005).

Em relação à climatização ou ar - condicionado dentro da cabine do caminhão, que para muitos são apenas componentes de luxo, estes dispositivos podem contribuir para a queda de índice de acidentes, devido ao conforto que eles proporcionam (TECHNIBUS,

2004). Mas assim como outras peças e acessórios, o ar - condicionado precisa de manutenção para evitar futuras doenças respiratórias do público - alvo.

Outra novidade no mercado é a introdução de modernos painéis nos veículos rodoviários, com indicação de marcha e até limitador e controlador de velocidade (Figura 3.9). Também merecem destaques, rádio com navegação integrada, computador de bordo, que oferece funções como sistema de diagnóstico, indicador do consumo de combustível e planejamento da manutenção. Isso também resulta em melhoria expressiva do custo operacional.



Fonte: MOTA (2003)

Figura 3.9: Projeto da Volvo de um painel contendo as seguintes informações (quilômetro rodado, horas gastas, consumo, ultrapassagens de velocidades máximas permitidas, entre outros).

O compromisso com a evolução se renova e a caixa de câmbio automatizada combinou mais conforto na troca de marchas e redução de consumo de combustível (REVISTA CARGA& CIA, 2005). As vantagens desse câmbio vão desde segurança, já que no modo automático, o motorista pode concentrar sua atenção unicamente na estrada, além de menor desgaste da embreagem. Esta tecnologia foi incorporada em caminhões brasileiros.

O primeiro sistema de troca automática de marchas para caminhões pesados da América Latina foi o *Optcruise*, lançado na Europa em agosto de 2001. Tal tecnologia reduz em até 95% o desgaste da embreagem, aumenta a segurança e resulta em menor consumo de combustível (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005). Outras tecnologias já estão

no mercado nacional como, o *Comfort Shift*, sistemas de troca eletropneumático que permite a pré - seleção de marchas (SAE BRASIL, 2005). Atualmente as novas caixas automáticas fizeram desaparecer de vez a alavanca de câmbio e também o pedal da embreagem. Tecnologia esta disponível apenas na Europa (ROZEN, 2006).

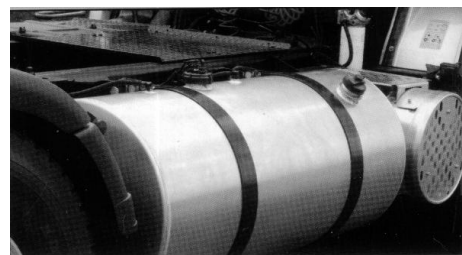
O controle automático de velocidade é outro avanço que aumenta o conforto ao dirigir e produz economia de combustível. Ele permite ao motorista manter uma velocidade constante sem o uso do pedal do acelerador.

Tão importante quanto fazer um veículo andar é encontrar um meio de pará - lo. Sistemas inteligentes ajudam os motoristas a evitar acidentes nas estradas causadas principalmente por imperícia, desatenção e sonolência. Tais sistemas incorporam dispositivos anticapotamento, colisões traseiras, barreiras para a carga não deslizar e cabines mais resistentes e com células de proteção para os ocupantes. Também merecem destaques a sinalização de emergência; o sistema de tração; a proteção anticapotagem, o retardador hidráulico, as sinaleiras com iluminação tipo *led* que, diferente das lâmpadas com filamento, não queimam porque não vibram (Figura 3.10), o travamento automático das portas, a iluminação com temporizador, o desligamento automático do ar-condicionado em caso de superaquecimento do motor, os tanques de combustível em alumínio (Figura 3.11), o jogo de espelhos especiais para manobras de rampa (Figura 3.12) (SAE BRASIL, 2005; CAMINHÃO & CIA, 2005b).



Fonte: CAMINHÃO & CIA  
(2005b)

Figura 3.10: Lanternas com *led*  
da nova linha Brasilis da



Fonte: CAMINHÃO & CIA  
(2005b)

Figura 3.11: Tanques de  
combustível em alumínio do



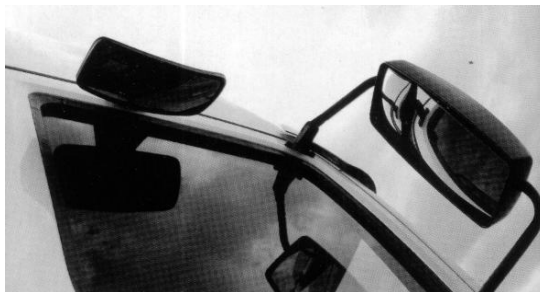


Figura 3.12: Jogos de espelhos especiais para manobras do modelo Constellation da Volkswagen.

Fonte: Caminhão & Cia (2005b)

Alguns dos principais fatores causadores de acidentes nas estradas e trechos urbanos, estão diretamente associados às derrapagens e ao travamento das rodas em frenagens de emergência, quando o motorista tenta evitar uma colisão. Quando ocorre o travamento das rodas, especialmente das rodas dianteiras, o motorista perde a dirigibilidade do veículo, que segue em linha reta ainda que ele tente desviar do obstáculo ou manter o veículo em curso (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005).

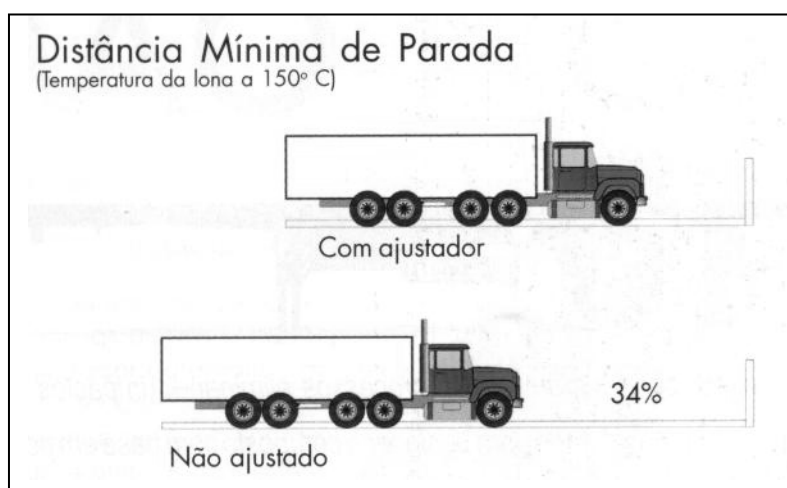
Na tentativa de reduzir o número de vítimas, empresas têm dedicado sua atenção para o desenvolvimento de sistemas de segurança passiva, como barras de proteção lateral e *airbags*, ou sistemas de segurança ativa entre os quais se destacam o *Antiblock Braking System* (ABS), o *Traction Control* (TC ou ASR) e o *Electronic Stability Program* (ESP).

O Sistema Antibloqueio de Frenagem (ABS, na sigla em inglês) é um dos recursos tecnológicos que mais se popularizaram nos últimos anos na indústria automobilística. Na Europa, onde o sistema é utilizado há 25 anos, ele equipa 100% dos veículos produzidos à partir de 2004. O dispositivo, que evita que as rodas travem numa freada brusca, evoluiu bastante e está agora mais rápido, mais leve e, portanto, mais eficiente.

A consolidação do ABS deu origem a outros sistemas como o Controle de Tração (ASR ou TC) que tem como princípio monitorar as rodas do veículo e evitar que elas girem em falso durante uma arrancada, especialmente em piso escorregadio, e ao Programa Eletrônico de Estabilidade (ESP), cuja função é monitorar a trajetória e inclinação do veículo em relação à direção imposta pelo motorista ao volante e atuar no sistema de freio ou no torque do motor - sem a interferência do motorista - para garantir que o veículo siga a trajetória desejada, mantendo assim a sua estabilidade.

A evolução dos sistemas de segurança fez com que os acidentes com veículos comerciais na Alemanha fossem reduzidos em mais de 70% desde 1970 (CARVALHO, 2006). Porém, as normas que obrigam as empresas a adotarem componentes de item de segurança (freios ABS e *airbag*, dentre outros) em série, como acontece na Europa e nos Estados Unidos, ainda não são realidade no Brasil. Por exemplo, na Europa não se fabrica caminhão acima de 12 toneladas sem freio ABS. No Brasil, a falta dessa norma faz com que apenas 2% da frota rode com esse tipo de dispositivo (TECHNIBUS, 2004; MAIA *et al*, 2007).

De uso obrigatório por lei nos Estados Unidos e na Europa, o ajustador automático de freios aos poucos começa a ganhar espaço no Brasil. Também conhecido como compensador sua função é manter sempre na condição ideal a folga entre a lona e o tambor ou entre a pastilha e o disco de freio, minimizando a necessidade de manutenção. Outro benefício desse equipamento é a diminuição do espaço de frenagem aumentando a segurança. A Figura 3.13 mostra que em um veículo não ajustado a distância mínima de parada é 34% maior que em outro equipado com o ajustador. No Brasil, segundo a empresa Master, fabricante de freios do Grupo Randon, esse equipamento está presente em 40% dos 50 mil freios fabricados mensalmente. Alguns modelos, como por exemplo o caminhão trator VW 310 já saem de fábrica com o compensador (TECHNIBUS, 2004; HUNOFF, 2005).

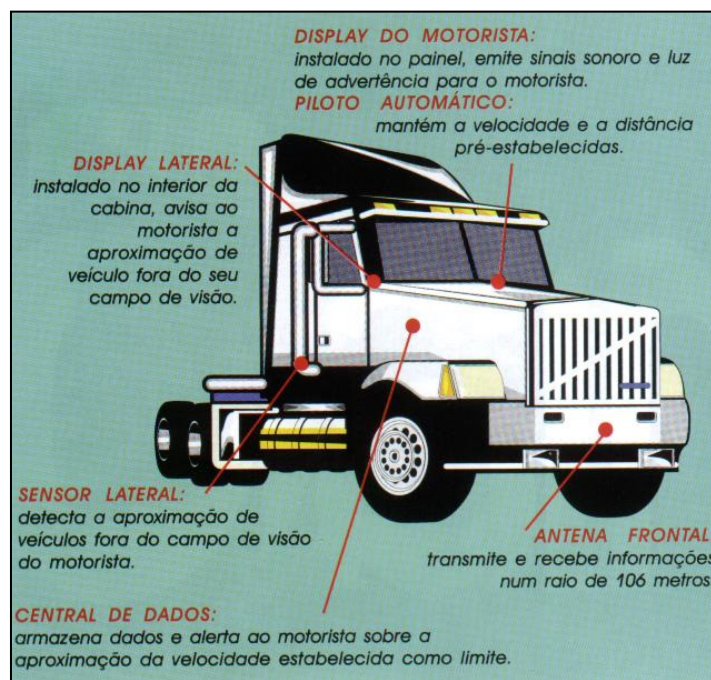


Fonte: HUNOFF (2005)

Figura 3.13: Distância Mínima de Parada com o ajustador e sem o ajustador.

Ainda neste contexto da segurança, para reduzir as colisões frontais, laterais e em conversões, onde estatísticas registram que batidas desse tipo representam 80% de todos os tipos de desastres envolvendo veículos pesados, a empresa americana Eaton lançou no mercado brasileiro em 2006 o sistema *Vorad*, considerado um radar ao contrário, composto por *display* principal e lateral, além de sensor, antena frontal e central de armazenamento de dados (Figura 3.14) presente há dez anos nos Estados Unidos. Com o acompanhamento do desempenho dos dados monitorados, os frotistas poderão identificar a necessidade de treinamento de seus motoristas (SECCO, 2006).

Novidades também vêm da empresa Delphi, a qual desenvolveu um módulo de segurança que promete reduzir o índice de ferimentos em colisões frontais. Trata-se do *Delphi Driver Protection Module*, sistema que integra coluna de direção, protetor de joelhos e pedais. Tal sistema funciona da seguinte maneira: em caso de impacto frontal a coluna de direção desloca-se para o lado e diminui eventuais ferimentos na cabeça e no peito (CAMINHÃO & CIA, 2005<sup>a</sup>).



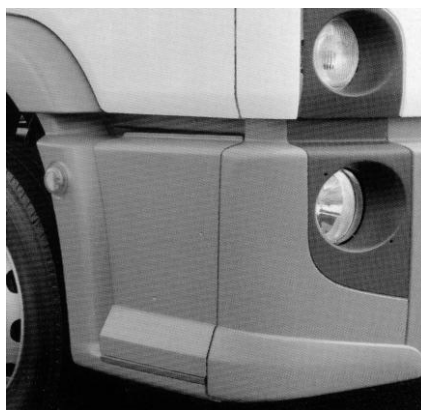
Fonte: SECCO (2006).

Figura 3.14: Vorad – Sistema considerado um radar ao contrário

Quanto ao cinto de segurança, tanto na Europa quanto no Brasil existem problemas quanto ao seu uso. Especialistas europeus estudam a possibilidade de sugerir a adoção da obrigatoriedade de uso de cintos vermelhos para chamar maior atenção da fiscalização (CAMINHÃO & CIA, 2006). No Brasil, tal dispositivo evitaria muitas

mortes nas estradas. Por isso, deveria receber completa atenção das autoridades de trânsito.

Para escapar dos roubos de cargas que assolam o setor de transportes, nova arma que as transportadoras e empresas de logística começam a utilizar é um caminhão com a cabine totalmente blindada, projeto inédito da Piquet Sul, empresa de blindagem de Porto Alegre, e a PG Products, fabricante de vidros blindados. O primeiro veículo nesse formato é um modelo 1215, da DaimlerChrysler AG, que recebeu uma blindagem de nível NIG IV, capaz de suportar até disparos de fuzil. Outra tecnologia, que também merece destaque, já disponíveis em alguns modelos, é o protetor de degraus da escada para evitar assaltos (Figura 3.15) (CAMINHÃO & CIA , 2005b).



Fonte: CAMINHÃO & CIA (2005b)

Figura 3.15: Protetores de degraus da escada do modelo Constellation da Volkswagen.

Aumentar o conforto e segurança dos caminhoneiros também é uma prioridade da Saint – Gobain Sekurit, um dos maiores fabricantes brasileiros de vidros para a indústria automotiva que lançou como aparato tecnológico, o vidro lateral laminado. Este além de diminuir o ruído interno e bloquear quase totalmente os raios ultravioletas, impede que os ocupantes sejam arremessados para fora do veículo em caso de capotamento, pois funciona como espécie de tela de proteção. Sua utilização no segmento de caminhões no país está sendo negociada com as montadoras (TRANSPORTE MODERNO, 2005b).

Difundida em países europeus, asiáticos e nos Estados Unidos há mais de 10 anos, a demora em trazer o vidro lateral laminado ao mercado brasileiro é explicada pela

estratégia das montadoras instaladas no Brasil de desenvolver veículos mais simples e de baixos custos (TRANSPORTE MODERNO, 2005a).

Com relação ao sistema de tração, estudos comprovam que sua utilização influi na durabilidade da pista. A má distribuição de esforço nos eixos motrizes do veículo provoca deformação do piso. Como mecanismo para regular esse fenômeno, adicionalmente a utilização de uma dosagem adequada de mistura asfáltica, recomenda-se a distribuição da tração em quatro pontos, e não apenas em dois pontos. Dessa forma, pelo fato de não sobrecarregar os eixos, mesmo sendo um veículo de porte pesado, não danificaria as estradas (HEMÉTRIO, 2004b). Neste sentido destaca-se que 78% dos modelos semipesados, que representa 30% do mercado brasileiro de caminhões em 2004, são 6x4 (REVISTA O CARRETEIRO, 2005 a). Entretanto, algumas inovações quanto ao controle de tração já são utilizadas no País, principalmente em operações especializadas como o transporte de cargas perigosas (CAMINHÃO & CIA, 2006).

No que concerne aos pneus, os fabricantes sempre estão oferecendo aos transportadores mais segurança, melhor performance, além de rendimento quilométrico maior. O mercado de pneus evoluiu para o uso de pneus radiais, principalmente como equipamento original nos caminhões novos. Atualmente, quase 100% dos pneus em uso são radiais, os quais possuem códigos de velocidade superiores aos dos antigos pneus diagonais (REVISTA O CARRETEIRO, 2005 a).

De acordo com a pesquisa Truck2, pode-se observar que nem sempre a marca preferida do pneu é a mais usada pelo transportador. Certamente isso está associado ao preço do produto, sua qualidade e à facilidade de aquisição, os quais condicionam a demanda (TRUCK, 2005).

Quanto aos pneus extra – largos ou singles, apesar de serem bastante utilizados nas estradas estadunidenses e européias, ainda têm seu uso restrito por lei no Brasil, devido a Resolução 62 do Contran, datada de 1998. Segundo essa resolução, os pneus extra – largos só podem ser utilizados na medida 385/65R22,5 em semi – reboques e reboques dotados de suspensão pneumática e com eixos em tandem duplos com 17 toneladas ou 25,5 toneladas no triplo (CAMINHÃO & CIA, 2005a).

Para se ter uma idéia do atraso tecnológico no Brasil, os pneus extra-largos na medida 385 mm conquistaram apenas 1% da faixa do mercado brasileiro e a Goodyear é a única a fabricar os modelos no Brasil, enquanto que na Europa atualmente equipa 99% dos semi-reboques (CAMINHÃO & CIA, 2005a).

Em uso nos Estados Unidos e na Europa há várias décadas esses pneumáticos evoluíram e hoje já existem os *singles* de quarta geração (445/55R19,5 e 445/45R19,5), oferecendo ao usuário múltiplas vantagens: desgaste menor e prolongamento da vida útil dos pneus; economia de combustível (até 8%); redução da manutenção, estoque, trocas, dentre outros e, ainda, aumenta ganhos por diminuir o peso do caminhão e elevar a carga útil entre 700 a 1000 quilos, dependendo da escolha do tipo de roda de aço ou alumínio (CAMINHÃO & CIA, 2005a). Vale também lembrar que o desalinhamento das rodas do caminhão é um dos fatores que aumentam o consumo de pneus e de combustível, reduzindo o lucro do transportador (REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005 a.).

Entretanto, não adianta investir em tecnologia se a infra – estrutura continua precária. Imagine um carro moderno, com todos os recursos disponíveis, trafegando nas estradas sem fiscalização e sinalização e esburacadas.

Como alternativa para driblar as deficiências do asfalto comum, o EcoFlex (asfalto ecológico) modificado com pó de borracha de pneus, promete ser mais resistente às ações do tempo e permite maior aderência do veículo ao chão. Cabe aqui ressaltar que esse asfalto ecológico já foi aplicado em 360 km de rodovias brasileiras (HEMÉTRIO, 2004b).

O aperfeiçoamento na produção do combustível vem acompanhado em paralelo à busca pelos transportadores, de mais economia, maior capacidade e conseqüentemente redução de custos operacionais.

Em 1923, Karl Benz apresenta o primeiro caminhão com motor a diesel, em desenvolvimento desde 1909. Pela durabilidade, rendimento e robustez, o motor despertou bastante interesse e se constituiu em grande sucesso para a indústria automobilística (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005a).

Em 1956 é introduzido no Brasil o primeiro caminhão a diesel (L -312), o popular Torpedo. Os horizontes se alargam e, em 1957, a Ford lança seu primeiro caminhão, F – 600 (primeiro caminhão produzido no Brasil movido à gasolina) (MERCEDES - BENZ, 2005).

Para atender as necessidades do transporte, novamente a Daimler - Benz AG lança uma série de modelos como L 1113, L 1313, L 1513 , além dos 2013 (6x2) e 2213 (6x4), pioneiros na tecnologia de motores com injeção direta. Ressalta-se que o mais vendido foi o L 1113, que de 1970 a 1987, atingiu o marco de 197 mil unidades vendidas. Um dos motivos do sucesso desse veículo se resume ao motor a diesel, porque na época eram poucos os que o usavam. Nesta época, os caminhões eram na maior parte movidos a gasolina e equipados com as tradicionais carrocerias abertas de madeira. A partir de 1970 há o desenvolvimento de caminhões movidos a diesel, substituindo os movidos a gasolina que correspondia a 65% do total de vendas (MERCEDES- BENZ, 2005).

Com a crise do petróleo e o lançamento do Proálcool (Programa Nacional do Álcool) pelo Governo Federal, a Daimler - Benz AG, no início dos anos 80, introduz no mercado o caminhão L 2213 movido a álcool. Vários caminhões dessa marca foram lançados com motor a álcool, como os pesados (2213, 2215, 2219), o médio (L - 115) e o leve (L - 610), até 1986, quando o preço do petróleo volta à estabilidade (REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005a).

Inovações estão sendo realizadas no Brasil no campo do uso de fontes alternativas de combustíveis como: o uso do biodiesel; do sistema *Dual – Fuel* (diesel + gás natural comprimido), desenvolvimento de óleo diesel menos poluente; e dos sistemas SCR (Selective Catalytic Reduction), e do EGR (Exhaust Gas Recirculation).

No Brasil, o governo lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) que prevê a mistura de 2% de biodiesel ao diesel, o chamado B2. Pode – se fabricar o biodiesel com óleos extraídos da soja, mamona, palma, girassol e muitos outros vegetais. Além disso, os atuais motores aceitam sem problemas a mistura de até 5% de óleo de origem vegetal (TRANSPORTE MODERNO, 2005a). Essa adição, além de gerar um mercado interno potencial nos próximos anos, vai possibilitar uma redução de US\$ 160 milhões anuais com a importação de petróleo (ANUÁRIO DO

TRANSPORTE DE CARGA, 2005). Entretanto esses combustíveis não são tão novos assim. Ressalta – se que um motor que funcionava a base de óleo de amendoim foi apresentado em 1900 durante a Exposição Mundial de Paris (TRANSPORTE MODERNO, 2005c). Apesar das enormes defasagens tecnológicas em relação aos países desenvolvidos, o uso dessas fontes alternativas, além de beneficiar o meio ambiente e gerar renda no campo, reduz a dependência brasileira do petróleo importado.

Outra novidade é o sistema *Dual – Fuel* da empresa Delphi, que permite consumo de diesel e gás natural. Além disso, pode ser transformado em tricombustível, pois admite o uso do biodiesel. Embora esteja em fase de testes, a previsão de chegada ao mercado é até o final de 2007 (CAMINHÃO & CIA, 2005a).

Investimentos também estão sendo aplicados em programa de melhoria da qualidade dos combustíveis pela Petrobrás. Trata-se de recursos que serão usados para reduzir o percentual de enxofre no diesel. Segundo O GLOBO (2005), o novo diesel, o S500, reduz a emissão de óxido de enxofre duas mil para 500 ppm. Desde maio de 2005, 70% do diesel metropolitano foi substituído pelo S500. Dentro de 4 anos, a Petrobrás pretende estar produzindo um óleo diesel metropolitano com 50 ppm, igualando aos padrões dos países desenvolvidos.

Já a busca por um motor mais eficiente e menos poluente também resultou no desenvolvimento de veículos movidos por motores elétricos de tração alimentados por um pequeno gerador propelido por um motor de combustão interna. Trata-se de uma tecnologia 100% nacional e o projeto é da Eletra Industrial, fabricante de sistemas de tração elétrica para veículos pesados no ABC paulista. Com aplicação dessa tecnologia, a redução da emissão de poluentes na atmosfera chega a 90% no caso de particulados, de 70% monóxido de carbono e hidrocarbonetos e de 30% óxido de carbono (MOTA, 2003).

Outras duas tecnologias em desenvolvimento no Brasil são os motores eletrônicos para atender ao disposto no “Proconve P6”, baseados na legislação Euro IV, a qual impõe redução ainda maior para a emissão de poluentes por motores diesel, prevista para entrar em vigor no Brasil a partir de 2009. É possível atender às novas exigências, apenas adicionando dispositivos especiais, turbo de geometria variável com controle eletrônico,



catalisadores no escapamento, algumas alterações no sistema de injeção e outros ajustes nos motores atuais, com tecnologia que atende a legislação Euro III (SOUTO MAIOR, 2006). A necessidade de reduzir as emissões provocou fortes investimentos em pesquisas dos motores, resultando não apenas na redução considerável do consumo, mas também de sua quase completa evolução acústica.

Quanto as tecnologias de catalisadores, merecem destaques o EGR (Exhaust Gás Recirculation) bastante aplicado nos EUA, enquanto que na Europa é o SCR (Selective Catalytic Reduction). Tais tecnologias ainda estão sendo trabalhadas pelos fabricantes no Brasil para serem lançadas no mercado (FERNANDEZ, 2006).

O SCR baseia-se no pós-tratamento dos gases em combinação com uréia para reduzir a emissão de poluentes. Traz como ponto negativo a necessidade de um abastecimento adicional do reservatório para uréia. É, no entanto, um sistema adequado para motores Euro IV. No EGR, parte dos gases de escape retorna ao sistema de admissão do motor, sofrendo uma segunda queima. Com isto, não necessita de reservatório de uréia, uma vez que não a utiliza, mas tem como ponto negativo um aumento no consumo de combustível.

Enfim, um caminhão nada mais é do que uma junção de autopeças. Esse setor, de uma maneira geral, tem avançado nos últimos anos e assombra o mundo com vários atrativos. Sem que perdesse a possibilidade de se destacar alguns dos principais atrativos das feiras nacionais ocorridas em 2005, merecem atenção: o novo kit de reparo para bomba elétrica de combustível; o Rodoar (calibrador automático de pneus); o freio S *Came 16.5" x 8" tubeless* para aplicação em semi-reboques; o suspensor 3º eixo; peças de reposição (correias, produtos pneumáticos, embreagens, válvulas de admissão e escape, tuchos mecânicos e hidráulicos); o compressor *Supercharger*; controles de espelho e válvulas *rollower*; embreagens; sensores de dupla função que detecta a presença de água no pára - brisa e também mede a luminosidade do ambiente externo. Destaque também para o desenvolvimento do pára - lama em plástico e o catalisador de oxidação para veículos a diesel. (SAE BRASIL, 2005; FENATRAN, 2005).

O catalisador de oxidação é um produto desenvolvido pela Umicore, fabricantes de catalisadores automotivos, para trabalhar em sintonia com o diesel brasileiro que possui

alto teor de enxofre. Foi destaque na Sétima Edição da Automec (Feira Internacional de Autopeças e Serviços Automotivos) em Julho de 2005 em São Paulo (TRANSPORTE MODERNO, 2005b).

Ainda neste contexto merecem destaque algumas inovações que estão sendo trabalhadas pelas montadoras no exterior, tais como: câmeras que monitoram os movimentos dos olhos e, caso o condutor pegue no sono, acionam alarmes e fazem o assento vibrar; a utilização do hidrogênio como combustível; *design* mais avançados das cabines; motores que terão rotação e potência calibradas de acordo com a rota onde o caminhão opera e com o tipo de carga transportada programados via satélite, bafômetro ligado à ignição, dentre outros (SAE BRASIL, 2005; CAMINHÃO & CIA, 2006). Infelizmente várias dessas tecnologias ainda demorarão a chegar ao Brasil, uma vez que demandam a elevação no custo do produto que dificilmente seria aceita pelos transportadores locais.

### **3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sucesso na introdução de novas tecnologias depende fundamentalmente da capacidade das empresas absorverem eficientemente novos equipamentos, sistemas e processos produtivos. Isso inclui a incorporação de novas rotinas, procedimentos e informações técnicas que, para serem efetivamente adotadas, dependem da capacidade dos recursos humanos de transformar informação em conhecimento.

Algumas inovações aumentam seu valor à medida que mais empresas os usam. Quanto mais uma tecnologia é adotada, mais ela é utilizada, mais se aprende sobre ela e mais ela é desenvolvida e melhorada. À medida que uma tecnologia se difunde, um conjunto de outras tecnologias complementares é desenvolvido para apoiá-la.

Décadas de atuação no território brasileiro levaram os fabricantes de caminhões a lançarem sucessos de mercado e modernizarem seus produtos para atender o segmento do transporte de cargas no Brasil e em outros países para onde exportam. De lá para cá, muitas novidades chegaram, muitas indústrias pararam de fabricá - los, voltaram e outras desapareceram definitivamente. Projetar engenhos potentes, econômicos, seguros e que atendam às leis de emissões de poluentes é o grande desafio dos fabricantes.

A evolução dos caminhões está diretamente ligada à evolução dos implementos. Importantes mudanças realizadas nos caminhões só oferecem um benefício total ao usuário se forem também utilizadas nos reboques e semi-reboques, principalmente nos materiais rodantes. Pode - se exemplificar o uso de suspensões pneumáticas, freio ABS, rodado a disco, pneu sem câmara e de menor altura, entre outros.

Pôde - se observar nesse capítulo avanços bastante significativos das tecnologias embarcadas em caminhões no país como, por exemplo, a introdução do caminhão trator, o surgimento do motor ciclo diesel, o aperfeiçoamento da cabine, a melhoria da qualidade dos combustíveis, dentre outros. Entretanto, para algumas tecnologias, quando comparadas com a prática dos países desenvolvidos, fica evidente a defasagem cronológica.

Adicionalmente, as filiais brasileiras de várias empresas globais têm desenvolvido localmente produtos e processos não apenas para o mercado local ou tradicional de exportação, mas para mercados mais exigentes como Europa e Estados Unidos.

Por outro lado, é importante salientar que alguns projetos realizados no país vêm envolvendo um engajamento maior das empresas, com capacitações locais sendo agregadas no projeto de veículos especificamente pensados para as necessidades locais. Sobre este ponto, merece destaque a experiência recente de cooperação entre montadoras e fornecedores para o desenvolvimento do motor mecânico Euromec III que atende às exigências na emissão de gases referente à fase V do Conama.

Entretanto a definição de tecnologias a serem prospectadas requer uma visão prévia das características do setor e suas principais rotas tecnológicas. Algumas tecnologias têm aplicação multisetorial, exigindo uma visão mais ampla do processo de difusão. Em alguns casos pode ser necessária a visão da cadeia produtiva do setor, segundo a intensidade tecnológica e sua segmentação prática (ROETTING, 2003; COCCIA,2005). Baseados nestes fatos é necessário planejar cuidadosamente o método a ser utilizado nessa pesquisa de tese de doutorado, para que se possam registrar sistematicamente os dados e os analisar com maior exatidão possível, para assim atingir o objetivo proposto.

Enfim, a adoção de novas tecnologias veiculares (seja nos motores, no design, no sistema de segurança, dentre outros) deve ir ao encontro do desenvolvimento sustentável, isto é, proporcionar um melhor equilíbrio ambiental, menos custo operacional e de investimento, mais conforto e segurança aos usuários, garantindo, assim, um transporte mais eficiente. Contudo, o uso de diferentes modos é recomendado quando permite combinar agilidade e redução de custo no escoamento do produto.

## **CAPÍTULO 4 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Visando estimular reflexões sobre o futuro das tecnologias veiculares no transporte rodoviário de cargas e, conseqüentemente, ampliar o uso dos instrumentos existentes nos processos de tomada de decisão, este capítulo num primeiro momento apresenta a importância dos sistemas de medição e avaliação de desempenho em transporte, contemplando a utilização de indicadores tecnológicos, disponíveis na literatura consultada, a fim de obter as pontualidades funcionais das tecnologias e ajudar na construção dos eventos a serem prospectados. Num segundo momento, enfatiza os métodos e técnicas utilizados para essa prospecção, bem como experiências em estudos nacionais e internacionais.

### **4.2. A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM TRANSPORTE**

#### **4.2.1. Introdução**

O processo de medição e avaliação de desempenho como uma das abordagens gerenciais tem possibilitado às organizações executarem e avaliarem o seu progresso na realização de seus objetivos.

Considerados como principais instrumentos de avaliação dos sistemas de transporte, os indicadores podem ser úteis na avaliação global de sistemas, de aspectos específicos, nas decisões de subsídios e na monitoração referentes à operação.

Para isso, é necessário que o planejador se apóie em informações pertinentes, a fim de conduzir a um maior entendimento do problema e das implicações das diferentes alternativas por meio do processo de tomada de decisão. Entretanto, em muitos casos, a consistência dos dados nem sempre é questionada, ocasionando, com isso, resultados indesejáveis (AKMANLIGIL e PALVIA, 2004).

Neste sentido, é interessante citar a importância da qualidade dos dados na aplicação de modelos para evitar uma decisão mal elaborada e, com isso, comprometer as necessidades da sociedade, dos operadores e usuários, e conseqüentemente o

desenvolvimento sustentável (ANG – OLSON & SCHOEER, 2002; KUHN & MADANAT, 2005).

Várias são as definições de indicadores encontradas na literatura. Entretanto, algumas são refinadas e profundas, como por exemplo, de OUM *et al* (1992), TAKASHINA & FLORES (1996) e SLACK (1998).

Para OUM *et al* (1992) um indicador é uma função que permite obter informações sobre as características, atributos e resultados de um produto, sistema ou processo, ao longo do tempo.

Segundo TAKASHINA & FLORES (1996), os indicadores de desempenho são fatores que quando corretamente desenvolvidos, tornam-se importantes para a sobrevivência de uma empresa.

Para SLACK (1998), os indicadores de desempenho são necessários para a melhoria de qualquer atividade produtiva.

De maneira sucinta, clara e objetiva, os principais aportes quanto à utilização de indicadores de desempenho são (CHANG & YOUNG, 1997; HAM *et al*, 2005).

- fornecer direção, concentração e um entendimento comum;
- fornecer conhecimento para uma melhor tomada de decisão; e
- fornecer retorno de resultado de esforços de melhoria.

A necessidade de se medir continuamente tanto o desempenho dos processos quanto dos resultados organizacionais, paralelamente, a definição de objetivos quanto dos resultados alinhados com a estratégia e a visão das organizações, tornam-se importantes para subsidiar a tomada de decisão estratégica.

#### **4.2.2. Indicadores de Desempenho Tecnológicos em Transportes**

As primeiras tentativas de selecionar e utilizar indicadores para o desenvolvimento dos sistemas de medição e avaliação de desempenho na área de transporte data do final da década de 50 do século XX (GUDMUNDSSON, 2001; VTPI, 2002a; SANTOS, 2004).

Assim, tomando – se como principais referências o acervo de teses, artigos nacionais e internacionais, dentre outras, constata-se que os indicadores estão agrupados segundo enfoques específicos, e de acordo com seus objetivos, como por exemplo, na investigação de custos em infra - estrutura (construção, adequação, aquisição e alocação) de terminais, vias, veículos, sistema de controle; de custos da operação de determinado sistema; e, também no que se refere ao meio ambiente (poluições sonoras, atmosféricas, dentre outras).

Quanto ao Transporte Rodoviário de Carga (TRC) foi possível listar uma diversidade de fontes que abrangem os mais variados aspectos (como por exemplos, a reestruturação produtiva, a relação entre fornecedores e montadoras, o *marketing*) que também venham a ser compostos por um conjunto de indicadores de desempenho inter - relacionados e alinhados com o aprimoramento dos veículos.

Primeiramente, no que concerne à produção de estatísticas no âmbito nacional sobre produção, vendas, exportação, importação e mercado de caminhões, as maiores referências são os Anuários Estatísticos da Indústria Automobilística Brasileira, publicados pela entidade associativa das empresas no Brasil, a Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) e o Sindipeças.

Dados também sobre o perfil do mercado de caminhões podem ser obtidos na publicação "Mercado Brasileiro de Caminhões", da Editorauto. Quanto aos dados internacionais destacam-se o site do *International Road Transport Union* (IRU) e da *International Organization of Motor Vehicle Manufacturers* (OICA) que oferece *links* das associações do setor, ao redor do mundo, incluindo todos os maiores países fabricantes de autoveículos, além de estatísticas atualizadas e agregadas por empresas e países.

Cabe ressaltar que, vinculado a estes grupos de pesquisas, há entidades como, Associação Brasileira dos Importadores de Autoveículos (Abeiva), Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) e a Sociedade dos Engenheiros Automotivos no Brasil (SAE Brasil) que faz parte da SAE Internacional - *Society of Automotive Engineers*.

Uma visão ampla sobre o Transporte Rodoviário de Cargas no país, pode ser vista, por exemplo, no trabalho de SCHROEDER e CASTRO (2004) e no site da Truck Consultoria, que realiza pesquisas sobre a frota rodoviária de carreteiros, transportadoras e empresas de carga própria.

A primeira versão da pesquisa supra – citada (Truck 1), foi em 1992, a qual apresentou informações de km/viagem, km/mês e km/ ano, por classe de caminhão, por tipo de transportador, por mercadoria e por grandes grupos de mercadorias ou produtos. Já na segunda versão (Truck 2) realizada em 2002, a qual foi estendida até 2003, trouxe um comparativo e mostra a evolução desses indicadores. Constatou-se, por exemplo, que houve uma perda de eficiência, calculada em função exclusivamente dos dados técnicos do caminhão (Peso Bruto/ Capacidade Máxima de Tração) considerando todas as marcas, de 87% em 1992 para 82% em 2003, variável por classe. Em contrapartida, houve ganho de eficácia, que relaciona a tonelada transportada com a capacidade de carga útil, no mesmo período em análise. A média geral apurada em 1992 que era de 77% alcançou 87% em 2003.

Merece ser citado também o Índice de Desenvolvimento Econômico do Transporte (IDET) produzido pela Fundação Instituto de Pesquisas da USP e que reflete dados sobre fluxos de cargas principalmente do setor em questão (TRC).

No que concerne os dados sobre roubos de carga, uma fonte bastante utilizada é a corretora *Pamcary*. Alguns sindicatos realizam estatísticas estaduais. Entre eles, o Setcesp e o Sindicargas.

Os fretes de carga geral são pesquisados e publicados pela revista *Caminhoneiro* e os dados sobre o estado de conservação das rodovias são realizados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT).



Cabe aqui ressaltar que no âmbito internacional existem grandes projetos europeus relacionados a indicadores tecnológicos de transporte como, por exemplo, o *Fantasie*, enfatizado no trabalho de ZUYLEN & WEBER (2002).

O projeto *Fantasie* teve como objetivos a identificação de novas tecnologias, quanto ao sistema de propulsão, designer veicular, emprego de materiais, sistemas de gerenciamento e infraestrutura (rodoviário, ferroviário e aéreo) na Europa através da aplicação da técnica *delphi*, como também a caracterização destas tecnologias e sua penetração no mercado. Neste sentido como etapa inicial foi preciso identificar os problemas e necessidades da região, mas também avaliar o desempenho quanto ao setor de transporte. Para isso, os seguintes indicadores foram considerados: quanto aos custos diretos [indicadores relacionados a operação, sinalização e gerenciamento do sistema considerado] e custos indiretos (indicadores relacionados a poluição atmosférica (g/passageiros - km; g/tonelada - km), ao ruído por modo, aos acidentes).

Pesquisas no âmbito nacional também merecem destaques. Em COSTA (1996), foi desenvolvida uma metodologia de auxílio no movimento urbano de cargas, confrontando, para isso, os gabaritos de raio de giro de vários tipos de caminhões com os projetos geométricos de interseções de uma área urbana. Diante disso, podem-se traçar rotas para caminhões, visualizando os melhores caminhos dentro de uma malha viária, no caso da cidade de São Carlos, usando o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

NETO e SETTI (1996) discutem o problema da sobrecarga na operação de veículos pesados em rodovias no Brasil e como isso impacta na operação das rodovias. Neste trabalho é destacada a velocidade de entrada num aclive, a magnitude do aclive no impacto causado pelo caminhão e a relação potência – peso. Além disso, mostra – se como caminhões mal conservados e/ou sobrecarregados afetam de forma negativa a operação das rodovias.

A necessidade crescente da utilização dos recursos tecnológicos como forma de permanência no mercado do Transporte Rodoviário de Carga (TRC), como o uso de sistema de posicionamento global, GPS, foi enfatizado por LOBO (1997). Fato esse

também observado no estudo de ANEFALOS (1999), que faz uma comparação bastante relevante entre sistemas de satélites e/ou rádios.

ANEFALOS (1999) verificou que há necessidade de mudanças de ordem cultural, social e tecnológica nas transportadoras para que haja maior percepção dos benefícios do uso do sistema ao longo do tempo, uma vez que o emprego dessa tecnologia na cidade de São Paulo proliferou principalmente para o gerenciamento de risco, em função do aumento dos sinistros.

Ainda em 1999, SILVA apresenta uma metodologia para a avaliação de empresas transportadoras. O autor explora o conceito do desempenho de um sistema de transporte como um processo de recursos consumidos para produzir serviços de transporte em um determinado ambiente. E, destaca também uma proposta de utilização de indicadores relacionados à racionalidade do tempo operacional, a intensidade de utilização, realização do programado, desempenho da manutenção, desempenho econômico e produtividade nos terminais. O quadro 4.1 exemplifica esta classificação.

<b>Indicadores</b>	<b>Variáveis Descritivas</b>	<b>Obtenção</b>
Intensidade de Utilização	Índice de aproveitamento do veículo (%)	$(\%) = (TCT.100).CC^{-1}$
	Tonelagem média transportada (t. km <sup>-1</sup> )	$(t. km^{-1}) = TTM . Tkm^{-1}$
Tempo Operacional	Aproveitamento do tempo de operação (km . h <sup>-1</sup> )	$(km . h^{-1}) = (NTkm) . HO^{-1}$
Realização do Programado	Índice de cumprimento da oferta (%)	$(\%) = (N. Tkm.100) . (N.Pkm)^{-1}$
	Índice de cumprimento de viagens (%)	$(\%) = (VR . 100) . VP^{-1}$
Desempenho Econômico	Índice de consumo de combustível (l. km <sup>-1</sup> )	$(l. km^{-1}) = (TL . 100) . Tkm^{-1}$
	Quilometragem média percorrida por litro transportando carga (Km . l <sup>-1</sup> )	Medido em campo
	Quilometragem média percorrida por litro sem carga transportada (l. km <sup>-1</sup> )	Medido em campo

<b>Indicadores</b>	<b>Variáveis Descritivas</b>	<b>Obtenção</b>
Desempenho Econômico	Quilometragem média percorrida com o mesmo “jogo” de pneus (km)	Medido em campo
	Índice de custo x receita (%)	$(\%) = (CT \cdot 100) \cdot RT^{-1}$
Desempenho de Manutenção	Índice de indisponibilidade da frota (%)	$(\%) = (TVI \cdot 100) \cdot TF^{-1}$
	Quilometragem média entre falhas (km . falha <sup>-1</sup> )	$(km \cdot falha^{-1}) = KP \cdot QF^{-1}$
	Tempo médio parado em conserto por veículo (h)	Medido em campo
	Ocorrência mensal de acidentes com veículos da empresa	Medido em campo
	Disponibilidade da frota - D	$D(\%) = [(T - TI) \cdot 100] \cdot T^{-1}$ com: $TI = TMP + TMC + TMO$ $T = NV \cdot ND \cdot HO$

Continuação do Quadro 4.1

Produtividade nos terminais	Quantidade de Carga Transportada (t . dia <sup>-1</sup> )	Medido em campo
	Tempo Médio parado esperando carregamento e descarregamento (h)	Medido em campo
	Tempo médio parado nas operações de carga/descarga	Medido em campo
	Distância de transporte entre terminal e destino (km)	Medido em campo

**Obs.:** TCT = carga Transportada pelo veículo (t); CC = capacidade de carga do veículo (t); TTM = carga total de mercadorias transportadas (t); Tkm = quilometragem total percorrida (km); N = número de veículos avaliados; HO = tempo útil de operação (h); TL = volume total de combustível consumido (l); CT = custo total da empresa (R\$); RT = receita total da empresa (R\$); Pkm = quilometragem programada a percorrer (km); VR = número de viagens realizadas; VP = número de viagens programadas; TMP = tempo consumido em manutenção preventiva no período (h); TMC = tempo consumido em manutenção corretiva no período (h); TMO = tempo consumido em outras atividades de manutenção (h); NV = quantidade de veículos na frota; ND = número de dias de operação (dia); HD = tempo operacional diário (h.dia); TVI = número de veículos indisponíveis; TF = número total de veículos da frota; KP = quilometragem percorrida pela frota no período (km); QF = quantidade total de falhas ocorridas no período.

ALBANO (2000) através de um experimento programado desenvolveu um modelo de regressão múltipla para testar a significância da carga por eixo, da pressão da inflação e do tipo de pneu sobre o valor da vida restante do pavimento.

CARVALHO *et al* (2000) e STRONGYLIS (2003) preocuparam-se com a movimentação de mercadorias e serviços por caminhões em áreas urbanas. Em seu trabalho foram enfatizadas questões relacionadas com este tipo de movimentação, no que concerne à sua natureza, características, impactos ambientais, dentre outras.

Neste sentido, e com base nas experiências e considerações teóricas levantadas, esses autores constataram que o atual estágio do processo de planejamento de transporte de cargas urbanas no Brasil tem se limitado ao estabelecimento de medidas envolvendo restrições ou limitações a certos horários de circulação de veículos de cargas e de operação de carga e descarga, em determinadas vias e áreas das cidades e benefícios para a renovação da frota. Em contrapartida, nos países industrializados essas medidas apresentam um alcance um pouco maior como, por exemplo: implementação de políticas de restrição a veículos de cargas e o uso mais eficiente da capacidade dos caminhões (ver Anexos II e IV).

Em 2002, uma pesquisa ampla sobre os segmentos de carga e passageiro foi desenvolvida pela CNT/COPPEAD. O objetivo foi contribuir para que o poder público e o setor de transporte pudessem elaborar políticas e planos de ação que evitem o estrangulamento da atividade e, conseqüentemente, do país. Para cada um dos segmentos estudados foi desenvolvido um diagnóstico e um plano de ação. Ao comparar os indicadores de eficiência (econômicos, segurança, energia e meio ambiente), principalmente do Transporte Rodoviário de Carga (TRC) do país em relação ao contexto internacional, as análises e informações deixam claras a existência de um cenário preocupante.

RORATO (2003) investiga as vantagens econômicas de alternativas de transporte rodoviário – marítimo na distribuição de cargas frigoríficas entre centros de distribuição e fábricas no Brasil. Tal análise é verificada pela substituição do caminhão trator de dois eixos com um semi – reboque de três eixos de 41,5 t de peso bruto total combinado (PBTC), composição utilizada atualmente no transporte rodoviário porta – a – porta, pelo cavalo

mecânico de três eixos mais dois semi-reboques de três eixos unidos por uma conexão do tipo B com PBTC de 74t. Para isso foi dimensionada a frota e elaborados modelos de custos de transportes na rede de rotas para diversos cenários alternativos com o auxílio do Transcad, considerando como variáveis, as tarifas portuárias e as de pedágios das principais concessionárias de rodovias brasileiras. As conclusões deste estudo apontam potenciais ganhos econômicos dessa alternativa intermodal rodo-marítimo no acesso aos portos e no trajeto do porto ao centro de distribuição. Além disso, destaca que com baú frigorífico e capacidade de carga de 40 paletes, tal alternativa é mais competitiva que a integração modal – hidroviária considerando a maioria das rotas estudadas.

ROJAS (2004) observou a baixa adesão das micro e pequenas empresas aos modelos de inovação tecnológica, o que sugere serem decorrentes de barreiras culturais, de processos administrativos enraizados, além das dificuldades de compreensão dos conceitos de inovação e a descrença da efetividade nos novos métodos.

No mesmo ano, D' AGOSTO (2004) apresentou um modelo de ciclo de vida e procedimentos para análise da eficiência da cadeia energética para as principais fontes de energia utilizadas em veículos rodoviários no Brasil. Dentro desse contexto, esse autor apresentou um fluxograma para melhor compreender a possível redução no uso final de energia, utilizando-se para isso uma variedade de tópicos tecnológicos.

Os benefícios gerados pela renovação da frota nacional circulante foram destaque em trabalhos recentes como, o de VIANNA (2004) e MARQUES (2005). Este último complementa dizendo que, tais benefícios não se restringem apenas à redução das emissões de poluentes, mas também minimizam os custos associados à saúde pública, ao aumento na segurança das estradas e ao consumo de combustível.

A falta do conhecimento acerca da estrutura e atuação de um sistema, em sua forma mais abrangente, tem sido um grande problema nos diversos campos de estudos científicos. Por isso, estudo como o de CARVALHO (2006) foi bastante relevante, pois apontou mudanças na organização da produção, modernização e ampliação da capacidade produtiva, disputa pela liderança, dentre outros, no que desrespeito ao segmento de fabricação de caminhões e ônibus no país. Como resultado, constatou que o segmento de caminhões e ônibus da indústria automobilística instalada no Brasil tem

algumas características peculiares importantes, como por exemplo, os tipos de configurações produtivas em decorrência das diferentes origens (européia e norte-americana) das montadoras que atuam no mercado doméstico.

RIBEIRO e REAL (2006) forneceram uma visão geral das alternativas energéticas que estão sendo usadas / desenvolvidas no mundo para o transporte rodoviário e que mais favorecem o equilíbrio das bases da sustentabilidade (ambiental, econômica e social). Maior destaque foi dado ao gás natural e ao hidrogênio.

Estudos de caráter técnico sobre o produto caminhão estão presentes em redes de pesquisas acadêmicas internacionais como, no *Institute of Transportation Studies, Automotive Research Center*, cujo enfoque vai desde os aspectos de energia e meio ambiente até tecnologias de propulsão avançadas.

Periódicos internacionais também são excelentes fontes de pesquisas como, por exemplo, o *Technological Forecasting & Social Change*, o *Journal of Forecasting*, *Futures* e *Transport Research*. Sem que perdesse a possibilidade de exemplificar alguns estudos, merecem destaques por exemplo, o de MC KINNON (2005) “*The economic and environmental benefits of increasing maximum truck weight: The British experience*” e o de KOSUGI *et al* (2005) “*Evaluating new CO2 reduction technologies in Japan up to 2030*”.

Entre as revistas nacionais especializadas, destacam-se Caminhão & Cia, Mecânica On - line e a Autodata, que é uma publicação coligada ao *AutoResearch* e a Engenharia Automotiva e Aeroespacial (publicação da SAE Brasil). No que diz respeito a revista Autodata pode-se dizer que adota uma abordagem estritamente mercadológica, voltada aos consumidores e apreciadores de caminhões, não obstante seja uma fonte de consulta acerca de novos lançamentos e seus componentes técnicos.

Outras fontes interessantes são os periódicos em congressos internacionais e nacionais. No que concerne aos internacionais, merece destaque, por exemplo, o de ORDOSGOITIA e QUINTERO (2002) “*El Transporte de Mercancías por Carretera, un Elemento Esencial en la Economía Colombiana*” do *Congreso de Ingeniería del Transporte – CIT* da Espanha. Esse trabalho mostra como o transporte rodoviário de



cargas na Colômbia é importante para a economia do país. Em seguida faz uma descrição do transporte rodoviário, sua infraestrutura viária, parque automotor, concluindo com uma análise sobre o setor, em que ressalta a falta de regularização e modernização.

Dentre os nacionais, a título de exemplo, destacam - se os trabalhos do congresso SAE Brasil, realizado anualmente, o qual apresenta as tecnologias que em breve estarão no mercado, além de ser a principal oportunidade para a comunidade do setor trocar informações sobre novos desenvolvimentos tecnológicos com outros países. Além dos fóruns de debates há apresentações técnicas. Alguns estudos interessantes podem ser enfatizados em nível de ambiente automotivo como, por exemplo, o de CORRÊA (2005).

CORRÊA (2005) preocupou - se com a reciclagem veicular sustentável. Argumentou que implantar uma visão sustentável de produção veicular significa não somente se preocupar com o que se fará com o rejeito, mas com todos os envolvidos no processo antes, durante e depois sob os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Também destacou que fora do Brasil a reciclagem ganhou importância em alguns países com o aproveitamento econômico e a destinação correta dos materiais advindos desses produtos.

Mas a maior discussão foi à questão de quem realmente deve assumir esta responsabilidade parcial ou completamente: os fabricantes, o governo ou a sociedade (na promoção dos subsídios ou mesmo dos mecanismos de absorção desses materiais). Entretanto, argumentando que no momento é imperativo haver um alinhamento entre todas as instâncias envolvidas a fim de se definir um modelo que suporte esta reciclagem sustentável.

Há ainda um enfoque amplo de reportagens nacionais em *sites* específicos sobre o setor, como, por exemplo: a relação entre a turboalimentação e o meio - ambiente, inovações tecnológicas em pneus, futuro para motores limpos. No âmbito internacional, boas fontes de informação são as versões on - line da *Automotive Industries Magazine* e *Automotives News*, as quais contemplam informações sobre o setor automotivo relacionado ao desenvolvimento de produtos, manufatura e suprimentos.

Enfim, MURTA e RIBEIRO (2006) analisam a mistura biodiesel de óleo de fritura usado (5%) e diesel metropolitano (95%) em uma pequena frota de veículos de coleta de lixo hospitalar na cidade do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos apontam que não houve nenhum prejuízo no desempenho ou qualquer anomalia mecânica utilizando tal misturado para o uso cotidiano em veículos que operam em condições normais de tráfego.

### **4.2.3 A Antecipação das Evoluções Tecnológicas**

#### **4.2.3.1 – Introdução**

A exploração das configurações futuras de um ambiente é possível, através de suas variáveis mais importantes e das relações que entre elas se conjugam. Isso é estruturar a incerteza do futuro, sendo feita a partir da definição de um sistema e de sua estrutura, o que equivale a um modelo da realidade que cerca seu ambiente externo. Modelo, este, que permite a simulação de situações hipotéticas futuras sobre o comportamento das variáveis e das suas inter – relações (BRIER, 2005; MARCIAL & GRUMBACH, 2005).

As regras científicas (teóricas ou empíricas) da economia, da ciência política, da sociologia, dentre outras, são as intermediárias na escolha das variáveis do ambiente e na especificação que se congregam entre elas. Pelo fato do conhecimento científico deixar lacunas, o processo de previsão não é somente ciência, mas também arte (ALIGICA, 2005; CHERMACK, 2005). Neste sentido, os estudos de prospectiva tornam – se importantes, pois possibilitarão a redução de incertezas quanto aos períodos futuros, baseando – se no conhecimento que as pessoas têm de determinados sistemas que serão prospectados.

#### **4.2.3.2 Estudos de Prospecção**

A construção do caminho rumo a uma melhor sustentabilidade e fortalecimento da capacidade do país para aproveitar as oportunidades futuras numa economia global está relacionada a uma visão orientada para o futuro. Na área tecnológica, essencial para qualquer projeto de desenvolvimento do país, a necessidade de estudo prospectivo é evidente (CUHLS & GRUPP, 2004).

Ao se falar de prospectiva, pode-se, de forma associada, pensar num primeiro momento em outro termo como a previsão. Esta determina qual o futuro e como ele será, mantidas as atuais tendências e respeitadas as relações históricas de causa e efeito. Com a prospectiva, por sua vez, tenta-se chegar às imagens do futuro, sem desconsiderar o passado, mas procurando abrandar sua influência. Ela inclui as descontinuidades que podem ocorrer em uma cadeia de acontecimentos e pretende oferecer vários futuros possíveis, possibilitando aos estrategistas a tomada de ações conscientes, que possam contribuir para a realização do futuro mais favorável. Com base no quadro 4.2, pode-se verificar as diferenças entre esses termos (RANAFIN, 2004; CHERMACK, 2005).

Quadro 4.2: Diferenças entre Previsão e Prospectiva

	Previsão	Prospectiva
Visão	parcelada	global
Variáveis	quantitativas, objetivas e conhecidas	qualitativa, quantificáveis ou não, subjetivas, conhecidas ou ocultas
Relações	estáticas, estruturas constantes	dinâmicas, estruturas evolutivas
Explicação	o passado explica o futuro	o futuro razão de ser do presente
Futuro	único e certo	múltiplo e incerto
Método	modelos determinísticos e quantitativos	análise intencional, modelos qualitativos
Atitude face ao futuro	passiva ou reativa (futuro sofrido)	pré-ativa e pró-ativa (futuro desejado)

Fonte: Adaptado de RANAFIN (2004) e CHERMACK (2005).

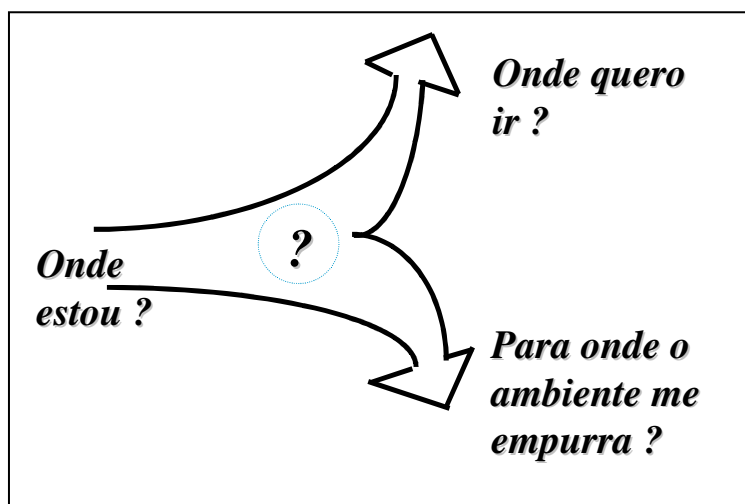
Outra questão que surge quando se fala em prospecção é terminológica. Em inglês, os termos mais empregados são *forecast (ing)*, *foresight (ing)* e *future studies*. Na França, *la prospective*, *veille technologique* e *futuribles*. Enquanto que no Brasil, *estudos do futuro*, *prospecção* e *prospectiva*. É bastante comum a mesclagem dos termos num mesmo trabalho.

Para GAVIGAN & SCAPOLLO (1999), *futures studies* constitui um termo amplo que abrange toda atividade que melhora a compreensão sobre as consequências futuras dos desenvolvimentos e das escolhas atuais. SKUMANICH & SILBERNAGIL (1997) afirmam que as definições de *forecasting* e *foresighting*, apesar de serem tentativas de buscar estimar as condições futuras baseadas no presente, diferem entre si. O primeiro inclui, também a conotação de previsibilidade. Ou seja, em *forecasting* a precisão torna – se um conceito muito relevante.

Outros autores consideram que o termo *forecasting* estaria mais fundamentado em técnicas quantitativas, enquanto que *futures studies* e *foresighting* estariam mais

correlacionados a estudos mais intuitivos baseados em opiniões de especialistas (GAVIGAN & SCAPOLO,1999).

Num segundo momento também pode - se associar prospectiva com planejamento e estratégia (Figura 4.1).



Fonte: PINTO *et al* (2004).

Figura 4.1: As três perguntas básicas do planejamento estratégico.

Neste sentido, PINTO *et al* (2004) definem estratégia como a determinação de objetivos e metas de longo prazo e a adoção de cursos de ação, além da alocação dos recursos necessários ao atendimento desses objetivos. De forma resumida, pode-se dizer que a prospectiva é o insumo básico do planejamento estratégico.

Não existe um conjunto específico e único de técnicas para executar o processo de coleta, organização e análise dos dados requeridos em um estudo de prospecção de cadeias produtivas.

Apenas como referência, os métodos e técnicas utilizados na prospecção podem ser categorizados em: monitoramento e sistemas de inteligência; análise de tendências; opinião de especialistas; modelos computacionais e ferramentas analíticas; cenários e a criatividade. Como exemplos desses métodos, pode - se destacar: para o monitoramento e sistemas de inteligência (inteligência competitiva tecnológica); para análises de tendência (regressão; curva S; equações de Lotka Volterra); para opinião dos especialistas (*delphi*; painel de especialistas; tecnologias críticas; *surveys*, avaliação

individual; comitês, seminários, conferências e *workshops*); para os cenários (*Global Business Network*, Schoemaker, Porter), enquanto para os modelos computacionais e ferramentas analíticas (modelagem; simulação; análises multicritérios; data mining); para criatividade (análise morfológica; análise de impacto; *brainstorming*; *focus group*; metáforas e analogias; ficção científica) (COELHO, 2003). Apresentam – se no Quadro 4.3 os pontos fortes e fracos dos métodos assim enfatizados.

Quadro 4.3: Pontos fortes e fracos dos métodos apresentados

Método	Pontos fortes	Pontos fracos
Monitoramento e sistemas de inteligência	<p>Pode ser usada no início da prospecção, como contextualização inicial do tema, e ao final como forma de manter os temas críticos permanentemente atualizados.</p> <p>Fornece uma grande quantidade de informação, oriunda de um diversificado número de fontes.</p>	<p>As informações por si, estão mais relacionadas ao passado e ao presente, portanto, só a análise pode dar a perspectiva do futuro.</p> <p>Pode resultar no excesso de informação, não seletiva e não analisada.</p>
Análise de tendências	<p>É particularmente precisa no curto prazo.</p> <p>Fornece previsões substanciais, baseadas em parâmetros quantificáveis.</p>	<p>É vulnerável a mudanças bruscas e discontinuidades.</p> <p>Pode ser perigosa quando se faz projeções de longo prazo.</p> <p>Só funciona para parâmetros quantificáveis.</p> <p>Requer dados históricos consistentes e coletados ao longo de um período razoável de tempo.</p>
Opinião de especialistas	<p>Incorpora à prospecção aqueles que realmente entendem da área que está sendo prospectada.</p> <p>Permite que a intuição encontre espaço na prospecção.</p> <p>Permite a identificação de muitos modelos e percepções internalizados pelos especialistas que os tornam explícitos.</p>	<p>Às vezes são ambíguas e divergentes entre especialistas da mesma área.</p> <p>Muitas vezes é difícil identificar os especialistas.</p> <p>Muitas vezes as projeções que fazem são erradas ou preconceituosas.</p>

Fonte: COELHO (2003)

Continuação do Quadro 4.3: Pontos fortes e fracos dos métodos apresentados

Método	Pontos fortes	Pontos fracos
Cenários	Incorporam uma grande variedade de informações qualitativas e quantitativas produzidas através de outros métodos de prospecção.  Apresentam retratos ricos e complexos dos futuros possíveis	Algumas vezes são mais fantasia do que prospecção, quando se identifica o futuro desejado sem considerar as restrições e barreiras que se tem que ultrapassar para chegar até lá.
Modelos computacionais e ferramentas analíticas	Possibilitam o tratamento analítico de grandes quantidades de dados.  Alguns sistemas oferecem possibilidade de incorporação do julgamento humano  Fornecem excelentes percepções e análises sobre o comportamento de sistemas complexos.	O sucesso na previsão de um comportamento histórico não garante a previsão bem sucedida do futuro.  Todos os modelos requerem adaptações antes de serem usados e devem ser validados.  Técnicas sofisticadas podem camuflar falsos pressupostos e apresentar resultados de má qualidade.  Alguns modelos e simulações contêm pressupostos essenciais que devem ser testados para ver sua aplicabilidade ao estudo.
Criatividade	É excelente para ser usado no início do processo.  Diminui as visões preconcebidas dos problemas ou situações.  Aumenta a habilidade de visualizar futuros alternativos.	Se mal conduzido pode levar a descrédito do processo.  O coordenador ou líder do grupo deve ter capacidade de condução do processo para evitar descaminhos.

Fonte: COELHO (2003).

A fim de incorporar uma grande variedade de informações quantitativas e qualitativas e, retratos ricos e complexos dos futuros possíveis, a elaboração de cenários é a chave para esse processo (SILBERGLITT *et al*, 2003; SMITH *et al*, 2005).

## 4.3 METODO DOS CENÁRIOS

### 4.3.1 Considerações Gerais

Os estudos prospectivos, de que é exemplo o Método dos Cenários, são antigos e foram desenvolvidos progressivamente nos Estados Unidos após a Segunda Guerra Mundial, e na França, com os trabalhos da DATAR (nos anos 60) e da Sema - Metra (nos anos 70) incorporando informação qualitativa a par da quantitativa, procurando dar resposta às preocupações do novo conceito de planejamento: articulação fins - meios, jogo de atores, desdobramento de cenários (JOUVENEL, 2000).

As duas guerras do século passado obrigaram ao desenvolvimento de instrumentos de planejamento menos determinísticos e mais probabilísticos, buscando evitar situações consideradas catastróficas.

KAHAN e WIENER, em 1968, introduziram o termo “cenário” na linguagem técnica de planejamento e assim o definiu como “*sequência hipotética de eventos construídos com o propósito de focalizar processos causais e pontos de decisão*” (RODRIGUES, 1998).

Neste contexto, surgem, a “*Rand Corporation*”, na Califórnia, e posteriormente o “*Hudson Institute*”, como centros de referência de estudos prospectivos. Notabilizaram – se trabalhos como “*World Dynamic*”, sobre sistema ecológico, e o estudo prospectivo da “*Shell*”, que, em 1969, possibilitou uma visão do futuro de um possível choque do petróleo e cuja consequência estratégica levou essa companhia alcançar o segundo lugar no ranking da sua categoria (GODET & ROUBELAT, 2000).

A partir do início dos anos 70, os erros das previsões tornaram-se mais frequentes em função da instabilidade mundial, principalmente no que dizia respeito ao mercado de petróleo. Todo o planejamento tradicional baseado em previsões clássicas perdia rapidamente sua razão de ser. Havia a necessidade do desenvolvimento de nova ferramenta que auxiliasse no planejamento de longo prazo.

Os cenários atingiram nova dimensão no início dos anos 70 com o francês Pierre Wack. Trabalhando na área de planejamento da empresa internacional de petróleo Royal Dutch/Shell desde 1968, desenvolveu sua metodologia com os conceitos obtidos junto à *École Française de Prospective* (JOUVENEL, 2000).

Desde então, vários debates com relação à definição e a tipologia dos Cenários foram marcantes na literatura específica.

RATTNER (*apud* RODRIGUES, 1998) considerou cenários como possíveis caminhos rumo ao futuro e não semiprevisões. NORSE (*apud* JOUVENEL, 2000), apoiando - se nessa idéia, vai mais além ao afirmar que cenários não devem ser entendidos como prognósticos, mas sim uma maneira de compreender as consequências de políticas de longo prazo e de eventos potenciais, nacionais ou internacionalmente.

RODRIGUES (1998) atribui a introdução das noções de cenários prospectivos e seu desenvolvimento a Herman Kahn, que atuou nos anos 50 na Rand Corporation – maior centro de estudos prospectivos, situado nos EUA.

Para DONNELLY (2002), os cenários podem ser vistos como uma ferramenta para ordenar a percepção sobre ambientes alternativos futuros, nos quais as decisões pessoais podem ser cumpridas. Ou um conjunto de métodos organizados para sonhar sobre o futuro de maneira eficiente.

Já GRISI E BRITO (*apud* KATO, 2005), sob visão empresarial, associaram o termo cenário como um conjunto de técnicas de cunho investigatório que buscam a identificação dos diferentes futuros viáveis e os caminhos para o alcance de alguns deles.

Quanto à tipologia dos cenários, também existem diversas propostas de classificação na literatura. A partir das hipóteses assumidas e dos resultados gerados, DUCOT e LUBBEN (*apud* RODRIGUES, 1998) propuseram uma classificação alternativa para os cenários, sendo que o quadro 4.4 retrata essa abordagem.

Quadro 4.4: Tipos Básicos de Cenários

	<b>Exploratório</b>	<b>Antecipatório</b>
Descritivo	Dadas as causas, quais são os efeitos ?	Dados os efeitos, quais são as causas ?
Normativo	Dados os meios, quais objetivos podem ser alcançados ?	Dados os objetivos, que meios podem ser usados ?

Fonte: RODRIGUES (1998).

Para GODET (*apud* CRISTO, 2002), os cenários são diferenciados em duas categorias: cenários de situação que descrevem imagens futuras e cenários de evolução, onde há alternativas de possíveis caminhos a serem trilhados. A partir dessas definições, em geral os conceitos se repetem.



Em resumo, apesar das diversas outras propostas de classificações existentes na literatura específica, uma das armadilhas a serem evitadas é diferenciar os cenários de modo excessivamente simplista, do tipo: otimista e pessimista (MARCIAL & GRUMBACH, 2005).

#### **4.3.2 Parâmetros principais para a construção dos Cenários**

Um dos grandes objetivos do Método dos Cenários é reduzir a incoerência e organizar a apropriação coletiva. Decompõe-se em duas grandes etapas: a “construção da base” e a “construção dos cenários”.

A Construção da Base é composta pela delimitação do sistema, determinação das variáveis – chave através da análise estrutural e, por fim, da análise da estratégia de atores. Já a construção de cenários consiste na elaboração de hipóteses, consulta a peritos e hierarquização de cenários.

A delimitação do sistema não é mais do que um diagnóstico orientado, que permite encontrar um conjunto de variáveis quantitativas e qualitativas que o caracterizam o mais exaustivamente possível. A análise estrutural é uma técnica de análise de sistemas, que ao permitir detectar relações “escondidas” e decompor o sistema em subsistemas, pode ajudar a reconhecer o que de outra forma não era perceptível.

Quanto à quantidade de cenários a serem criados, este deve ser limitado, facilitando o posicionamento do tomador de decisão e a compreensão dos reais impactos de suas atitudes. Entretanto, algumas armadilhas, além das já salientadas neste trabalho, também devem ser evitadas como: a falta de foco na utilidade do trabalho sendo desenvolvido; leviandade ao tratar o processo como um mero exercício e não lhe atribuir a importância do aprendizado e da preparação para o futuro; falta de comprometimento dos participantes; falta de criatividade e de imaginação para a criação dos cenários (RODRIGUES, 1998; MARCIAL & GRUMBACH, 2005).

Tendo como base o estudo de ESPÍRITO SANTO (2000) e KATO (2005), alguns dos modelos de construção têm se destacado entre os estudiosos no assunto e as grandes organizações, conforme será visto a seguir.

Quadro 4.5: Alguns Métodos de construção de cenários selecionados

Métodos	Principais Características
Global Business Network (GBN):	Considerado como uma ferramenta para ordenar as diferentes percepções do futuro no qual essas opções produzirão efeitos. Oito passos são citados para sua construção: identificar a questão ou decisão central; listar os fatores – chave que influenciam o sucesso ou fracasso da decisão; listar as forças motrizes no macroambiente capazes de influenciar os fatores chave – identificados anteriormente; ordenar esses fatores por importância e incerteza; selecionar e definir a lógica dos cenários e dos vetores em torno dos quais haverá mudança; incorporar os cenários; indicar as consequências das decisões de cada cenário e estabelecer os indicadores iniciais.
Artur D. Little Consultores	Destaca-se que a concepção de cenários não exige a identificação e o monitoramento de todos os avanços tecnológicos relevantes, mas requer que as empresas compreendam e mapeiem os valores futuros decorrentes das mudanças tecnológicas. Neste modelo são cinco as etapas do processo: identificar os impulsionadores (variáveis significativas); construir cenários conceituais; finalizar os cenários; desenvolver a visão (futuro); entrar em ação (recrutar líderes, reformular processos, colocar equipes para trabalhar, dentre outros).
Schoemaker	O objetivo principal é o aprendizado organizacional. No processo de construção dos cenários são identificadas as seguintes etapas: definir o escopo; identificar os principais grupos de interesse, as tendências básicas e as incertezas relevantes; construir os cenários; testar a consistência e plausibilidade; desenvolver os cenários aprendizes; identificar as necessidades de pesquisa; desenvolver modelos quantitativos e evoluir para cenários de decisão, ou seja, preferenciais.
Mitchell, Tydeman e Georgiade	Considera que a construção de cenários é uma ferramenta para modelagem do futuro e ressalva numerosas técnicas para sua geração. Salienta também que as técnicas disponíveis fornecem várias idéias bastante relevantes, mas não existe um método considerado o melhor. A abordagem proposta reflete em procedimentos considerados gerais, tais como: buscar o ambiente para os eventos e/ou tendências relevantes; avaliar esses eventos, em termos de probabilidade, utilizar os procedimentos adequados para encontrar os cenários, dentre outros.
Porter	Tem como objetivo a elaboração de cenários industriais. Para a sua construção, há quatro passos a serem seguidos: identificação de um conjunto de cenários; consistência das suposições; análise de suas implicações e, por fim, a constituição do número de cenários a serem analisados.
Vasconcellos e Pagnoncelli	Demonstra que os cenários são plataformas para as conversações estratégicas. No âmbito organizacional, essas estratégias estimulam o respeito das decisões. Estabelece as seguintes etapas para o seu desenvolvimento: definição do escopo do cenário; seleção das variáveis e atores relevantes e suas prospecções do comportamento futuro; elaboração de cenários alternativos e, escolha e monitoramento do cenário de referência.
Grumbach	Baseia-se nos principais conceitos da prospectiva e engloba algumas técnicas já citadas como brainstorming, Delphi e Impactos Cruzados. Como suporte, o método utiliza a ferramenta PUMA, desenvolvida no Brasil e específica para a construção de cenários prospectivos. Aplicado há algum tempo pela Escola Superior de Guerra e pela Marinha do Brasil, este método vem se disseminando por várias organizações privadas e públicas brasileiras.

Fonte: Adaptado de ESPÍRITO SANTO (2000) e KATO (2005).

Reforçando os pontos de consistência e de relação que os modelos possuem entre si, vale destacar que o modelo de Grumbach tem semelhança aos aqui descritos com uma variável que é a construção de uma imagem do estado atual, tratando de diagnóstico e pesquisa de um problema organizacional. Por outros caminhos, como reforça PORTER (1992), de modo geral os métodos trabalham na mesma direção, ou seja, perceber de forma mais clara possível uma situação para dimensionar as variáveis atuantes sobre um ou mais cenários (BONTEMPO, 2000).

Uma vez detectadas as variáveis-chave do sistema é necessário analisar como se posicionam relativamente a elas os principais atores - as alianças, os conflitos e as estratégias.

O número de especialistas a serem consultados depende da complexidade do assunto tratado, do prazo de duração e dos recursos disponíveis. HUBER e DELBECQ (*apud* ROCHA, 2004) sugerem o uso de ao menos 5 especialistas, esclarecendo que um aumento para 10 dá melhores resultados. BUARQUE (*apud* ROCHA, 2004), usando estudos empíricos, concluiu que o número ótimo de especialistas seria entre 5 e 9. Segundo VICHAS (*apud* IEA, 2004), para gerar informações relevantes, um número de 15 a 30 especialistas já é considerado bom. Ressalva – se que nessa presente tese de doutorado procurou – se trabalhar com um número de especialistas superior aos recomendados nos artigos citados, tendo em vista a necessidade de conferir heterogeneidade ao grupo de pessoas convidadas e a expectativa de desistência de alguns participantes ao longo do processo da pesquisa.

Extraídas as informações dos especialistas, surge a necessidade de agregar as opiniões emitidas e convergir para um resultado de consenso, notadamente porque as respostas a princípio divergem. Existem várias propostas para se combinar julgamentos de especialistas, sem que se tenham instrumentos para afirmar qual é a melhor (RODRIGUES, 1998).

Feitas essas considerações, foram pesquisadas técnicas (como por exemplos, o painel de especialistas, *surveys*, dentre outras) aplicáveis ao projeto desenhado (no caso específico, a presente tese) para subsidiar a construção dos cenários. Diante disso, optou - se pela aplicação da técnica *delphi* para obter a opinião dos especialistas, por ser considerada a mais proeminente dentre as técnicas de prospecção baseado em consenso (MARCHAU & HEIJDEN, 2003).

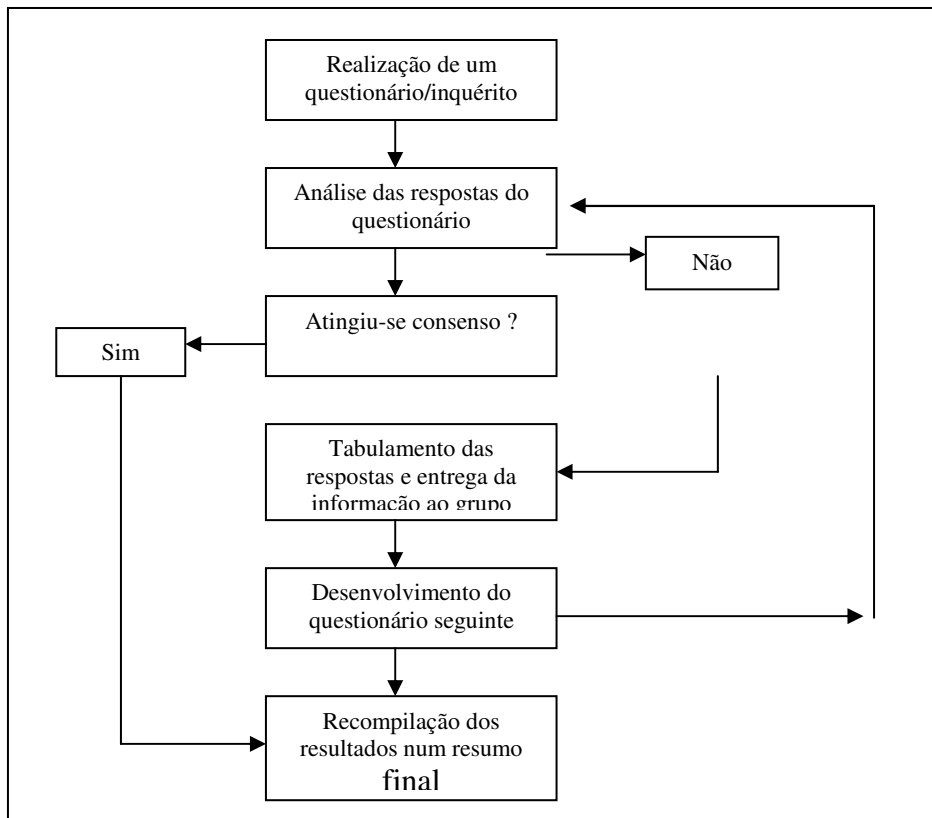
As razões dessa escolha apóiam - se em vantagens da técnica que julga - se particularmente importantes nesse trabalho: de não haver séries históricas de difusão de tecnologias disponíveis para realizar projeções quantitativas ou estes não poderem ser projetados para o futuro com segurança, em face de interações complexas no contexto do bem estar social, econômico e político; pretensão de superioridade da opinião do

grupo sobre a do indivíduo (utilização de especialistas visa reunir opiniões com maior grau de conhecimento específico sobre as questões tratadas, de modo a favorecer um melhor nível de discussão localizada) e preferência da emissão de opiniões de forma reservada ao confronto face a face. Tal técnica será enfatizada a seguir.

### 4.3.3 A Técnica *delphi*

A técnica *delphi* passou a ser disseminada no começo dos anos 60, por pesquisadores da *Rand Corporation*, concebido para proporcionar um instrumento para fazer previsões sobre temas internacionais e militares. Posteriormente, passou a ser aplicado, com êxito, como procedimento de predição no campo empresarial, de novas tecnologias, na sociologia e na saúde (RANAFIN, 2004).

Definido como um método de estruturação de um processo de comunicação colegiada, a técnica *delphi* é bastante simples, pois se trata de um questionário interativo, que circula repetidas vezes por um grupo de peritos, preservando o anonimato das respostas individuais. A guia de exemplo apresenta - se na Figura 4.2 um processo simplificado de um estudo *delphi*.



Fonte: Adaptado de RODRIGUES (1998) e RANAFIN (2004).  
Figura 4.2: Processo de um estudo *delphi* de forma simplificada.

Como qualquer outra aplicação, o *delphi* tem suas vantagens e desvantagens. Como vantagens, por exemplo, são as reduções dos fatores restritos a dinâmica do grupo (supressão de posições minoritárias, omissão de participantes, a manipulação política). Como desvantagens são apontadas, por exemplo, a dificuldade de se redigir um questionário sem ambiguidades, possibilidade de se forçar o consenso indevidamente, demora excessiva para a realização do processo, especialmente no caso de envio de questionário via correio.

Entretanto, a literatura internacional cita um recorde de 26 dias para a realização de duas rodadas de um *delphi*, sem contar o período de preparo e de análise final dos resultados (RONDE, 2003). O prazo usual para uma aplicação completa varia de 4 meses a um ano, dependendo de vários fatores como por exemplo, a complexidade do tema e do questionário, o número e engajamento dos respondentes e da disponibilidade de recursos (PIOLA *et al*, 2001).

KOZLOWSKI (2003) salienta que os estudos prospectivos expandiram fortemente a partir da segunda metade da década de 90, sendo hoje realizada por vários países, conforme mostra o quadro 4.6.

Quadro 4.6: Evolução dos Estudos Prospectivos

Pais / Ano	1970	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Japão																				
Coreia do Sul																				
Filipinas																				
Índia																				
Indonésia																				
Tailândia																				
EUA																				
Canadá																				
Alemanha																				
Holanda																				
Itália																				
França																				
Reino Unido																				
Finlândia																				
Hungria																				
Áustria																				
Irlanda																				
Espanha																				
Suécia																				
África do Sul																				
Nigéria																				
Austrália																				
Nova Zelândia																				
Argentina																				
Bolívia																				
Brasil																				
México																				
Venezuela																				

Fonte: Adaptado de Kozlowski (2003).

Ressalta - se que no Brasil a prática de elaboração de cenários é recente. As primeiras empresas a utilizarem tal prática foram a Petrobrás, o BNDES, a Eletrobrás e a

Eletronorte, em meados da década de 1980, em função de operarem com projetos de longo período de maturação, o que exigia uma visão de longo prazo.

No final dos anos 1980 e início dos 90, foram feitos outros estudos no Brasil, como iniciativas do CNPQ em 1989 e da Finep em 1992, com diferentes enfoques e cortes setoriais, temáticos ou espaciais (PIOLA *et al*, 2001).

Iniciativa de grande relevância também vem sendo já aplicada há algum tempo pela Escola Superior de Guerra (1994) e pela Marinha do Brasil (MARCIAL & GRUMBACH, 2005).

Entretanto, o Brasil iniciou as atividades de prospecção em nível nacional com o Projeto Brasil 2020, em 1996, contribuindo para o desenvolvimento de outros trabalhos. Em 2000, foram implementados os Programas de Prospecção Tecnológica Prospectar (MCT) e Prospectiva (MDIC) (RONDE, 2003).

No caso do setor de transportes, a construção de cenários tecnológicos a partir da técnica *delphi*, na literatura estrangeira destacam-se os estudos do projeto do Observatório de Prospecção Científica e Tecnologia da Espanha (OPTI) “*Tendencias tecnologicas a medio y largo plazo in transporte*” entre 1998 e 2001 e o trabalho de ZUYLEN e WEBER (2002) “*Strategies for European Innovation Policy in the Transport Field*”. Especificamente no setor de cargas, merece destaque, por exemplo, o trabalho de RUNHAAR *et al* (2001) “*Freight Transport in 2010*”.

No Brasil, não se tem notícia de estudos aprofundados sobre esse assunto no setor rodoviário de cargas. De um modo geral, os trabalhos disponíveis utilizam como métodos, as extrapolações e estratégias informais (comitês de especialistas em discussões desestruturadas em workshops). Outros buscam identificar os problemas que podem comprometer a capacidade competitiva de sua cadeia produtiva, de uma forma geral, dando pouca ênfase nas tecnologias embarcadas, como é o caso do trabalho de KATO (2005) “*Cenários Estratégicos para a Indústria de Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil*” e CARVALHO (2006) “*Relatório Setorial Preliminar de Caminhões e ônibus*”.

#### 4.3.4 Métodos computacionais de construção de cenários

De maneira geral, a técnica *delphi* é mais útil para responder a questões específicas. Cenários mais complexos, que envolvam múltiplos fatores, requerem métodos computacionais (que também serão usados nesse trabalho). Dentre os métodos pesquisados na literatura (ESPÍRITO SANTO, 2000; RONDE, 2003; KATO 2005) destacam – se os de análise de impactos de tendências e de impactos cruzados, conforme salientado no quadro 4.7.

Quadro 4.7: Alguns dos métodos computacionais de construção de Cenários

Métodos	Principais Vantagens	Principais Desvantagens	Exemplos de Adeptos
Análise de Impactos de Tendências	. Sinergia entre os fatores qualitativos (debates, questionários e entrevistas) e os métodos analíticos tradicionais (séries temporais e os modelos econométricos).	. Emprega probabilidades de ocorrência para cada cenário, fazendo com que as decisões concentrem-se sobre cenários mais prováveis, desprezando e /ou elaborando estratégias sem robustez para os menos prováveis.	. Futures Group nos Estados Unidos
Análise de Impactos Cruzados	. Examinam o inter-relacionamento dos eventos através do cruzamento de probabilidades e quantifica estas relações, de modo bem mais flexível que as técnicas econométricas tradicionais.  . Permitem alterar a evolução dos cenários ao final de cada intervalo de tempo almejado, garantindo uma boa flexibilidade frente às turbulências dos ambientes.  . Possibilitam constantes revisitas aos cenários, bastando para isso executar novas simulações.	. Depende de pacotes computacionais “fechados” (por exemplo, “Smic Prob – Expert” e “Puma”).  . Quanto mais complexos os ambientes em foco, maiores serão as matrizes, desencadeando um processo cada vez mais trabalhoso e mais dispendioso.  . Também emprega probabilidade de ocorrência para cada cenário.	. BNDES . NASA . Millenium Institute

Fonte: Adaptado de KATO (2005)

Verifica - se, portanto, que existe uma variedade de abordagens capazes de permitir a construção de cenários (ver quadro 4.5). Embora estas abordagens apresentem suas características particulares, grande parte delas possui muitos aspectos similares em termos do encaminhamento adotado.

Para a presente pesquisa, no intuito de auxiliar no processo de geração de cenários, além da utilização da técnica *delphi*, será utilizado o método de análise de impactos cruzados, para verificar a influência que a ocorrência dos eventos trará sobre a possibilidade dos demais ocorrerem. Para a aplicação do método de impactos cruzados será utilizado o software Puma 4.0 (*Pointwise Unconstrained Minimization Approach*), *software* idealizado por Raul Grumbach para a geração de Cenários Prospectivos. Optou – se por esse *software* em função de sua disponibilidade no mercado, pelo fato de ser extremamente amigável, simples (opera em ambiente *Windows*) e consistente.É importante destacar que, antes da utilização do método de impactos cruzados, deverão ser identificados os eventos definitivos.

#### **4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A chave para a modernização da sociedade e da economia é a criação de um ambiente favorável à inovação. Para isso é preciso identificar as necessidades de inovação e melhorar a articulação entre a oferta e a procura de tecnologia, apoiando as iniciativas de oportunidades de transferência de tecnologia e projetos com participação empresarial em âmbito regional e nacional e, também, valorizar a investigação científica.

Hoje em dia dificilmente uma empresa abre mão dos recursos tecnológicos para projetar mudanças ou avanços funcionais em seus processos. Neste sentido, as técnicas baseadas em Cenários têm sido utilizadas como uma forma de extração de requisitos de processos em sistemas, adotada por grande parte de especialistas no mundo.

Segundo HORN (1981), a adoção de indicadores de desempenho é de extrema importância na simulação de cenários futuros, face a crescente incerteza e aos diversos desafios enfrentados no setor de transporte. A partir da revisão bibliográfica identificou – se trabalhos acadêmicos e científicos compostos por um conjunto integrado de indicadores de desempenho interrelacionados aos aspectos tecnológicos em caminhões.



Quanto as técnicas e instrumentos para a geração de cenários, eles podem ser adaptados pelas equipes executoras, de acordo com as capacidades e necessidades da equipe, e das vantagens e limitações que estas ofereçam, no contexto em que se deseja aplicar. Diante disso, o presente estudo agregou descoberta ao constatar, diante da literatura pesquisada, que trabalhos que envolvam a aglutinação da técnica *delphi* com a de impactos cruzados para a geração de cenários estratégicos quanto a tecnologia em veículos de transporte rodoviário de cargas, em especial de caminhões, não foram encontrados a nível nacional. É dentro dessa dimensão que surge a necessidade de relatar a geração de cenários, principalmente, na área de transporte de cargas, associado aos aspectos tecnológicos. Tal fato vem contribuir para a relevância da presente tese, destacando seu caráter de ineditismo.

## **CAPÍTULO 5 – METODOLOGIA ADOTADA PARA A CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS E SUA APLICAÇÃO**

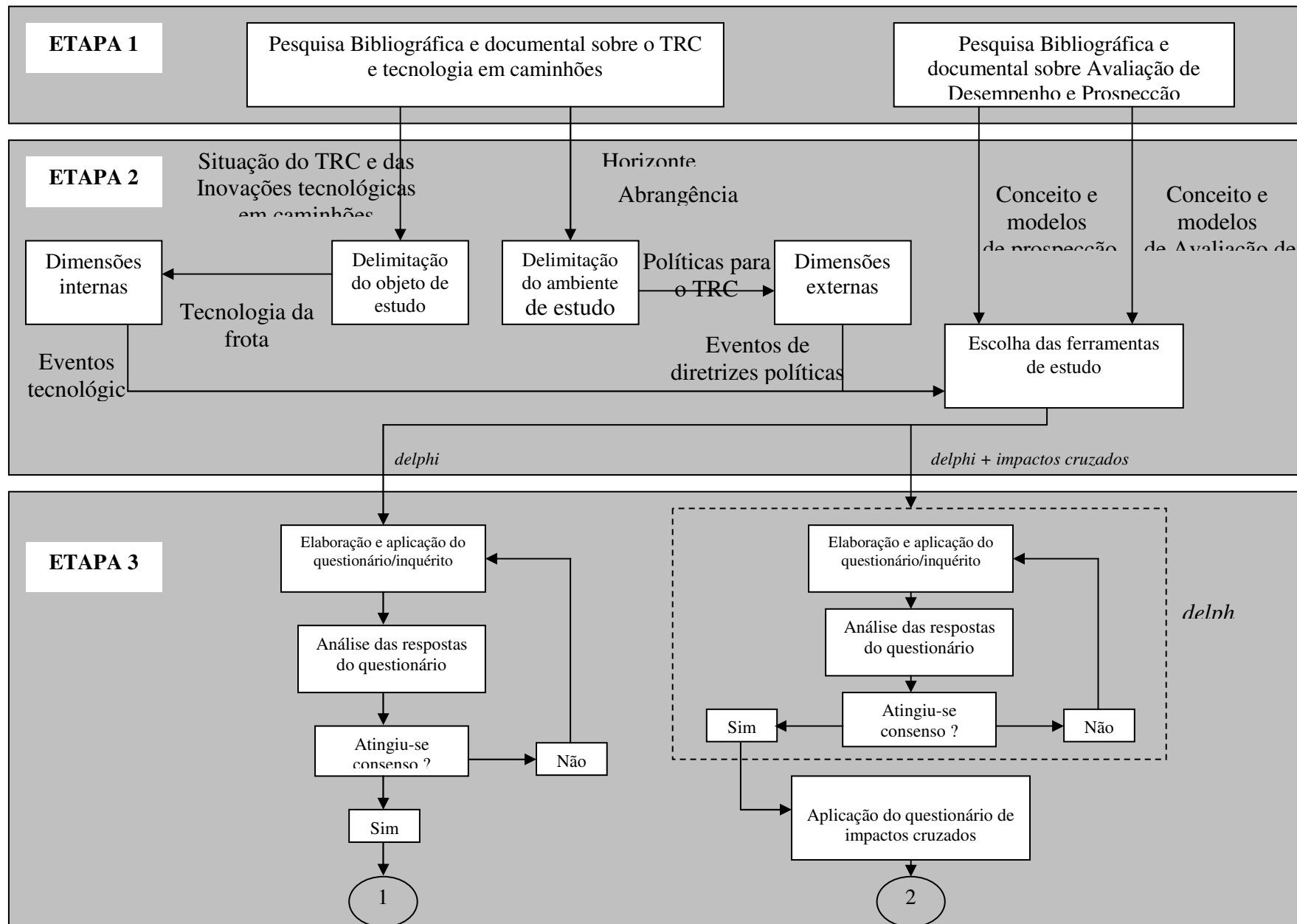
### **5.1 ASPECTOS GERAIS**

Conforme visto no capítulo anterior, a construção de cenários não é algo novo na literatura. Além disso, percebeu-se que alguns modelos são bastante complexos e dependem de recursos computacionais específicos para tratamento de dados. Outros, devido à sua simplicidade, apresentam várias limitações quanto aos seus resultados.

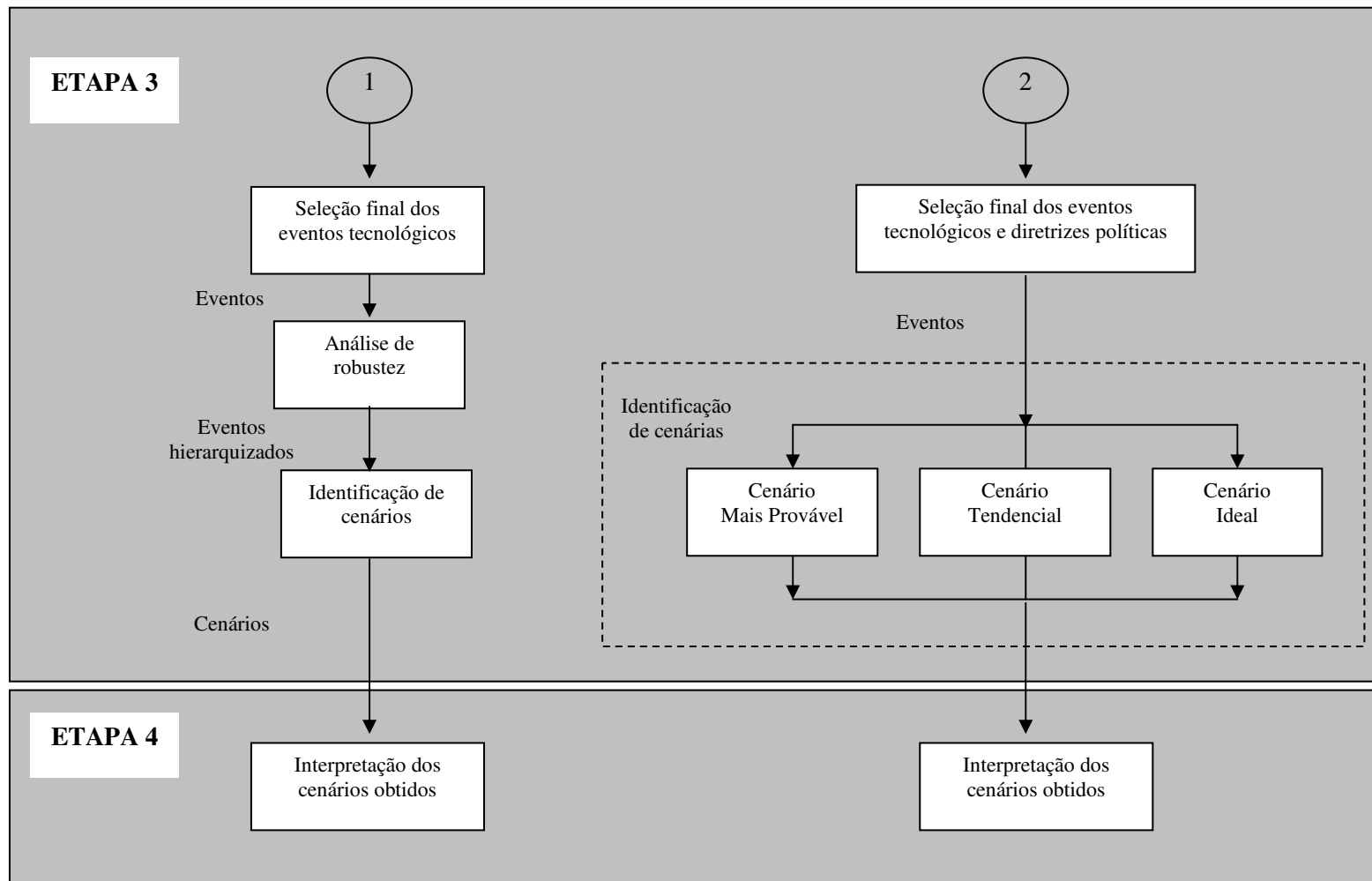
Tendo em vista o objetivo geral da tese, procurou-se modelar o problema decisório de uma forma simples, objetiva, consistente e segmentada. Para isso, foi concebida uma proposta metodológica de construção de cenários, baseada em algumas etapas dos modelos mais difundidos na literatura pesquisada, conforme salientado no capítulo anterior.

A eficácia de qualquer exercício prospectivo está ligada a um desenho metodológico definido a partir de uma delimitação precisa das questões a serem respondidas, da sistematização do processo, da criteriosa escolha dos participantes e especialistas envolvidos, e da avaliação e apropriada gestão do processo que permita inclusive realizar correções de rumo com vistas ao seu aprimoramento ao longo da sua execução.

Sendo assim, o modelo teórico organizado para nortear o processo prospectivo no âmbito do setor de Transporte Rodoviário de Carga (TRC) é composto das seguintes etapas: (1) Fundamentação teórica e conceitual; (2) Preparação do estudo; (3) Construção dos cenários e (4) Interpretação dos cenários. A Figura 5.1 apresenta esquematicamente as ações desenvolvidas nas respectivas etapas, que serão descritas a seguir.



**Figura 5.1: Etapas do modelo teórico do processo prospectivo**



## **5.2 ETAPAS DO MODELO TEÓRICO DO PROCESSO PROSPECTIVO**

### **5.2.1 Etapa 1: Fundamentação teórica e conceitual**

O processo tem início com a fixação dos propósitos do estudo, sua amplitude e ambiente temporal, os atores centrais e uma longa discussão sobre como estes atores vão analisar o ambiente e o objeto de estudo, e quais as técnicas que vão prevalecer nesse estudo.

Em suma, envolve também um estudo histórico e da situação atual sobre o transporte rodoviário de cargas a nível internacional e nacional, bem como das tecnologias embarcadas em caminhões e de sua análise para que se compreenda o comportamento passado e atual da indústria, bem como para facilitar a identificação de todas as incertezas que podem afetá-la.

### **5.2.2 Etapa 2: Preparação do estudo**

A partir dos resultados da Etapa 1, delimitou-se o objeto de estudo, como a tecnologia empregada na frota de caminhões em operação e o ambiente de estudo, caracterizado pelo horizonte temporal (curto, médio e longo prazos) e a abrangência geográfica onde se realizará a pesquisa. Pôde-se então identificar as possíveis dimensões (internas e externas) relacionadas ao objeto de estudo e ao ambiente. Tais dimensões foram detalhadas em componentes mais específicos, dando origem a eventos (tecnológicos e de diretrizes políticas) preliminares, conforme será demonstrado no quadro 5.6 da página 104.

O entendimento das dimensões resultante da Etapa 1 estabelecidas nesta etapa sob a ótica das ferramentas disponíveis para a elaboração de modelos de prospecção e avaliação de desempenho revelou que ganhos significativos poderiam ser obtidos a partir da incorporação de uma consulta a especialistas usando para isso o método dos cenários. Sendo assim, a primeira estratégia para a construção dos cenários será a aplicação da técnica *delphi*, considerada uma pesquisa iterativa que permite que os respondentes expressem seus pontos de vista anonimamente, com possibilidade de mudança futura de opinião tendo como base as respostas dos outros especialistas (SHIFTAN et al, 2003; CHERMACK, 2005).

Como estratégia adicional para a construção dos cenários, decidiu-se estabelecer tendências para os eventos tecnológicos e de diretrizes políticas. Para isso, selecionou-

se, a partir da pesquisa bibliográfica, a técnica de análise de impactos cruzados que utiliza as estimativas oriundas da consulta *delphi* como insumos para a construção dos cenários.

### 5.2.3 Etapa 3: Construção dos Cenários

Quanto a utilização da técnica *delphi*, a base desta técnica envolve um questionário que é elaborado a partir dos eventos tecnológicos identificados na Etapa 2 e enviado a um grupo de especialistas participantes previamente selecionados.

A consulta solicitou aos especialistas que indicassem a possibilidade de ocorrência dos eventos (variando de 0% a 100%) nos marcos temporais estipulados, adotando a convenção demonstrada no Quadro 5.1.

Quadro 5.1: Convenção utilizada para estimação da possibilidade de ocorrência dos eventos

<b>A ocorrência do evento é</b>	<b>Possibilidades (%)</b>
Certa	100
Quase certa	Entre 81 a 99
Muito provável	Entre 61 a 80
Provável	Entre 41 a 60
Pouco provável	Entre 21 a 40
Improvável	Entre 1 a 20
Impossível	0

Fonte: Software Puma

Também solicitou-se a atribuição do grau de pertinência do evento, variando de 1 a 9, proporcional à intensidade do seu reflexo para o tema em estudo, conforme pode ser visto no Quadro 5.2.

Quadro 5.2: Atribuição do grau de pertinência para os eventos.

<b>Pertinência</b>	<b>Grau</b>
Altíssima	9
Muito alta	8
Bem alta	7
Alta	6
Média	5
Baixa	4
Bem baixa	3
Muito baixa	2
Baixíssima	1

Fonte: Software Puma

Paralelamente, o especialista deveria expressar uma auto-avaliação do seu grau de conhecimento e experiência (variando de 1 a 9) acerca de cada evento individualmente analisado, conforme valores apresentada no Quadro 5.3.

Quadro 5.3: Auto-avaliação do grau de conhecimento e experiência dos especialistas acerca do evento

<b>Auto-avaliação</b>	<b>Peso</b>
Considera-se conhecedor do assunto.	9
Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre da atividade que exerce atualmente.	8
Interessa-se pelo assunto, seu conhecimento decorre da atividade que exerceu e se mantém atualizado.	Entre 6 ou 7
Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre de leituras por livre iniciativa.	5
Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre da atividade que exerceu, mas não está atualizado.	Entre 3 ou 4
Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre de leituras, por livre iniciativa, mas não está atualizado.	2
Tem conhecimento apenas superficial do assunto	1

Fonte: Software Puma

Ressalta-se que as escalas consideradas anteriormente foram baseadas do modelo de Grumbach, o qual é incorporado no *software* Puma, instrumento este a ser utilizado mais adiante na segunda estratégia para a construção dos cenários.

Após cada rodada *delphi*, os resultados foram tratados e o questionário reenviado àqueles que responderam caso não houvesse consenso. Nesse momento, cada especialista pode reavaliar sua resposta anterior em vista da opinião consolidada de todos os outros especialistas. Na primeira rodada, cada especialista responde o questionário independentemente. Nas outras rodadas, o especialista pode comparar a sua resposta ao conjunto de respostas do grupo, alterá-la se desejar e fazer comentários por escrito.

A aplicação do questionário é encerrada quando se considera que houve consenso nas respostas dos especialistas. Estatisticamente, considera-se que houve consenso quando ocorrerem simultaneamente (FINEP *apud* CARDOSO et al, 2004):

1. A diferença entre o 1º e o 3º quartis da medida avaliada para cada evento for inferior a 25% do seu intervalo máximo;

2. O coeficiente de variação (CV), que é o quociente entre o desvio padrão e a média, seja inferior a 30%.

Uma vez obtidos os resultados da consulta *delphi*, deu-se início a uma análise de robustez, de forma a identificar eventos tecnológicos que se mantivessem sempre bem colocados em hierarquias que seriam obtidas a partir de três situações de análises. Nesta etapa foram consultados textos de Porter, Godet e outros autores da área de previsão e estratégia (Coelho, 2003; Kato, 2005; Bowonder et al, 2006), como base para formular tal análise.

Na primeira situação como critério para a escolha do evento tecnológico ou de diretriz política que será mais provável, adotaram-se os valores para as médias das possibilidade de ocorrência e do grau pertinência superiores respectivamente a 70% e 7,0, segundo a noção de significância do coordenador da pesquisa.

Na segunda situação, realizou-se uma análise temporal da possibilidade de ocorrência dos eventos nos marcos temporais definidos, a fim de obter uma análise consistente de cenários. Ou seja, trata-se de verificar como tais possibilidades se comportariam ao longo destes marcos.

Para uma perspectiva global dessa segunda situação, será utilizado o gráfico *boxplot* (Figura 5.2), o qual indica as amplitudes, assimetrias e possíveis *outliers* (valores discrepantes) quanto aos eventos avaliados. Nestas caixas, destacam-se os dois quartis centrais. O traço dentro das caixas representa a mediana. Os traços para fora das caixas representam a distribuição dos dados nos primeiro e quarto quartis. A amplitude interquartílica (diferença entre o terceiro e o primeiro quartil) foi usada como indicação de homogeneidade das possibilidades dos eventos considerados, de forma a complementar a informação obtida pela mediana. Quanto mais baixa a amplitude mais homogêneo é o comportamento do grupo em relação a possibilidade de ocorrência do evento.

Quanto à presença de *outliers*, antes de decidir o que deverá ser feito, é conveniente ter conhecimento das causas que levam ao seu aparecimento. Em muitos casos, as razões da sua existência determinam as formas como devem ser tratadas. Assim, as principais



causas que levam ao aparecimento de *outliers* são: erros de medição, erros de execução e variabilidade inerente dos elementos da população. Sendo assim, as observações consideradas como *outliers* devem ser tratadas cuidadosamente, pois contêm informação relevante sobre características subjacentes aos dados e poderão ser decisivas no conhecimento da população à qual pertence à amostra em estudo (MORRISON, 1990).

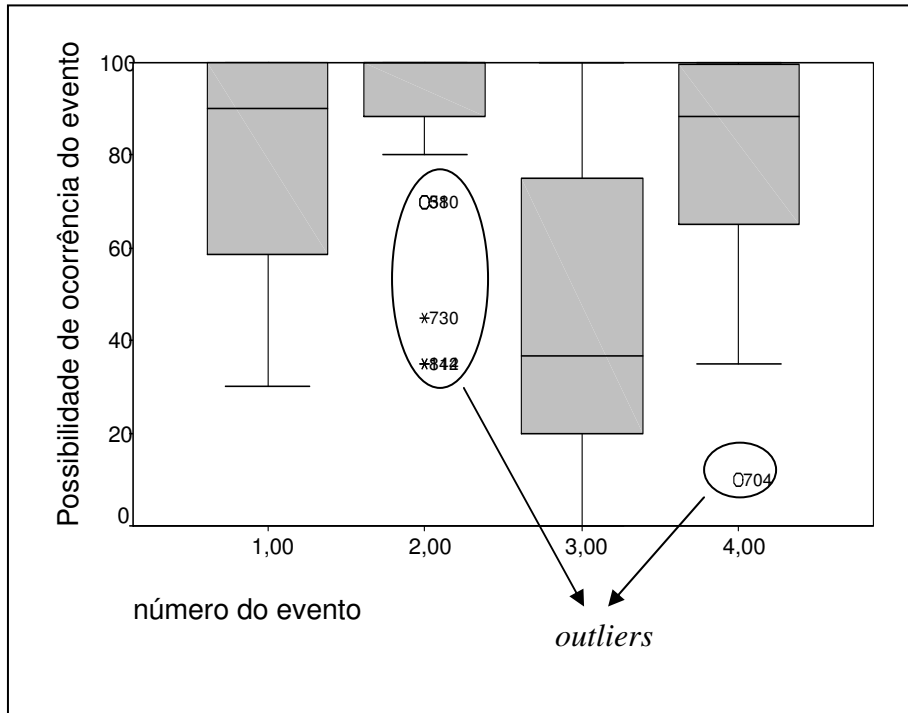


Figura 5.2: Exemplo do gráfico *boxplot*.

Os *outliers*, que são assinalados com um círculo, podem representar erros de introdução de dados, caso em que devem ser eliminados, ou fazer parte do fenômeno em estudo, caso em que devem ser mantidos, assinalando- e a sua existência. É prática corrente fazer a análise com e sem *outliers* e registrar as diferenças (FIELD, 2000).

Posteriormente, os eventos serão enquadrados nos seguintes grupos, de acordo com o critério de intervalo de possibilidade de ocorrência adotado pelo pesquisador; eventos com alta evolução de possibilidade de ocorrência (intervalo mediano  $\geq 30\%$ ); eventos com média evolução de possibilidade de ocorrência (intervalo mediano entre 10 e 30%); eventos com baixa evolução de possibilidade de ocorrência (intervalo mediano entre 5 e 10%).

Na terceira situação será identificada a hierarquização dos eventos considerando o grau de especialidade dos respondentes. Para este fim, com base nas respostas obtidas da consulta *delphi* quanto a possibilidade de ocorrência dos eventos, estas foram agrupadas segundo o grau de especialidade declarado pelos respondentes, utilizando-se a escala categórica que se reporta do Quadro 5.4.

Quadro 5.4: Escala categórica de especialidade a ser declarado pelos respondentes para cada evento considerado.

- Perito: Se você se considera conhecedor do assunto
- Conhecedor: use essa classificação nos seguintes casos:
  - Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre da atividade que exerce atualmente;
  - Interessa-se pelo assunto, seu conhecimento decorre da atividade que exerceu e se mantém atualizado;
  - Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre de leituras por livre iniciativa;
  - Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre da atividade que exerceu, mas não está atualizado.
- Familiarizado: Interessa-se pelo assunto e seu conhecimento decorre de leituras, por livre iniciativa, mas não está atualizado.
- Não – familiarizado: Tem conhecimento apenas superficial do assunto.

Obs.: Quadro adaptado do software Puma

Utilizou-se o *software SPSS for Windows 8.0* para tratar estatisticamente os resultados da consulta *delphi* e da análise de robustez. Diante disso, serão gerados os cenários a partir da lista de eventos selecionados com suas respectivas dimensões.

Como segunda estratégia para a construção dos cenários, foi estabelecida tendências para os eventos. Neste sentido, utilizou-se o *software Puma 4.0* (ver Anexo V). De posse dos valores atribuídos pelos especialistas quanto a possibilidades de ocorrência e pertinência dos eventos tecnológicos e de diretrizes políticas e de sua auto-avaliação durante as interações *delphi*, tais informações foram introduzidas no *software Puma 4.0*.

Após estes registros, os dez eventos definitivos (tecnológicos e diretrizes políticas) foram selecionados conforme demonstrado na Figura 5.3 obedecendo os seguintes critérios estabelecidos do *software* Puma 4.0: ordem decrescente de pertinência média (pertinência superior a 7), das respectivas possibilidades de ocorrência (superiores a 60%) e dos desvios-padrão (igual ou menor que vinte).

Cód.	Nome	Prob. Média	Pert. Média	Auto Aval	Respostas	Desvio	Selecionado
19	Predominância de motores eletrônicos	95	8,41	8	32	14,34	Sim
39	redução em 50% da emissão de CO2	83	8,15	7	33	16,66	Sim
22	Implementação mais intensa de sistemas	93	8,03	7	32	13,59	Sim
7	Amplio uso de materiais mais leves	91	8,00	7	33	17,22	Sim
40	Implementação de restrições legais	87	7,97	7	33	15,06	Sim
41	Maior difusão e informações sobre	86	7,88	7	32	16,14	Sim
21	Amplio uso da telemática para gestão	90	7,69	7	32	14,56	Sim
33	Grandes inovações em tecnologias	79	7,69	7	32	19,75	Sim
36	Maior facilidade e utilização dos produtos	87	7,68	7	31	14,91	Sim
24	Novos sistemas de segurança ativa	88	7,67	7	33	17,34	Sim
35	Controle da temperatura e isolamento	90	7,66	7	32	17,00	Não
37	Estabilidade econômica e grande diversidade	74	7,66	7	32	19,25	Não
23	Maior utilização de funções inteligentes	92	7,63	7	32	14,49	Não
32	Predomínio de tecnologias avançadas	83	7,59	6	32	17,89	Não
38	Implantação de programas de redução	74	7,56	7	32	24,87	Não
28	Tendências no uso de veículos leves	86	7,56	8	32	22,40	Não
8	Predominância do biodiesel como combustível	81	7,55	8	33	18,90	Não
30	Uso intensivo do transporte intermodal	81	7,41	7	32	18,95	Não
27	Maior utilização de combinações de materiais	87	7,34	7	32	15,21	Não
13	Motores com maior torque (curva de torque)	90	7,34	7	32	13,62	Não
17	Melhorias no trem de força (transmissão)	89	7,28	7	32	14,88	Não
31	Amplios investimentos de embarcações	81	7,23	7	31	19,53	Não
16	Melhorias nos sistemas de admissão	87	7,22	6	32	15,62	Não
20	A maioria dos veículos terá sensores	73	7,09	7	33	23,81	Não
5	Tecnologias avançadas quanto a conectividade	83	7,03	7	33	20,52	Não
14	Uso de cabine mais aerodinâmica (coeficiente)	78	7,00	7	33	22,57	Não
9	Amplio uso do sistema dual - fuel, a	68	6,94	7	33	31,29	Não
1	Cabine cada vez mais espaçosa e	84	6,94	7	32	20,19	Não
29	Desenvolvimento da navegação fluída	69	6,91	7	32	20,44	Não
34	crescimento do roubo de cargas	47	6,84	7	31	27,49	Não
26	Supremacia dos veículos pesados (caminhões)	81	6,75	7	32	22,23	Não

Total de eventos: 41      Eventos selecionados: 10

Figura 5.3: Exemplo dos eventos gerados no *software* Puma 4.0

Uma vez que se teve a pré-definição dos eventos para a composição dos cenários, estes foram enviados aos mesmos especialistas por meio de um outro questionário (ver apêndice II) onde se solicitava que opinassem a respeito da influência que a ocorrência de um evento causaria na possibilidade de ocorrência dos demais. Neste caso, a ocorrência de um determinado evento influenciaria os demais de uma das formas dadas pelo Quadro 5.5.

Quadro 5.5: Itens para avaliação das possibilidades condicionais dos eventos

Itens	Nota
Certo que ocorre	+ 5
Aumenta fortemente a possibilidade	+ 4
Aumenta consideravelmente a possibilidade	+ 3
Aumenta moderadamente a possibilidade	+ 2
Aumenta fracamente a possibilidade	+ 1
Não altera a possibilidade	0
Diminui fracamente a possibilidade	- 1
Diminui moderadamente a possibilidade	- 2
Diminui consideradamente a possibilidade	- 3
Diminui fortemente a possibilidade	- 4
Certo que não ocorre o evento	- 5

Fonte: Software Puma

Após terem sido introduzidas no *software* Puma 4.0 as respostas anteriores, o programa gera uma matriz de impactos (Figura 5.4) consolidando as opiniões de cada especialista.

The screenshot shows a software window titled 'Matriz de Impactos'. It includes a menu bar with 'Método', 'Ajuda', and 'Fechar'. Below the menu, there is a 'Perito selecionado' dropdown menu set to 'Perito 1' and a scale from -5 to +5. The main area contains a table with 10 rows and 10 columns of impact values. The rows are labeled with event numbers and descriptions, and the columns are labeled with event numbers.

Eventos	7)	19)	21)	22)	24)	33)	36)	39)	40)	41)
7) Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente res		0	5	5	5	0	0	0	0	0
19) Predominância de motores eletrônicos com menor nível	0		0	0	0	0	0	5	5	5
21) Amplo uso da telemática para garantir não somente a	5	0		5	5	0	0	0	0	0
22) Implementação mais intensa de sistemas avançados	5	0	5		5	0	0	0	0	0
24) Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsine	5	0	5	5		0	0	0	0	0
33) Grandes inovações em tecnologias de pesagem	0	0	0	0	0		0	0	0	0
36) Maior facilidade e utilização dos programas que ofere	0	0	0	0	0	0		0	0	0
39) redução em 50% da emissão de co2	0	5	0	0	0	0	0		5	5
40) Implementação de restrições legais mais severas que	0	5	0	0	0	0	0	5		5
41) Maior difusão e informações sobre as consequências	0	5	0	0	0	0	0	5	5	

Figura 5.4: Exemplo da matriz de impactos cruzado gerada no *software* Puma 4.0

A resultante desta matriz é a matriz de impactos medianos (Figura 5.5), que dispõe da seguinte configuração: colunas contendo as possibilidades médias condicionais de cada evento; última coluna apresentando a soma dos valores de cada linha da matriz e indicando o grau de dependência que cada evento tem em relação aos demais; última

linha apresentando a soma dos valores de cada coluna da matriz e indica o grau de motricidade.

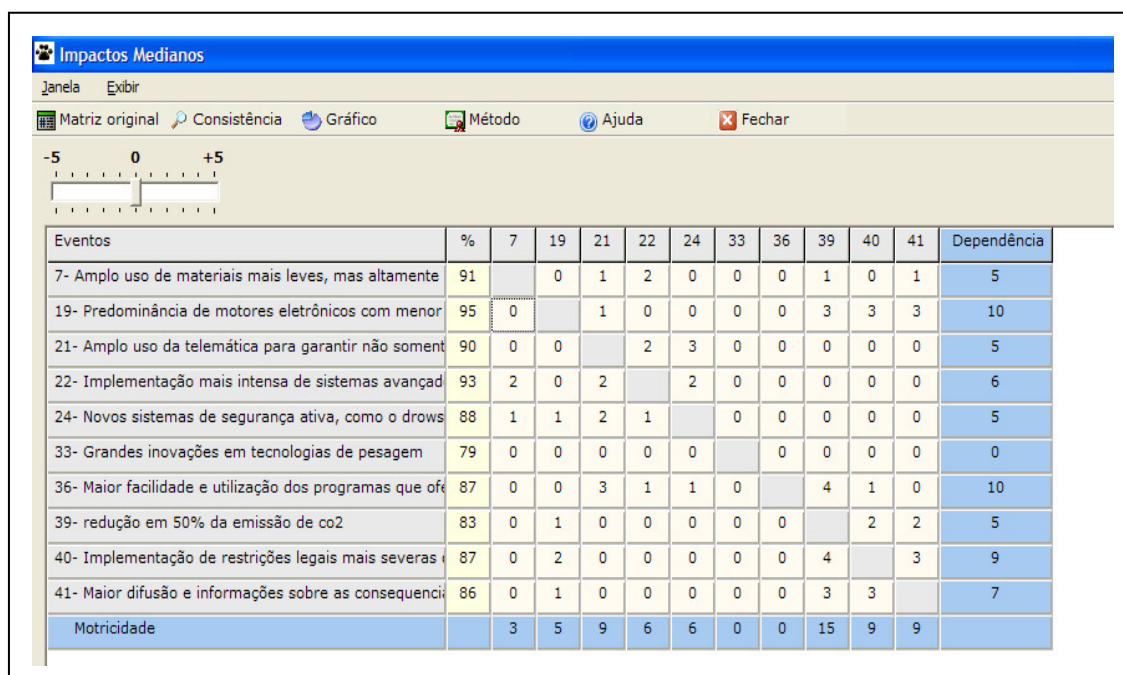


Figura 5.5: Exemplo da matriz de impactos medianos gerada no *software* Puma 4.0

A dependência de cada evento e a motricidade dizem respeito às capacidades de cada evento estar associado aos demais, ou seja, quanto maior for o grau de motricidade de um evento, mais ele influenciará as possibilidades de ocorrência ou não dos demais; e quanto maior o seu grau de dependência, mais a sua possibilidade de ocorrência será influenciada pelos demais.

Segundo o manual de instruções do *software* Puma 4.0, há três maneiras de se observar a motricidade e a dependência de cada evento:

- Pelos valores indicados na matriz de impactos cruzados, já apresentada;
- Pelos gráficos de motricidade e dependência;
- Pelo gráfico de motricidade *versus* dependência (Figura 5.6), onde o eixo das abscissas corresponde à dependência e o eixo da ordenadas à motricidade, composto de quatro quadrantes, com as seguintes características:

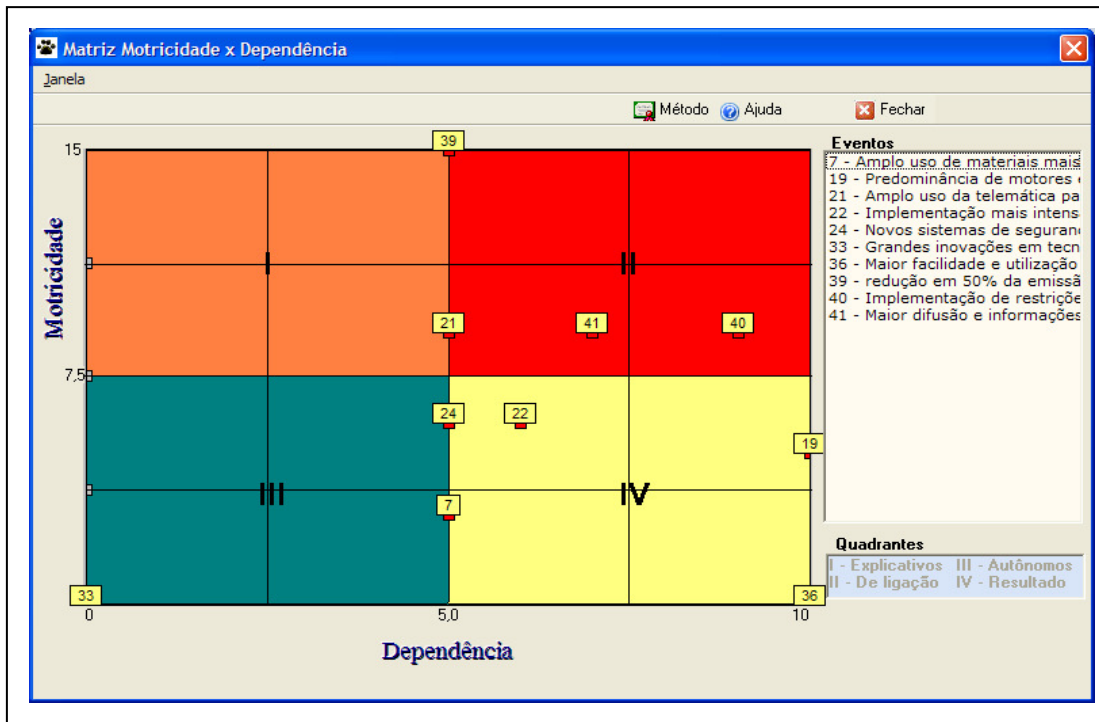


Figura 5.6: Exemplo do gráfico de motricidade *versus* dependência gerado no *software* Puma 4.0

- ✓ Quadrante I – valores altos de motricidade e baixos de dependência, representa os eventos explicativos que condicionam o restante do sistema;
- ✓ Quadrante II – valores máximos de motricidade e dependência, representa os eventos de ligação do sistema, que interligam os eventos explicativos com os eventos de resultado, são muito motrizes, mas também muito dependentes. Para Camargo (2005), os eventos de ligação devem ser tratados com prioridade máxima, pois têm alta possibilidade de ocorrência e apresentam valores máximos de motricidade e dependência. Qualquer ação sobre esses eventos repercutirá sobre os demais e o efeito retornará sobre si mesmo, ampliando ou atenuando a ação inicial;
- ✓ Quadrante III – valores baixos de motricidade e baixos de dependência, representa os eventos autônomos, que não constituem determinantes para o sistema e podem ser excluídos da análise;

- ✓ Quadrante IV – valores baixos de motricidade e altos de dependência, são os eventos de resultado e são explicados pelos eventos explicativos ou de ligação.

Depois de gerada a matriz de impactos medianos, o *software* PUMA 4.0 calcula os cenários possíveis, pela combinação das ocorrências ou não de eventos, conforme o teorema de Bayes.

É interessante ressaltar que o *software* Puma 4.0 somente gerará os cenários se a matriz de impactos medianos se apresentar consistente, ou seja, estiverem de acordo com o teorema de Bayes. Merece destacar que as inconsistências são provocadas por opiniões radicais de especialistas, e a forma de corrigi-las consiste em realizar sucessivas e pequenas alterações nos valores do impacto assinalados (Camargo, 2005).

#### **5.2.4. Etapa 4: Interpretação dos Cenários**

Neste item propõe-se a realização do detalhamento dos cenários, com a descrição de sua evolução e a explicação das relações e seqüências de causa e efeito entre os eventos considerados.

Quanto a tipologia dos cenários, conforme visto no capítulo 4, essa varia de autor para autor. Para a análise dos cenários da presente pesquisa será utilizada o mesmo procedimento do trabalho de GODET & ROUBELAT (2000) onde compreenderam a comparação entre três propostas, a mais provável, a considerada ideal e a tendencial.

Sendo assim, o cenário mais provável é aquele que aparece no topo da relação de cenários possíveis. Para Marcial e Grumbach (2005), o cenário de tendência é aquele que corresponde à projeção dos acontecimentos passados sobre o caminho futuro a ser percorrido pela organização. O cenário ideal é aquele que contempla todas as ocorrências positivas e que desconsidera as ocorrências negativas, do ponto de vista do decisor estratégico.

### **5.3 Concretização do exercício de prospecção tecnológica**

Consolidada as etapas do processo prospectivo da presente pesquisa, parte-se então para a fase da concretização da metodologia, através da aplicação de questionários.

Nesta fase foi possível, a partir de um protocolo previamente estabelecido, conduzir os questionamentos de modo a obter dos especialistas consultados suas percepções e entendimentos acerca das tendências para o comportamento futuro dos eventos tecnológicos e de diretrizes políticas consideradas para o sistema de Transporte Rodoviário de Cargas (TRC), em especial de caminhões. Os resultados das etapas do processo prospectivo no âmbito do setor de Transporte Rodoviário de Carga (TRC) serão salientados a seguir.

#### **5.3.1 Etapa 1: Fundamentação Teórica Conceitual**

Para a delimitação do objeto e do ambiente de estudo, nesta etapa realizou-se o levantamento bibliográfico e em visitas a diferentes peritos, colheu suas opiniões sobre o TRC e das tecnologias empregadas em caminhões, considerando o mapeamento das tecnologias no mundo; o estágio atual (uso, desenvolvimento, custos, limitações); a evolução prevista para os próximos 20-30 anos; e o estágio atual no Brasil (especificidades e potenciais, uso, custos e nível de desenvolvimento). Como resultado, obteve-se a situação do TRC, o perfil das inovações tecnológicas associadas aos caminhões, indicações do horizonte temporal e da abrangência para a pesquisa.

Houve também um amplo mapeamento de conceitos e modelos de prospecção e de avaliação de desempenho, a fim de subsidiar a escolha da técnica a ser aplicada para o exercício de prospecção.

#### **5.3.2 Etapa 2: Preparação do estudo**

A partir dos resultados da Etapa 1 delimitou-se o objeto de estudo, como a tecnologia empregada na frota de caminhões em operação e o ambiente de estudo, caracterizado pelo horizonte temporal (2011, 2016 e 2021) e a abrangência geográfica nacional para a realização da pesquisa. Pôde-se então identificar as dimensões internas e externas,



relacionadas aos eventos tecnológicos associados a tecnologias utilizadas nas frotas de caminhões e à diretrizes políticas associadas ao TRC.

Quanto as dimensões internas, foram estabelecidas 6 dimensões tecnológicas para análise: conforto, tecnologia veicular de materiais, uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética, meio-ambiente, segurança e esquemas operacionais. As dimensões de análise estabelecidas anteriormente foram detalhadas dando origem a 28 eventos tecnológicos preliminares codificados, conforme ilustrado no Quadro 5.6.

Quadro 5.6: Seleção de eventos tecnológicos associados às dimensões de estudo

Dimensões	Eventos – questões de consulta para a aplicação da técnica <i>delphi</i>	
	Código	Descrição
Conforto	E1	Cabine cada vez mais espaçosa e de fácil acesso.
	E2	Controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica.
	E3	O painel com menos instrumentos de controle.
	E4	Grande avanço das tecnologias ‘by wire’, como o steer e o brake-by-wire (esterçamento e frenagem por comando eletromecânico, respectivamente).
	E5	Tecnologias avançadas quanto a caixa de câmbio automática.
Tecnologia Veicular de Materiais	E6	Intensa utilização de materiais naturais, como a fibra de sisal, para o revestimento das paredes laterais e traseiras dos veículos.
	E7	Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes.
Uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética	E8	Predominância do biodiesel como combustível veicular
	E9	Amplo uso do sistema Dual - Fuel, a exemplo do sistema diesel - gás natural.
	E10	Generalização do sistema tricombustível, a exemplo do conjunto, diesel, gás natural e biodiesel.
	E11	Utilização do hidrogênio como combustível veicular.
	E12	Adoção de pneus mais elásticos e fortes.
	E13	Motores com maior torque
	E14	A cabine ficará cada vez mais aerodinâmica, ou seja, mais redonda e mais “bicuda”.
	E15	Uso de carrocerias com forma aerodinâmica
	E16	Melhorias nos sistemas de admissão de ar e exaustão do motor
	E17	Melhorias no trem de força (transmissão, diferencial e elementos do eixo traseiro).
Meio - Ambiente	E18	Ênfase no aprimoramento de motores mecânicos em conformidade com as leis ambientais.
	E19	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.
Segurança	E20	A maioria dos veículos terá sensores para reduzir as colisões frontais, laterais e em conversões.
	E21	Amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte.
	E22	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
	E23	Maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros.
	E24	Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros.
Esquemas	E25	Maior utilização de veículos combinados Rodo – Ferroviários.
	E26	Supremacia dos veículos pesados (30 a 45 toneladas) no Transporte Rodoviário de Cargas.

Operacionais	E27	Maior utilização de combinações de veículos de carga (bitren, rodotren, etc)
	E28	Tendências de veículos leves (4 a 10 toneladas ) para o transporte de cargas urbanas.

Analogamente ao procedimento seguido para a seleção das dimensões tecnológicas, decidiu-se estabelecer dimensões externas (eventos/ diretrizes políticas) que poderão condicionar o comportamento do setor. No que concerne às dimensões externas, foram consideradas 4 dimensões a saber: política de transporte, tecnologia rodoviária, economia e finanças e meio-ambiente como apresentados no Quadro 5.7.

Quadro 5.7: Seleção de eventos/diretrizes políticas associados às dimensões de estudo

Dimensões	Eventos – questões de consulta para a aplicação da técnica <i>delphi</i>	
	Código	Descrição
Política de transporte	E29	Desenvolvimento da navegação fluvial e de cabotagem, com o conseqüente declínio da participação do modal rodoviário na matriz do transporte de cargas.
	E30	Uso intensivo do transporte intermodal de cargas (aéreo-rodoviária, hidro-ferroviária ou rodoferroviária).
	E31	Amplios investimentos de embarcadores, em terminais especializados.
Tecnologia rodoviária	E32	Predomínio de tecnologias avançadas em termos de ligantes asfálticos, tubos de drenagem e sinalização (radares, câmeras, painéis com mensagens variadas, ITS – Intelligent Transportation System), além de maquinário empregado nas áreas de construção, reciclagem e avaliação de pavimentos.
	E33	Grandes inovações em tecnologias de pesagem (balanças móveis e fixas e inteligência aplicada ao controle de carga).
Economia e finanças	E34	O crescimento do roubo de cargas.
	E35	Elevação de multas previstas pelo Código de Trânsito Brasileiro.
	E36	Maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos.
	E37	Estabilidade econômica e grande desenvolvimento da agricultura no país.
	E38	Implantação de programas de renovação da frota com o apoio do governo.
Meio - Ambiente	E39	Redução em 50% da emissão de CO <sub>2</sub> pelo transporte rodoviário de cargas, em especial, dos caminhões.
	E40	Implementação de restrições legais mais severas quanto a geração de emissões atmosféricas locais.
	E41	Maior difusão e informações sobre as conseqüências dos impactos ambientais provocados pelos caminhões.

### **5.3.3 Etapa 3: Construção dos Cenários**

Para aplicação da técnica *delphi* elaborou-se o questionário da primeira rodada (Apêndice I), considerando as dimensões e seus respectivos eventos apresentados nas Tabelas 6.1 e 6.2, os quais foram enviados a um conjunto de especialistas selecionados no ambiente do TRC no Brasil. O questionário completo encontra - se no Apêndice I.

Tal questionário foi aplicado em uma amostra intencional, coletada a partir do banco de dados do Anuário do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil, encaminhado via postal e/ou e-mail, acompanhado de carta assinada pelo Coordenador do Programa de Engenharia de Transportes (PET) da COPPE/UFRJ e pelos orientadores, explicando resumidamente os objetivos do projeto e solicitando a colaboração do especialista. Um prazo inicial de 20 dias foi estipulado, sendo prorrogado por meio de novas correspondências e ficando, ao final, em pouco mais de um mês.

Anexado à carta foi enviado um arquivo, contendo o questionário. No próprio corpo do questionário foram dadas as instruções para preenchimento e envio, dando-se preferência ao envio por *e-mail*. Foi definido também como estratégia para aumentar o retorno, o contato com os especialistas via telefone ou pessoalmente.

Nessa prospecção tecnológica foram necessárias apenas duas interações para que se atingisse o consenso nas respostas dos especialistas frente aos eventos avaliados.

#### **5.3.3.1 Primeira estratégia para a construção dos cenários**

A partir do questionário da primeira rodada, os especialistas foram solicitados a estimar a possibilidade dos eventos tecnológicos e das diretrizes políticas ocorrerem até o ano de 2021. Adicionalmente, solicitou - se a atribuição de um grau de pertinência (variando de 1 a 9), proporcional à intensidade do reflexo daquele evento para o tema em estudo (prospecção tecnológica da frota de caminhões no Brasil) e uma auto - avaliação do seu grau de conhecimento e experiência (variando de 1 a 9) acerca de cada evento individualmente analisado.

Dos especialistas consultados, 128 concordaram em tomar parte na pesquisa. Mas somente 33 especialistas (Figura 5.8) do segmento da cadeia do TRC responderam a

primeira rodada, sendo que 90,9% dos respondentes têm terceiro grau, pós-graduação, mestrado ou doutorado, conforme mostra a Figura 5.7. O questionário da segunda rodada foi enviado aos especialistas que responderam a primeira. A taxa de retorno da segunda rodada foi de 100%.

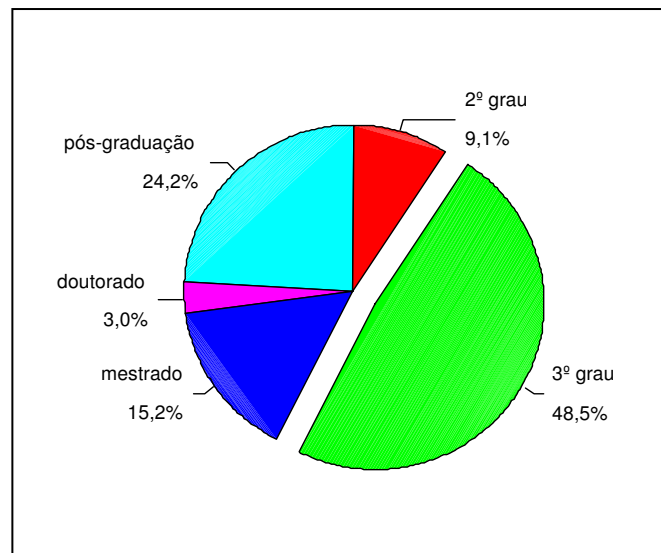


Figura 5.7: Formação dos Respondentes

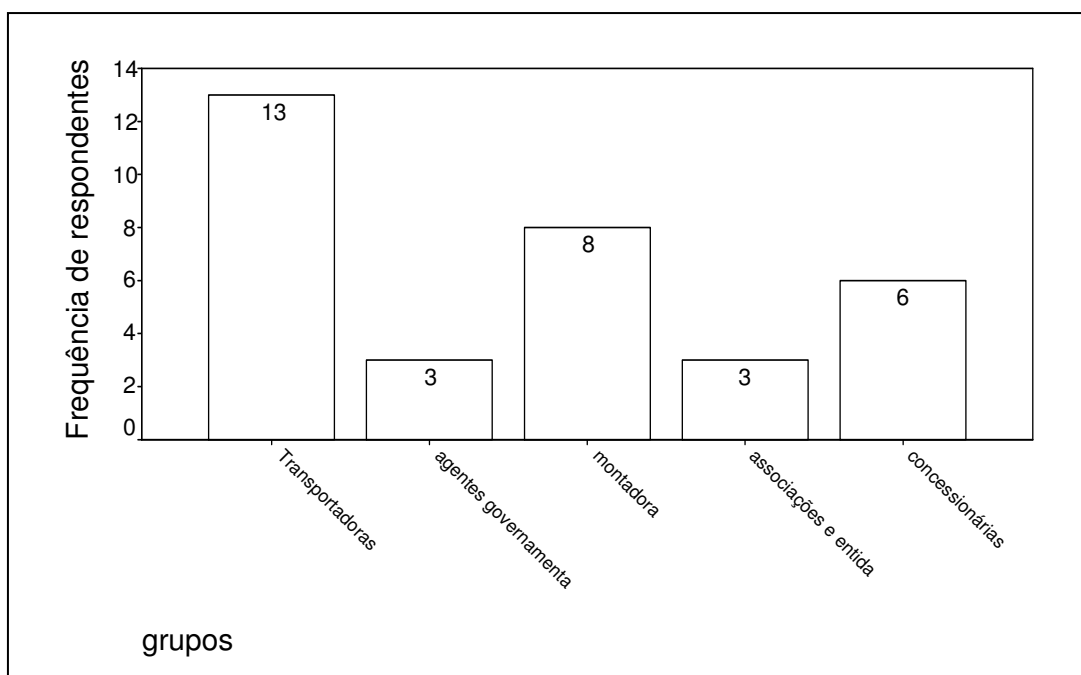


Figura 5.8: Frequência dos respondentes quanto ao segmento da cadeia do TRC

Além disso, a Figura 5.9 abaixo mostra, respectivamente, os cargos ocupados pelos respondentes, o que confirma sua condição de especialistas qualificados para participar desta consulta *delphi*.

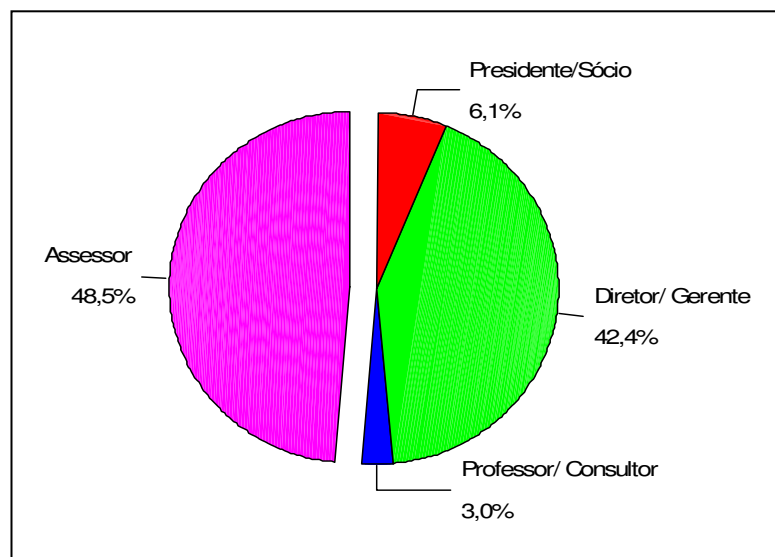


Figura 5.9: Porcentagem dos respondentes quanto ao cargo ocupado

Os resultados da consulta da técnica *delphi* a um conjunto representativo de especialistas do setor forneceram a base para a análise de robustez considerando três situações hipotéticas, onde os resultados são apresentados, e os eventos priorizados de acordo com os valores obtidos na avaliação dos especialistas.

#### **a. Primeira análise - Hierarquia dos Eventos em Função da sua Possibilidade de Ocorrência e Pertinência**

Quanto aos resultados do comportamento futuro dos eventos tecnológicos (Tabela 5.1), apenas nove eventos obtiveram consenso entre os especialistas na primeira consulta *delphi*: dimensão conforto (E2), tecnologia veicular de materiais (E7), uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética (E13 e E17), meio – ambiente (E19), segurança (E22 e E23) e esquemas operacionais (E27 e E28).

Tabela 5.1: Resultados dos eventos tecnológicos associados às dimensões de estudo

Dimensões	Código	Possibilidade de ocorrência Em 2021 (1ª rodada)				Possibilidade de ocorrência Em 2021 (2ª rodada)			
		Quartis dos respondentes				Quartis dos respondentes			
		1º Q	Med	3º Q	CV	1º Q	Med	3º Q	CV
Conforto	E1	57.7	90	100	31.3	70	87.5	90	6.9
	E2	87.7	100	100	20.9	87.7	100	100	20.9
	E3	20	36.5	77.5	72.0	47.5	55	62.5	5.8
	E4	62.5	88.5	99.7	30.3	70	88.5	94.2	6.7
	E5	66	90	100	30.1	75	90	100	7.0
Tecnologia Veicular de Materiais	E6	55	100	80	38.5	80	90	100	6.7
	E7	90	100	100	18.7	90	100	100	18.7
Uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética	E8	50	90	100	33.2	75	90	100	7.5
	E9	35	70	100	53.0	70	82.5	92.2	6.9
	E10	30	60	100	56.9	60.2	75	83.7	6.5
	E11	35	50	75	49.6	55.7	65	77.5	6.6
	E12	50	70	95	39.7	60	75	85	6.2
	E13	80	95	100	18.5	80	95	100	7.3
	E14	55	80	99	37.2	70	80	90	7.0
	E15	50	80	100	35.7	65	80	90	6.6
	E16	70	90	100	21.7	80	90	100	7.2
	E17	80	95	100	20.1	80	95	100	7.3
Meio – ambiente	E18	22.5	94.5	100	58.5	79	85	92.5	6.5
	E19	99.2	100	100	15.2	99.2	100	100	15.2
Segurança	E20	56	70	100	35.1	65	80	90	7.0
	E21	72.5	97.5	100	20.2	80	95	100	7.6
	E22	86.2	100	100	17.3	86.2	100	100	17.3
	E23	81.2	100	100	17.0	81.2	100	100	17.0
	E24	75	100	100	21.3	80	100	100	7.6
	E25	50	75	97.5	37.4	67.5	75	90	6.6
Esquemas Operacionais	E26	52.5	87.5	100	33.9	75	90	99.7	6.7
	E27	80	90	100	19.8	80	90	100	19.8
	E28	82	92.5	100	26.0	82	92.5	100	26.0

Obs.: 1º Q = Primeiro quartil; 3º Q = Terceiro quartil; Méd = mediana; CV = coeficiente de variação

É oportuno destacar que na primeira rodada solicitou - se aos participantes a sugestão de novos eventos. Entretanto, quase todos os especialistas preferiram se restringir aos eventos encaminhados, talvez por falta de tempo para maiores reflexões.

No que concerne aos resultados dos eventos relativos a diretrizes políticas, não houve um consenso entre os especialistas em relação ao futuro na primeira consulta *delphi*. Em contrapartida, na segunda consulta os resultados convergiram, conforme observado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Resultados das diretrizes políticas associadas as dimensões de estudo

Dimensões	Código	Possibilidade de ocorrência Em 2021 (1ª rodada)				Possibilidade de ocorrência Em 2021 (2ª rodada)			
		Quartis dos respondentes				Quartis dos respondentes			
		1º Q	Med	3º Q	CV	1º Q	Med	3º Q	CV
Política de Transporte	E29	50	70	80	34.7	66.2	70	80	24
	E30	52.7	86	90.7	29.9	75	86	90	16.4
	E31	60	85	100	31.3	70	85	90	17.3
Tecnologia rodoviária	E32	70	80	100	29.4	76.2	85	99.2	17.5
	E33	63.2	83	100	25.9	70	83	93.7	22.4
	E34	20	41	61	59.9	43.7	60	66.2	24.5
Economia e Finanças	E35	31.2	60	91.5	51.9	55	65	80	23.9
	E36	75	90	100	22.1	80	90	100	17.6
	E37	58.2	80	88.7	32.4	65.7	80	88.7	19.7
	E38	60	80.5	92.5	38.6	66.2	80	90	29.3
Meio – ambiente	E39	70	81	100	23.9	75	85	99.5	16.1
	E40	70	90	100	18.7	77.5	90	100	17.8
	E41	70	90	100	21.3	75	90	100	19.6

Obs.: 1º Q = Primeiro quartil; 3º Q = Terceiro quartil; Méd = mediana; CV = coeficiente de variação

Uma vez obtidos os resultados da consulta *delphi*, deu-se início a hierarquização dos eventos, tanto tecnológicos quanto das diretrizes políticas. Para isso, estabeleceu como critérios os valores médios de possibilidade de ocorrência e pertinência superiores respectivamente a 70% e 7,0, segundo a noção de significância do coordenador da pesquisa. Como fruto desse ensaio, gerou-se a lista de dez eventos tecnológicos mais relevantes, conforme apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Parâmetros principais dos resultados finais dos eventos tecnológicos da consulta *delphi* para 2021

Classificação	Código	Possibilidade de Ocorrência (mediana) %	Pertinência	Dimensões
1	E19	100	8.33	Meio - ambiente
2	E22	100	8.03	Segurança
3	E7	100	8.00	Tecnologia veicular e de Materiais
4	E2	100	7.69	Conforto
5	E21	95	7.69	Segurança
6	E24	100	7.66	Segurança
7	E23	100	7.57	Segurança
8	E8	90	7.54	Uso de novos Combustíveis e eficiência energética
9	E28	92.5	7.51	Esquemas Operacionais
10	E13	95	7.36	Uso de Novos Combustíveis e

A partir da Tabela 5.3 registra-se a diversidade das dimensões consideradas mais robustas. O evento que diz respeito à predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E19) foi o que obteve maior possibilidade de ocorrência e pertinência para o cenário em questão. Fato este devido aos padrões progressivamente mais rígidos para emissões de poluentes atmosféricos.

Também merece destacar que, dos cinco eventos considerados na dimensão de segurança (Tabela 5.1), quatro estiveram entre os dez primeiros considerados como possibilidade de ocorrência para 2021. Fato este demonstra uma linha tendencial adotada pelos especialistas em refletir certo estado de preocupação com a segurança veicular também para o futuro.

Paralelamente constataram-se outros que também obtiveram elevado grau de possibilidade de ocorrência, como o amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes (E7), controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica (E2) e predominância do biodiesel como combustível veicular (E8). A escolha destes eventos ratifica a importância da difusão de novas tecnologias veiculares em proporcionar um menor custo operacional e de investimento e mais conforto aos usuários, garantindo, assim, um transporte mais eficiente.

Na seqüência foi realizada a identificação das tendências básicas através de análise do macroambiente, especialmente em relação a indicadores sócio-econômicos que impactam direta ou indiretamente o transporte rodoviário de carga.

Analogamente ao critério estabelecido para a seleção dos eventos tecnológicos foram hierarquizados os eventos de diretrizes políticas. A lista contendo tais eventos selecionados está apresentada na Tabela 5.4.



Tabela 5.4: Parâmetros principais dos resultados finais dos eventos de diretrizes políticas da consulta *delphi* para 2021

Classificação	Código	Possibilidade de Ocorrência (mediana) %	Pertinência	Dimensões
1	E40	85	8.1	Meio - ambiente
2	E41	90	7.9	Meio - ambiente
3	E42	90	7.8	Meio - ambiente
4	E37	90	7.8	Economia e finanças
5	E38	80	7.6	Economia e finanças
6	E33	83	7.5	Tecnologia rodoviária
7	E39	80	7.5	Meio - ambiente
8	E32	85	7.5	Tecnologia rodoviária
9	E30	86	7.4	Política de transporte
10	E31	85	7.2	Política de transporte

Da Tabela 5.4, verifica-se elevados valores de possibilidade de ocorrência ( $> 70\%$ ) e de pertinência ( $> 7$ ), mas também a diversidade quanto aos eventos considerados. Ressalta-se que, diferente do que foi observado nos eventos tecnológicos, o destaque recai para a dimensão ambiental.

Interessante observar quanto a dimensão economia e finanças (Tabela 5.4) a identificação dos seguintes eventos: a estabilidade econômica e o desenvolvimento da agricultura no País (E37) e a implantação de programas de renovação da frota com o apoio do governo (E38) também foram apontadas pelos respondentes. Entende-se que o crescimento da produção sendo forte influenciará no aumento das vendas e do uso de veículos pesados, fato este comprovado pela nota quanto a possibilidade de ocorrência (90%) da supremacia dos veículos pesados (30 a 45 toneladas) no TRC (E26). Os caminhões pesados são fundamentais no mercado interno (transporte de longa distância e agronegócio), mas também fazem parte das exportações.

Além disso, a estabilidade econômica minimizará os custos inflacionários e favorecerá a multimodalidade (E30) e a terceirização das atividades logísticas exigirá que o transportador assuma grande parte das etapas da movimentação, passando a prestar serviços adicionais (E31).

A infra-estrutura das estradas (E32) foi mencionada e recebeu nota 7.5 de relevância. Ou seja, os entrevistados acreditam que esse item tem bom grau de pertinência.

É oportuno mencionar a não inclusão do crescimento do roubo de cargas (E34) entre os dez selecionados na Tabela 5.4. Apesar disso, este obteve 60% de possibilidade de ocorrer. Pode ser assim considerado pelos entrevistados como ameaça futura do mercado. Seria necessária para coibir o roubo, uma maior ação de fiscalização e policiamento nas estradas através de um maior contingente da polícia rodoviária, melhor equipada, com dispositivos de controle e vigilância.

Para uma análise consistente de cenários, é necessária uma observação temporal da possibilidade de ocorrência dos eventos, assunto este salientado no próximo item.

#### **b. Segunda análise – Verificação temporal da possibilidade de ocorrência dos eventos**

Trata-se de verificar como as possibilidades de ocorrência dos eventos se comportam ao longo dos três marcos temporais (2011, 2016 e 2021). Como critério, optou-se por selecionar a dimensão mais citada, fruto da lista dos dez eventos tecnológicos mais relevantes, conforme demonstrado na Tabela 5.3.

Sendo assim, o objetivo foi analisar a segurança veicular presente e estabelecer suas tendências futuras no que concerne ao transporte rodoviário de cargas, utilizando-se para isso o gráfico *boxplot*.

Os dados ilustrados na Figura 5.10 refletem a evolução das respostas para a dimensão que se relaciona com o sistema de segurança veicular. Pode-se dizer que em geral existe uma correlação positiva dos valores das medianas dos eventos com os avanços dos marcos temporais, ou seja, a possibilidade de ocorrência dos eventos aumenta com a evolução dos anos horizontes. A amplitude entre quartis mostra claramente uma tendência de pensamento dos respondentes em direção a homogeneidade nos três marcos temporais considerados no que diz respeito a possibilidade de ocorrência da implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros (E22), maior utilização de funções inteligentes (E23) e de novos sistemas de segurança ativa, como o alerta para sonolência ao volante, apoio para mudança de faixa, dentre outros (E24).

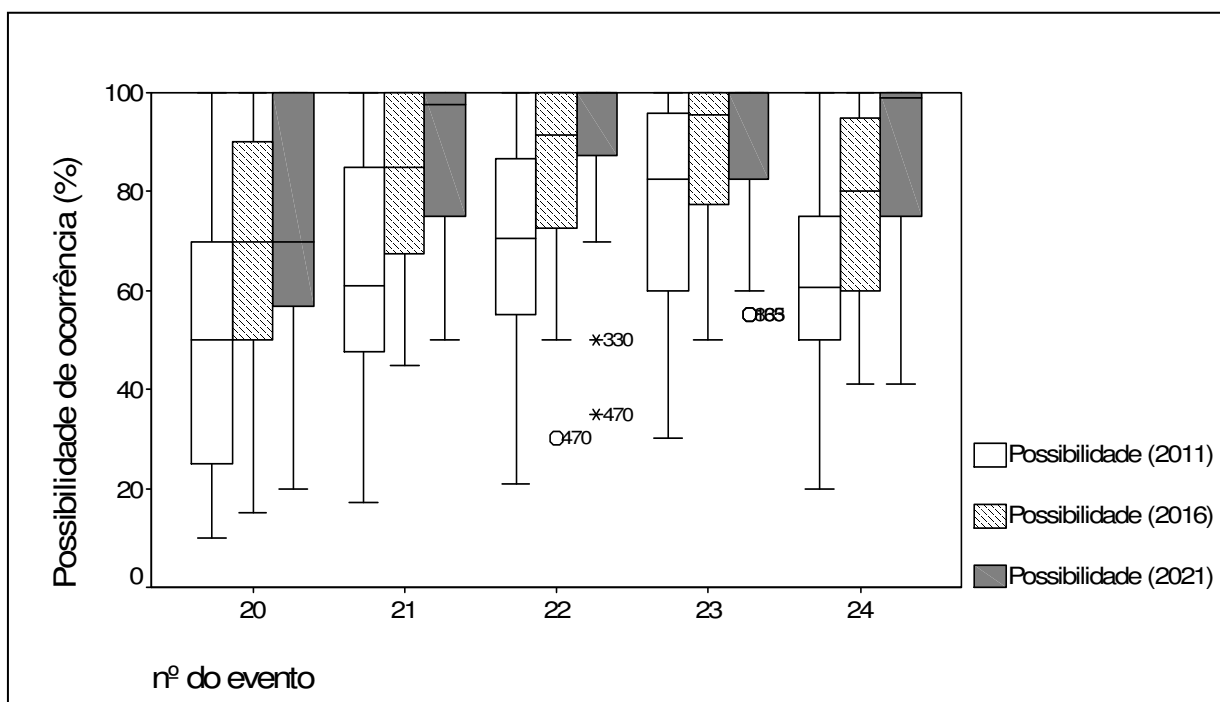


Figura 5.10: Eventos de dimensão de segurança veicular para três marcos temporais (2011, 2016, 2021)

Pode-se notar, ainda através da análise gráfica da Figura 6.4 que na categoria com alta evolução de possibilidade de ocorrência (intervalo mediano  $\geq 30\%$ ) dois eventos se destacaram. O primeiro refere-se aos novos sistemas de segurança ativa, como o alerta para sonolência ao volante, apoio para mudança de faixa, dentre outros (E24), passando de 60.5% para 100%, em 2021. O segundo evento é o amplo uso da telemática para garantir a segurança patrimonial ou entretenimento da tripulação, o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte (E21), o qual apresenta uma evolução de 61%, em 2011 para 97.5%, em 2021.

Enquanto que três eventos caracterizam - se por ter média evolução de possibilidade de ocorrência (intervalo mediano entre 10 e 30%). São eles, a maioria dos veículos terá sensores para reduzir colisões frontais, laterais e em conversões (E20), passando de 50%, em 2011 para 70% em 2021; à implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros (E22) passando de 71% em 2011 para 100%; maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com

temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros (E23) passando de 80% em 2011 para 100%.

Quanto a presença de *outliers* (discordâncias), conforme observado na Figura 6.4, estes dados foram pesquisados e posteriormente eliminados, pois tais discordâncias não foram consideradas uma informação confiável, devido ao valor da auto-avaliação atribuída pelo especialista que foi de ter apenas um conhecimento superficial do assunto.

Para um planejamento mais eficaz no que diz respeito a difusão de novas tecnologias, verificou-se ser importante identificar também a hierarquização considerando o grau de especialidade dos respondentes, utilizando para isso a escala categórica definida no quadro 5.4 da página 97.

### c. Terceira análise - A influência dos especialistas na avaliação dos eventos tecnológicos

Como resultado desse processo apresenta-se na Figura 5.11 todos os eventos considerados (eixo da abscissa) na consulta *delphi* e seus respectivos valores de ocorrência em porcentagem para o ano horizonte de 2021, considerando o grau de especialidade dos respondentes.

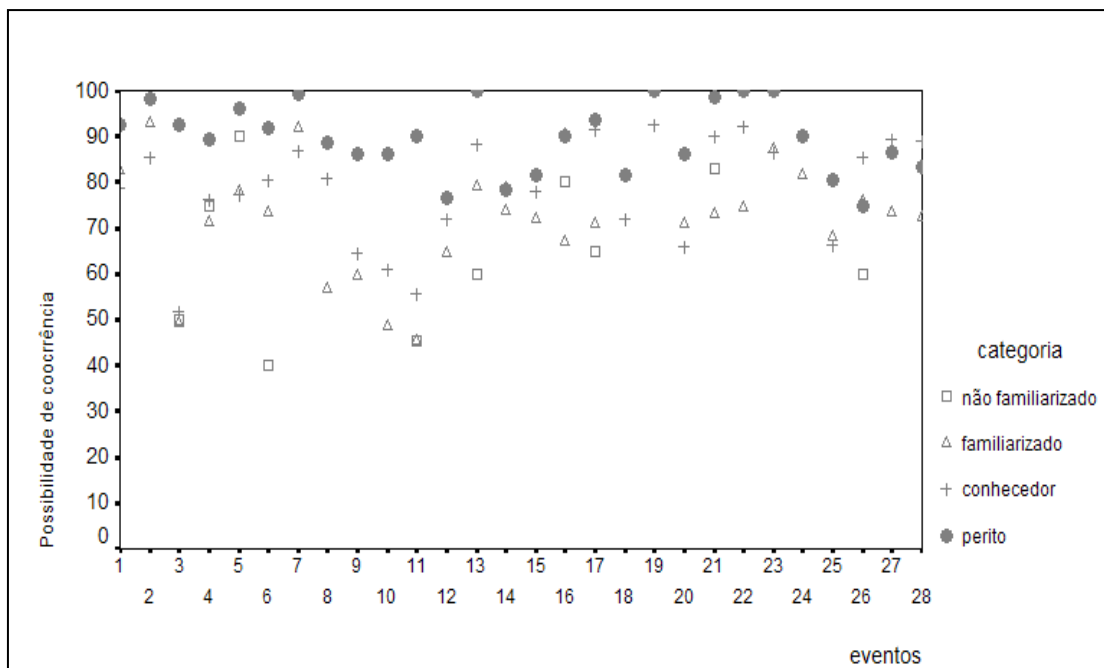


Figura 5.11: Possibilidade de ocorrência dos eventos para 2021 de acordo com grau de especialidade declarada para cada evento considerado.

Avaliando a Figura 5.11, de uma maneira geral, os respondentes que se identificaram como peritos tendem valorizar mais a ocorrência dos eventos. Para alguns eventos tecnológicos, no entanto, essa influência se apresenta de maneira menos significativa, como é o caso das tecnologias avançadas quanto à caixa de câmbio automática (E26) e do aprimoramento de motores mecânicos em conformidade com as leis ambientais (E27).

Investigou-se também aqueles eventos tecnológicos que não alteram muito seu posicionamento na ordem de prioridades ao variar o critério grau de especialização dos respondentes. Esta avaliação teve o objetivo de verificar a unicidade de pensamento entre os respondentes. Para isso, comparou-se o posicionamento dos dez primeiros eventos hierarquizados, de acordo com o critério assim analisado. Os resultados obtidos estão apresentados nos Quadros 5.8, 5.9 e 6.0.

Quadro 5.8: Hierarquização dos eventos tecnológicos segundo a visão dos peritos

<b>Classificação</b>	<b>Código</b>	<b>Eventos</b>
1	E13	Motores com maior torque
2	E19	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.
3	E22	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
4	E23	Maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros.
5	E7	Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes.
6	E21	Amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte
7	E2	Controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica.
8	E5	Tecnologias avançadas quanto a caixa de câmbio automática.
9	E17	Melhorias no trem de força (transmissão, diferencial e elementos do eixo traseiro).
10	E1	Cabine cada vez mais espaçosa e de fácil acesso.

Quadro 5.9: Hierarquização dos eventos tecnológicos segundo a visão dos conhecedores

<b>Classificação</b>	<b>Código</b>	<b>Eventos</b>
1	E19	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.
2	E22	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
3	E17	Melhorias no trem de força (transmissão, diferencial e elementos do eixo traseiro).
4	E16	Melhorias nos sistemas de admissão de ar e exaustão do motor
5	E24	Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros.
6	E21	Ampla uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte
7	E27	Maior utilização de combinações de veículos de carga (bitren, rodotren, etc)
8	E28	Tendências de veículos leves (4 a 10 toneladas ) para o transporte de cargas urbanas.
9	E13	Motores com maior torque
10	E7	Ampla uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes.

Quadro 5.10: Hierarquização dos eventos tecnológicos segundo a visão dos familiarizados

<b>Classificação</b>	<b>Código</b>	<b>Eventos</b>
1	E19	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.
2	E22	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.
3	E2	Controle da temperatura e isolamento de ruídos no interior das cabines e, bancos em conformidade com as exigentes orientações da comunidade médica.
4	E7	Ampla uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes
5	E23	Maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros.
6	E1	Cabine cada vez mais espaçosa e de fácil acesso.
7	E24	Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros.
8	E13	Motores com maior torque
9	E5	Tecnologias avançadas quanto a caixa de câmbio

		automática.
10	E26	Supremacia dos veículos pesados (30 a 45 toneladas) no Transporte Rodoviário de Cargas.

Quanto à hierarquização dos eventos, alguns mostram grande variabilidade em seu posicionamento quando se varia o grau de conhecimento dos especialistas, como é o caso de motores com maior torque (E13) e de amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes (E7). Isso não significa que essas tecnologias apresentam baixa priorização, apenas que são mais suscetíveis a variações na valoração de seus atributos, segundo cada uma das visões apresentadas. Em contrapartida, a predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E19) e o de implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros (E22) possuem a características de serem bem avaliadas e de permanecerem em posições de alta prioridade mesmo com fortes variações nas diferentes visões de futuro. Enfim, esses resultados podem auxiliar na decisão de se pesar as avaliações de cada respondente de acordo com seu grau de conhecimento do evento tecnológico.

### 5.3.3.2 – Segunda estratégia para a construção dos cenários

Para estabelecer a correlação entre os eventos, tanto tecnológicos quanto diretrizes políticas selecionados foi empregado a técnica dos Impactos Cruzados, com consulta aos especialistas que participaram das duas consultas *delphi*. Para isso, foi utilizado o *software* PUMA (*Pointwise Unconstrained Minimization*).

Os resultados obtidos nas consultas *delphi* anterior foram suficientes para identificar os dez eventos definitivos tanto tecnológicos quanto de diretrizes políticas selecionados conforme a Tabela 5.5.

Tabela 5.5: Dez eventos definitivos selecionados

Itens	Código	Possibilidade de ocorrência Em 2021 (1ª etapa)			
		Possibilidade de Média	Pertinência média	Auto Avaliação	Desvio Padrão
Meio - ambiente	E19	95	8,41	8	14,34
Meio - ambiente	E39	83	8,15	7	16,66
conforto	E22	93	8,03	7	13,59
Novos comb. alt. e efic. energética	E7	91	8,00	7	17,22
Meio - ambiente	E40	87	7,97	7	15,06
Meio - ambiente	E41	86	7,88	7	16,14
Esquemas operacionais	E21	90	7,69	7	14,56
Tecnologia rodoviária	E33	79	7,69	7	19,75
Economia e finanças	E36	87	7,68	7	14,91
Conforto	E24	88	7,67	7	17,34

Obs.: Desvio-padrão calculado em relação a possibilidade média de ocorrência.

Tendo-se os dez eventos definitivos selecionados (Tabela 5.5), enviou - se aos mesmos especialistas o segundo questionário onde esses avaliaram o impacto que a ocorrência de um evento causaria sobre a possibilidade de ocorrência dos outros eventos. As instruções que os peritos receberam para seu preenchimento estão apresentadas no Apêndice II.

Neste ponto é importante ressaltar que o número de especialistas que participou desta fase da pesquisa ficou limitado a 20 (vinte). É certo que isto é um fator limitador para os resultados obtidos, embora não comprometam totalmente os resultados, indicando a direção em que o conjunto de avaliadores aponta para os desdobramentos possíveis da ocorrência dos eventos em análise.



A partir dos resultados computados do segundo questionário no software PUMA 4.0 foi possível gerar a matriz de impactos medianos, conforme visualizada na Figura 5.12.

Eventos	%	7	19	21	22	24	33	36	39	40	41	Dependência
7- Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente	91		0	1	2	0	0	0	1	0	1	5
19- Predominância de motores eletrônicos com menor	95	0		1	0	0	0	0	3	3	3	10
21- Amplo uso da telemática para garantir não soment	90	0	0		2	3	0	0	0	0	0	5
22- Implementação mais intensa de sistemas avançad	93	2	0	2		2	0	0	0	0	0	6
24- Novos sistemas de segurança ativa, como o drows	88	1	1	2	1		0	0	0	0	0	5
33- Grandes inovações em tecnologias de pesagem	79	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
36- Maior facilidade e utilização dos programas que ofe	87	0	0	3	1	1	0		4	1	0	10
39- redução em 50% da emissão de co2	83	0	1	0	0	0	0	0		2	2	5
40- Implementação de restrições legais mais severas e	87	0	2	0	0	0	0	0	4		3	9
41- Maior difusão e informações sobre as consequenci	86	0	1	0	0	0	0	0	3	3		7
Motricidade		3	5	9	6	6	0	0	15	9	9	

Figura 5.12: Matriz de impactos medianos

Fonte: Sistema PUMA

A interpretação destes resultados aponta que a maioria das combinações foram consideradas independentes, com valor 0 (zero) na matriz e duas foram consideradas próximas à certeza de ocorrência com valor 4 (quatro) na matriz (Linha 7/ Coluna 8 e Linha 9/ Coluna 8) e nenhum valor 5 (cinco), de certeza de ocorrência, foi observado.

Esta análise apontou como de maior motricidade o evento 39, que retrata da redução em 50% da emissão de CO<sub>2</sub> pelo transporte rodoviário de cargas, em especial, dos caminhões com peso 15, seguido dos evento 21 (amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte), evento 40 (implementação de restrições legais mais severas quanto a geração de emissões atmosféricas locais) e evento 41(maior difusão e informações sobre as conseqüências dos impactos ambientais provocados pelos caminhões), com peso 9.

Pelo aspecto da dependência o evento 19 (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes) e o evento 36 (maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos)

foram apontados com peso 10, como sendo os mais dependentes, seguido dos eventos 40 e 41. Também pode-se elaborar o gráfico de motricidade *versus* dependência, representada pela Figura 5.13.

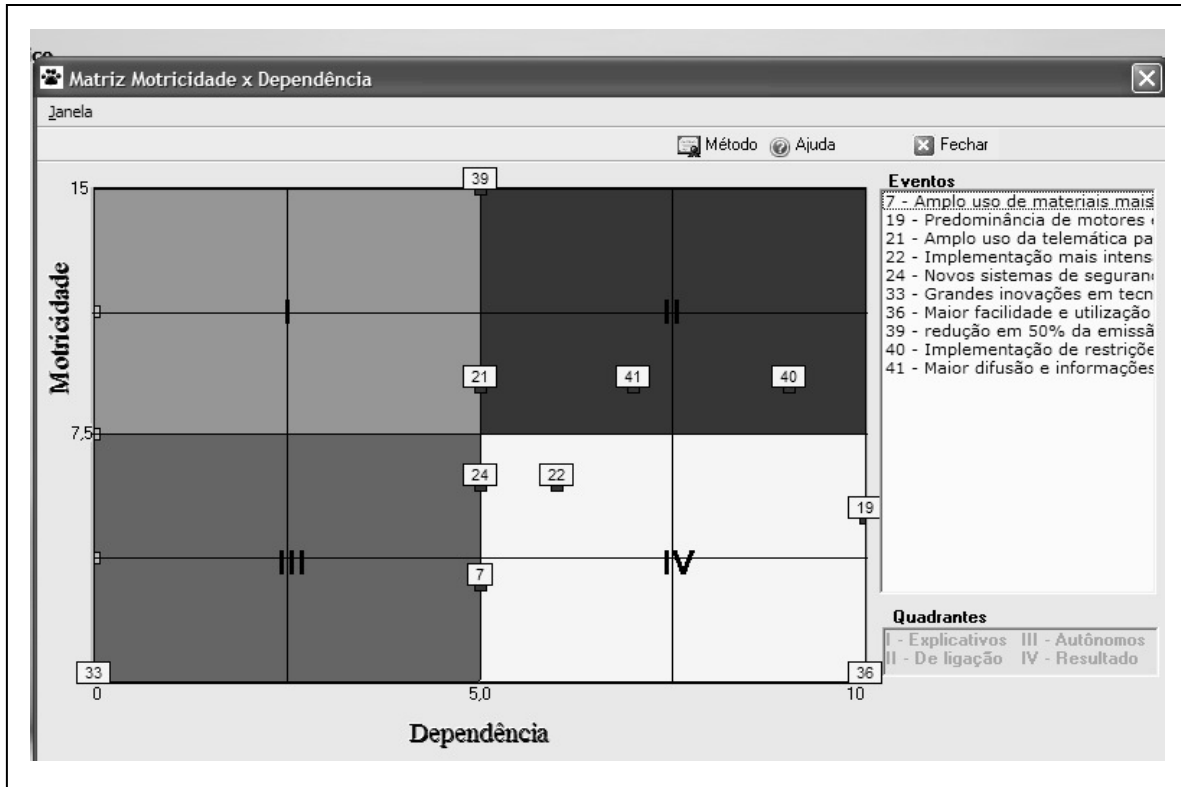


Figura 5.13: Gráfico motricidade x dependência

Fonte: Fonte: Sistema PUMA

Na Figura 5.13 observa-se no quadrante I (eventos explicativos – muito influentes e pouco dependentes) a princípio nenhum evento. Entretanto, no limite entre os quadrantes I e II estão os eventos 21 (amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte) e 39 (redução em 50% da emissão de CO<sub>2</sub> pelo transporte rodoviário de cargas, em especial, dos caminhões). Isto significa que tais eventos podem condicionar o restante do sistema (se consideramos inseridos no quadrante I) ou representam as incertezas críticas que irão determinar o futuro do setor em estudo se considerarmos inseridos no quadrante II).

No quadrante II (eventos de ligação – muito influentes e muito dependentes) estão os eventos 40 (implementação de restrições legais mais severas quanto a geração de emissões atmosféricas locais) e 41 (maior difusão e informações sobre as conseqüências dos impactos ambientais provocados pelos caminhões).

Sobre esses eventos deve recair maior atenção, visto que, conforme já salientado, representam as incertezas críticas que irão determinar o futuro do setor em estudo. Qualquer ação sobre esses eventos repercutirá sobre os demais e o efeito retornará sobre si mesmo, ampliando ou atenuando a ação inicial.

No quadrante III (eventos autônomos – pouco influentes e pouco dependentes) a princípio aparece o evento 33 (grandes inovações em tecnologias de pesagem como balanças móveis e fixas e inteligência aplicada ao controle de carga). Já os eventos 7 (amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes) e 24 (novos sistemas de segurança ativa, como o *drowsiness alert* - alerta para sonolência ao volante) aparecem no limite entre os quadrantes III e IV. Os eventos autônomos são geralmente tendências de peso ou fatores relativamente desligados do sistema e que não constituem condicionantes do futuro, podendo ser excluídos da análise.

No quadrante IV (eventos de resultado – pouco influentes e muito dependentes) aparecem nitidamente os eventos 19 (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes), 22 (implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros) e o de 36 (maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos). O comportamento dos eventos classificados neste quadrante é analisado pelos eventos explicativos ou de ligação.

A partir dos resultados descritos anteriormente, foi possível gerar os cenários. O processamento inicial apresentou inicialmente 1024 cenários, que foram refinados após a análise de dependência versus motricidade com a retirada do evento 33 (grandes inovações em tecnologias de pesagem (balanças móveis e fixas e inteligência aplicada ao controle de carga), pois tal evento foi considerado autônomo, passível de exclusão. Entretanto, é bom ressaltar que a inoperância dos sistemas de controle de pesagem das

cargas transportadas, é um dos principais fatores de deterioração dos pavimentos das rodovias.

Diante disso, o processamento final, com os nove eventos determinantes, ou seja, os constantes dos quadrantes I, II e IV, gerou 64 cenários, totalizando 512 combinações. Além disso, justifica-se a seleção de apenas dez cenários para análise, visto que representam 89,3% da possibilidade total de ocorrência dos cenários, conforme visualizado na Figura 5.14. Os demais, 1014 cenários, representam 10,7% de possibilidade de ocorrência.

Cenários	Prob.(%)	7-Amplo	19-Predor	21-Amplo	22-Imple	24-Novos	36-Maior f	39-reduçã	40-Imple	41-Maior d
Cenário 1	58,6173333	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre
Cenário 2	6,3540000	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Não	Ocorre	Ocorre
Cenário 3	4,5820000	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Não	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre
Cenário 4	4,1620000	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Não
Cenário 5	3,4520000	Ocorre	Ocorre	Não	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre
Cenário 6	3,1780000	Não	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre
Cenário 7	3,0400000	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Não	Ocorre
Cenário 8	3,0213333	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Não	Ocorre	Ocorre	Ocorre
Cenário 9	2,0020000	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Não	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre
Cenário 10	0,9286667	Ocorre	Não	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre	Ocorre

Figura 5.14: Geração dos cenários prospectivos  
Fonte: Sistema PUMA

A análise de sensibilidade dos cenários gerados considerou que o cenário mais provável (visão dos peritos) é aquele que aparece no topo da relação de cenários possíveis. Assim, o cenário 1 apresentou aproximadamente 58,61% de possibilidade de ocorrer, conforme a Figura 5.14.

O cenário de tendência (projetivo) na pesquisa foi definido como sendo o cenário dez (ver figura 5.14), visto que a não - ocorrência do evento dezenove (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes) foi considerada como uma possível ruptura no sistema. A identificação desse cenário teve o auxílio do mapeamento realizado sobre as tecnologias em caminhões realizado no capítulo 4 e de conversas com alguns especialistas da área.

Já o cenário ideal (tudo de positivo para nosso setor) se encontra na posição quarenta e sete (ver Apêndice III), dentre as 512 possíveis com possibilidade 0,05% de ocorrer porque nele se identifica a não ocorrência dos eventos dezenove (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes) e trinta e seis (maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos – evento desfavorável). Eventos estes também identificados de acordo com o mesmo critério dos eventos de tendência salientados anteriormente. O Quadro 5.11 apresenta uma síntese da composição destes três cenários (mais provável, tendência e o ideal) e a interpretação destes cenários será realizada no próximo item.

Quadro 5.11: Síntese dos cenários gerados (mais provável, tendência e o ideal)

Código	Eventos	Cenários		
		Mais Provável	Tendência	Ideal
7	Amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes.	ocorre	ocorre	ocorre
19	Predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes.	ocorre	Não ocorre	Não ocorre
21	Amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte.	ocorre	ocorre	ocorre
22	Implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros.	ocorre	ocorre	ocorre
24	Novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros.	ocorre	ocorre	ocorre
36	Maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos.	ocorre	ocorre	Não ocorre
39	Redução em 50% da emissão de CO <sub>2</sub> pelo transporte rodoviário de cargas, em especial, dos caminhões.	ocorre	ocorre	ocorre
40	Implementação de restrições legais mais severas quanto a geração de emissões atmosféricas locais.	ocorre	ocorre	ocorre
41	Maior difusão e informações sobre as conseqüências dos impactos ambientais provocados pelos caminhões.	ocorre	ocorre	ocorre
<b>Possibilidade (%)</b>		<b>58,61</b>	<b>0,92</b>	<b>0,05</b>

A partir da Tabela 5.11, pode-se notar que as únicas diferenças entre o cenário mais provável em relação aos outros dois quanto aos eventos selecionados são: a não ocorrência do evento 19 (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes) tanto no cenário de tendência quanto o ideal e a não ocorrência do evento 36 (maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos) no cenário ideal. Com base neste argumento a seguir serão interpretados os cenários considerando a descrição dos seus respectivos eventos futuros.

### **5.3.4 Interpretação dos cenários**

#### **5.3.4.1 O cenário mais provável**

As mudanças climáticas e o aquecimento global, fenômenos que já são presentes, farão com que a legislação ambiental seja cada vez mais rigorosa, impulsionando a difusão e informações sobre as consequências dos impactos ambientais provocados, no caso específico pelos caminhões, impulsionando o uso de caminhões menos poluentes e barulhentos, mais leves e econômicos.

Quanto ao consumo, alternativas como, por exemplos, o aumento de eficiência energética dos veículos para diminuir o nível das emissões; associar à tecnologia da queima limpa uma sofisticação do controle eletrônico das operações do motor; exigir um diesel cada vez mais limpo e o uso de combustíveis alternativos, tais como o biodiesel são claras.

Outro ponto interessante a destacar é que haverá a adoção de uma política mais rígida na fiscalização do peso das cargas transportadas e a pressão ecológica impulsionará o uso de metais mais leves pelos fabricantes de implementos e veículos.

Para se ter uma idéia que a diminuição do consumo alavanca o aumento no uso de metais mais leves, no ano de 2005 dois milhões de toneladas de componentes em alumínio foram usados pelas montadoras européias. Por conta disso, segundo o levantamento realizado pela empresa Knibb Gormezano & Partners (KGP), a expectativa na economia de combustíveis chegou a um bilhão de litros por ano e, conseqüentemente, uma diminuição de quarenta milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. O levantamento foi baseado na análise de componentes do chassi, carroceria, trem de força

e suspensão e levou em conta uma economia de 0, 35 litros a cada 100 quilômetros rodados com a redução de 100 quilos de peso por veículo.

Além do aspecto ambiental, prevê-se o surgimento de outras inovações técnicas para melhoria da eficiência na qualidade e do conforto desse tipo de transporte. Avanços significativos em áreas como telemática, segurança veicular, automação e controle e gerenciamento da energia utilizada pelo veículo.

A função básica da telemática não se restringirá mais a garantir a segurança patrimonial, mas a de gerenciar os padrões de desempenho dos veículos e das operações de transporte. Com toda a certeza, surgirão novas geometrias e novas maneiras de distribuir o peso por eixos, isso para reduzir a distância entre a cabina e o semi – reboque , aumentando assim o volume de carga e diminuindo a resistência do ar. Ou seja, se o caminhoneiro souber operar o sistema, melhor será o desempenho do veículo.

Os custos humanos e materiais com acidentes de trânsito serão cada vez motivos de preocupação dos usuários, da sociedade, mas também das autoridades, resultando a adoção cada vez mais de tecnologias e o aprimoramento da legislação voltada à prevenção de acidentes. Algumas dessas inovações tecnológicas para o conforto do motorista, inclusive como item de segurança, por exemplo, é a utilização de bancos e camas cada vez mais adequados para a coluna do condutor. Quanto as condições de visibilidade do veículo destacam – se, por exemplo, câmeras de visão noturna, sistemas ativos de controle dos freios em casos de aproximação com outros veículos e sistemas inteligentes de direção que mantêm o veículo na trajetória da estrada.

É oportuno salientar que, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), as perdas econômicas e humanas em desastres envolvendo caminhões superam expressivamente o ônus contabilizado nos sinistros de roubos de cargas (aproximadamente R\$ 1,1 bilhão por ano). Além disso, só no primeiro semestre de 2007, o número de vítimas nas rodovias foi de 3230 pessoas, 10% maior que o verificado em igual período de 2006. Esse número equivale a mais de 16 acidentes como o que ocorrem em Congonhas com o airbus da TAM em Julho de 2007.

A tecnologia embarcada dos caminhões não será o único desafio para os motoristas. Se adicionada ao aumento da insegurança nas estradas e a profissionalização cada vez maior das transportadoras e seus clientes exigirão das empresas da área uma atenção especial.

O esforço das montadoras para alavancar as vendas de novos no mercado interno adicionada ao avanço tecnológico, que reduz o ciclo de vida dos veículos e com a redução de juros e o aumento do crédito fará com que o Brasil adere a tendência que já ocorre em países desenvolvidos onde a renovação da frota se dará com um tempo horizonte bem reduzido. Entretanto se a idéia é reduzir a idade média da frota, tem que ser olhado com mais atenção para essa questão.

#### **5.3.4.2 O cenário de tendência**

A única ruptura, ou seja, o evento desfavorável foi a predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E19).

Nesse particular, a ocorrência deste evento poderá ocasionar os seguintes fatos: O crescimento da demanda por caminhões usados devido ao preço elevado dos veículos com este tipo de tecnologia quando comparado ao da tecnologia tradicional, ao do motor mecânico.

#### **5.3.4.3 O cenário ideal**

Neste cenário as únicas rupturas foram os eventos 19 (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes) e o 36 (maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos).

Quanto ao evento 36, este foi considerado uma ruptura, pois para reduzir a idade média da frota nacional não deve ser apenas estimular vendas, mas também aliar a um mecanismo que retirasse das ruas os veículos velhos e mandar todos para o desmanche.



## **CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES**

### **6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nos primeiros capítulos dessa tese foi salientado que o Brasil apresenta uma matriz de transporte distorcida, sendo que mais da metade do transporte de carga é sustentada pelo modo rodoviário.

Essa situação apresenta um dos entraves ao crescimento econômico no país, acarretando elevação do custo e portanto perda de competitividade. A reversão destas distorções e a supressão destas ineficiências do transporte de carga só virão com o estabelecimento de um mecanismo de aporte contínuo de recursos financeiros bem empregados sustentados pelos diferentes agentes da sociedade organizada, a fim de se desenvolver um planejamento que garanta uma melhor sustentabilidade para o país.

As crescentes exigências de competitividade, frente à consolidação do processo de integração econômica mundial, impõem o rápido e preciso atendimento às demandas de informação tecnológica dos setores produtivos, preparando para a concorrência doméstica e internacional. Neste contexto, quanto ao parque de caminhões, da primeira metade do século passado até os dias atuais a evolução tecnológica desses veículos é visível. As tecnologias de controle e operação dos caminhões evoluíram para um complexo sistema de componentes elétricos e eletrônicos que comanda e integra todo o veículo. As cabines passaram a ser mais resistentes e com células de proteção para os ocupantes que garantem uma viagem tranqüila e evitam danos aos ocupantes (motorista e passageiros) mais sérios em caso de acidentes.

Os faróis sofreram modificações na sua concepção e no material empregado para sua construção, os novos sistemas de espelhos retrovisores e a evolução nas tecnologias de segurança contemplam também alguns itens quanto à mudança de faixa (monitor de espaço), controle de proximidades (protetor de batidas e assistente de freios), estacionamento (câmera de marcha ré) e de pista (monitor de faixa, sistema anti-capotagem e controle de estabilidade).

O motor de hoje é gerenciado por vários sensores, que transmitem temperatura, qualidade da mistura, rotação e adequam aberturas de válvulas à exata demanda de

energia que o veículo precisa. Isto tudo ligado ao câmbio, que percebe e administra eletronicamente o tipo de condução desejada. Outras novidades como painéis eletrônicos, comando de voz e comunicação por meio de fibras óticas são tecnologias que antecipam o futuro.

Apesar dessa presente evolução tecnológica, dados da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), em 16 de janeiro de 2008, mostram no Brasil uma frota envelhecida, com idade média de 15,6 anos. A idade média nos veículos da frota de empresas é de 10,6 anos, enquanto que nas cooperativas é de 12,9 anos e aumenta para 21,4 anos pertencentes aos motoristas autônomos.

De acordo com entrevistas realizadas e literatura consultada, as principais razões que orientam a compra de um caminhão são: o consumo de combustível, a potência do motor e por último vem a tecnologia adotada. A percepção de que a tecnologia diminui o custo operacional dos veículos é limitada no Brasil, em comparação com a percepção de que ela contribui para aumentar o preço de aquisição dos veículos. Entretanto, o setor de transportes utiliza uma série de ferramentas, disponíveis por meio do uso de tecnologia, que precisam ser adequadas e constantemente revistas pelos profissionais da área. Ou seja, estar atualizados com os últimos lançamentos e tendências do mercado, que se modifica a cada momento, são requisitos essenciais para não errar ao realizar um investimento.

Neste contexto, a utilização de métodos de estudo de futuro, ou estudos prospectivos, é a ferramenta que se revela adequada, ao propiciar a identificação de oportunidades, a percepção de riscos e a antecipação de mudanças, fornecendo elementos de suporte para a tomada de decisão. Perseguindo esse objetivo, o pressuposto inicial do trabalho aqui realizado surgiu tomando por base um modo de pensar o futuro baseado na ação e na pré-determinação, formulando cenários futuros para a frota de caminhões no Brasil para o horizonte de 2021, com foco na dimensão tecnológica, bem como a identificação de diretrizes prioritárias que visem à efetividade do transporte rodoviário de cargas.

Sendo assim, a metodologia adotada para prospectar as dimensões e os eventos indutores tecnologias envolveu a aglutinação das técnicas *delphi* e de impactos cruzados, permitindo captar as diferentes percepções que os especialistas possuem no

que se refere a 6 dimensões para avaliação da evolução da tecnologia associada à frota de caminhões (segurança, uso de novos combustíveis alternativos e eficiência energética, tecnologia veicular de materiais, esquemas operacionais, conforto e meio-ambiente) e 4 dimensões relacionadas às diretrizes políticas (de transporte, tecnologia rodoviária, economia e finanças e ambientais). Com a ajuda dos especialistas, os eventos preliminares baseados nas dimensões tecnológicas e nas diretrizes políticas foram submetidos a duas rodadas de avaliação, por meio da técnica *delphi*.

Como resultados, para os eventos tecnológicos considerados prioritários, segundo o critério de maximizar a combinação entre sua possibilidade de ocorrência para 2021 e o seu grau de influência, observou-se que 4 são ligados especificamente à dimensão segurança veicular; 2 referem-se à produção de novos combustíveis e eficiência energética e os outros ao meio ambiente, tecnologia veicular de materiais, conforto e esquemas operacionais.

Tecnologias para o desenvolvimento de motores com maior torque e quanto ao uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes nos veículos embora tenham permanecido entre as prioridades foram as que apresentaram maior variação quando se comparam as situações hipotéticas consideradas.

A exploração energética da biomassa (E6) aparece como destaque na primeira situação (Tabela 3) no futuro, principalmente no que concerne ao desenvolvimento de biodiesel. É importante notar que tecnologias associadas aos sistemas de energia convencionais e usados em larga escala (diesel) não aparecem aqui entre as tecnologias prioritárias porque a análise buscou priorizar os esforços de desenvolvimento tecnológico para o futuro e, certamente, a percepção dos consultados é que produção e desenvolvimento agregariam relativamente poucos a estas tecnologias consideradas já maduras. Outro fato interessante observado é a não priorização da utilização da tecnologia do hidrogênio (H2) como combustível veicular para 2021.

As recentes pesquisas divulgadas quanto aos acidentes no transporte no Brasil podem explicar parcialmente a alta valoração dos eventos relacionados com a dimensão segurança do presente trabalho, pois historicamente essa dimensão não tem recebido relevância, principalmente quando comparado com a dimensão meio-ambiente.

Diante desse contexto, cabe destacar a pesquisa realizada pela empresa de seguros Pamcary, que monitora mais de 350 mil viagens rodoviárias ao mês e do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e também do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), nos quais os levantamentos de acidentes revelam dados alarmantes. Para se ter uma idéia da dimensão dos resultados desses levantamentos, de acordo com a pesquisa do DENATRAN e IPEA, o custo total dos acidentes em rodovias chega a R\$ 24,6 bilhões. Sendo que nas rodovias federais estima-se um gasto de R\$ 8,1 bilhões e nas estaduais esse número chega a R\$ 16,5 bilhões (DENATRAN, 2007). Em relação aos levantamentos realizados pela Pamcary são mais de 90 mil acidentes por ano com veículos de carga no Brasil. O número de mortes e feridos graves chega a 12 mil por ano, sendo que cerca de 1/3 dessas vítimas são motoristas. Cabe ressaltar que nos Estados Unidos, anualmente há 25 mortes por grupo de 100 mil caminhoneiros, enquanto no Brasil, este número é de 281. Essa diferença pode ser explicada, entre outros fatores, pelo excesso de caminhoneiros no país (CENTODUCATO, 2006).

Principalmente para a área da segurança há necessidade constante de prospectar para poder monitorar as possibilidades dos eventos futuro e suas conseqüências. A partir disso o setor poderá antecipar situações desfavoráveis e traçar estratégias preventivas consistentes. Além disso, ressalva-se que um trabalho eficiente para conter os acidentes nas rodovias deve envolver a transportadora, o embarcador e o motorista do veículo. Sendo assim, foi realizada uma observação temporal da possibilidade de ocorrência dos eventos relacionados a segurança veicular para mapeá-los utilizando os respectivos anos horizontes, 2011, 2016 e 2021.

A hierarquia dos eventos produzidos, uma vez sobrepostos e comparados, evidenciaram os de alta evolução de ocorrência (intervalo de possibilidade média  $\geq 30\%$ ) como o de novos sistemas de segurança ativa, por exemplos, o alerta para sonolência ao volante, apoio para mudança de faixa, dentre outros (E24), passando de 60.5% para 100%, em 2021; amplo uso da telemática para garantir a segurança patrimonial ou entretenimento da tripulação, o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte (E21), o qual apresenta uma evolução de 61%, em 2011 para 97.5%, em 2021.

Quanto aos eventos com média evolução de possibilidade de ocorrência (intervalo de possibilidade média entre 10 e 30%) foram identificados: a maioria dos veículos terá sensores para reduzir colisões frontais, laterais e em conversões (E20), passando de 50%, em 2011 para 70% em 2021; implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros (E22) passando de 71% em 2011 para 100% em 2021; maior utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador, o aviso sonoro que evita bascular a cabine com as portas abertas, dentre outros (E23) passando de 80% em 2011 para 100%.

As possibilidades tecnológicas mais promissoras parecem apontar a existência de cenário associado à continuidade do atual padrão tecnológico baseado na crescente utilização de componentes eletrônicos (a chamada eletrônica embarcada, aí incluída a telemática). Ou seja, em prazos mais curtos, entre 5 a 10 anos, pode-se pensar em novos sistemas de segurança, como o esterçamento e frenagem por comando eletromecânico e utilização de funções inteligentes como a iluminação com temporizador.

Para os próximos 10 anos pode-se esperar um grande avanço nos sistemas de telemática e nos motores eletrônicos, os quais ganharão cada vez mais mercados, justificado por questões de segurança e logística (telemática) e ambientais (motores). Também já se pode pensar em novos sistemas de segurança ativa, como o *drowsiness alert* (alerta para sonolência ao volante), que consiste em uma câmera para registrar os movimentos dos olhos do motorista, detectar sinais de fadiga e avisá-lo sobre isto e outros dispositivos como apoio para mudança de faixa e o programa eletrônico de estabilidade. Quanto ao emprego do dispositivo de apoio para mudança de faixa, obviamente, uma rodovia em ótimas condições é requerida, uma vez que a pintura da faixa lateral deverá estar bem visível.

Por outro lado, é preciso que o caminhoneiro saiba operar essas novas tecnologias e usá-las de forma eficaz. De fato, quando o assunto é a causa de acidentes, muito se fala sobre a má conservação das estradas. Mas verifica-se que os buracos não são as causas diretas dos principais acidentes que se destacam pela frequência e pelos prejuízos que acarretam, mas sim o tombamento em pistas com bom estado de conservação, conforme salientado na introdução desse trabalho. Fato este ligado principalmente ao excesso de carga e de velocidade.

Ainda no que concerne a avaliação dos eventos tecnológicos pelos especialistas, verificou-se que era importante também identificar suas hierarquizações considerando o seu grau de especialidade. Diante disso, pôde-se observar que existe uma tendência de melhorar a priorização dos eventos tecnológicos. Entretanto, para alguns eventos, como é o caso das tecnologias avançadas quanto à caixa de câmbio automática (E26) e do aprimoramento de motores mecânicos em conformidade com as leis ambientais (E27) essa influência se apresenta de maneira menos significativa.

Para verificar a unicidade de pensamento entre os respondentes, comparou-se o posicionamento dos dez primeiros eventos hierarquizados, de acordo com o seu grau de especialidade.

Merece registro a existência de dois eventos tecnológicos (predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E28) e implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS (E3)) que foram sempre bem avaliados e que permaneceram em posições de alta prioridade mesmo com fortes diferenças de ênfase em relação às distintas visões de futuro dos respondentes. Em contrapartida, eventos como utilização de motores com maior torque (E11) e o amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes (E17) foram os que tiveram grandes variações.

A identificação de ameaças e oportunidades tecnológicas deve levar em consideração as forças políticas, econômicas, sociais e tecnológicas, pois estas forças têm considerável influência na difusão tecnológica. Na mesma linha de pensamento, a presente tese adotou uma situação de análise para ensaiar o comportamento dos eventos associados às dimensões de diretrizes políticas. Por meio do programa Puma foram selecionados dez eventos dentre os totais (28 eventos tecnológicos e 13 de diretrizes políticas) para gerar os cenários: mais provável (visão dos peritos), tendencial (projetivo) e ideal (tudo de positivo para nosso setor). Pensou-se que as diretrizes políticas, devido a serem eventos do macroambiente, fossem sobressair aos eventos tecnológicos. Mas isto não aconteceu. Os dez eventos selecionados foram igualmente distribuídos em número de cinco. Isto reforça a hipótese de que o caminho natural para estudos prospectivos é a construção de cenários de caráter macroscópicos, buscando estabelecer as possíveis tecnologias que possam vir ser utilizadas associadas às diretrizes políticas do país.

Dessa forma, o estudo desenvolvido apontou para o horizonte temporal de 2021, como cenário mais provável (visão dos peritos) o perfil das seguintes ocorrências futuras: predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E19); redução em 50% da emissão de CO<sub>2</sub> pelo transporte rodoviário de cargas, em especial, dos caminhões (E39); implementação mais intensa de sistemas avançados de freios, a exemplo do sistema ABS, dentre outros (E22); amplo uso de materiais mais leves, mas altamente resistentes (E7); implementação de restrições legais mais severas quanto a geração de emissões atmosféricas locais (E40); maior difusão e informações sobre as consequências dos impactos ambientais provocados pelos caminhões (E41); amplo uso da telemática para garantir não somente a segurança patrimonial ou o entretenimento da tripulação, mas também o gerenciamento dos padrões de desempenho dos veículos e das operações do transporte (E21); maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos (E36); novos sistemas de segurança ativa, como o drowsiness alert (alerta para sonolência ao volante), apoio para mudança de faixa, dentre outros (E24).

A quebra de ruptura que existe entre o cenário mais provável (visão dos peritos) e o ideal (tudo de positivo para nosso setor) são a ocorrência da predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E19) e a maior facilidade e utilização dos programas que oferecem linhas de financiamento para a compra de veículos novos (E36).

Quanto ao cenário de tendência (projetivo) a única ruptura existente quando comparado com o cenário ideal é a do evento que descreve a predominância de motores eletrônicos com menor nível de emissão de poluentes (E19).

No que concerne a possibilidade de ocorrência dos cenários considerados, merece ressaltar que o cenário mais provável (ver quadro 5.11) tem possibilidade de 58,61% de ocorrência. Já o de tendência tem 0,92 % enquanto o ideal tem 0,05%. Com base nestes três cenários pode-se projetar que o cenário traçado pelos especialistas é muito mais evidente em concretizar do que os outros dois cenários para o ano horizonte 2021. Isto reforça que as informações apenas quantitativas não são suficientes para garantir a melhor decisão. Ou seja, as técnicas quantitativas e qualitativas não são excludentes, mas sim complementares.

Como pode ser visto, o procedimento metodológico desenvolvido neste estudo apresentado é capaz de projetar cenários futuros, considerando as situações mais provável, ideal e tendencial a partir de um conjunto de eventos tecnológicos e de diretrizes políticas consistentes com as dimensões internas e externas do ambiente que se está prospectando.

Neste sentido, levando-se em conta as melhorias em relação a outros métodos de prospectiva com propósitos semelhantes, o modelo descrito neste trabalho pode ser considerado adequado para seus propósitos assumidos. Adicionalmente, o modelo apresenta uma configuração centrada numa pesquisa de campo que considera a técnica *delphi* para obtenção dos dados e a técnica de impactos cruzados para obtenção dos cenários prospectivos. Porém, a estrutura de modelo apresentada propicia flexibilidade para que se escolham outras ferramentas igualmente aplicáveis as duas funções apresentadas anteriormente – obtenção de dados e geração de cenários. Esta potencial flexibilidade permite que o modelo possa ser difundido e testado com outras ferramentas em trabalhos futuros.

Além, de proporcionar a obtenção dos resultados esperados, na forma do cenário mais provável, ideal e tendencial, o tratamento parcial dos dados, que também é possível a partir do modelo apresentado, propicia que se tirem diferentes conclusões sobre o comportamento futuro dos eventos tecnológicos e de diretrizes políticas, como por exemplo: quais são os eventos de ocorrência mais provável, qual a análise temporal da possibilidade de ocorrência dos eventos nos marcos temporais definidos e qual a hierarquização dos eventos considerando o grau de especialidade dos respondentes. Por tudo isso, o método se mostra capaz que cumprir adequadamente com sua função – prospecção do futuro.

## **6.2 LIMITAÇÕES QUANTO AO MÉTODO EMPREGADO NA PESQUISA E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS**

Como toda e qualquer pesquisa, o presente estudo apresenta limitações em sua aplicação. A primeira a ser considerada diz respeito a cautela em se construir eventos



tecnológicos bastante específicos, mesmo através de amplo material de pesquisa disponibilizado. Isto é em parte devido ao caráter subjetivo das informações.

A segunda refere-se ao número de eventos definitivos que foram possíveis de serem selecionados para a geração dos cenários tendencial, ideal e mais provável. No caso específico do *software* Puma, apenas 10 eventos definitivos podem ser escolhidos, gerando 1024 cenários.

Outra naturalmente é o universo pesquisado. A consulta a especialistas constitui fase importante na elaboração de cenários, pois traz diferentes percepções do ambiente que as envolve, o que torna mais rica a elaboração de cenários. Entretanto, merece destacar que vários contatos foram mantidos com diversos profissionais que atuam no setor do transporte rodoviário de carga, no entanto apenas trinta e três especialistas dispuseram-se a participar de todas as etapas da pesquisa. Além disso, uma pesquisa com especialistas mais focados na área tecnológica poderia trazer conclusões mais aprofundadas do setor.

Em relação aos métodos estudados, estes preocupam-se com a consistência dos cenários gerados. Neste mesmo sentido, foi identificada a necessidade de desenvolvimento de metodologias de informação, tais como banco de dados estatísticos e bibliográficos, capazes de agilizar a rapidez na atualização do referencial teórico.

Tendo em vista os resultados obtidos, recomenda-se o aprimoramento das abordagens das opiniões dos especialistas, reduzindo os esforços requeridos pelos procedimentos atualmente utilizados. Também sugere o desenvolvimento de um sistema computacional baseados nos conceitos que requerem a identificação de mais eventos e a utilização de outros procedimentos para estabelecer a convergência das opiniões dos entrevistados e suas respectivas estimativas quanto aos eventos assim apurados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE – ANTT, 2008, *Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga*. Arquivo capturado no site <http://www.antt.gov.br> em 25/08/2006.

AKMANLIGIL, M.; PALVIA, P., 2004, “Strategies for global information systems development”, *Information & Management*. Arquivo capturado no site <http://www.elsevier.com/locate/dsw> em 02/05/2004.

ALBANO, J., 2000, Efeitos da carga por eixo, pressão de inflação e tipo de pneu sobre o pavimento. In: XI Congresso Panamericano de Engenharia de Transporte e Trânsito e Transporte, Gramado, pp. 967 – 980, RS, Brasil, 19 a 23 de novembro de 2000

ALIGICA, P., 2005, “Scenarios and the growth of knowledge: Notes on the epistemic element in scenario building”, *Technological Forecasting & Social Change*, n. 72, pp.815 – 824. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 10/06/2005.

ALVES, A., 2005, *New Technologies for instrument clusters and interior displays*. Arquivo capturado no site <http://www.saebrasil.org.br> em 02/07/2005.

ANEFALOS, L., 1999, *Gerenciamento de frotas do transporte rodoviário de cargas utilizando sistemas de rastreamento por satélite*. Dissertação, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. Arquivo capturado no site <http://www.teses.usp.br/> em 02/03/2005.

ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – Anuário Estatístico da Indústria Automobilística, 2006. Arquivo capturado no site <http://www.anfavea.org.br> em 15/01/2007.

ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – Anuário Estatístico da Indústria Automobilística, 2005. Disponível no site <http://www.anfavea.org.br>.

ANG – OLSON, J. & SCHOEER, W., 2002, “Energy and science strategies for freight trucking - Potential impact on fuel use and greenhouse gas emissions”, *Transportation Research Record*, n. 1815, pp.11–18.

ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2006, *Mercado em expansão*. OTM Editora LTDA, Nº 11 pp. 128

ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2005, *Frota de veículos comerciais*. OTM Editora LTDA, Nº 10, pp. 44.

ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2004, *A guerra pelos segmentos*. OTM Editora LTDA, Nº 9, pp. 64 – 66.

ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2003, *Fotografia da Frota*. OTM Editora LTDA, Nº 8, pp. 12 – 14.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS – NTC, 2006, Estatísticas de acidentes de trânsito. Seminário realizado pela NTC em 15/09/2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA – NTCELOGÍSTICA, 2006 (ver em Plano especial de financiamento para caminhoneiro). ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE TERRESTRE – ANTT, 2008, Estatística da Indústria Automobilística. Arquivo capturado no site <http://www.antt.org.br> em 16/01/2008.

AS ÚLTIMAS TECNOLOGIAS da indústria da mobilidade, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.saebrasil.org.br> em 13/11/2005.

BARROS, B., 2005, Transporte Rodoviário: Entraves e Perspectivas. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 25/01/2005.

BARAT, J., 1978, *Evolução dos Transportes no Brasil*. 2 ed. Rio de Janeiro, IBGE – IPEA.

BDO Trevisan, 2005, *Infraestrutura de Transporte no Brasil: Considerações gerais sobre o panorama atual e proposta de ações imediatas*. II Fórum Fiesp de Logística, São Paulo, Junho de 2005. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 06/09/2005.

BONTEMPO, M., 2000, *Análise comparativa dos métodos de construção de cenários estratégicos no planejamento ambiental*. Dissertação, FEA-USP, São Paulo.

BOWONDER, B.; MIYAKE, T.; MURALIDHARAN, B., 1999, *Predicting the future: lessons from evolutionary theory*. Technological Forecasting and Social Change, 62, New York: Elsevier Science, p. 51-62. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 05/02/2006.

BRASILEIRO, A. *et al.*, 2001. *Transportes no Brasil: história e reflexões*. 2 ed. Recife, Universitária da UFPE.

BRIER, D., 2005, “Making the future: a review of time horizons”, *Futures* 37, pp.833 – 848. Arquivo capturado no site <http://www.elsevier.com/locate/futures> em 10/09/2005.

BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS – BTS, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.bts.gov> em 18/04/2006.

CAMARGO, O., 2005, Uma contribuição metodológica para planejamento estratégico de corredores de transporte de carga usando cenários prospectivos. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina/Centro Tecnológico, Florianópolis.

CAMINHÃO & CIA, 2006, “Lá como cá: *Na Europa como aqui a segurança e o treinamento estão no foco*”, Ano I, nº 6, Autodata Editora, Janeiro/Fevereiro de 2006.

CAMINHÃO & CIA, 2005<sup>a</sup>, “Todos os furgões & caminhões”, Ano I, nº 5, pp. 18 – 19, Autodata Editora, Novembro/Dezembro de 2005.

CAMINHÃO & CIA, 2005<sup>b</sup>, “Saiba tudo sobre os Volkswagwm Constellation”, Ano I, nº 5, pp. 18 – 19, Autodata Editora, Setembro/Outubro de 2005.

CARDOSO et al, 2004, O futuro da cadeia produtiva da construção habitacional no Brasil: resultados de uma pesquisa *delphi* de prospecção. I Conferência latino-americana de construção sustentável, 18-21 junho 2004, São Paulo. Arquivo capturado no site <http://www.opti.org> em 13/05/2005.

CARGA URBANA, 2005, “Pesquisa – Acidentes no transporte de cargas – Brasil”. Arquivo capturado no site [http://www.cargaurbana.org.br/artigos.php?cod\\_conteudo=232](http://www.cargaurbana.org.br/artigos.php?cod_conteudo=232) em 08/01/2006.

CARGO ELETRÔNICOS 2005: Ford começa com quatro modelos. Arquivo capturado no site <http://www.jornauto.com.br/> em 06/06/2005.

CARVALHO, E., 2006. *Caminhões e Ônibus*. Relatório Setorial Preliminar. Arquivo capturado no site [http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio\\_setorial/](http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial/) em 02/07/2005.

CARVALHO, J.; SALES FILHO, L.; GONÇALVES, A., 2000, Uma contribuição ao Planejamento do Transporte de Cargas em Áreas Urbanas. In: *Engenharia de Tráfego e Transporte 2000: Avanços para uma era de mudanças*. XI Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte, Gramado, RS, 19 a 23 de novembro de 2000, pp. 693 – 704.

CENTODUCATO, D., 2006, Gerenciamento de Riscos. Seminário de Segurança Veicular. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br>, acessado em 20/11/2006.

CHANG, R. & YOUNG, P., 1997, *Measuring Organizational Improvement Impact*. Quality Improvement Series, Richard Chang Associates Publications Division. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 21/09/2005.

CHERMACK, T., 2005, “Studying scenario planning: Theory, research suggestions, and hypotheses”, *Technological Forecasting & Social Change*, n.72, pp.59 – 73. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 09/08/2005.

COCCIA, M., 2005., “Measuring intensit of thechnological change: The seismic approach”, *Technological Forecasting & Social Change*, n..72, pp.117 – 144. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 07/01/2005.

COELHO, G., 2003, Prospecção Tecnológica: Metodologias e experiências nacionais e internacionais. Instituto Nacional de Tecnologias. . Arquivo capturado no site <http://www.tendencias.int.gov.br> em 17/06/2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT, 2006. Pesquisa Rodoviária 2006: Relatório Gerencial, 156 p., Brasília.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT, 2005. O Transporte Rodoviário de Cargas. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 21/04/2005.

COPPEAD, 2002. *Transporte de cargas no Brasil: ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país*. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 11/09/2004.

CORRÊA, J., 2005, *Sustainable Vehicular Recycling: Evaluation of the Current Scene and Perspective of Implantation*. Arquivo capturado no site <http://www.saebrasil.org.br> em 02/07/2005.

COSTA, E., 1996, “Elaboração de rotas para caminhões numa cidade de médio porte”. In: *Anais do X ANPET*, Seção de dissertação em andamento, pp. 37- 40, Brasília, 18 a 22 de Novembro de 1996.

CRISTO, C., 2002, Programa brasileiro de prospectiva tecnológica industrial: estado da arte em dezembro de 2002. Arquivo capturado no site <http://www.mdic.gov.br/tecnologia/prospectiva/biblioteca> em 05/04/2005.

CUHLS, K & GRUPP, H., 2004, Status and prospects of technology foresight in Germany after ten years. Arquivo capturado no site <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng> em 10/04/2005.

D’AGOSTO, M, 2004, Análise da eficiência da cadeia energética para as principais fontes de energia utilizadas em veículos rodoviários no Brasil. Tese de D.Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

DAVID, E., 2003, *Contribuição ao estudo da otimização do custo total logístico de sistemas intermodais de carga – Estabelecimento de um modelo para tomada de decisão por parte dos usuários do sistema*. Tese de D.Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

DEMARCHI, S., 1996, “Influência dos veículos pesados na operação de rodovias de pista dupla”. In: *Anais do X ANPET*, Seção de teses em desenvolvimento, pp. 123 a 126, Brasília, 18 a 22 de novembro de 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN, 2007. Dados estatísticos de acidentes de trânsito. Disponível no site <http://www.denatran.gov.br>.

DONNELLY, D., 2002, Forecasting methods: a selective literature review. Arquivo capturado em <http://www.hfac.uh.edu/mediafutures/forecasting.html> em 23/05/2005.

DUCOT, C. e LUBBEN, G., 1980, *The typology for scenarios*. Futures, apud RODRIGUES, op.cit., p.134.

DU PREEZ, G. T.; CARL, W. I. P. *Technological threat and opportunity assessment*. Technological Forecasting and Social Change, 61, New York: Elsevier Science, 1999. p. 215-234. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 10/05/2006.

ECMT, 2004, *Trends in the Transport Sector 1970 – 2002*, European Conference of Ministers of Transport. Arquivo capturado em <http://www.portalcapes.br> em 20/04/2005.

ECONOMIA & ENERGIA, 1999, *Frota de veículos diesel no transporte rodoviário*. Ano III, N° 16, Setembro/Outubro. Arquivo capturado no site <http://ecen.com/eee16/frotabr2.htm> em 15/06/2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES – GEIPOT, 2005, *Subsistema de Disseminação de Estatísticas Básicas em Transportes*. Arquivo capturado no site <http://www.geipot.gov.br> em 06/09/2005.

ESPÍRITO SANTO JUNIOR, R., 2000, *Cenários futuros para o transporte aéreo internacional de passageiros no Brasil*. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

EUROSTAT, 2006, *Statistical Office of the European Communities*. Arquivo capturado no site <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal> em 18/08/2005.

FERNÁNDEZ, C., 2006, Inovações tecnológicas dos motores Scania. Seminário da Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA). Arquivo capturado no site <http://www.aea.br> em 18/10/2006.

FENATRAN, 2005. (ver em: Tecnologias apontam o avanço no Transporte Rodoviário de Carga).

FIELD, A., 2000, *Discovering Statistics using SPSS for Windows*, Sage. Arquivo capturado no site <http://www.hfac.uh.edu/mediafutures.forecasting> em 13/05/2007.

FLEURY, P., 2005, *Panorama do Setor de Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil*. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br> em 12/03/2005.

FONSECA, A., 1997, *O transporte na competitividade das exportações agrícolas: Visão sistêmica na análise logística*. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

GAVAZZI, P. e PIVA, H., 2005, Pontos fundamentais para a indústria na área de logística de transporte de carga. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br> em 14/08/2005.

GAVIGAN, J. & SCAPOLO, F., 1999, Matching methods to the mission: a comparison of national foresighting exercises. Arquivo capturado no site <http://www.hfac.uh.edu/mediafutures.forecasting> em 09/05/2005.



GODET, M. & ROUBELAT, F., 2000, Scenario planning: an open future. *Technological Forecasting and Social Change*, New York, v. 65.

GODET, M., 1993, Métodos de Cenário. In: *Manual de Prospectiva Estratégica*, Lisboa: D. Quixote, 1993. Arquivo capturado no site <http://www.hfac.uh.edu/mediafutures.forecasting> em 21/05/2005.

GRISI, C. e BRITO, R., 2003, *Técnicas de cenários e método delphi*. Semead, São Paulo, *apud* KATO, op.cit., p.120.

GUDMUNDSSON, H, 2001, *Indicators and Performance Measures for Transportation, Environment and Sustainability in North America*, National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark. Arquivo capturado no site [http://www.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_arbrapporter/default.asp](http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/default.asp) em 05/03/2004.

HAM, H.; KIM, T. & BOYCE, D, 2005, *Assessment of economic impacts from unexpected events with an interregional commodity flow and multimodal transportation network model*. *Transportation Research, Part A*, vol.13, Issues 3 – 4, pp.849 – 860. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 02/03/2006.

HEMÉTRIO, H, 2004a, *Asfalto Ecológico é mais Flexível*. *Revista CNT*, Ano IX, Nº 105, pp. 45, Março de 2004.

HEMÉTRIO, H., 2004b, *Tração influi na durabilidade da pista*. *Revista CNT*, Ano IX, nº 105, pg. 48 – 49, Março de 2004.

HISTÓRIA DOS CAMINHÕES no Brasil, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.revistaocarreteiro.com.br> em 24/05/2005.

HORN, B., 1981, *Worldwide Research and Urban Transportation Issues*. *Traffic Quarterly*, pp.21 – 42. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 13/04/2005.

HUNOFF, R., 2005, Mão no freio, Revista Caminhão & Cia, , Ano I, Nº 4, pp. 25 – 28, Autodata Editora, Setembro/Outubro de 2005, pp. 50 – 52.

INDICE DE DESEMPENHO ECONÔMICO DO TRANSPORTE - IDET-FIPE/CNT, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.fipe.com.br/indices/idet.asp> em 17/05/2005.

INOVAÇÕES Tecnológicas nos veículos rodoviários, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.mecanicaonline.com.br> em 18/06/2005.

INSTITUTO DE ESTUDIOS DE AUTOMOCIÓN - IEA, 2002, *El Sector Transporte en España y su evolución: Horizonte 2010*. Arquivo capturado no site <http://www.iea.es> em 24/06/2004.

INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS – IEA, 2004, *Projeto Brasil 3 Tempos: Dimensão Institucional*, Dezembro de 2004. Arquivo capturado no site <http://www.google.com.br> em 19/08/2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURES - OICA, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.oica.net> em 19/02/2005.

INTERNATIONAL ROAD TRANSPORT UNION - IRU, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.iru.org> em 19/02/2005.

Jr. SILVA, O., 2005, *A importância da logística no crescimento sustentado da produção industrial brasileira*. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 03/09/2005.

JOUVENEL, H., 2000, A brief methodological guide scenario building. *Technological Forecasting and Social Change*, New York, v.65, n.1, pp. 37 – 48.

KUHN, K & MADANAT, S., 2005, Model uncertainty and the management of a system of infrastructure facilities. *Transportation Research, Part C*, vol.39, Issues 5-6, pp.391 - 404. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 22/03/2006.

KATO, J., 2005, *Cenários Estratégicos para a indústria de transportes rodoviários de cargas no Brasil*. Tese de D.Sc, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

KEEDI, S. e MENDONÇA, P., 2000, *Transportes e seguros no comércio exterior*. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras.

KOSUGI, T.; TOKIMATSU, K. & YOSHIDA, H., 2005 “Evaluating new CO2 reduction technologies in Japan up to 2030” *Technological Forecasting & Social Change* 72, pp.779 – 797. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 24/10/2005.

KOZLOWSKI, J., 2003, Adaptation of foresight exercises in central and eastern european countries. Arquivo capturado no site <http://www.unido.org/userfiles/kanfman/arapepaper.pdf> em 20/10/2005.

LIMA, M., 2004, *O Custeio do Transporte Rodoviário*. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br> em 18/09/2004.

LOBO, E., 1997, *Os Avanços nas Comunicações e seus Impactos junto ao Sistema de Transporte Rodoviário de Cargas*. Tese de M.Sc, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Arquivo capturado no site <http://www.teses.ufsc.br/tese.asp> em 05/02/2005.

MAIA, A.; D’AGOSTO, M.; SANTOS, M., 2007, Influência do grau de especialidade dos respondentes numa consulta *delphi* em relação à prospecção tecnológica da frota de caminhões no Brasil. In: *Anais do XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Rio de Janeiro, v.1, p. 180 – 192.

MAIA, A.; BALASSIANO R.; SANTOS, M., 2006, Evolução do desenvolvimento tecnológico de veículos de transporte rodoviário de cargas no Brasil. In: *IV Congresso Rio de Transporte, Rio de Janeiro*.

MAIA, A.; BALASSIANO R.; SANTOS, M., 2005, Uma contribuição ao estudo do transporte de carga: Evolução histórica e caracterização da frota de caminhões no Brasil. *III Congresso Rio de Transporte, Rio de Janeiro*.

MARCHAU, V.; HEIJDEN, R., 2003 “Innovative Methodologies for Exploring the Future of Automated Vehicle Guidance, *Journal of Forecasting* 22, pp.257 – 276. Arquivo capturado no site <http://www.interscience.wiley.com> em 03/05/2005.

MARCIAL, E. & GRUMBACH, R., 2005, Cenários Prospectivos: Como Construir um futuro melhor. 3. Ed, Rio de Janeiro, Editora FGV.

MARQUES, G., 2005, *Avaliação de potencial de redução dos poluentes atmosféricos locais obtidos a partir da renovação da frota de caminhões no Brasil*. Tese de M.Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

MARTINS, B., 2005, *Transporte Rodoviário: Entraves e Perspectivas*. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br> em 12/03/2005.

MARTIN, B. R.; JOHSTON, R., 1999. *Technology foresight for wiring up national innovation system: experiences in Britain, Australia and New Zealand*. *Technological Forecasting and Social Change*, 60, New York: Elsevier Science, 1999. p. 37-54.

MC. KINNON, A., 2005, “The Economic and Environmental benefits of increasing maximum truck weight: The British experience”, *Transportation Research Part D* 10, pp.77 - 95 Arquivo capturado no site [http:// www.elsevier.com/locate/trf](http://www.elsevier.com/locate/trf) em 19/09/2005.

MELLO, R., 2001, *Alternativas para o posicionamento estratégico das empresas de transporte rodoviário de cargas (ETC) sob uma abordagem logística*. Tese de M.Sc, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Arquivo capturado no site <http://www.ufsc.br> em 08/10/2005.

MERCEDES – BENZ, 2005, Uma história de sucesso no Brasil. Arquivo capturado no site <http://www.daimlerchrysler.com.br/historia> em 24/01/2005.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2005, *Modalidades de transporte*. Arquivo capturado no site <http://www.geipot.gov.br/publicacoes/modalidade.htm> em 21/05/2005.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2004<sup>a</sup>, *As ações necessárias no âmbito de transportes e logística e na integração nacional para o desenvolvimento sustentável da infra-estrutura*. Apresentação do Ministro de Estado dos Transportes Alfredo Nascimento, Brasília, 8 de Junho de 2004. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 19/09/2005.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2004b, *Aumento da eficiência do sistema nacional de transporte de Cargas*. Palestra do Ministro de Estado dos Transportes, Alfredo Nascimento, na Reunião do Conselho de Infra – estrutura da Confederação Nacional da Indústria – CNI, 2004, Brasília. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 19/09/2005.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2004c, *O Planejamento Estratégico do governo federal para a infra – estrutura de transportes*. Palestra do Ministro de Estado dos Transportes, Alfredo Nascimento, no Fórum de Logística e Competitividade Industrial. São Paulo, 5 de Maio de 2004. Arquivo capturado no site <http://www.cnt.org.br> em 19/09/2005.

MORRISON, D., 1990, "Multivariate Statistical Methods", 3rd edition, McGraw-Hill, N.Y. . Arquivo capturado no site <http://www.interscience.wiley.com> em 13/07/2005.

NORSE, D., 1979, *Scenarios analysis in interfutures*. *Futures*, vol. 11, nº 5, pp.120 – 135.

MOTA, I., 2003, *Tecnologia e Lançamentos*. Revista CNT, Ano VIII, nº 95, maio de 2003.

MURTA, A. e RIBEIRO, S., 2006, O uso do biodiesel no Brasil – Análise dos testes em frota cativa de caminhões usando a mistura biodiesel de óleo de fritura. In: IV Rio de Transportes, 7 a 8 de junho de 2006.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G., 1982, *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press. Arquivo capturado no site <http://www.opti.org> em 12/07/2006.

NETO e SETTI, 1996, *O problema da sobrecarga na operação de veículos pesados em rodovias no Brasil*. X ANPET, pp. 651 a 659, volume II, Brasília, 18 a 22 de novembro de 1996.

NOVAS GERAÇÕES de caminhões. Arquivo capturado no site <http://www.revistaocarreteiro.com.br> em 22/04/2005.

O GLOBO, 2005, *A situação das estradas: calamidade*. pp.3, Domingo, 27 de março de 2005.

OBSERVATÓRIO DE PROSPECTIVA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA ESPANHA – OPTI. Arquivo capturado no site <http://www.opti.org> em 21/02/2006.

ORDOSGOITIA, I. e QUINTERO, M., 2002, *El Transporte de Mercancías por Carretera, un Elemento Esencial en la Economía Colombiana*. In: V Congreso de Ingeniería del Transporte, volume 3, pp. 1785 – 1792, Santander – Cantabria, España.

OUM, T.; TRETTEWAY, M; WATERS, W., 1992, Concepts methods and purposes of productivity measurement. *Transportation Research, part A*, v.26a, nº6, pp.493 – 505.

PIMENTEL, A., 1999, *Uma contribuição ao estudo da intermodalidade no transporte de carga no Brasil*. Dissertação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. Arquivo capturado no site <http://www.google.com.br> em 23/03/2005.

PINTO, E. *et al*, 2004, *Missão de Paris*. Arquivo capturado no site <http://www.google.com.br> em 15/06/2005.

PIOLA, S.; VIVAS, D. & VIANNA, S., 2001, *Têndencias do Sistema de Saúde Brasileiro: Estudo Delphi*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

PLANO especial de financiamento para caminhoneiro, 2006. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br> em 20/05/2006.

PORTER, A., 2004, “Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods”, *Technological Forecasting & Social Change*, n. 71, pp.287 – 303. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 10/03/2005.

PORTER, E, 1990, “Estratégia Competitiva: Os conceitos Centrais”. In: *Vantagem Competitiva*. Rio de Janeiro: Campus, pp. 411 – 443. Arquivo capturado no site <http://www.opti.org> em 11/05/2005.

RANAFIN, S., 2004, *Review of literature on the Delphi Technique*. Arquivo capturado no site <http://www.scholar.google.com> em 09/08/2005.

RATTNER, H., *Estudos do futuro: introdução à antecipação tecnológica e social*. Rio de Janeiro: FGV.

REHDER, H. e INDELICATO, A., 2003, Até onde chegará a eletrônica embarcada. *Revista Transporte Moderno*, Ano 41, nº 405, pp.32-34, agosto/setembro 2003.

REIS, N., 2006, Bitrem reduz custos em até 18%. *Anuário NTC&Logística*, nº 2, pp.102 – 106.

REIS, N., 2005, Seleção de meios de transportes. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br> em 07/02/2006.

RESENDE, E., 2003, *Situação atual dos transportes no Brasil*. *Revista Transportes Agora*. Arquivo capturado no site <http://www.transportes.gov.br/ascom/transporteAgora/> em 03/09/2003.

REVISTA CARGA& CIA, 2005. (ver em: TUDO QUE ACONTECE no mundo do transporte, 2005).

REVISTA MECÂNICA ONLINE, 2005 (ver em: INOVAÇÕES Tecnológicas nos veículos rodoviários, 2005).

REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005a. (ver em: UMA BOA estrela em qualquer estrada, 2005).

REVISTA JORNAUTO ONLINE, 2005b. (ver em: CARGO ELETRÔNICOS 2005: Ford começa com quatри modelos, 2005).

REVISTA OCARRETEIRO, 2005a (ver em: NOVAS GERAÇÕES de caminhões, 2005).

REVISTA OCARRETEIRO, 2005b (ver em: HISTÓRIA DOS CAMINHÕES no Brasil, 2005).

RIBEIRO, S. e REAL, M., 2006, Novos Combustíveis. E – papers Serviços Editoriais Ltda, Rio de Janeiro, Brasil.

RIBEIRO, E., 2002, Sistemas eletrônicos ajudam a evitar acidentes. Revista Transporte Moderno, ano 40, nº 401, pp. 16 -17, outubro de 2002.

ROCHA, H., 2004, Cenários prospectivos: ferramentas estratégicas para a obtenção e manutenção da vantagem competitiva das organizações. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa (RECADM) - ISSN 1677-7387, v. 3, n. 2. nov. 2004. Arquivo capturado no site <http://www.presidentekennedy.br/recadm/edicao6/artigo02.pdf> em 10 dez. 2007.

RODRIGUES, F., 1998, *Metodologia Multicriterial Dinâmica de Auxílio à Tomada de Decisão em Transportes*. Tese de M.Sc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

ROETTING, M. et al, 2003, “When technology tells you drive – truck drivers attitudes towards feedback by technology”, *Transportation Research Part F6*, pp.275 - 287. Arquivo capturado no site <http://www.elsevier.com/locate/trf> em 12/04/2005.

RONDE, P., 2003, “Delphi Analysis of National Specificities in Selected Innovative Areas in Germany and France”. *Technological Forecasting & Social Change* 70, pp.419 – 448. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 10/02/2005.

ROJAS, A., 2004, *Gestão do Transporte Rodoviário de Carga: A Inovação Tecnológica*. Dissertação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

RORATO, J., 2003, Alternativas de transporte rodo-marítimo na distribuição de cargas frigoríficas no Brasil. Dissertação, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Brasil.



ROZEN, M., 2006, Apertem os cintos: o câmbio sumiu. Revista Caminhão & Cia, nº 11, ano 2, pp. 38 – 40, novembro/dezembro.

SAE BRASIL, 2005. (ver em: AS ÚLTIMAS TECNOLOGIAS da indústria da mobilidade, 2005).

SANTOS, J., 2004, *Uma Contribuição ao Estudo dos Sistemas de Medição e Avaliação de Desempenho em um Terminal de Transporte Aéreo de Carga Correio Expressa*. Tese de MSc, Engenharia de Transporte, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

SCANIA no Mundo, 2005, Arquivo capturado no site <http://www.scania.com.br/caminhoes> em 06/02/2005.

SCHROEDER, E.; CASTRO, J., 2004, *Transporte Rodoviário de Carga: Situação atual e perspectivas*. Arquivo capturado no site em <http://www.ntcelogistica.org.br> em 03/02/2005.

SCIULLO, C. & SMIHILY, M., 2005, *Statistics in Focus Transport*. Arquivo capturado no site <http://www.europa.eu.int/comm/eurostat> em 19/11/2005.

SECCO, R., 2006, *Mundo adentro*, Ano I, Nº 6, pp.12, Revista Caminhão & Cia, Autodata Editora, Janeiro/Fevereiro de 2006.

SENNA, J., 2006, *Segurança nas rodovias: caminhões pesados*. Seminário de Segurança Veicular, Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA). Arquivo capturado no site <http://www.aea.br> em 23/11/2006.

SHARMA, D., 2004, “Technology for the people: a future in the making”. *Futures* 36, pp.733 – 744. Arquivo capturado no site <http://elsevier.com/locate/futures> em 10/01/2005.

SHIFTAN, Y.; KAPLAN, S.; HAKKERT. S., 2003, “Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system”, *Transportation Research Part D.8*, pp.323 – 342.

SILBERGLITT, R.; HOVE, A; SHULMAN, P., 2003, “Analysis of US energy scenarios: Meta – scenarios, pathways, and policy implications”, *Technological Forecasting & Social Change* 70, pp.297 – 315. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 16/04/2005.

SILVA, A., 1999, *Indicadores de Desempenho do Transporte Rodoviário de Cargas*. Dissertação, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Arquivo capturado no site <http://www.teses.usp.br/> em 08/07/2004.

SINDIPEÇAS, 2005, Estatísticas do setor automotivo. Arquivo capturado no site <http://www.sindipecas.org.br> em 19/03/2005.

SKUMANICH, M. & SILBERNAGIL, M., 1997, Foresighting around the world a review of seven bent – un - kind programs. Seattle: Battelle. Arquivo capturado no site <http://www.seattle.battelle.org/service/foresite> em 19/05/2005.

SLACK, N. *et al*, 1998, *Administração da Produção*. 1 ed., São Paulo, Editora Atlas.

SMITH, R. *et al*, 2005, “Energy scenarios for Colombia: process and Content”, *Futures* 37, pp.1 – 17 Arquivo capturado no site <http://www.elsevier.com/locate/futures> em 10/11/2005.

SOUTO MAIOR, M., 2006, *Motores - O três vai virar quatro*. Revista Caminhão & Cia, Ano I, Nº 6, Autodata Editora, Janeiro/Fevereiro de 2006, pp. 38 – 40.

SOUZA, P., 2005, O roubo de cargas no TRC. Seminário de Transporte e Segurança, São Paulo, 30 de setembro de 2005. Arquivo capturado no site <http://www.cargaecia.com.br> em 21/06/2006.

STRONGYLIS, C., 2003, *Contribuição a Análise dos Impactos Econômicos do Transporte Urbano de Carga*. Dissertação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

STUKART, G., 2003, *Cidades e Transportes*. Arquivo capturado no site <http://www.igce.unesp.br/ib/educacao/alice/pubs.html> em 07/09/2003.

TAKASHINA, N & FLORES, M., 1996, *Indicadores da qualidade e do desempenho*. Rio de Janeiro, Quallitymark.

TRANSPORTE MODERNO, 2005<sup>a</sup>, *Volvo e Volks acirram a guerra dos pesados*. Ano 43, n° 414, pp. 50 – 51.

TRANSPORTE MODERNO, 2005b, *Extrapesado Axor chega com força*. Ano 42, n° 413, pp. 55 – 56.

TRANSPORTE MODERNO, 2005c, *Pequenas operadoras invadem os ceus*. Ano 42, n° 412, pp. 5.

TECHNI BUS, 2004, *Como melhorar a segurança*. Ano 13, n° 63, outubro/novembro 2004, pp.61-62.

TECNOLOGIAS apontam o avanço no Transporte Rodoviário de Carga. Arquivo capturado no site <http://www.fenatran.com.br> em 21/05/05.

TRUCK, 2005, *Pesquisa Truck: Dados oficiais subestimam importância do TRC*. Arquivo capturado no site <http://www.jornauto.com.br/> em 03/05/06.

TUDO QUE ACONTECE no mundo do transporte, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.cargaecia.com.br> em 07/06/2005.

UMA BOA estrela em qualquer estrada, 2005. Arquivo capturado no site <http://www.jornauto.com.br/> em 13/04/05.

VIANNA, G., 2005, *Propostas para redução dos custos operacionais do TRC*. 1° encontro nacional do Transporte Rodoviário de Cargas. Arquivo capturado no site <http://www.ntcelogistica.org.br> em 21/07/2005.

VTPI, 2002<sup>a</sup>, “Measuring Transportation”, *Victoria Transport Policy Institute, Online TDM Encyclopedia*. Arquivo capturado no site <http://www.vtppi.org> em 12/07/2004.

VTPI, 2002b, “Evaluating Transportation Options”, *Victoria Transport Policy Institute, Online TDM Encyclopedia*. Arquivo capturado no site <http://www.vtpi.org> em 12/07/2004.

ZUYLEN, H. & WEBER, K., 2002, “Strategies for European Innovation Policy in the Transport Field”, *Technological Forecasting & Social Change* 69, pp.929 – 951. Arquivo capturado no site <http://www.sciencedirect.com> em 11/01/2005.