

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Análise da viabilidade da utilização do transporte por cabotagem para
a movimentação de automóveis novos no Brasil: um estudo de caso**

Carolina Yuri Nakamura

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2010**

Carolina Yuri Nakamura
Bacharel em Ciências Econômicas

Análise da viabilidade da utilização do transporte por cabotagem para a movimentação de automóveis novos no Brasil: um estudo de caso

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2010**

Aos meus queridos pais, Newton e Mariza, por toda dedicação e esforço em trazer felicidade à minha vida.

Ao Tiago Mayoral Ercolin que sem seu companheirismo diário não seria possível essa realização.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor José Vicente Caixeta Filho pela orientação, pela paciência, pelas oportunidades, pelo incentivo e por compartilhar de seus conhecimentos.

Agradeço aos professores do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ, em especial, à Professora Márcia Azanha e à Daniela Bacchi Bartholomeu que contribuíram diretamente na elaboração desta dissertação.

Agradeço à FAPESP pelo apoio financeiro concedendo uma bolsa de mestrado.

Agradeço aos funcionários do LES, em especial, à amiga Maielli.

Agradeço ao Luis Cunha Junior e ao Marcio Veiga pelos dados concedidos e agradeço ao Claudio Fontenelle e ao Armindo de Carvalho pelos ensinamentos sobre o setor marítimo.

Agradeço à Karina Takahashi, à Ligia Rufine e à Claudia Winterstein por terem tornado possível a minha vinda para Piracicaba.

Agradeço aos amigos esalqlogueanos pela amizade e pela convivência maravilhosa: sem dúvida, pude aprender muito com vocês. Agradeço ao Carlos Xavier pela colaboração vinda na hora certa.

Agradeço aos amigos queridos desses anos de mestrado, em especial, Carlos Caldarelli, Cláudia Brito, Daniel Capitani, Daiane Diehl, Leonardo Zílio, Pedro Rodrigues, Pedro Sarmiento e Silvia Kanadani. Agradeço pela amizade de todos os dias, desde os dias intermináveis aos dias de grandes risadas.

"É preciso ter um caos dentro de si para dar à luz uma estrela cintilante."

Friedrich Nietzsche

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Objetivos	21
1.2 Organização da dissertação.....	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 O mercado de automóveis	23
2.1.1 Histórico da indústria de automóveis no Brasil.....	23
2.1.2 Incentivos fiscais e a desconcentração da produção de automóveis	26
2.2 Transporte intermodal	32
2.3 Transporte por cabotagem	34
2.4 Transporte de automóveis novos	40
2.5 Considerações Finais.....	42
3 METODOLOGIA.....	43
3.1 Rede de transporte.....	44
3.2 Método	45
3.2.1 Custos operacionais referentes ao transporte marítimo.....	48
3.2.1.1 Custos operacionais da embarcação	48
3.2.1.2 Custos operacionais portuários	56
3.2.2 Transporte rodoviário	58
3.2.2.1 Composição de custos operacionais do transporte rodoviário	58
3.2.2.2 Custos de pedágio	65
3.2.3 Modelo matemático proposto	65
3.2.3.1 Nomenclatura dos índices	66
3.2.3.2 Nomenclatura dos parâmetros	66
3.2.3.3 Fluxos de veículos.....	67
3.2.3.4 Função objetivo	67

3.2.3.5 As restrições.....	67
3.3 Especificação dos dados.....	69
3.3.1 Dados de custo	72
3.3.2 Cenários para o transporte de veículos.....	76
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
5 CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS.....	87
ANEXOS	93

RESUMO

Análise da viabilidade da utilização do transporte por cabotagem para a movimentação de automóveis novos no Brasil: um estudo de caso

O objetivo desta dissertação é analisar a viabilidade do transporte marítimo de automóveis novos por cabotagem no Brasil, buscando uma alternativa de transporte, pois atualmente este transporte somente é realizado pelo modal rodoviário. A utilização da cabotagem como transporte de cargas tem aumentado desde a promulgação da Lei de Modernização dos Portos (lei 8.630), em 1993. Nesta mesma época, as fábricas de veículos começaram a passar por um processo de desconcentração geográfica, se deslocando da região Sudeste, e necessitando de transportes mais eficientes. Para observar se tal alternativa é viável economicamente, foi elaborado um estudo de caso e foram usados os dados de uma montadora específica. Esta montadora possui fábricas nos municípios de Camaçari (BA) e de São Bernardo do Campo (SP) e precisa distribuir sua produção em 275 concessionárias espalhadas pelo país. A partir do levantamento e análise dos custos rodoviários e de cabotagem para o transporte de automóveis, foi desenvolvido um modelo de transporte – solucionado com o uso de técnicas de programação linear – cujas soluções a partir da minimização dos custos de transporte apontaram para o uso ou não da cabotagem. As rotas que apresentaram maiores ganhos econômicos têm como característica uma grande distância entre a fábrica e as concessionárias e uma proximidade dos portos de destino das concessionárias.

Palavras-chave: Cabotagem; Automóveis; Intermodalidade; Custo de transporte;

Programação linear

ABSTRACT

Analysis of feasibility to use cabotage for transporting new cars in Brazil: a case study

This study aims to examine the feasibility of costal shipping of new cars by cabotage in Brazil, searching for an alternative system, since, currently, this transport is performed solely by road transportation. The use of cabotage as cargo transportation has increased since the enactment of the Modernization of Ports Law (Act 8630) in 1993. Since then, automobile makers started to undergo a decentralization process, moving away from the Southeast, and, therefore, requiring more efficient transport. To evaluate the economical feasibility of this alternative, a case study was established and data were collected from a specific auto maker. The auto maker has plants in the cities of Camaçari (BA) and São Bernardo do Campo (SP) and needs to distribute its production to 275 authorized dealers across the country. From the study and analysis regarding road and cabotage costs for car transports, it was developed a transportation model – whose solutions using linear programming techniques – aim to mitigate transportation costs pointing to the use or not of cabotage. Routes that had greater economic yields are characterized by a large distance between the plant and dealers and proximity to destination ports of dealers.

Keywords: Coastal; Cars; Inter-modal; Transportation cost; Linear programming

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Movimentação de Carga Geral na Navegação de Cabotagem nos Principais Portos – 2004 (em milhares de t)	35
Figura 2 – Diagrama do modelo proposto	46
Figura 3 – Diagrama do modelo proposto com dados numérico	48
Figura 4 – Distribuição geográfica dos portos, fábricas e concessionárias	70
Figura 5 – Mapa da distribuição do cenário 1 para a origem Camaçari (BA)	78
Figura 6 – Mapa da distribuição do cenário 2 para a origem Camaçari (BA)	79
Figura 7 – Comparação da rota Camaçari - São Paulo.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção total de veículos automotores por empresa e localização de suas fábricas– 2008.....	26
Tabela 2 – Porcentagem da produção nacional de veículos por Estado.....	27
Tabela 3 – Número de veículos licenciados por região – 2005.....	27
Tabela 4 – Vantagens da cabotagem apresenta pela CNT (2006)	38
Tabela 5 – Principais produtos transportados por cabotagem	39
Tabela 6 – Custos envolvidos na operação de entrada e saída do navio em um porto	57
Tabela 7 – Total de vendas para mercado interno, por modelo em 2008	70
Tabela 8 - Características técnicas de cavalo mecânico 4x2.....	73
Tabela 9 – Características técnicas de semirreboque para transporte de veículos	73
Tabela 10 – Dados para obtenção dos custos rodoviários.....	74
Tabela 11 – Dados sobre o navio 1400 TEU – motor MAN 5L80 GBE	77
Tabela 12 – Ganhos econômicos agregados por região a partir da origem Camaçari (BA).....	79
Tabela 13 – Ganhos econômicos por região a partir da origem em São Bernardo do Campo (SP).....	81
Tabela 14 – Custo e avaliação de ganho econômico.....	82

1 INTRODUÇÃO

A navegação de cabotagem, segundo a definição da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ (2008) é aquela realizada entre os portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores. Considerando que as principais cidades, pólos industriais e os centros consumidores se concentram ao longo da grande extensão do litoral brasileiro ou próximo a ele, a navegação de cabotagem apresenta-se como uma alternativa viável ao transporte de cargas. Além disso, as poucas opções envolvendo os modais ferroviário e dutoviário acabam, também, favorecendo a cabotagem.

A partir de mudanças ocorridas nos anos 90 é que o transporte por cabotagem começa a ganhar destaque. As principais mudanças são:

- Lei de Modernização dos Portos (Lei 8.630, implementada em 25/02/1993): possibilitou a melhoria das condições de operação, dos níveis de serviço e diminuição nos custos portuários. De acordo com Botter (2006), os portos se tornaram mais eficientes para a navegação de contêineres e, com isso, a navegação de cabotagem foi mais uma vez beneficiada;
- Regulamentação para o transporte de cabotagem (Lei 9.432, de 08/01/1997): foram estabelecidas condições para o afretamento de embarcações estrangeiras para a navegação de cabotagem. Segundo Lacerda (2004), esse afretamento pode ser por viagem ou por tempo e só poderá ocorrer quando verificada inexistência ou indisponibilidade de embarcação de bandeira brasileira de tipo e porte adequados para o transporte ou apoio pretendido, ou ainda em substituição a embarcação em construção no país;
- Lei do Operador de Transporte Multimodal – OTM (Lei 9.611, regulamentada em 19/02/1998): de acordo com Ono (2001), o embarcador se beneficia dos recursos logísticos com custos menores e de forma mais eficiente, pois permite a oferta de serviços porta-a-porta no país. O principal objetivo da lei é, portanto, reduzir os custos e o tempo de trânsito da carga, principalmente na questão fiscal, permitindo uma economia significativa para o embarcador.

O transporte multimodal de carga é definido como o uso de dois ou mais modos de transporte para movimentar cargas de uma origem para um destino, de acordo com DeWitt e Clinger, 2000¹ apud Rorato (2003). Segundo Nazário (2000), a utilização de mais de um modal agrega as vantagens que cada modal – vantagem que pode estar relacionada ao tempo de viagem e/ou ao custo por peso no transporte, por exemplo. Associado a estas possibilidades, deve-se considerar o valor agregado dos produtos a serem transportados, bem como questões de segurança.

De acordo com o Anuário Estatístico Portuário da ANTAQ (2008), a movimentação de carga geral na navegação de cabotagem tem apresentado um crescimento acelerado: em 1997, eram movimentados 1,08 milhão de toneladas e, em 2008, a movimentação atinge os 85,811 milhões de toneladas.

Nos anos 90, a produção brasileira de automóveis apresentou um grande aumento, principalmente, após o ano de 2003 com a inserção de motores do tipo *flex*, que utiliza combustível tanto a álcool quanto a gasolina. No ano de 2008, a produção em junho bate recorde histórico de 303,8 mil unidades e os licenciamentos de automóveis novos no primeiro semestre alcançaram 1,41 milhão, sendo o melhor resultado histórico, com expansão de 30% sobre período semelhante em 2007 (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA, 2008).

Também, a partir dos anos 90, inicia-se o processo de desconcentração da produção de veículos na região Sudeste devido a incentivos fiscais de governos estaduais de outras regiões do país e aos altos salários da mão-de-obra sindicalizada da indústria automobilística do Grande ABC, formado pelas cidades de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul.

Diante do distanciamento da produção automobilística do seu principal centro consumidor – o Sudeste – e a modernização do transporte de cabotagem, surge a proposta de se investigar uma alternativa de transporte ao atualmente realizado e que apresenta, em teoria, menores custos.

¹ DEWITT, W.; CLINGER, J. **Intermodal freight transportation**. Washington: Committee on International Freight Transport, 2000. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/millennium/00061.pdf> . Acesso em: 11 mar. 2007.

1.1 Objetivos

O objetivo desta dissertação é, então, analisar a viabilidade do transporte de automóveis novos por cabotagem, comparando o transporte de veículos como é realizado, apenas pelo modal rodoviário, com uma solução logística de natureza intermodal, mais especificamente fazendo uso do transporte de cabotagem. Portanto, a solução logística mais viável será aquela que apresentar o menor custo de transporte entre fábricas e centros consumidores. Nesse sentido, têm-se como objetivos mais específicos:

- a obtenção de dados de custo de transporte de automóveis tanto pelo modal rodoviário quanto marítimo por cabotagem;
- propor um modelo linear de otimização que minimize as despesas de transporte envolvidas, buscando analisar a viabilidade do uso do transporte marítimo de cabotagem para veículos.

1.2 Organização da dissertação

Neste primeiro capítulo foi apresentado o objetivo desta dissertação e a introdução serviu para contextualizar o tema proposto. No segundo capítulo é descrito o histórico do mercado de automóveis, o processo de desconcentração geográfica da produção de automóveis, o transporte marítimo intermodal, o transporte de cabotagem e o atual transporte de automóveis novos.

O terceiro capítulo apresenta o método utilizado nessa dissertação. O método é composto por duas partes: a primeira busca os valores dos custos de transporte tanto para o modal rodoviário quanto para o modal marítimo de cabotagem e a segunda parte é o desenvolvimento de um modelo de otimização linear. Ainda no terceiro capítulo são detalhados os dados do estudo de caso de uma montadora específica.

No quarto capítulo são analisados os resultados do modelo e no último capítulo têm-se a conclusão, as recomendações para pesquisas futuras e um diagnóstico dos setores analisados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O mercado de automóveis

2.1.1 Histórico da indústria de automóveis no Brasil

A Ford foi pioneira dentre as montadoras a chegar ao Brasil em 1919; no entanto, os veículos eram montados a partir de componentes enviados diretamente da matriz em Detroit, nos Estados Unidos. Já em 1923, a General Motors se instalou buscando atender a demanda de veículos comerciais (FERRO, 1992).

Conforme Ferro (1992) e Baer (1995), a produção nacional era limitada, de tal maneira que o mercado doméstico apresentava extrema dependência dos produtos importados, sem contar que a indústria metalúrgica era muito incipiente, voltada para produção de bens de baixo grau de sofisticação produtiva.

É no governo Getúlio Vargas (1951-1954) que surgem os esforços iniciais para implantação da indústria automobilística no Brasil, com a constituição de uma indústria de base, criando empresas como a Companhia Siderúrgica Nacional.

Em 1953, foram proibidas as importações de veículos completos e montados, ao lado da restrição de licenças de importação para peças já produzidas no Brasil, contribuindo, assim, para a implantação definitiva da indústria automobilística local.

O primeiro pólo automotivo brasileiro surgiu em São Paulo, notadamente na região do ABC, com a implantação da indústria automobilística e posterior desenvolvimento de uma rede de fornecedores instalados também nesta região.

Na segunda metade da década de 1950, na era Kubitschek, observou-se um comprometimento efetivo do governo com o desenvolvimento do setor. O Plano de Metas contemplava um programa de desenvolvimento específico voltado para indústria automobilística. Este programa foi dirigido pelo Grupo Executivo da Indústria Automobilística - GEIA. Compreendiam como responsabilidades do GEIA a definição de normas de instalação, metas de produção e planos de nacionalização do setor (BAER, 1995).

Ao final do governo Kubitschek, montadoras como Volkswagen, Toyota, Mercedes-Benz, Scania e Willys-Overland já se encontravam instaladas no Brasil. Pouco tempo depois se instalaram FIAT, Agrale, Volvo e Gurgel.

Nos anos 70, o BNDES foi responsável pelo apoio financeiro e por inúmeros programas de reestruturação de setores sem canais de acesso a crédito mais barato e de longo prazo, através de programas de incentivos específicos, um deles para a indústria de autopeças. Destaque também para o II Plano Nacional de Desenvolvimento - PND (BEDÊ, 1997).

Na década de 90, a presença do estado na elaboração de políticas para o setor ganha força novamente. O governo brasileiro adotou o Regime Automotivo que estabelecia um regime de proteção elevado para o setor e foi reformulado em 1997 para contemplar os Estados menos desenvolvidos.

Com a abertura comercial, ocorrida nesta época, vários investimentos diretos estrangeiros foram direcionados ao Brasil, considerando o crescimento do mercado interno e a integração Brasil-Argentina.

O Acordo Automotivo Argentina-Brasil, em 1995, estabelecia um regime especial de comércio entre os dois países. Entretanto, as dificuldades de relações comerciais tornaram-se evidentes com a desvalorização do real em relação ao peso, em janeiro de 1999. A adoção de regimes cambiais diferentes – fixo na Argentina e flutuante no Brasil – impedia o fortalecimento de relações comerciais neste setor, na medida em que favorecia a indústria brasileira. As negociações em torno da extensão do regime se prolongaram e só foram restabelecidas a partir de um novo acordo, em novembro de 2000 (BONELLI, 2001).

A visão de Weiss (1996) sobre a década de 90 é que a abertura comercial somada à valorização do câmbio, em 1994, expôs o setor automobilístico a padrões de concorrência mais condizentes ao cenário econômico mundial, o que forçou as empresas presentes no Brasil a passar por um intenso processo de modernização que conferiu maior transparência à estrutura de custos das empresas.

Em 1993, a Câmara Setorial da Indústria Automobilística reduziu os impostos para carros populares - carros equipados com motores de 1000cc –, que aliada à

estabilidade econômica advinda do Plano Real, contribuiu para o aumento no consumo destes veículos (WEISS, 1996).

As montadoras mais recentemente instaladas, como Honda, Toyota, Renault, PSA Peugeot Citröen, Audi Land Rover, IVECO e outras, vêm, agressivamente, lutando por uma maior fração de mercado, inclusive tentando estrategicamente entrar no setor dos carros populares, responsáveis por aproximadamente 70% do mercado de automóveis no país. As montadoras que detêm maiores frações neste mercado são Volkswagen, FIAT, General Motors e Ford, respectivamente com os modelos Gol, Uno e Palio, Corsa, Ka e Fiesta.

A concessão de incentivos não ficou restrita ao âmbito federal. Dentre as políticas realizadas pelos estados com a finalidade de atrair investimentos, Bonelli (2001) verifica a utilização de medidas que variam desde a utilização de gastos diretos, como financiamentos e participação de capital, até o apoio no fortalecimento de infraestrutura e no processo de simplificação de registros. As medidas largamente criticadas, entretanto, se referem àquelas que comprometem a arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, a principal fonte de recursos dos governos estaduais. São estas últimas medidas que justificam o termo “guerra fiscal”, utilizado para caracterizar o comportamento dos governos estaduais neste período.

Os efeitos da “guerra fiscal” são temas de debate na literatura. Para Piancastelli e Perobelli (1996), a “guerra fiscal” acaba se tratando de uma simples renúncia fiscal. Os autores argumentam que a adoção pelos estados de um conjunto de instrumentos bastante similar, reforça a questão da decisão locacional como fator decisivo no fluxo de investimentos. Já Bonelli (2001) complementa sugerindo que os reais beneficiários da redução do ICMS são as empresas multinacionais montadoras de automóveis, com a oportunidade de instalar suas fábricas a um custo muito baixo, uma vez que se instalariam no país mesmo com a ausência dos incentivos.

Essas políticas, entre outras, resultaram na efetiva ampliação da capacidade de produção e na modernização do parque industrial do setor automobilístico nos anos 90. O detalhamento destes incentivos fiscais e o resultado da descentralização da indústria automobilística são o objeto da próxima seção.

2.1.2 Incentivos fiscais e a desconcentração da produção de automóveis

Em 2008, a produção de automóveis no Brasil bateu recorde histórico, segundo os dados da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA (2008), produzindo 2.410.201 veículos. Este crescimento na produção de automóveis é fruto de investimentos feitos nos anos 90.

Na Tabela 1, pode-se observar as principais produtoras de automóveis no país e a localização de suas respectivas fábricas. As montadoras FIAT, General Motors, Volkswagen e Ford detêm 81% da produção.

Tabela 1 - Produção total de veículos automotores por empresa e localização de suas fábricas - 2008

Empresa	Localização da planta industrial	Produção em 2008 (unidades)
Volkswagen	SP, RJ, PR	648.098
FIAT	MG, SP	603.089
General Motors	SP	485.432
Ford	BA, SP	206.948
Honda	SP	131.139
Peugeot Citröen	RJ	126.976
Renault	PR	114.441
Toyota	SP, RS	66.983

Fonte: ANFAVEA (2008)

Nos anos 90, essas montadoras anunciaram investimentos na economia brasileira visando estabelecer novas plantas. Empresas como FIAT, Ford, General Motors e Volkswagen ampliaram sua presença no mercado nacional, enquanto indústrias como, a Renault, por exemplo, se estabeleceram como novos entrantes. Os grandes investimentos nesta indústria nos anos 90 são semelhantes àqueles observados no período inicial de sua instalação (ARBIX; RODRIGUEZ-POSE, 2001).

No entanto, no período inicial da indústria automobilística, o investimento estrangeiro se concentrou em São Paulo (sobretudo no ABC), devido à existência de trabalho qualificado e de uma rede de fornecedores; já nos anos 90, o investimento estrangeiro na indústria não ocorreu de modo concentrado (ARBIX; RODRIGUEZ-POSE, 2001). Esta desconcentração geográfica está ilustrada na Tabela 2.

Tabela 2 - Porcentagem da produção nacional de veículos por Estado

Localização da Planta Industrial	1990	2005
SP	74,80%	45,80%
MG	24,50%	20,20%
PR	0,50%	12,60%
RS	0,20%	5,60%
BA	...	9,80%
GO	...	0,80%
RJ	...	5,20%
Total	100,00%	100,00%

Fonte: ANFAVEA (2008)

A distribuição dos veículos comercializados, tomando como base os licenciamentos emitidos, está sumarizada na Tabela 3.

Tabela 3 - Número de veículos licenciados por região – 2005

Região	Número de automóveis licenciados (unidades)	Em porcentagem
Centro-Oeste	109.700	8,01%
Norte	57.276	4,18%
Nordeste	196.942	14,38%
Sudeste	738.004	53,90%
Sul	267.257	19,52%
Total	1.369.179	100,00%

Fonte: ANFAVEA (2008)

Observa-se que as fábricas que ofertam veículos e a demanda do mercado destes se encontram em um movimento de distanciamento, ou seja, esse processo de deslocamento das fábricas está gerando a necessidade de viagens mais longas, principalmente aquelas entre a região Nordeste e o Sudeste, que podem chegar a percorrer mais de 2.000 km.

Várias são as razões mencionadas para explicar a desconcentração regional desta indústria, sendo o grau de importância atribuído a cada uma delas bastante divergente na literatura. Segundo Arbix e Rodriguez-Pose (2001), no passado, a presença de mão-de-obra qualificada e infraestrutura superior no Sudeste contribuíram

para o desenvolvimento do setor na região. Mais recentemente, o custo de envio relativo de mão-de-obra nas demais regiões do país e a melhoria da qualificação da mão-de-obra contribuem para a desconcentração da produção. Com relação aos salários, certamente há que se levar em conta a melhor organização da mão-de-obra do Sudeste, revelada especialmente pelo poder de negociação dos sindicatos do ABC paulista perante as montadoras de veículos e empresas do segmento de autopeças. Ainda recaem sobre a região metropolitana de São Paulo as externalidades associadas à poluição e ao congestionamento urbano.

Contudo, sob a ótica de Arbix e Rodriguez-Pose (1999), a recente descentralização do setor automotivo surge em decorrência de uma competição entre estados e municípios, a conhecida “guerra fiscal”, que acaba gerando perdas para os estados e para o país como um todo. Este processo acabou sendo estimulado pelo governo com a edição do Novo Regime Automotivo, que nasceu no interior do Plano Real, como instrumento para consolidar e atrair investimentos para o setor.

O primeiro estado a entrar na “guerra fiscal” foi o Paraná, em 1996. Como descrito por Arbix e Rodriguez-Pose (1999), em março de 1996, o governo do estado, o município de São José dos Pinhais e o Fundo de Desenvolvimento Econômico assinaram um protocolo com a Renault. As condições previam que a montadora deveria construir no município uma planta até 1999 e gerar 1.500 empregos diretos e pagaria uma multa R\$ 50,5 milhões caso a planta fosse desativada em menos de vinte anos. O estado do Paraná e o município de São José dos Pinhais doariam 2,5 milhões de m², providenciando a infraestrutura necessária como, por exemplo, uma área exclusiva no Porto de Paranaguá. Com relação ao suprimento de energia, este seria realizado a uma taxa de 25% inferior à praticada pelo mercado. 40% do capital investido (com um teto de US\$ 300 milhões) seriam de responsabilidade do estado do Paraná. A Renault ainda recebeu isenção dos impostos locais por dez anos, extensiva a qualquer fornecedor que viesse se instalar na região.

Após o acordo com a Renault, outros se sucederam: a Mercedes-Benz em Minas Gerais, a General Motors no Rio Grande do Sul e a Ford em Camaçari, na Bahia.

Arbix e Rodriguez-Pose (1999) criticaram a estratégia dos governos regionais, pois acreditam que a estimativa de geração de empregos diretos e indiretos esteja

superestimada. Acreditam, ainda, que o resultado desta política é um simples desperdício, uma simples transferência improdutiva de recursos públicos. E relembram que os grandes responsáveis pela atual dívida pública no Brasil são os estados e municípios.

O estudo de Cecchini (2005) aponta para mesma direção. Segundo a autora, transbordamentos regionais de renda, produção e emprego gerados pelo setor automobilístico favorecem mais a região de São Paulo, na elaboração de políticas regionais, do que as regiões que recorrem à utilização de incentivos, a fim de atrair novas unidades produtivas do setor automotivo.

Portanto, pode-se concluir que os incentivos fiscais concedidos pelos estados cumprem um papel importante de localização no momento das instalações destas fábricas. Pode-se observar a distribuição regional da indústria automobilística no Quadro 1.

Especificamente sobre o transporte de veículos, foram encontrados poucos trabalhos na literatura disponível. Fernandes (2001) apresenta um trabalho sobre dimensionamento de terminais de contêineres e veículos em que descreve o transporte de veículos por rodovias sendo feito pelo caminhão chamado de “cegonha”. Já o transporte de veículos por cabotagem é feito em navios chamados RO-RO, que é a abreviatura de *Roll on – Roll off*.

Pereira (2006) define as embarcações RO-RO como especializadas no transporte de carga rodante (que possuem “rodas”), como automóveis, reboque e semi-reboque de caminhões, que geralmente possuem rampa de acesso para estes veículos. Com isso, segundo o autor, diminuem-se as necessidades de equipamentos para a movimentação de carga no porto e, principalmente, o tempo de operação portuária. Por isso, as embarcações do tipo RO-RO são atrativas para o transporte de cabotagem, pois não necessitam de grandes investimentos portuários e reduzem o tempo de trânsito da carga.

Empresa	Unidades industriais	Produtos
AGCO	Canoas - RS	Tratores de rodas, retroescavadeiras
	Santa Rosa - RS	Colheitadeiras, plataforma de corte
	Ibirubá - RS	Plantadeiras, semeadeiras, plataformas de milho (Sfil)
Agrale	Caxias do Sul -RS	Tratores de rodas, motores, beneficiamento de componentes
	Caxias do Sul -RS	Comerciais leves, caminhões, ônibus
	Caxias do Sul -RS	Componentes automotivos
	Caxias do Sul -RS (Agrale Montadora) ¹	Caminhões Internacional (montagem)
Caterpillar	Piracicaba - SP	Tratores de esteira, motoniveladoras, compactores, escavadeiras hidráulicas, retroescavadeiras
		carregadeiras de rodas, geradores de energia elétrica, carregadeiras subterrâneas
CNH	Curitiba - PR (Case IH, New Holland)	Tratores de rodas, colheitadeiras
	Piracicaba - SP	Colheitadeiras, plantadeiras, pulverizadores
	Contagem - MG (Case CE, New Holland ²)	Retroescavadeiras, pás-carregadeiras, motoniveladoras, tratores de esteiras, escavadeiras hidráulicas
	Itu - SP	Central de distribuição de peças
FIAT	Betim - MG	Automóveis, comerciais leves
	Betim - MG	Motores
	Campo Largo - PR	Motores ³
Ford	Camaçari - BA	Automóveis, comerciais leves
	Horizonte - CE	Comerciais leves (Troller) ⁴
	São Bernardo do Campo - SP	Automóveis, comerciais leves, caminhões
	Taubaté - SP	Componentes, motores, transmissões
	Tatuí - SP	Campo de prova
General Motors	São Caetano do Sul - SP	Automóveis, comerciais leves
	São José dos Campos - SP	Automóveis, comerciais leves, fundição, preparação de CKD para exportação, motores e transmissões
	Mogi das Cruzes - SP	
	Gravataí - RS	Componentes estampados, centro de distribuição de peças
	Indaiatuba - SP	Automóveis
		Automóveis Campo de provas (Cruz Alta)
	Sorocaba - SP	Centro de distribuição de peças
Honda	Sumaré - SP	Automóveis
Hyundai	Anápolis - GO	Comerciais leves
International	Caxias do Sul - RS ⁵	Caminhões
Iveco	Sete Lagoas - MG	Comerciais leves, caminhões, ônibus, motores

Quadro 1 - Distribuição regional da indústria automobilística em 2008

Fonte: ANFAVEA (2008)

- (1) mesma unidade industrial.
- (2) mesma New Holland sucedeu Fiatallis a partir de 01/02/2005.
- (3) FIAT Powertrain Technologies Tritec (FPT Mercosul).
- (4) A Ford adquiriu o controle integral da Troller Veículos Especiais em janeiro de 2007.
- (5) unidade industrial (Aliança Renault-Nissan).

(conclusão)

Empresa	Unidades industriais	Produtos
John Deere	Horizontina - RS	Tratores de rodas, colheitadeiras de grãos, plantadeiras,
		plataformas de milho
	Catalão - GO	Colheitadeiras de cana-de-açúcar
	Montenegro - RS	Tratores de rodas
Karmann-Ghia	São Bernardo do Campo - SP	Autoveículos (montagem), carrocerias, conjunto e subconjuntos, estamparia, ferramentaria, dispositivos, protótipos
Komatsu	Suzano - SP	Tratores de esteira, escavadeiras hidráulicas, pás-carregadeiras, motoniveladoras, fundição
Mercedes-Benz	São Bernardo do Campo - SP	Caminhões, ônibus, motores, eixos câmbios
	Campinas - SP	Remanufatura de peças, pós-vendas
	Juiz de Fora -MG	Automóveis
Mitsubishi	Catalão - GO	Comerciais leves
Nissan	São José dos Pinhais - PR (Fáb. Curitiba Veículos Utilitários) ³	Comerciais leves (Nissan, Renault)
Peugeot-Citroën	Porto Real - RJ	Automóveis, comerciais leves
	Porto Real - RJ	Motores
Renault	Complexo Industrial Ayrton Senna	
	São José dos Pinhais - PR (Fáb. Curitiba Veíc. de Passeio) ⁵	Automóveis
	São José dos Pinhais - PR (Fáb. Curitiba Motores)	Motores
	São José dos Pinhais - PR (Fáb. Curitiba Veículos Utilitários) ³	Comerciais leves (Renault, Nissan)
	São Paulo - SP	Renault Design América Latina
Scania	São Bernardo do Campo - SP	Caminhões, ônibus, motores
Toyota	São Bernardo do Campo - SP	Autopeças
	Indaiatuba - SP	Automóveis
	Guaíba - SP	Centro de distribuição de veículos
Valtra	Mogi das Cruzes - SP	Tratores de rodas, colheitadeiras
Volkswagen	São Bernardo do Campo - SP (Fáb. Anchieta)	Automóveis, comerciais leves
	Taubaté - SP	Automóveis
	São Carlos - SP	Motores
	São José dos Pinhais - PR (Volkswagen/Audi)	Automóveis, comerciais leves
Volkswagen Caminhões e Ônibus	Resende - RJ	Caminhões, chassis de ônibus
Volvo	Curitiba - PR	Caminhões, cabines de caminhões, chassis de ônibus, motores
Volvo CE Latin America	Perdeneiras - SP	Caminhões articulados, pás-carregadeiras, minicarregadeiras, motoniveladoras, escavadeiras

Quadro 1 - Distribuição regional da indústria automobilística em 2008

Fonte: ANFAVEA (2008)

- (1) mesma unidade industrial.
- (2) mesma New Holland sucedeu Fiatallis a partir de 01/02/2005.
- (3) FIAT Powertrain Technologies Tritec (FPT Mercosul).
- (4) A Ford adquiriu o controle integral da Troller Veículos Especiais em janeiro de 2007.
- (5) unidade industrial (Aliança Renault-Nissan).

2.2 Transporte intermodal

Há, basicamente, cinco modais de transporte: rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário e aéreo. Inicialmente, havia uma competição entre os vários modos de transporte, o que incentivou a formação de sistemas de transportes segmentados uns dos outros. Assim, separadamente, cada modal procurava explorar suas vantagens quanto ao custo, operacionalidade, confiabilidade e segurança. Com o desenvolvimento da pesquisa em ciência e tecnologia, porém, observou-se que a utilização de diferentes modos de transporte integrados em uma única cadeia logística trazia benefícios, eficiência e redução dos custos do sistema de transporte.

No Brasil, com a Lei nº. 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, o transporte integrado foi facilitado. A lei define o Transporte Multimodal de Cargas como o transporte regido por um único contrato, que utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino, e é executado sob a responsabilidade de um Operador de Transporte Multimodal – OTM. A emissão do documento de transporte multimodal de cargas, o qual evidencia o contrato e rege toda a operação também é determinada pela lei. No documento, são mencionados os locais de recebimento e entrega da mercadoria, sob total responsabilidade do OTM.

Na literatura, é constante a confusão dos termos multimodal e intermodal. Apesar de os dois termos corresponderem ao uso seqüencial de duas ou mais formas de transporte de mercadorias de uma origem até seu destino final, é importante saber definir e diferenciar os dois conceitos.

Segundo a Agência Nacional Transportes Terrestres - ANTT (2008), a intermodalidade caracteriza-se pela emissão individual de documento de transporte para cada modal, bem como pela divisão de responsabilidade entre os transportadores. Já na multimodalidade, ao contrário, existe a emissão de apenas um documento de transporte, cobrindo o trajeto total da carga, do seu ponto de origem até o ponto de destino. Este documento é emitido pelo OTM, que também toma para si a responsabilidade total pela carga sob sua custódia.

Keedi (2004) ainda acrescenta que é necessário que não se perca de vista que a multimodalidade implica que, juntamente com ela, esteja andando a intermodalidade. Enquanto o dono da carga está realizando uma operação multimodal recebendo um documento de transporte único, o OTM está envolvido em uma operação intermodal.

No entanto, segundo Texeira (2007), a definição aceita internacionalmente é que o transporte intermodal é definido como um movimento realizado por mais de um modo de transporte, caracterizado por um transporte porta-a-porta com uma série de operações intermediárias de transbordo com a responsabilidade de um único prestador de serviço através de um único documento. Então, apoiada pela definição internacional e da lei nº. 9.611/98, que responsabiliza apenas o OTM como único prestador de serviço, esta dissertação utilizará a nomenclatura transporte intermodal.

De acordo com Rodrigues et al., 2006 apud Teixeira (2007), nos Estados Unidos, após a desregulamentação e privatização do transporte nos anos 80, as empresas de transporte marítimo foram as primeiras a explorar as oportunidades da intermodalidade, oferecendo serviço de transporte porta-a-porta para os seus clientes, através da integração com o transporte ferroviário e rodoviário.

A *European Union Commission*, 1997 apud Teixeira (2007) publicou um trabalho que apresenta os obstáculos e também as estratégias e ações que deveriam ser adotadas ao longo do tempo para tornar os serviços de transporte intermodal mais eficientes e sustentáveis.

Sobre o tema intermodalidade, há vários trabalhos nacionais. Os principais problemas estudados neste sentido são: localização estratégica dos terminais em relação à infraestrutura disponível para integração com outros modos, avaliação da eficiência operacional e a otimização do *layout* e das operações realizadas em terminais.

Pimentel (1999) publicou um diagnóstico, com base em uma revisão bibliográfica, do estágio de desenvolvimento da intermodalidade no Brasil da época e avaliou o projeto de ampliação do Porto de Sepetiba como futuro terminal concentrador de cargas do Brasil.

Aversa (2001) apresenta um projeto para localização de um *Hub Port* na Costa Leste da América do Sul, para atender o fluxo de demanda por transporte marítimo

containerizado entre os portos do Brasil, Argentina e Uruguai e os vários portos do mundo. O porto escolhido foi o que apresentou minimização do custo total da operação, contabilizando as tarifas portuárias e custos envolvidos nesta operação, a partir do enfoque do armador.

Ramos (2003) avalia a capacidade das interfaces ferroviárias dos terminais intermodais de contêineres do porto de Santos. Nesse trabalho pôde-se verificar, através de simulação com o *software* ARENA, que é possível aumentar a capacidade de processamento de trens por dia, alterando algumas características operacionais do sistema e, conseqüentemente, aumentar a eficiência das operações de transbordo entre os modos ferroviário e marítimo.

2.3 Transporte por cabotagem

Historicamente, até 1930, a cabotagem foi o principal transporte de carga a granel. A partir de então, o modal rodoviário e o de cabotagem caminharam em direções opostas: os investimentos foram direcionados para a construção de estradas, principalmente com a chegada da indústria automobilística nas décadas de 50 e 60. Esta política de desenvolvimento estava praticamente voltada para o modal rodoviário e, com isso, o aquaviário sofreu as conseqüências dessa política e foi gradativamente perdendo espaço nesse cenário.

Durante os anos de grave processo inflacionário – entre 1970 e 1980 - houve o aumento dos custos da construção naval brasileira e, conseqüentemente, o aumento da ineficiência dos portos. Com isso, grande parte das cargas foi transportada pelo modal rodoviário. Segundo Ono (2001), restou para o segmento de cabotagem parte da carga de granéis líquidos e sólidos, que são cargas de grandes volumes e baixo valor agregado.

Na década de 90, começam a ocorrer mudanças na infraestrutura portuária que beneficiaram o setor de transporte por cabotagem, dentre as quais se destacaram: Lei de Modernização dos Portos - lei 8.630 (implementada em 25/02/1993), Regulamentação para o transporte de cabotagem - lei 9.432 (de 08/01/1997) e a Lei do Operador de Transporte Multimodal - OTM - lei 9.611 (regulamentada em 19/02/1998).

A agência reguladora no setor de cabotagem no Brasil é a ANTAQ. Esta agência foi criada a partir da lei 10.233 de 5 de julho de 2001 e tem como finalidade implementar as políticas formuladas pelo Ministério dos Transportes e regular, fiscalizar e supervisionar as atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviário. Os principais mecanismos de regulação exercidos pela ANTAQ no mercado de cabotagem são: o controle de afretamento de embarcações estrangeiras e o processo de outorga e autorização – que têm por objetivo mapear as empresas aptas a realizarem o serviço de cabotagem.

No ano de 2004, segundo ANTAQ (2004), a movimentação nos portos de carga geral por navegação de cabotagem chegou a 8.963.086 toneladas. Entre os portos, o porto de Santos é o que mais movimenta carga geral na navegação de cabotagem - 97% dessa movimentação ocorrem nos cais públicos – contabilizando cerca de 1.402.425 toneladas, tal como pode se observar na Figura 1.

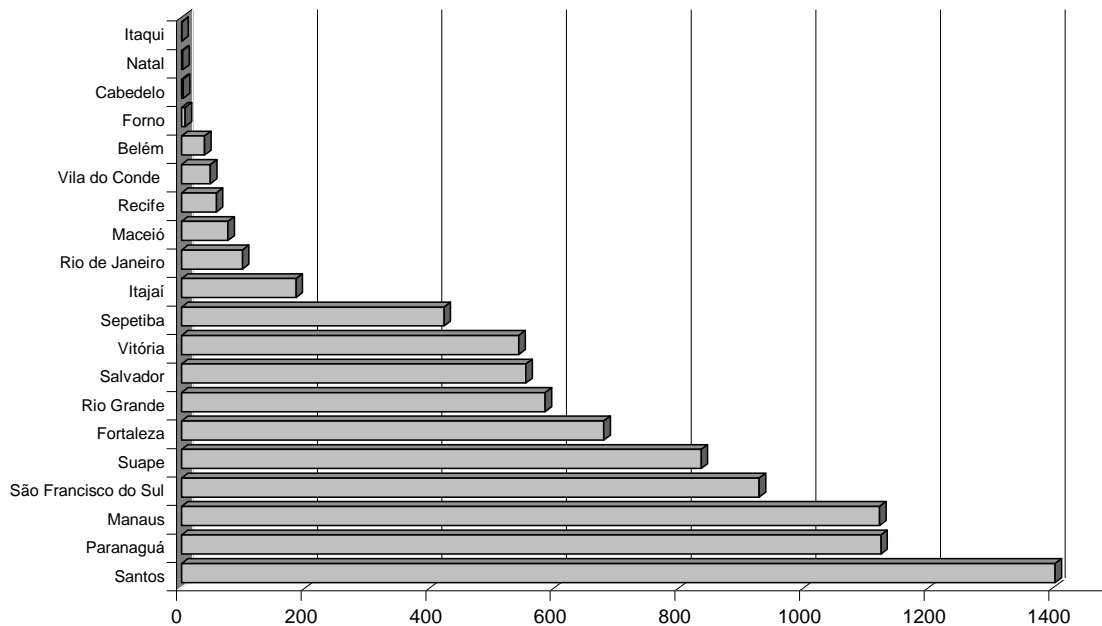


Figura 1 - Movimentação de carga geral na navegação de cabotagem nos principais portos – 2004 (em milhares de t)

Fonte: ANTAQ (2004)

Já o porto de Manaus aparece em terceiro lugar devido principalmente às mercadorias provenientes ou com destino à Zona Franca. Como os grandes centros consumidores desses produtos encontram-se no Sudeste, devido à distância e à falta de rodovias, a cabotagem é utilizada nesta área.

O destaque fica para o porto de Paranaguá, o segundo com maior movimentação. Em 2002, o porto de Paranaguá era o sexto em movimentação de carga geral (LACERDA, 2004). Este aumento no volume de carga geral em apenas dois anos se deve aos investimentos que o porto fez nestes últimos anos em relação ao transporte de contêineres e de veículos.

De acordo com Lacerda (2004), a maior parte da movimentação de carga geral na navegação de cabotagem no Brasil acontece nos cais públicos, ao contrário dos graneis líquidos e sólidos que são movimentados em terminais privativos, ou seja, fora da área do porto organizado.

Entretanto, de acordo com Lacerda (2004), as altas taxas de crescimento do transporte de carga geral por cabotagem estão ameaçadas, pois a oferta de navios fabricados no país não consegue acompanhar a demanda. Ainda segundo o autor, a indústria naval não está produzindo em condições de preços, qualidade e prazos compatíveis com o mercado internacional e, portanto, a aquisição de navios fabricados no país acontece a custos superiores aos de sua importação. Com isso, o afretamento de embarcações pode resultar em menores custos aos usuários dos serviços de transporte. No entanto, como já foi citado, o afretamento de embarcações estrangeiras é limitado pela legislação em vigor.

Atualmente, no Brasil, a cabotagem vem operando em conjunto com o modo ferroviário ou/rodoviário nas pontas, representando uma opção para ocupar um nicho de mercado, até então explorado apenas pelo transporte rodoviário porta-a-porta. Segundo a ANTAQ (2009), os portos que possuem pátio para veículos (automóveis, comerciais leves, utilitários, caminhões, tratores, entre outros) são: Porto de Aratu (BA), Porto de Belém (PA), Porto de Itaguaí (RJ), Porto de Paranaguá (PR), Porto Praia Mole (ES), Porto do Rio Grande (RS), Porto do Rio de Janeiro (RJ), Porto de Salvador (BA), Porto de Santarém (PA), Porto de Santos (SP), Porto de São Sebastião (SP), Porto de Suape (PE) e Porto de Vitória (ES).

Em outros países, como os Estados Unidos e alguns países da União Europeia, a cabotagem encontra-se em um estágio de desenvolvimento superior aos encontrados no Brasil. Além disso, conforme Botter (2006) cita, em tais países são utilizados sistemas de *feeders*² (alimentadores) para a obtenção de cargas posicionadas em portos que permitam a atracação de navios de grande porte (*hub-ports*³) racionalizando o transporte de cargas (em grande parte containerizada) tanto na origem quanto no destino aos portos de menor porte, incorporando, deste modo, o transporte da cabotagem ao marítimo internacional.

Segundo Rowlinson e Wixey, 2002⁴ apud Botter (2006), na Europa, o transporte marítimo e a criação dos *hub-ports*, procurando integrar os modais rodoviário, ferroviário e fluvial, foram fatores de fundamental importância para o crescimento da cabotagem europeia. Assim sendo, segundo National Technical University Athens, 2001 apud Botter (2006), o uso da cabotagem no transporte multimodal acabou por proporcionar um aumento da competitividade do comércio europeu, diminuindo o custo das unidades transportadas, aumentando a integração com a Europa Oriental e aliviando o congestionamento das rodovias.

No Canadá só é permitido realizar o transporte de cabotagem com embarcações de bandeira nacional. Também nos Estados Unidos são observadas as mesmas normas restritivas, onde a cabotagem é regida pelo *Jones Act*: a embarcação deve ser construída no próprio país, assim como a tripulação, o proprietário da embarcação e a empresa de navegação devem ser americanos (BOTTER, 2006).

Através da Pesquisa Aquaviária realizada pela Confederação Nacional dos Transportes – CNT (2006), aplicada em empresas usuárias da navegação de cabotagem para carga geral, em um total de 122 empresas foram indicadas como principais vantagens da cabotagem: o custo do frete, a segurança da carga, a confiabilidade nos prazos de entrega e o baixo nível de avarias. Na Tabela 4 são

2 Sistema de transporte marítimo de contêineres aplicado a uma dada região, onde a partir de um porto principal, *hub port*, os contêineres são recebidos/distribuídos de/para portos regionais e alimentadores, designados *feeder ports* (AVERSA, 2001).

3 Segundo Dubke et al., 2004 apud Botter (2006) um porto concentrador que tem melhores condições físicas e tecnológicas com amplo acesso em águas profundas, grandes braços de atracação, equipamentos de última geração e grandes áreas de estocagem.

4 ROWLINSON, M.; WIXEY, S. **The politics and economics developing coastal shipping**. Ciudad de Panama: International Association of Maritime Economists, 2002. 17 p.

apresentadas as vantagens apontadas nas entrevistas sobre o transporte de cabotagem.

Segundo a CNT (2006), a cabotagem é viável, no cenário atual, até cargas distantes 250 - 300 km do porto. Coletar cargas em distâncias superiores a estas limita a competitividade, pois o custo da ponta rodoviária acaba inviabilizando o custo total.

Tabela 4 - Vantagens da cabotagem apresentadas pela CNT - 2006

Vantagens da cabotagem	Entrevistas	Porcentagem
Custo do frete	78	41,3%
Segurança da carga	49	25,9%
Confiabilidade dos prazos	23	12,2%
Nível de avarias	21	11,1%
Armazenagem da carga	6	3,2%
Serviços complementares	1	0,5%
Comunicação/informação sobre a carga	0	0,0%
Outros	4	2,1%
não sabe ou não respondeu	7	3,7%

Fonte: CNT (2006)

Quanto aos produtos transportados por cabotagem, a entrevista apresentou os resultados que são reproduzidos na Tabela 5. Destaque para veículos e autopartes que representam 3,8% dos principais produtos transportados, demonstrando que a cabotagem é pouco utilizada para o transporte de veículos.

Tabela 5 - Principais produtos transportados por cabotagem, a partir da pesquisa da CNT - 2006

Principais produtos transportados	Entrevistas	Porcentagem
Alimentos	27	20,8%
Produtos químicos e inflamáveis	23	17,7%
Celulose e papel	13	10,0%
Eletrônicos	12	9,2%
Materiais de construção	9	6,9%
Produtos de higiene e limpeza	7	5,4%
Produtos metalúrgicos	6	4,6%
Veículos e autopartes	5	3,8%
Móveis e utensílios domésticos	5	3,8%
Embalagens e vasilhames	5	3,8%
Rações	4	3,1%
Madeira e derivado	4	3,1%
Minérios	3	2,3%
Bebidas	2	1,5%
Calçados e confecções	2	1,5%
Brinquedos	0	0,0%
Outros	3	2,3%

Fonte: CNT (2006)

No entanto, a burocracia excessiva, consequência da diferenciação dos procedimentos administrativos dos portos, a carência de linhas regulares de contêineres e o excesso de tarifação são aspectos que ainda precisam ser melhorados (CNT, 2006).

Para tanto, serão necessários investimentos em infraestrutura logística, ampliação da estrutura e facilidades portuárias, simplificação dos procedimentos de transbordo, harmonização dos procedimentos das autoridades intervenientes e maior articulação com outros modais, além de investimentos para construção de novas embarcações nacionais para navegação de cabotagem da ordem de quatro bilhões e meio de dólares (CNT, 2006).

Os mais recentes trabalhos acadêmicos sobre transporte por cabotagem têm a mesma linha de pesquisa – viabilidade econômica – e envolvem soluções intermodais.

Dentre eles:

- a) Ono (2001) estudou a viabilidade do transporte marítimo de contêineres por cabotagem ao longo da costa brasileira. O trabalho apresentou um panorama geral do setor na época e apontou os principais entraves e as reformas necessárias para o setor portuário. Um modelo de programação linear foi usado para minimizar o custo total da operação de cabotagem. O modelo proposto fornece o dimensionamento da frota por classe de embarcação, a rota para cada embarcação da frota e a frequência de atendimento em todos os portos da rota.
- b) Rorato (2003) comparou o custo do transporte rodoviário porta-a-porta com o custo do transporte rodo-marítimo em contêineres para a distribuição de cargas frigoríficas no Brasil.
- c) Teixeira (2007) investiga as opções de transporte de carga geral em contêineres nas conexões com a região Amazônica. Em sua tese, faz um levantamento do panorama atual para cada modal e apresenta um modelo para encontrar rotas de menor custo, usando um ou mais modos de transporte combinados em cada cenário formulado.

2.4 Transporte de automóveis novos

As montadoras instaladas no país utilizam apenas o modal rodoviário para a distribuição de automóveis novos no mercado interno (FELTRIN, 2008). Como exemplo, em 2007, segundo Jaime Ardila, então presidente da GM do Brasil e do Mercosul, o transporte doméstico de automóveis novos da GM era feito apenas pelo modal rodoviário (AUMENTAR..., 2009).

Em 2008, o vice-presidente da GM do Brasil, José Carlos Pinheiro Neto afirmou que a logística é um campo fértil para cortar despesas e, por isso, as novas sedes foram escolhidas com base em critérios de racionalização logística. Como o estado de Santa Catarina dispõe de uma estrutura portuária farta e em expansão, estava prevista

a construção de uma fábrica de motores na cidade de Joinville; e visando receber carros importados, facilitar a redistribuição para o Norte e Nordeste e abrir o uso de cabotagem no transporte de veículos, estava prevista a construção de um Centro de Distribuição de Veículos - CDV - em Pernambuco, próximo ao porto de Suape (FELTRIN, 2008). Em 2010, a cabotagem ainda não é utilizada no transporte de automóveis no mercado doméstico pela GM.

A Volkswagen foi outra montadora que no ano de 2008 anunciou instalar uma Central de Distribuição no Nordeste, também próximo ao porto de Suape. A montadora também demonstrava interesse em utilizar a navegação de cabotagem se houvesse estrutura por parte das companhias de navegação em atender à demanda da empresa (RAMOS, 2008).

De forma esporádica, a cabotagem já foi utilizada no transporte de automóveis novos. Em 1999, a FIAT transportou automóveis novos por cabotagem de Betim (MG) ao Porto de Recife (PE) para realizar um evento de vendas no próprio navio. Nesta mesma época, a cabotagem de automóveis novos tornou-se um assunto evitado devido aos protestos que os “cegonheiros” – caminhoneiros que transportam carros – fizeram nas sedes das montadoras (TRANSPORTE..., 2009).

A discussão de um possível cartel dos transportadores de automóveis novos veio à tona em 2006, quando o Ministério Público Federal - MPF do Rio Grande do Sul encaminhou uma denúncia à Secretaria de Direito Econômico - SDE, que segundo o MPF, a Associação Nacional das Empresas Transportadoras de Veículos - ANTV e o Sindicato Nacional dos Cegonheiros - SINDICAM concentram todo o transporte de automóveis no país e, assim, o preço do frete cobrado pelas transportadoras associadas seria maior do que o praticado por transportadoras independentes. No mesmo ano de 2006, a SDE recomendou ao Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE a multar a ANTV e o SINDICAM por infração à ordem econômica (SOUSA; OLMOS, 2006a).

Ainda em 2006, a Justiça Federal gaúcha condenou por práticas de cartel no transporte de veículos novos, em primeira instância, o presidente do SINDICAM, Aliberto Alves, o ex-presidente da ANTV, Paulo Guedes, e o diretor de assuntos institucionais da GM, Luiz Moan Yabiku Júnior (SOUSA; OLMOS, 2006b).

No entanto, em 2007, o CADE arquivou o processo no qual as entidades de transporte de veículos eram acusadas de formação de cartel, pois segundo o CADE, não existiam provas da existência de tal cartel (BASILE, 2007).

Segundo raciocínio do conselheiro Paulo Furquim, o suposto cartel, se comprovado, iria aumentar os preços dos carros aos consumidores finais. Isto iria prejudicar as montadoras, que venderiam menos. Logo, as montadoras teriam prejuízo com o suposto cartel e, portanto, não aceitariam as suas condições de preço de frete. O fato é que as montadoras não apresentaram queixas contra as entidades de transporte de veículos, ou seja, não se sentiram prejudicadas pelo setor de "cegonheiros" (BASILE, 2007).

2.5 Considerações finais

Esse capítulo apresentou os principais setores envolvidos nessa dissertação: o mercado de automóveis, o transporte intermodal e de cabotagem e o atual transporte de automóveis novos.

Pode-se destacar que a crescente produção automóveis novos, aliada ao processo de desconcentração geográfica da indústria, necessita de um transporte alternativo ao praticado atualmente.

O próximo capítulo irá apresentar o método e os dados a serem utilizados para se analisar a viabilidade do transporte de cabotagem para automóveis novos.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o método e os dados utilizados para se obter o modelo que apresente os menores custos para o transporte de automóveis novos de uma montadora (que será chamada de montadora A para fins de preservação da origem dos dados).

A montadora A tem as seguintes características: possui duas fábricas, uma em Camaçari (BA) e outra em São Bernardo do Campo (SP) e também possui 275 concessionárias espalhadas pelo país, totalizando 550 rotas praticadas no transporte de seus automóveis entre fábricas e concessionárias.

O método é composto por duas partes: a primeira busca os valores dos custos de transporte tanto para o modal rodoviário - que é o método de Custos Médios Desagregados de Valente et al. (1997) – quanto para modal marítimo de cabotagem – método de Novaes (1978) e adaptado por Rorato (2003) e por Teixeira (2007).

A segunda parte, a partir dos dados de custo, envolverá o desenvolvimento de um modelo de otimização linear com base no modelo de Fluxo de Custo Mínimo Multiproduto - *Multicommodity Minimum Cost Flow Problem* - a partir de Ahuja, 1993 apud Branco (2007).

Dando continuidade no capítulo, serão também apresentados os dados utilizados no modelo.

Por fim, serão apresentados os dois cenários formulados: o cenário 1, que diz respeito ao contexto vigente do transporte de automóveis, apenas envolvendo a otimização do modal rodoviário, e o cenário 2, como uma que inclui a utilização da cabotagem como uma alternativa ao transporte rodoviário de automóveis. Cabe ressaltar que o modelo de otimização linear com base no modelo de Fluxo de Custo Mínimo Multiproduto somente será utilizado no cenário 2.

3.1 Rede de transporte

Conforme Morlok⁵, 1978 apud Rorato (2003), uma rede de transporte – constituída de nós e arcos – será a concepção matemática a ser aplicada para descrever quantitativamente os sistemas de transportes. Segundo Novaes (1978), nós são pontos que representam cidades, portos, terminais, clientes, e um conjunto de nós é chamado de grafo. Os nós são ligados entre si por arcos, que podem ser orientados ou não. Um grafo pode ser representado pela equação (1):

$$G = (X, U) \quad (1)$$

onde,

G: grafo

X: conjunto de nós

U: conjunto de arcos

Uma trilha é uma seqüência de arcos tal que o terminal de um arco é o nó inicial do arco seguinte (à exceção do primeiro e último nós). Com isso, o problema mais importante é o da determinação da trilha mais curta.

Formalmente, de acordo com Novaes (1978), o problema se coloca da seguinte maneira: dado um grafo $G = (X, U)$, cujos arcos são associados aos comprimentos $I(u_i) > 0$, ou seja, não-nulos, determinar uma trilha (t) entre os nós X_1 (nó fonte, de onde partiu) e X_n (nó dreno, onde chega) de tal forma que o comprimento total seja o mínimo, como mostra a equação (2):

$$\text{Min } L(t) = \sum_{u_i \in t} I(u_i) \quad (2)$$

⁵ MORLOK, E.K. Introduction to transportation engineering and planning. New York: Ed. MacGraw-Hill, 1978. 767 p.

Originalmente formulado por Hitchcock (1941)⁶, Novaes (1978) especifica o modelo matemático de transporte, sendo a equação (3) a função objetivo a ser minimizada e as equações (4) e (5) as restrições a serem respeitadas:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (3)$$

onde:

C_{ij} = Custo de Transporte da origem i ao destino j ;

X_{ij} = Quantidade demandada do Produto entre i e j ;

i = Origem, $i = 1, 2, \dots, m$;

j = Destino, $j = 1, 2, \dots, n$;

As restrições:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq A_i \text{ para todo } i; \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq B_j \text{ para todo } j; \quad (5)$$

onde:

$X_{ij} \geq 0 \quad \forall i \text{ e } j$;

A_i = Oferta do Produto na origem i ;

B_j = Demanda do Produto no destino j .

3.2 Método

A Figura 2 representa o diagrama da estrutura geral do método. Nesta Figura pode-se observar a entrada dos custos, tanto os rodoviários quanto os marítimos, junto

⁶ HITCHCOCK, F.L. Distribution of a product from several sources to numerous localities. *Journal of Math and Physics*, Davis, v. 20, n. 3, p. 443-456, 1941

com a matriz de origem/destino buscando gerar uma matriz de custos por rota em R\$/t.km e resultará uma matriz de custo por rota em R\$/t, que será utilizada no modelo matemático proposto.

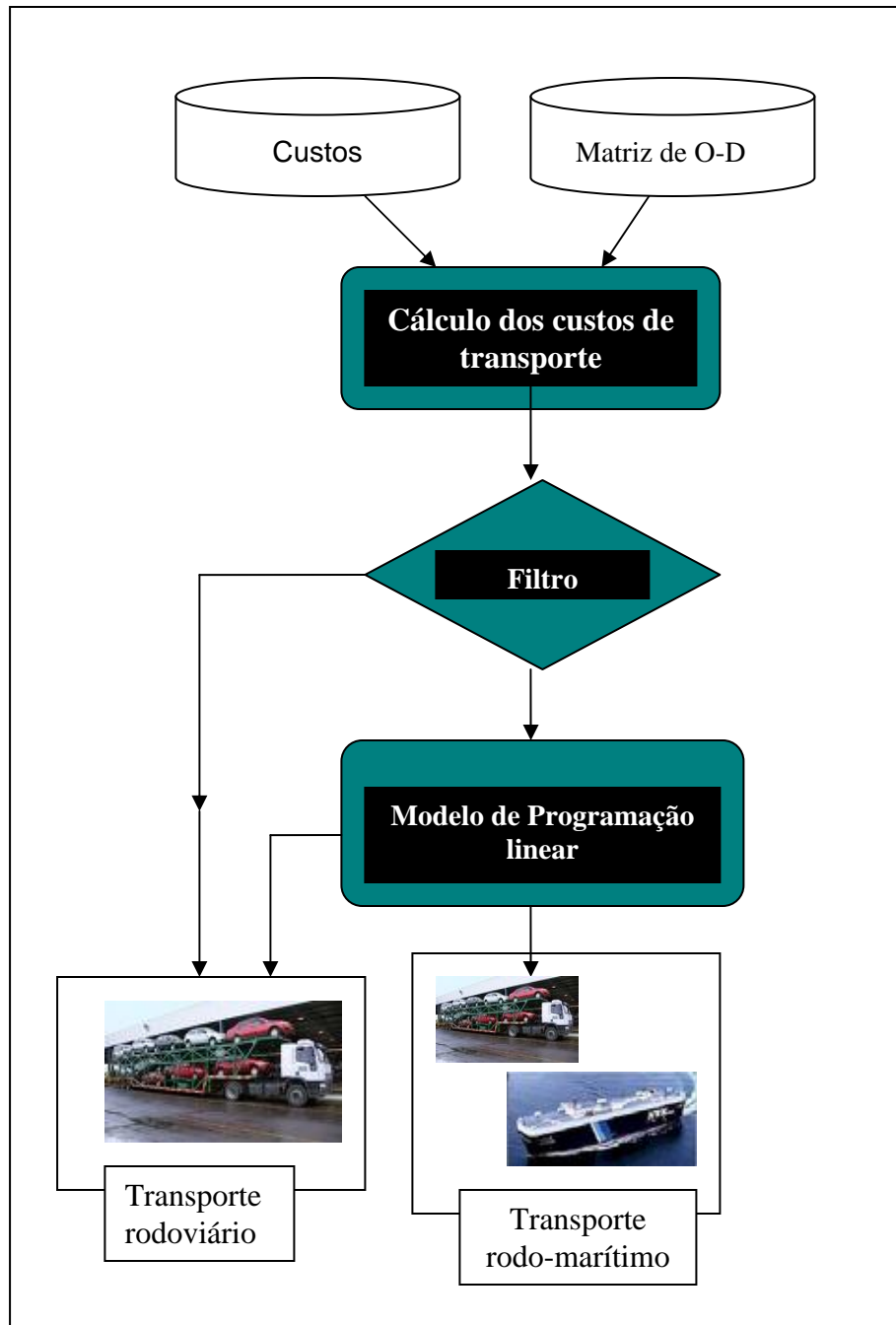


Figura 2 - Diagrama do modelo proposto

Note-se que o filtro que está representado na Figura 2 tem a função de selecionar rotas cuja origem diste 300 km dos portos. Segundo a CNT (2006), coletar cargas em distâncias superiores a estas limita a competitividade do transporte rodoviário, pois o custo da ponta rodoviária acaba inviabilizando o custo total. A partir deste filtro, o porto de origem para a fábrica de Camaçari (BA) é o porto de Salvador (BA) e o porto de origem para a fábrica de São Bernardo do Campo (SP) é o porto de Santos (SP).

Cabe ressaltar que se optou em calcular os custos operacionais de transporte desembolsados pelo transportador, ou seja, o custo pago pelo proprietário e operador da frota marítima, no caso da cabotagem, ou da frota rodoviária para o caso do transporte rodoviário.

Um exemplo numérico para ilustrar a lógica apresentada na Figura 2 está representado na Figura 3, envolvendo a rota de Camaçari (BA) a São Paulo (SP).

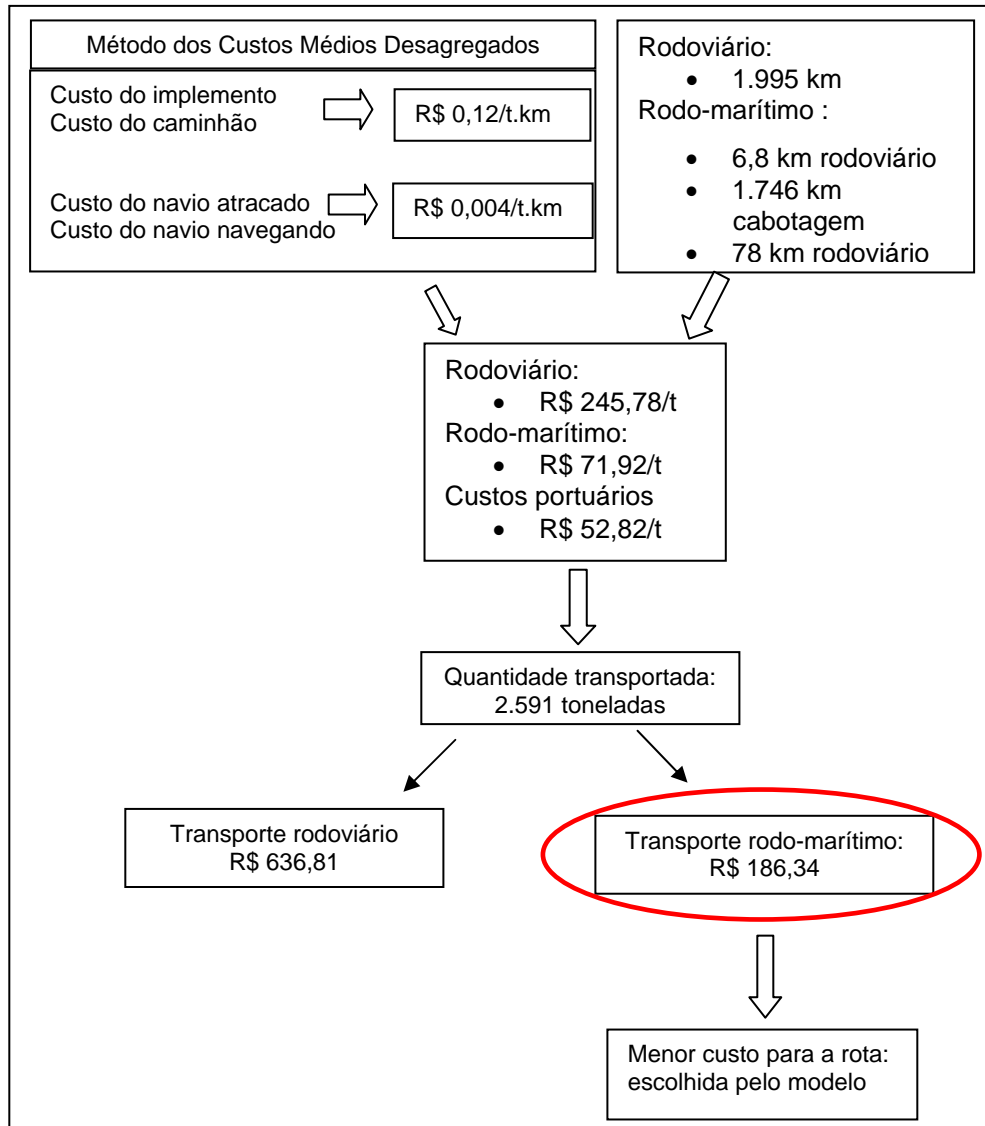


Figura 3 – Diagrama do modelo proposto ilustrado com dados numéricos

3.2.1 Custos operacionais referentes ao transporte marítimo

3.2.1.1 Custos operacionais da embarcação

A estrutura de custos do transporte marítimo envolve um conjunto de custos que são provenientes do custo da embarcação e dos custos portuários. Para o cômputo destes custos, foram utilizadas partes do método proposto para o transporte de grãos, estudado por Novaes (1976) e aplicado nos trabalhos de Rorato (2003) para o

transporte de carnes congeladas, e do método utilizado por Teixeira (2007) para o transporte de carga geral.

Buscando analisar o cenário atual em que se encontra o transporte de cabotagem no país, todos os dados utilizados no modelo – tipo de navio e portos utilizados, dados de custo tanto da embarcação quanto outros custos, velocidade adotada para o navio – estão relacionados à empresa representativa que opera no setor de cabotagem no país, que será chamada de empresa de navegação de cabotagem B.

A estrutura proposta segue a formulação representada pela equação (6):

$$CTVM = (CDM \times NV) + (CDP \times NAP) \quad (6)$$

em que,

CTVM = Custo total diário de uma viagem marítima (R\$)

CDM = Custo diário do navio navegando (R\$/dia)

CDP = Custo diário do navio atracado no porto (R\$/dia)

NV = Número de dias navegando

NAP = Número de dias atracado no porto.

A especificação de cada parcela será apresentada no decorrer deste capítulo. O cálculo para obtenção do custo de transporte por cabotagem está desenvolvido no Anexo A. O valor obtido para o custo marítimo por cabotagem da tonelada transportada por quilômetro foi de R\$ 0,005/t.km.

- Custo Diário do Navio Navegando

O custo diário do navio navegando é composto da somatória de nove custos calculados separadamente. Entre os custos calculados estão os custos fixos e

variáveis⁷. A velocidade adotada pela empresa de navegação por cabotagem para seus navios foi de 38 km/h, segundo Teixeira (2007).

Portanto, a equação que calcula o custo diário de um navio navegando é:

$$CDM = CC + CT + CMB + CMR + CS + CCM + CLM + CSM + COD \quad (7)$$

em que,

CDM = Custo diário do navio navegando (R\$/dia)

CC = Custo diário de capital (R\$/dia)

CT = Custo diário da tripulação (R\$/dia)

CMB = Custo diário de material a bordo (R\$/dia)

CMR = Custo diário de manutenção e reparo (R\$/dia)

CS = Custo diário de seguro do casco (R\$/dia)

CCM = Custo diário de combustível no mar (R\$/dia)

CLM = Custo diário de óleo lubrificante no mar (R\$/dia)

CSM = Custo diário do sistema de monitoramento via satélite (R\$/dia)

COD = Custo diário com outras despesas (R\$/dia)

- Custo diário do capital (CC)

O CC é formado pela depreciação do navio mais a rentabilidade diária do capital.

- Depreciação diária do navio (dd)

$$dd = \frac{vn - vr}{n} \quad (8)$$

em que,

⁷ Custos fixos são custos decorrentes do transporte de cabotagem, os quais não dependem da produção de transporte do navio. Custos variáveis são aqueles que dependem do número de milhas náuticas navegadas.

dd = Depreciação diária do navio (R\$/dia)

vn = Custo de aquisição do navio (R\$)

vr = Valor residual do navio em n anos de uso (R\$)

n = Vida útil do navio (anos).

- Rentabilidade diária (rd)

$$rd = \frac{(vn - vr) \times (n+1) \times j}{2 \times n} + (vr \times j) \quad (9)$$

em que,

rd = Rentabilidade diária (R\$/dia)

j = Taxa de juro anual (%)

Então,

$$CC = dd + rd \quad (10)$$

- Custo diário da tripulação (CT)

O CT envolve os custos de alimentação, salário, encargos sociais, bonificações, seguros, entre outros.

$$CC = CAT \div 365 \quad (11)$$

em que,

CT = Custo diário da tripulação (R\$/dia)

CAT = Custo anual da tripulação (R\$/ano)

- Custo diário de material a bordo (CMB)

$$CMB = CAMB \div DOP \quad (12)$$

em que,

CMB = Custo diário de material a bordo (R\$/dia)

CAMB = Custo anual de material de bordo (R\$/ano)

DOP = Dias de operação por ano (dias)

- Custo diário de manutenção e reparo (CMR)

$$CMR = CAMR \div DOP \quad (13)$$

em que,

CMR = Custo diário de manutenção e reparo (R\$/dia)

CAMR = Custo anual de manutenção e reparo (R\$/ano)

- Custo diário com seguro do casco (CS)

$$CS = CAS \div 365 \quad (14)$$

em que:

CS = Custo diário com seguro do casco (R\$/dia)

CAS = Custo anual com seguro do casco (R\$/ano)

- Custo diário de combustível no mar navegando (CCM)

Para determinar o custo do combustível gasto pelo navio no mar foi utilizada a equação proposta por Drewry, 1999 apud Teixeira (2007).

Para utilizar essa equação é necessário conhecer o consumo de combustível do navio, tanto do motor principal quanto dos auxiliares. Para determinar o consumo de combustível também é necessário saber a potência instalada do motor.

O combustível do navio é chamado *High Fuel Oil* (HFO) ou óleo marítimo. O preço do HFO depende fundamentalmente da sua densidade; quanto mais denso, menor o preço; porém, a eficiência do motor também é menor. Caso contrário, o preço é maior e a eficiência também.

A equação que contabiliza o custo diário de combustível no mar é:

$$CCM = C_{HFO} \times P_{HFO} \quad (15)$$

em que,

CCM = Custo diário de combustível no mar navegando (R\$/dia)

C_{HFO} = Consumo de combustível HFO (tonelada)

P_{HFO} = Preço de combustível HFO (R\$/tonelada)

- Custo diário de óleo lubrificante no mar navegando (CLM)

$$CLM = (CALM \div DOP) \quad (16)$$

em que,

CLM = Custo diário de óleo lubrificante no mar navegando (R\$/dia)

$CALM$ = Custo anual de óleo lubrificante no mar (R\$/ano)

- Custo diário do sistema de monitoramento via satélite (CSM)

O custo do sistema de monitoramento é composto pela soma do custo de aquisição dos equipamentos utilizados para o monitoramento com o custo de transmissão dos dados para uma base fixa.

$$CSM = CDAE + CDT \quad (17)$$

em que,

CSM = Custo diário do sistema de monitoramento via satélite (R\$/dia)

$CDAE$ = Custo diário de aquisição dos equipamentos (R\$/dia)

CDT = Custo diário de transmissão dos dados (R\$/dia)

As equações desses custos individuais serão descritas a seguir.

- Custo diário de aquisição dos equipamentos

$$CDAE = CAE \div 365 \quad (18)$$

em que,

CAE = Custo de aquisição dos equipamentos (R\$)

- Custo diário de transmissão dos dados

$$CDT = CMT \div 30 \quad (19)$$

em que,

CMT = Custo mensal de transmissão dos dados (R\$/mês)

- Custo diário com outras despesas (COD)

Esse custo envolve todos os custos extras com a viagem que não se enquadram em nenhum dos outros custos, tais como: comunicação, registro, despesas de viagens, entre outros.

$$COD = CAOD \div 365 \quad (20)$$

em que,

COD = Custo diário com outras despesas (R\$/dia)

$CAOD$ = Custo anual com outras despesas (R\$/ano)

- Custo Diário do Navio Atracado no Porto

As parcelas do custo diário do navio atracado no porto são calculadas da mesma forma que as parcelas do custo diário do navio navegando, exceto os custos diários de combustível e óleo lubrificante. Isso ocorre porque enquanto o navio está atracado no porto, apesar do motor principal do navio ficar desligado, existem motores secundários e geradores que continuam em funcionamento para fornecerem energia ao navio para manter em funcionamento as câmaras frigoríficas, lâmpadas, fornos elétricos, entre outros. Então, esses custos são substituídos pelo custo diário de combustível e óleo lubrificante, gastos quando o navio está atracado.

Portanto, a equação que calcula o custo diário de um navio atracado no porto pode ser expressa da seguinte forma:

$$CDP = CC + CT + CMB + CMR + CS + CCP + CLP + CSM + COD \quad (21)$$

em que,

CDP = Custo Diário do Navio Atracado no Porto (R\$/dia)

CC = Custo diário de capital (R\$/dia)

CT = Custo diário da tripulação (R\$/dia)

CMB = Custo diário de material a bordo (R\$/dia)

CMR = Custo diário de manutenção e reparo (R\$/dia)

CS = Custo diário de seguro do casco (R\$/dia)

CCP = Custo diário de combustível no porto (R\$/dia)

CLP = Custo diário de óleo lubrificante no porto (R\$/dia)

CSM = Custo diário do sistema de monitoramento via satélite (R\$/dia)

COD = Custo diário com outras despesas (R\$/dia)

- Custo diário de combustível no porto

Segundo Novaes (1978), o combustível gasto por um navio atracado no porto é em torno de 17% do combustível gasto com o navio navegando.

- Custo diário de óleo lubrificante no porto

Novaes (1978) reporta, também, que o consumo de óleo lubrificante do navio atracado no porto é em torno de 10% do consumo de óleo lubrificante com o navio navegando.

3.2.1.2 Custos operacionais portuários

Os portos considerados nesta dissertação são os portos que possuem pátio para veículos e que fazem parte da rota de cabotagem da empresa de navegação B. Portanto, os portos considerados são: Porto de Suape (PE), Porto de Salvador (BA), Porto de Itaguaí (RJ), Porto de Santos (SP), Porto de Paranaguá (PR) e Porto do Rio Grande (RS). Com a utilização do filtro, os portos de origem passam a ser: Porto de Salvador (BA) para escoar a produção de Camaçari (BA) e Porto de Santos (SP) para a produção de São Bernardo do Campo (SP).

Os custos portuários que serão utilizados no modelo vão ser obtidos através do acompanhamento dos preços e desenvolvimento operacional dos serviços portuários realizado pela ANTAQ. Os principais custos envolvidos relacionados são: a estiva das embarcações, as conferências de cargas, a remuneração dos trabalhadores portuários, o aluguel de material de estiva, as taxas da vistoria de lacres, as taxas administrativas, os serviços de praticagem e de rebocadores, as taxas portuárias de atracação, as defensas, a segurança, o despacho e a tradução de manifestos, conforme detalhado no Quadro 2.

Itens	Descrição
Taxas de Atracação	Pagamento de taxas à administração do porto pela utilização das instalações de acostagem ou atracação. Essas taxas são cobradas em função do comprimento do navio e do tempo que ele permanece atracado.
Praticagem	Despesas com pagamento dos serviços de condução e manobras nas bacias de evolução e atracação das embarcações em águas restritas do porto, desde o embarque do práctico na barra até a área de fundeio ou área de atracação e vice-versa, através do canal de acesso.
Rebocador	Despesas pagas pelos serviços de reboque em auxílio às embarcações nos canais de acesso, nas manobras em bacias de evolução e na atracação e desatracação.
Agenciamento	Despesas desembolsadas pelo armador com os serviços de assistência geral à escala do navio, inclusive requisição de prácticos, de rebocadores, de vigias, e ainda, coordenação das atividades dos operadores portuários, relacionamento com a administração do porto, pagamento de taxas e serviço em nome do armador.
Outros	Despesas com vigias portuários, despachos do navio, tradução de manifesto, despesas de comunicação, contribuições e entidades de classe, transporte, etc.

Quadro 2 - Custos envolvidos na operação de entrada e saída do navio em um porto

Fonte: ANTAQ (2008)

Os dados de taxas portuárias apresentados na Tabela 6 foram obtidos a partir do estudo de tarifas portuárias da ANTAQ (2008). Nesta mesma Tabela são considerados os dados de tempo médio de espera do navio no porto obtidos a partir de Ono (2001).

Tabela 6 – Custos portuários para transporte de veículos

Porto	Tempo médio no porto (horas) ⁽²⁾	Manuseio da Carga (R\$/t) ⁽¹⁾	Tarifa portuária (R\$/t) ⁽¹⁾	Entrada e saída de navios (R\$/t) ⁽¹⁾	Custo total do porto (R\$/t)
Suape	30	4,21	1,91	17,51	23,62
Salvador	24	4,64	7,45	9,83	21,92
Itaguaí	24	1,99	0,46	26,89	29,34
Santos	18	6,75	3,57	8,37	18,69
Paranaguá	24	5,60	1,51	9,84	16,95
Rio Grande	22	6,82	0,98	8,54	16,34

Fonte: ⁽¹⁾ ANTAQ (2008) e ⁽²⁾ Ono (2001)

O custo portuário de uma rota marítima é composto pela soma de duas parcelas: o custo de transbordo e o custo da escala da rota marítima nos portos intermediários.

O custo de transbordo é a soma de duas parcelas (considerando o porto de origem e o porto de destino) utilizando as informações presentes na Tabela 6: a primeira, custo total do porto e a segunda, o tempo médio no porto multiplicado pelo custo diário do navio atracado no porto (CDP).

O custo da escala da rota marítima é a soma dos produtos entre o tempo médio no porto (em cada porto intermediário, conforme Tabela 6) e o CDP.

3.2.2 Transporte rodoviário

3.2.2.1 Composição de custos operacionais do transporte rodoviário

O modelo de composição de Custos Médios Desagregados do transporte rodoviário é baseado em Valente et al. (1997), seguindo algumas modificações feitas por Rorato (2003) e Teixeira (2007).

- Dimensionamento da frota rodoviária

Segundo Valente et al. (1997), o número de veículos necessários em uma frota é determinado pela razão do número de viagens mensais e o número de viagens que um veículo realiza em um mês, conforme descrito na equação (22). A partir de Rorato (2003), o número de viagens mensais se determina pela demanda de transporte entre uma origem i e um destino j , dividida pela densidade média ou peso específico da carga na origem i e a capacidade, em metros cúbicos, do veículo k , de acordo com a equação (23).

$$NV = \frac{V_{mês}}{VVeic_{mês}} \quad (22)$$

$$V_{mês} = \frac{Q_{ij}}{d_i \times CUC_k} \quad (23)$$

em que,

NV : Número de veículos da frota;

$V_{mês}$: Número de viagens mensais necessárias;

$VVeic_{mês}$: Número de viagens mensais que um veículo realiza;

Q_{ij} : Demanda de transporte entre i e j (t);

d_i : Peso específico do produto, na origem i (t/m^3);

CUC_k : Capacidade de transporte de carga (m^3).

As viagens mensais dos veículos, segundo Valente et al. (1997), são determinadas pelo produto dos dias de operação em mês pela razão entre o tempo diário da operação e o tempo total do ciclo da rota, conforme descrito na equação (24).

$$VVeic_{mês} = DOM_k \times \frac{TDO_k}{TC_{ij}} \quad (24)$$

em que,

DOM_k : Dias de operação em um mês;

TDO_k : Tempo diário de operação (dia);

TC_{ij} : Tempo de ciclo de viagem entre i e j (dia).

- Custos operacionais rodoviários

O método para se obter os custos operacionais rodoviário é baseado no método dos custos médios desagregados de Valente et al. (1997). Este método é baseado em parâmetros médios de consumo, ou seja, as condições médias de operação. Não é sensível, portanto, às variações específicas de velocidade, tempo de carga e descarga, condições de tráfego, entre outras; assim, considera os valores médios de velocidade, consumo de combustível, entre outros.

São calculados os custos fixos e variáveis como depreciação, remuneração do capital, salário do motorista, licenciamento, lubrificantes, combustíveis e manutenção. Os principais itens a serem obtidos são: o custo operacional total por quilômetro rodado e custo total da tonelada transportada por quilometro, descritos na equação (25) e (26). A seqüência de cálculo é demonstrada no ANEXO B.

$$COQ = \frac{[(CVQ \times QMM) + CFM] \times [1 + IDI]}{QMM} \quad (25)$$

em que,

COQ: Custo total por quilômetro rodado (R\$/km);

CVQ: Custo variável da composição de veículo de carga (R\$/km);

QMM: Quilometragem média do veículo (km/mês);

CFM: Custo fixo mensal (R\$);

IDI: Custos indiretos da empresa (%).

$$CTQ = \frac{COQ}{CCV \times IAV} \quad (26)$$

em que,

CTQ: Custo por tonelada transportada (R\$/t);

CCV: Capacidade líquida de carga (t);

IAV: Índice de aproveitamento do veículo (%).

Cabe ressaltar que o valor obtido para o custo rodoviário da tonelada transportada por quilômetro (CTQ) foi de R\$ 0,1232/t.

- Custo fixo mensal do cavalo mecânico e do implemento (CFM)

O custo fixo mensal é composto pela soma de depreciação com os custos de remuneração do capital, custos com salário, custos de licenciamento, custo de sistema de monitoramento de veículos via satélite e custo do seguro do casco

- Depreciação (D)

$$D = \frac{V - R}{n} \quad (27)$$

em que,

V : Custo de aquisição do cavalo mecânico ou implemento (R\$);

R : Valor residual do bem em n anos de uso (R\$);

n : Vida útil do bem ou tempo de depreciação (anos).

- Remuneração de Capital (CC)

$$RC = \frac{(V - R) \times (n + 1) \times j}{2 \times n} + (R \times j) \quad (28)$$

em que,

j : Taxa de juros (%aa).

- Salário (CS)

$$CS = [S_m \times N_m \times (100 + ES)] / 100 \quad (29)$$

em que,

S_m : Salário médio do motorista (R\$);

N_m : Número de motoristas (unidades);

ES : Encargos sociais (%).

- Licenciamento (CL)

$$CL = (SO + IP) / 12 \quad (30)$$

SO : Seguro obrigatório (R\$);

IP : Imposto sobre propriedade de veículos automotores (IPVA) (R\$).

- Monitoramento (CM)

$$CM = \frac{VM}{12} + \overline{CT} \quad (31)$$

em que,

VM : Custo de aquisição do equipamento de monitoramento (R\$);

\overline{CT} : Custo médio de comunicação (R\$).

- Seguro do casco (SC)

$$SC = \frac{CAS}{12} \quad (32)$$

em que,

CAS : Valor da apólice de seguro para o conjunto (R\$);

SC : custo mensal da apólice (R\$).

- Custo variável do cavalo mecânico e do implemento (CVQ)

O custo variável total do cavalo mecânico e do implemento rodoviário é constituído pelos custos de: pneumático, manutenção, lavagem, lubrificação, combustível do cavalo mecânico, lubrificantes.

- Pneumáticos (CP)

$$CP = \frac{Up \times Qp}{ntp} \quad (33)$$

$$Up = Ppc + Gre + Gcr \quad (34)$$

$$Ppc = Ppn + Pca \quad (35)$$

$$Gre = Pre + imr \quad (36)$$

$$Gcr = Pca + imr \quad (37)$$

$$ntp = npr \times imr + npn \quad (38)$$

em que,

Up: Custo unitário por pneu (R\$);

Qp: Quantidade de pneus (unidades);

ntp: Vida útil total do pneumático (km);

Ppc: Preço de um pneumático e uma câmara (R\$);

Gre: Gastos com recapagem (R\$);

Gcr: Gastos com câmara quando recapagem (R\$);

Pre: Preço da recapagem (R\$);

Ppn: Preço do pneumático (R\$);

Pca: Preço da câmara (R\$);

npr: Vida média do pneu recapado / recauchutado (km);

imr: Índice médio de recapagens;

npn: Vida média do pneu novo (km).

- Manutenção (CM)

$$CM = \frac{Vsp \times im}{mac} \quad (39)$$

em que,

Vsp: Custo de aquisição do cavalo mecânico ou implemento, sem pneus (R\$);

im: Índice de manutenção;

mac: Intervalo médio de manutenções (km).

- Lavagem e lubrificação (LL)

$$LL = Cla \times Clu \quad (40)$$

$$Cla = \frac{Pla}{ila} \quad (41)$$

$$Clu = \frac{Plu}{ilu} \quad (42)$$

em que,

Clu: Custo de lubrificação por quilômetro (R\$/km);

Clu: Custo de lubrificação por quilômetro (R\$/km);

Pla: Preço de uma lavagem (R\$);

Plu: Preço de uma lubrificação (R\$);

ila: Intervalo entre lavagens (km);

ilu: Intervalo entre lubrificações (km).

- Combustível do cavalo mecânico (CC)

$$CC = \frac{Plc}{Aml} \quad (43)$$

em que,

Plc: Custo do litro de combustível (R\$/l);

Aml: Autonomia média (km/l).

- Lubrificantes (CO)

$$CO = Ocm + Oct + Osd + Tom + Com + Frad + Odif \quad (44)$$

$$Ocm = (Pcm \times Qcm) / icm \quad (45)$$

$$Oct = (Pct \times Qct) / ict \quad (46)$$

$$Osd = (Psd \times Qsd) / isd \quad (47)$$

$$Tom = (Pom \times Qto) / ito \quad (48)$$

$$Com = (Pom \times Qto) / itoc \quad (49)$$

$$Frad = (Pfrad \times Qfr) / ifr \quad (50)$$

$$Odif = (Podif \times Qdif) / ito \quad (51)$$

em que,

Ocm: Custo do óleo para a caixa de mudanças (R\$/l);

Oct: Custo do óleo para o eixo traseiro (R\$/l);

Osd: Custo do óleo para o sistema de direção (R\$/l);

Tom: Custo do óleo para o motor (R\$/l);

Com: Custo de complementação de óleo para o motor (R\$/l);

Frad: Custo do fluido para radiador (R\$/l);

Odif: Custo do óleo diferencial (R\$/l);

P: Preço do litro de óleo/lubrificante/fluido (R\$);

Q: Quantidade de óleo/lubrificante/fluido (l);

icm, ict, isd, ito, itoc e ifr: Intervalos de troca dos respectivos insumos (km).

3.2.2.2 Custos de pedágio

Para obtenção das tarifas de pedágios em operação no Brasil, foi utilizado o software Guia Quatro Rodas.

3.2.3 Modelo matemático proposto

O modelo proposto tem como objetivo a minimização do custo total de transporte de automóveis novos com origem nas fábricas da montadora A e destino para as diversas concessionárias. Para tanto, foi desenvolvido um modelo de otimização linear com base no Modelo de Fluxo de Custo Mínimo Multiproduto - *Multicommodity Minimum Cost Flow Problem*, a partir de Ahuja, 1993 apud Branco (2007).

Tal como em Branco (2007), não foi considerada a abordagem multiproduto nesta dissertação, apenas o produto “automóvel”. O modelo citado pode ser adaptado para a otimização de fluxos de cargas através de uma rede de transporte multimodal. Foi utilizado o *software General Algebraic Modeling – GAMS* – com o *solver* de programação linear Cplex para solucionar o modelo. A entrada do GAMS encontra-se no ANEXO C.

3.2.3.1 Nomenclatura dos índices

- o : indica a fábrica de origem dos automóveis. Varia de 1 a m , sendo m a quantidade total de fábricas da montadora;
- d : indica a concessionária de destino dos automóveis. Varia de 1 a c , sendo c a quantidade total de concessionárias da montadora;
- p_1 : indica o porto de origem para transporte intermodal. Varia de 1 a q , em que q é o número total de portos de origem disponíveis;
- p_2 : indica o porto de destino para transporte intermodal. Varia de 1 a r , em que r é o número total de portos de destino disponíveis.

3.2.3.2 Nomenclatura dos parâmetros

CX_{od} : custo rodoviário (R\$/t) para transportar automóveis da fábrica o para o destino d ;

CY_{op1} : custo rodoviário (R\$/t) para transportar automóveis da fábrica o para o porto de origem p_1 ;

CW_{op1p2} : custo marítimo (R\$/t) para transportar automóveis do porto de origem p_1 ao porto de destino p_2 ;

CZ_{op2d} : custo rodoviário (R\$/t) para transportar automóveis do porto de destino p_2 a concessionária d ;

$Oferta_o$: nível de oferta (em toneladas) de automóveis observado na fábrica o ;

$Demanda_d$: nível de demanda (em toneladas) de automóveis observado na concessionária d .

3.2.3.3 Fluxos de veículos

X_{od} : fluxo de automóveis (em toneladas) transportado por rodovia de o para d ;

Y_{op} : fluxo de automóveis (em toneladas) transportado por rodovia de o para p_1 ;

$W_{op_1p_2}$: fluxo de automóveis (em toneladas) transportado por transporte marítimo da origem o que passa entre p_1 e p_2 ;

Z_{op_2d} : fluxo de automóveis (em toneladas) transportado por rodovia com origem em o passando pelo porto de destino p_2 com destino à concessionária d .

3.2.3.4 Função objetivo

O objetivo do modelo é minimizar o custo total de transporte para o deslocamento das cargas ofertadas pela montadora A na fábrica o e demandadas pelas concessionárias d . A somatória dos fluxos $W_{op_1p_2}$ corresponde ao transporte de veículos por cabotagem marítima.

Assim sendo, a estrutura matemática proposta, a ser otimizada, pode ser representada como:

Minimizar o custo logístico total expresso pela equação (52):

$$\sum_{o=1}^m \sum_{d=1}^c X_{od} \times CX_{od} + \sum_{o=1}^m \sum_{p_1=1}^q Y_{op_1} \times CY_{op_1} + \sum_{o=1}^m \sum_{p_1=1}^q \sum_{p_2=1}^r W_{op_1p_2} \times CW_{op_1p_2} + \sum_{o=1}^m \sum_{p_2=1}^r \sum_{d=1}^c Z_{op_2d} \times CZ_{op_2d} \quad (52)$$

3.2.3.5 As restrições

A função objetivo estará sujeita às seguintes restrições:

$$\sum_{d=1}^c X_{od} + \sum_{p_1=1}^q Y_{op_1} \geq Oferta_o \quad (53)$$

Esta restrição, equação (53), garante que a oferta em uma fábrica seja respeitada.

A somatória do fluxo de veículos originados a partir da fábrica o através de rota rodoviária com destino às concessionárias mais a somatória do fluxo de automóveis originados a partir da fábrica o e deslocados até o porto de origem p_1 com destino para as concessionárias, deve ser igual à oferta de veículos pela montadora o .

$$\sum_{o=1}^m X_{od} + \sum_{o=1}^m \sum_{p_2=1}^r W_{op_2d} = Demanda_d \quad (54)$$

Esta restrição, equação (54), garante que a demanda da concessionária d seja atendida.

A somatória dos fluxos de automóveis originados das fábricas através de rotas rodoviárias com destino à concessionária d mais a somatória dos fluxos de veículos originados a partir das fábricas através das rotas que envolvam o modal marítimo de cabotagem para a concessionária d deve ser igual à demanda de veículos pela concessionária d .

$$Y_{op_1} = \sum_{p_2=1}^r W_{op_1p_2} \quad (55)$$

Esta restrição, equação (55), garante a continuidade e o balanço dos fluxos de veículos com origem na fábrica o e que passam pelo porto de origem p_1 .

O fluxo de veículos a partir de uma fábrica o e deslocado até o porto de origem p_1 deve ser igual à somatória dos fluxos de veículos entre o porto de origem p_1 até o porto de destino p_2 , com origens em o .

$$\sum_{o=1}^m \sum_{p_1=1}^q W_{op_1p_2} = \sum_{o=1}^m \sum_{d=1}^c Z_{op_2d} \quad (56)$$

Esta restrição, equação (56), garante a continuidade e o balanço do fluxo de veículos com origem em o que passa pelo porto de destino p_2 , ou seja, a somatória do

fluxo de veículos originado a partir da fábrica o que passa pelo porto de origem p_1 e que se dirige a um determinado porto de destino p_2 deve ser igual à somatória do fluxo de veículos originados na fábrica o que passa pelo porto de destino p_2 para chegar finalmente na concessionária c .

3.3 Especificação dos dados

Os dados obtidos são referentes ao ano de 2008. Buscando obter a matriz de origem/destino, os dados de distância rodoviária foram obtidos a partir do software Guia 4 Rodas. Já a matriz de distâncias marítimas foram utilizados os dados da ANTAQ (2009).

A montadora A foi escolhida para o estudo de caso desta pesquisa, pois além da sua representatividade no mercado de automóveis - é a quarta montadora que mais vendeu automóveis nacionais e importados no mercado interno no ano de 2008 segundo a ANFAVEA (2008) -, essa montadora foi uma das primeiras a se deslocar do Sudeste e implantar uma de suas indústrias no Nordeste.

A produção da montadora A é dividida em suas duas fábricas: a fábrica em São Bernardo do Campo (SP), que produz os modelos 1 e 9 da Tabela 7, e a fábrica em Camaçari (BA), que produz os modelos 2, 3 e 11. Os demais modelos da montadora são importados e a unidade de Camaçari é responsável por distribuir estes modelos, pois a nacionalização destes automóveis é feita nesta unidade. Por causa disto, 70% da distribuição parte da unidade de Camaçari.

Os modelos analisados são os que podem ser transportados por caminhão tipo cegonheiro e produzidos no ano de 2008. Estes modelos são divididos em categorias - automóveis, pick-ups e utilitários - sendo o total de vendas para mercado interno por modelo no ano de 2008 apresentado na Tabela 7.

A montadora A possui 275 concessionárias espalhadas pelo Brasil, mas com a maioria delas localizada na região sudeste (ver Anexo D).

Tabela 7 - Total de vendas para mercado interno, por modelo em 2008

Tipo	Modelo	Quantidade (unidade)
Automóveis	Modelo 1	68.462
Automóveis	Modelo 2	61.082
Automóveis	Modelo 3	39.858
Automóveis	Modelo 4	10.193
Automóveis	Modelo 5	2.040
Automóveis	Modelo 6	950
Pick ups	Modelo 7	10.417
Pick ups	Modelo 8	8.675
Pick ups	Modelo 9	3.893
Pick ups	Modelo 10	2.470
Utilitário	Modelo 11	45.914

Fonte: ANFAVEA (2008)

Para auxiliar no entendimento da representação da movimentação de cargas entre fábricas e concessionárias, a Figura 4 ilustra a estrutura do problema com dados das localizações das fábricas, das concessionárias e dos portos utilizados.



Figura 4 – Distribuição geográfica dos portos, fábricas e concessionárias

Fontes: Ford (2009), ANTAQ (2009) e ANFAVEA (2008)

Os portos considerados foram aqueles que possuíam pátio para veículos e que fazem parte da rota de cabotagem da empresa de navegação B. Portanto, foram considerados: Porto de Suape (PE), Porto de Salvador (BA), Porto de Itaguaí (RJ), Porto de Santos (SP), Porto de Paranaguá (PR) e Porto do Rio Grande (RS).

Devido à impossibilidade de se obter os dados diretamente com a montadora, os níveis de oferta foram obtidos a partir dos dados de vendas da ANFAVEA para mercado interno por modelo em 2008; portanto, a oferta de cada fábrica é função do modelo de veículos que produz. Os modelos importados foram adicionados à fábrica de Camaçari (BA).

A demanda de cada concessionária também foi estimada a partir dos dados de vendas da ANFAVEA para o mercado interno por modelo em 2008; para se obter os valores por município, foi feita uma ponderação de acordo com a população do município, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009). Este tipo de ponderação já foi utilizado em outros estudos como Cardoso e Nogueira (2009) que utilizaram a população para ponderar o consumo de energia e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2009), que utilizou a população para ponderar as receitas por categoria econômica em uma análise socioeconômica e fiscal nos municípios do estado do Pará.

A facilidade de se obter crédito para o consumo de automóveis fez com que se optasse pela ponderação pela população e não pela ponderação por renda, apesar da renda ser uma variável importante na análise, principalmente para produtos com alto valor agregado.

Atualmente, há financeiras que oferecem crédito para veículos com financiamento que chegam até 80 meses (SALDO..., 2009). Com isso, atualmente, a classe C lidera a pretensão de compras de veículos, pois o consumidor desta classe vê o financiamento de carro como uma grande aplicação financeira (CONCESSÃO..., 2010). Ao mesmo tempo, devido à estabilidade econômica, aumento dos empregos e o pequeno aumento da renda, consumidores da classe A e B tomam financiamento de longo prazo em busca de conforto (POGGETTO, 2009).

Outro dado pesquisado a fim de se obter os custos rodoviários foi o peso de cada modelo de automóvel, que pode no Quadro 3.

Modelo	Peso (kg)
Modelo 1	943
Modelo 2	1083
Modelo 3	1120
Modelo 4	1520
Modelo 5	1205
Modelo 6	1190
Modelo 7	2000
Modelo 8	1480
Modelo 9	1095
Modelo 10	3030
Modelo 11	1230

Quadro 3 - Peso por modelo da montadora pesquisada

Fonte: Quatro Rodas (2007)

3.3.1 Dados de custo

- Transporte rodoviário

Para dimensionar a frota de caminhões para atender à demanda das concessionárias são necessários os cálculos dos custos de viagem; para a composição destes custos foi escolhido o cavalo mecânico modelo Volvo FH 400 SCV L2H1 com potência nominal do motor de 410 CV e tração 4x2. Os dados do cavalo mecânico podem ser observados na Tabela 8. Segundo Veiga (2009)⁸, este tipo de cavalo é utilizado no transporte de automóveis e pode ser acoplado no implemento que carrega os automóveis.

⁸ Veiga (2009). Mensagem recebida por <cynakamu@esalq.usp.br> em 9 jul. 2009.

Tabela 8 – Características técnicas de cavalo mecânico 4x2

Volvo FH 400 SCV L2H1 410 CV, 4x2	
Preço do chassi novo, com pneus (R\$):	313.333,00
Peso bruto (t):	7,3
Número de pneumáticos do eixo dianteiro (un.):	2
Número de pneumáticos do eixo traseiro (un.):	4
Autonomia média (km/l):	3
Capacidade para:	
Caixa de mudanças (l):	13,5
Eixo traseiro (l):	26
Sistema de direção (l):	4,5
Motor (l):	33
Motor - Complementação (l):	5
Fluído para radiador (20 - 50% volume radiador) (l):	9
Diferencial (l):	6
Intervalo de troca para:	
Caixa de mudanças (km):	30.000
Eixo traseiro (km):	100.000
Sistema de direção (km):	100.000
Motor (km):	15.000
Motor - Complementação (km):	5.000
Fluído para radiador (20 - 50% volume radiador) (km):	30.000
Óleo diferencial (km):	60.000

Fonte: Cunha Junior (2009)

Nota: Mensagem recebida por <carolina_yuri@yahoo.com.br> em 2 jun. 2009.

Já o implemento pesquisado é um semirreboque com dois eixos e capacidade para 11 veículos mistos. A Tabela 9 traz os custos de aquisição e informações técnicas do semirreboque.

Tabela 9 – Características técnicas de semirreboque para transporte de veículos

Semirreboque para 11 veículos	
Preço de implemento novo, com pneus (R\$):	120.000
Peso bruto (t):	27
Número de pneumáticos (un.):	8
Custo de manutenção (balanc., lub.eixo freio,...) (R\$/mês):	290
Comprimento (m):	21
Largura (m):	2,6
Altura (m):	3
Capacidade (un.):	11
Seguro do chassi mais implemento (R\$/ano)	12.181,65

Fonte: Veiga (2009)

Os demais dados utilizados para obtenção dos custos rodoviários estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Dados para obtenção dos custos rodoviários

Descrição	
Período pretendido de uso do chassi:	5
Período pretendido de uso do equipamento:	5
Taxa anual de juros:	12%
Salário mensal médio do motorista:	R\$ 800
Encargos sociais:	77,39
Horas úteis trabalhadas por dia:	8
Horas extras trabalhadas por dia:	0,5
Custo de aquisição do sistema de monitoramento veículo:	R\$ 2760
Custo médio transmissão sistema de monitoramento:	R\$ 93,55
Perda de caminhão por ano:	7
Período de utilização do veículo:	12
Custo de uma apólice para frota média padrão:	R\$ 19.980
Seguro obrigatório do chassi:	R\$ 39,88
IPVA:	R\$ 4.700,00
Custo de uma lavagem:	R\$ 57,55
Custo de recauchutagem:	R\$ 129,51
Pneumático eixo dianteiro 295/80R22,5 (sem câmara)	R\$ 1.150
Pneumático demais eixos Z35A (borrachudo - sem câmara):	R\$ 1.290
Custo combustível:	R\$ 1,99
Custo do óleo para:	
Caixa de mudanças (R\$/l):	11,3
Eixo traseiro (R\$/l):	9,9
Sistema de direção (R\$/l):	15
Motor (km):	11
Radiador (km):	36
Óleo diferencial (km):	16
Vida média do pneumático novo - cavalo mecânico (km):	130.000
Vida média do pneumático recauchutado - cavalo mecânico (km):	130.000
Vida média do pneumático novo - implemento (km):	85.000
Vida média do pneumático recauchutado - implemento (km):	45.000
Intervalos para lavagem (km):	2.000
Intervalos para lubrificação e manutenção	4.000
Valor de revenda do cavalo-mecânico com 5 anos de uso (US\$):	141.140
Valor de revenda do implemento com 5 anos de uso (US\$):	50.000

Fontes: Cunha Junior (2009) e Veiga (2009)

Os procedimentos de carregamento e descarregamento, conferência de documentação e liberação do veículo, acrescentam ao processo 120 minutos. Além disso, foi considerado que durante a operação útil do veículo, há dois motoristas em

escala de turno, o que gera 17 horas de trabalho diário em 22 dias de operação por mês (RORATO, 2003).

Como sugerido por Valente et al. (1997), são utilizados índices de desempenho adotados pelo gestor de frota através de amostragem estatística. Os índices considerados são: a relação histórica entre custos indiretos e custos diretos –20% -, o índice médio de recauchutagens de pneumáticos – 2,3 – e o índice de manutenção para cavalo mecânico – 0,01.

Considerou-se que o índice de aproveitamento da capacidade de carga do veículo seja de 100% - ou seja, o peso de carga transportada é igual ao peso útil máximo do conjunto.

Segundo Veiga (2009), a velocidade média adotada foi de 60 km/h; levou-se também em consideração a Lei da Balança, cujo peso máximo permitido é de 25 t.

- Transporte marítimo

O transporte por cabotagem, segundo a ANTAQ (2009), somente pode ser realizado por empresa brasileira utilizando embarcações de bandeira brasileira. As empresas brasileiras autorizadas a prestarem o serviço de transporte por cabotagem, no entanto, não possuem navios do tipo RO-RO, adequados e utilizados no transporte de veículos. O tipo de navio considerado na análise é do tipo LO-LO, Lift On/Lift Off, utilizado pela empresa de navegação B.

As empresas de navegação de cabotagem possuem navios do tipo LO-LO utilizados, por exemplo, para o transporte de contêineres. Informações da empresa de navegação B atestam que o navio citado por Rorato (2003) já foi utilizado no transporte de automóveis. Atualizando os dados de Rorato (2003), na Tabela 11 encontram-se os dados do navio utilizado como referência.

Tabela 11 – Dados sobre o navio 1400 TEU – motor MAN 5L80 GBE

Descrição	
Valor estimado da embarcação	R\$ 36.800.000
Custo de manutenção e pequenos reparos	R\$ 764.661,4 /ano
Custo de docagem	R\$ 663.001,4 /ano
Custo de seguro	R\$ 1.530.000 /ano
Consumo de óleo	50 t/dia
Consumo específico de combustível	0,17 kg/(BHPxh)
Preço óleo diesel marítimo (1)	R\$ 255,76 /t
Preço óleo pesado marítimo (2)	R\$ 168,36 /t
Proporção da mistura de óleo (1)	17%
Proporção da mistura de óleo (2)	83%
Fator médio de utilização (Φ)	0,75
Horas de operação do navio por dia	24 h
Carga de estiva por viagem	1.050 TEU

Fonte: Rorato (2003) atualizado.

3.3.2 Cenários para o transporte de veículos

O cenário 1 tenta representar a estrutura atual do transporte de automóveis atual, considerando apenas o modal rodoviário. A finalidade deste cenário é a obtenção dos custos de cada rota praticada, em Reais.

O cenário 2 considera uma estrutura de transporte intermodal composta pelo transporte rodoviário e transporte de cabotagem, conhecido também como transporte rodo-marítimo que seria uma alternativa ao cenário atual para o transporte de automóveis. Este cenário deverá ser a referência de comparação em termos de viabilidade econômica em relação ao cenário atualmente praticado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados a partir da comparação dos dois cenários, para qual foi utilizado o índice percentual, g , calculado através da equação (57), onde é C_1/C_2 a razão entre os custos do cenário 1 sobre o cenário 2. Este método de avaliação foi utilizado por Rorato (2003), tendo como foco analisar a viabilidade do cenário 2. Através do sinal de g , positivo ou negativo, encontrou-se ganho ou perda econômico na rota em relação ao cenário 2.

$$g = \left(\frac{C_1}{C_2} - 1 \right) \times 100 \quad (57)$$

A Figura 5 ilustra o mapa da distribuição do cenário 1, utilizando apenas o modal rodoviário, para a origem em Camaçari (BA). As linhas azuis representam os trajetos a serem utilizados através do modal rodoviário.

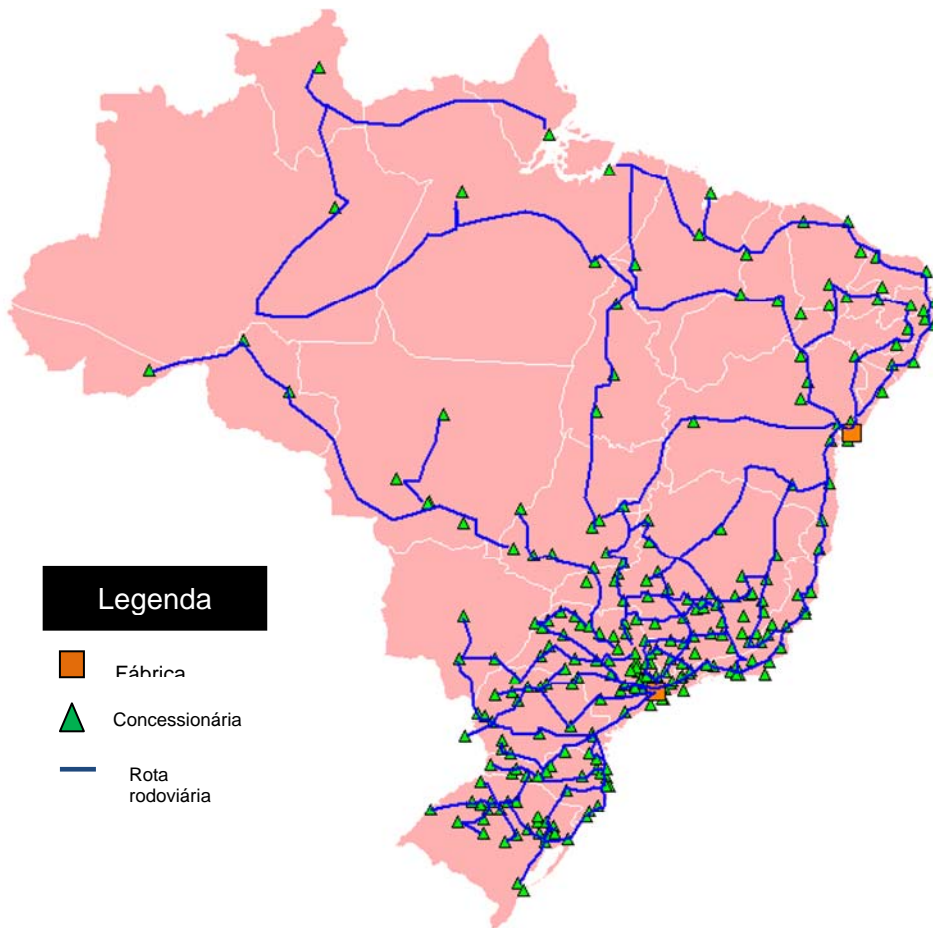


Figura 5 - Mapa da distribuição do cenário 1 para a origem em Camaçari (BA)

Fonte: Dados da pesquisa.

O cenário 2, para a origem em Camaçari (BA), está representado pela Figura 6. Em relação às rotas, no cenário 2, das 275 rotas, 83% optaram pela combinação rododominante, representadas pelas linhas vermelhas. As rotas azuis representam a opção apenas pelo modal rodoviário.

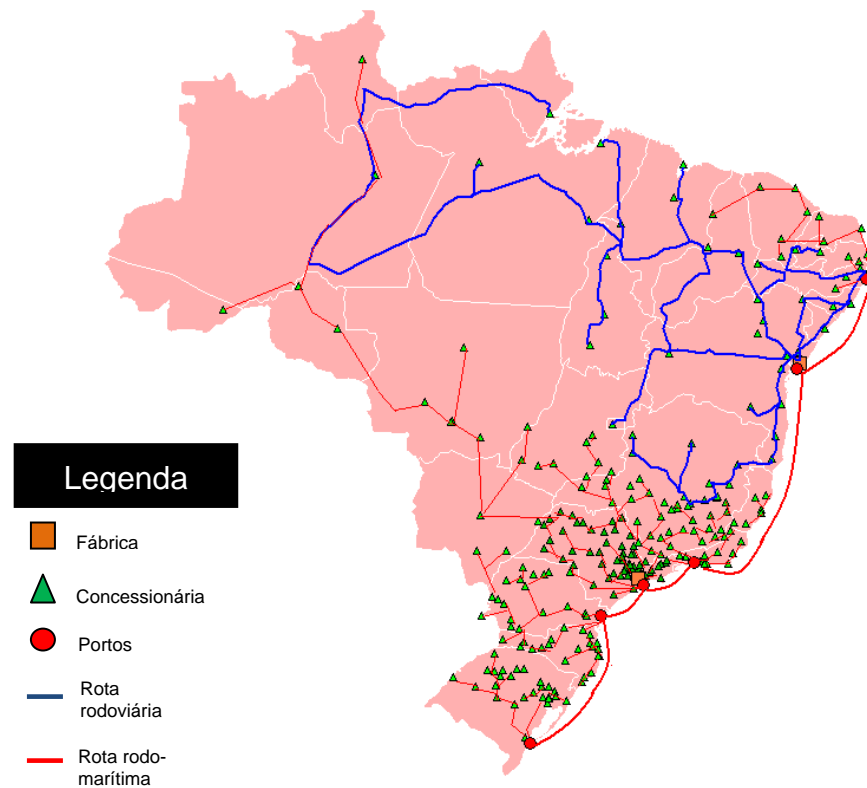


Figura 6 - Mapa da distribuição do cenário 2 para a origem em Camaçari (BA)

Fonte: Dados da pesquisa.

Para analisar os ganhos econômicos a partir da fábrica em Camaçari (BA), os destinos – concessionárias – foram agrupados de acordo com as regiões federais, conforme ilustrado na Tabela 12.

Tabela 12 – Ganhos econômicos agregados por região a partir da origem Camaçari (BA)

Origem	Destino	média g (%)
Camaçari	Região Norte	6%
	Região Nordeste	9%
	Região Centro-Oeste	28%
	Região Sudeste	125%
	Região Sul	207%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na região Nordeste, das 41 rotas que foram praticadas, apenas 12 utilizaram o transporte de cabotagem e a média do ganho econômico agregado para a região, observando todas as rotas, mesmo as que utilizam a rodovia, é de 9% em relação à utilização de apenas o modal rodoviário. A região Norte também apresentou pouca utilização do transporte de cabotagem, com média econômica de 6%. A pouca utilização do transporte de cabotagem nestas duas regiões é devida à falta de portos que tenham pátio para automóveis e que façam parte da rota de cabotagem. O porto utilizado na região foi o de Suape (PE).

Diferentemente das regiões Norte e Nordeste, a região Sudeste utilizou o transporte de cabotagem para a maioria de seus destinos e obteve uma média de ganho econômico de 125% em relação à utilização apenas do modal rodoviário. Os portos utilizados na região Sudeste foram: Itaguaí (RJ) e Santos (SP). Para a região Sul, em que todas as rotas utilizaram o modal de cabotagem, a média de ganho econômico foi de 207%. Os portos utilizados foram os de Paranaguá (PR) e Rio Grande (RS).

Cabe ressaltar que a cabotagem apresenta um grande ganho econômico para as rotas destas duas últimas regiões (em média, 152% para origem em Camaçari). Então, quanto maior número de rotas utilizadas, maior é o ganho econômico para a região analisada.

Apesar de a região Centro-Oeste distar dos portos, essa região também utilizou a combinação rodo-marítima, com exceção de quatro rotas. O porto utilizado foi o de Santos (SP) e o ganho econômico foi de 29%.

A Tabela 13 traz os ganhos econômicos agregados por região a partir da fábrica de São Bernardo do Campo (SP). Apenas 81 das 275 rotas utilizaram a cabotagem.

As regiões Centro-Oeste e Sudeste não apresentaram ganhos econômicos em nenhuma de suas rotas; portanto, o menor custo de transporte para automóveis novos é observado a partir da utilização apenas do modal rodoviário. A falta de portos próximos aos destinos é um fator para que a cabotagem não se torne vantajosa.

A região Sul apresenta os ganhos econômicos de 19% em relação à utilização apenas do modal rodoviário. O estado do Rio Grande do Sul utiliza a cabotagem para todas as suas rotas e o porto utilizado é o de Rio Grande (RS); já o estado de Santa

Catarina utiliza o porto Paranaguá (PR): porém, a cabotagem não é utilizada em todas as suas rotas. O estado do Paraná não apresenta ganhos econômicos na utilização da cabotagem.

Na região Nordeste, todos os destinos utilizaram a cabotagem para o transporte de automóveis novos. Nessa região, houve um ganho médio de 305% e os portos de Suape (PE) e Salvador (BA) foram utilizados.

Tabela 13 – Ganhos econômicos por região a partir da origem em São Bernardo do Campo (SP)

Origem	Destino	média g (%)
São Bernardo do Campo	Região Norte	8%
	Região Nordeste	305%
	Região Centro-Oeste	0%
	Região Sudeste	0%
	Região Sul	19%

Fonte: Dados da pesquisa.

Para sumarizar a apresentação dos resultados, foi escolhida a rota com maior quantidade de carga transportada, com origem em Camaçari (BA) e destino em São Paulo (SP). A comparação entre os cenários para esta rota está representada na Figura 7 e na Tabela 14. O valor do custo é em função da quantidade transportada na rota. Com base na Tabela 14, conclui-se que a rota Camaçari - São Paulo teria um ganho econômico de 250% com a utilização da cabotagem.

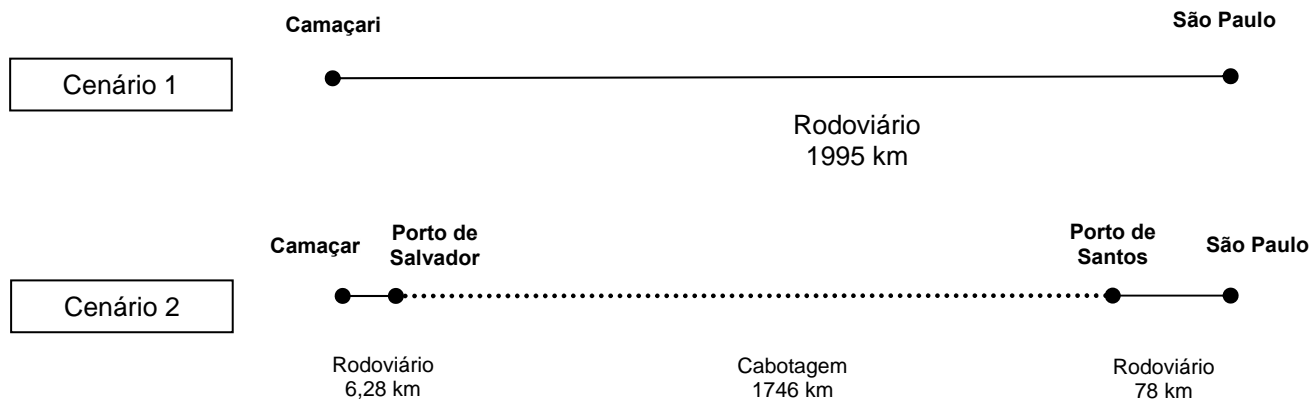


Figura 7 – Comparação da rota Camaçari - São Paulo

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 14 – Custo e avaliação de ganho econômico

Origem	Destino	Tipo de rota	Custo (R\$)	C_1/C_2	g
Camaçari	São Paulo	rodoviária	636.856,9	3,504024	250%
Camaçari	São Paulo	rodo-marítima	181.750,2		

Fonte: Dados da pesquisa.

5 CONCLUSÕES

Com o crescente mercado doméstico de automóveis, esta dissertação teve como objetivo analisar a viabilidade econômica da alternativa de transportar automóveis novos das fábricas de origem com destino às concessionárias via cabotagem. Atualmente, como foi citada anteriormente, a distribuição de automóveis novos utiliza apenas o modal rodoviário.

Conforme a análise dos resultados a partir do estudo de caso apresentado, há potenciais ganhos econômicos para as rotas que utilizarem a cabotagem como alternativa de transporte. Remetendo aos cenários explorados, o cenário 1 representa o transporte de automóveis novos tal como é feito atualmente, utilizando apenas o modal rodoviário. Já o cenário 2 é composto pelo modal marítimo, utilizando a cabotagem.

Analisando os resultados obtidos, as rotas com maiores ganhos econômicos, a partir da utilização da cabotagem, têm as seguintes características: há uma grande distância entre a fábrica e a concessionária e, para não perder competitividade na ponta rodoviária, uma pequena distância entre o porto de destino e a concessionária.

Ilustrando a partir da origem Camaçari (BA), que representa 70% dos produtos distribuídos no mercado, as rotas com os maiores rentabilidades econômicas estão localizadas na região Sul, com um ganho médio de 152%. Há uma grande distância entre a fábrica e as concessionárias de destino e os portos de destino, Paranaguá (PR) e Rio Grande (RS), estão próximos das concessionárias.

Já na região Centro-Oeste, a média de ganho econômico em relação à utilização apenas do modal rodoviário é de 28%. Comparando com a região Sul, o Centro-Oeste também utiliza a cabotagem para quase todas as rotas e há uma grande distância entre a fábrica e as concessionárias de destino; porém, o ganho econômico não é tão alto. A diferença está na perda de competitividade do transporte intermodal pois, o porto de destino, o porto de Santos (SP), é muito distante das concessionárias de destino.

Estas mesmas características das rotas que utilizaram a cabotagem foram observadas para os fluxos a partir da fábrica de São Bernardo do Campo (SP). No entanto, a região que apresentou maiores ganhos econômicos foi a região Nordeste, com uma média de 305%.

Os cenários foram desenvolvidos com base no transporte de automóveis novos disponíveis no período de referência (2008) analisado. Com o intuito de dar continuidade a essa linha de pesquisa, seria interessante analisar não somente as embarcações que são utilizadas pelas empresas de navegação por cabotagem, do tipo LO-LO, mas também as embarcações destinadas ao transporte de automóveis, do tipo RO-RO.

Além disso, como a carga analisada é o automóvel novo, produto com alto valor agregado, o custo do tempo poderia ser outra variável a ser analisada, pois se trata de fator importante na decisão da escolha do transporte.

Outra variável que seria interessante de se analisar é o valor do seguro da carga, que não foi incluída no modelo.

Além de recomendações para trabalhos futuros, cabe ressaltar algumas peculiaridades a respeito dos setores analisados. Se há possíveis ganhos econômicos e se a indústria automobilística está desconcentrando geograficamente sua produção, saindo do Sudeste devido, por exemplo, aos incentivos fiscais de outros estados, por que a utilização do transporte por cabotagem de automóveis novos não acontece?

Primeiramente, porque o setor de navegação de cabotagem não está preparado para atender tal demanda. Há apenas três empresas que realizam o transporte por cabotagem de contêiner, segundo Teixeira (2007): Aliança, Log-In, Mercosul Line. Dentre as três, somente a Aliança realiza, de forma esporádica, o transporte de veículos. E, como citado anteriormente, nenhuma possui navio do tipo RO-RO, adequado para o transporte de cargas rodantes, na rota de cabotagem.

Além da falta de interesse por parte das empresas de navegação em transportar automóveis, o custo para operar um navio de bandeira brasileira é quase o dobro se comparado ao de uma embarcação estrangeira. A comparação indica falta competitividade à navegação de cabotagem no Brasil, que é protegida por reserva de mercado, assim como em diversos países com tradição marítima (GÓES, 2009).

Na tentativa de alavancar a cabotagem, a ANTAQ estuda mudanças na forma em que regula o aluguel de embarcações estrangeiras por empresas brasileiras que operam na navegação de cabotagem, facilitando, portanto, o afretamento de navios de bandeira estrangeira (GÓES, 2009).

Nesse sentido, a Associação Nacional dos Usuários do Transporte de Carga - ANUT defende a suspensão temporária do imposto de importação para navios novos construídos em estaleiros estrangeiros. A entidade quer a revisão das normas reguladoras do afretamento para a cabotagem e a revisão do processo de circularização para atender necessidades dos usuários "a preços competitivos", entre outros pontos (CEZAR, 2009).

Por outro lado, não apenas para o transporte de automóveis novos que a cabotagem não é muito explorada no transporte de cargas no Brasil. A participação da cabotagem na matriz de transporte do Brasil é de apenas 1%, segundo o Plano Nacional de Logística de Transportes - PNLT, elaborado pelos Ministérios dos Transportes e Defesa (GÓES, 2009).

Assim sendo, tal como comentado nesta dissertação, o investimento no modal de cabotagem resultaria em redução de custo de transporte. Segundo um estudo realizado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, uma redução em 10% dos custos de transporte no Brasil resultaria no aumento de 43% das exportações brasileiras para os Estados Unidos (CEZAR, 2009). Para o caso da rota Camaçari - São Paulo, para a movimentação de carros novos, a redução sinalizada pelo modelo de otimização desenvolvido nesta dissertação é da ordem de 250%.

Melhorar e criar mais pátios para automóveis nos portos brasileiros e torná-los mais eficientes seria outra forma de incentivar o transporte de automóveis novos por cabotagem. Investimentos no setor de cabotagem estão previstos no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC do Governo Federal e basicamente se concentram em melhorias na infraestrutura e dragagem dos portos. Com estes investimentos, espera-se que se aumente a competitividade e se diminua os custos do modal marítimo e, assim, do setor de cabotagem. Os portos⁹ beneficiados receberão investimentos de cerca de R\$ 2 bilhões (LOGWEB, 2009).

Outra discussão apontada nesta dissertação, que também pode contribuir para a não utilização da cabotagem, é o poder de mercado das grandes transportadoras de automóveis por via rodoviária. Fica a dúvida da existência de um possível cartel, não

9 Porto de Vila do Conde (PA), Porto de Itaqui (MA), Terminal Salineiro de Areia Branca (RN), Suape (PE), Salvador (BA), Porto de Santos (SP), Porto de Vitória (ES), Porto de Rio Grande (RS), Porto de Paranaguá (PR), Porto de São Francisco (SC), Porto de Itajaí (SC)

comprovado pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, pois apesar da desconcentração geográfica das fábricas produtoras de automóveis, e com isso, a elevação no custo do transporte rodoviário, ainda não se buscou outra alternativa de transporte.

Os resultados desta dissertação indicaram que a cabotagem, aliada ao transporte rodoviário, pode apresentar ganhos econômicos no transporte de automóveis novos. No entanto, os agentes públicos envolvidos devem tomar ações efetivas a fim de tornar o modal mais competitivo. Faz-se necessário rever as leis em que a cabotagem está inserida observando se elas não a estão tornando menos competitiva.

Às empresas que operam a cabotagem no país fica a recomendação de oferecerem serviços mais eficientes com objetivo de realmente competir com o modal rodoviário.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO – ANTAQ. **Anuário estatístico portuário**. 2004. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2004/Index.htm>> Acesso em: 11 jul. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO – ANTAQ. **Anuário estatístico portuário**. 2008. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2008/Index.htm>> Acesso em: 11 jul. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO - ANTAQ . **Distância entre os principais portos brasileiros**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2004/Tabelas/DistanciaEntrePortos.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE - ANTT. **Transporte multimodal**. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em: 1 jul. 2008.

AHUJA, R.K. **Network flows**: theory, algorithms, and applications. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1993. 846 p.

ARBIX, G.; RODRIGUEZ-POSE, A. Estratégia do desperdício. **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, v. 2, n. 54, p. 55-71, jul. 1999.

ARBIX, G.; RODRIGUEZ-POSE, A. Strategies of waste: bidding wars in the Brazilian automobile sector. **International Journal of Urban and Regional Research**, Oxford, v. 25, n. 1, p. 134-154, 2001.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 1 jul. 2008.

AUMENTAR a produção, o desafio da General Motors. **Transporte Moderno**, São Paulo, 23 dez. 2009. Disponível em: <http://www.revistatransportemoderno.com.br/destaque_princ/index.php?cod=70&edicao=429&revista=1>. Acesso em: 23 dez. 2009.

AVERSA, R. **Modelagem de um sistema hub-feeder service para o transporte marítimo contêinerizado**. 2001. 169 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

BAER, W. **Economia Brasileira**. São Paulo: Nobel, 1995. 416 p.

BASILE, J. Cade arquiva processo de cartel dos cegonheiros. **Valor On-line**, São Paulo, 22 nov. 2007. Disponível em:

<<http://www.valoronline.com.br/?impresso/empresas/95/4646180/cade-arquiva-processo--de-cartel-dos-cegonheiros>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

BEDÊ, M.A. A política automotiva nos anos 90. In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. **De JK a FHC: a reinvenção dos carros**. São Paulo: Scritta, 1997. p. 357-387.

BONELLI, R. **Políticas de competitividade industrial no Brasil: 1995-2000**. Brasília: IPEA, 2001. 44 p. (Texto para discussão, 810).

BOTTER, R.C.; MEDINA, A.C.; MOURA, D.A.; LOBO, G.; GARBER, M.F.; NOSRALLA, G.B. Análise da situação atual de regulamentação da cabotagem no Brasil e uma breve análise da cabotagem no mundo. In: SOBENA, 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2006. p. 1–12. 1 CD–ROM.

BRANCO, J.E.H. **Estimativa de demanda de carga captável pela estrada de ferro Norte-Sul**. 2007. 156 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CARDOSO, R.B.; NOGUEIRA, L.A.H. Estimativa do consumo de energia elétrica em refrigeradores no setor residencial brasileiro. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, 23 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.sbpe.org.br/socios/download.php?id=211>>. Acesso em: 23 dez. 2009.

CECCHINI, K. **Setor automotivo brasileiro: evolução produtiva e sua importância regional nos anos 90**. 2005. 190 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CEZAR, G. Gargalo no transporte preocupa exportador. **Valor On-line**, São Paulo, 29 set. 2009. Disponível em: <http://www.valoronline.com.br/?impresso/gestao_da_incerteza_3_parte/321/5844073/gargalo-no-transporte-preocupa-exportador>. Acesso em: 27 dez. 2009.

CONCESSÃO de crédito para veículos deve se alinhar ao novo consumidor.

InfoMoney, São Paulo, 6 jan. 2010. Disponível em:

<<http://web.infomoney.com.br/templates/news/view.asp?codigo=1735952&path=/suasfinancas/>>. Acesso em 6 jan. 2010.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES - CNT. **Pesquisa aquaviária CNT 2006 – portos marítimos: longo curso e cabotagem**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 1 jul. 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES - CNT. **Boletim estatístico CNT 2008**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 1 jul. 2008.

DREWRY SHIPPING CONSULTANTS. **Container market outlook: high risk and high stakes: where is my payback?** London, 1999.

ESPECIALISTAS analisam quadro atual da cabotagem brasileira. **Logweb**, São Paulo, 27 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.syndarma.org.br/materia.php?id=7>>. Acesso em: 27 dez. 2009.

FELTRIN, A. General Motors poderá ter uma quarta fábrica no Brasil. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 29 maio 2008. Caderno C, p. 1.

FERNANDES, M.G. **Modelo econômico-operacional para análise e dimensionamento de terminais de contêineres e veículo**. 2001. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FERRO, J.R. A produção enxuta do Brasil. In: WOMACK, J.P.; JONES, D.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, p. 311-337, 1992.

FORD. **Encontre um distribuidor**. Disponível em: <https://www.ford.com.br/encontre_distribuidor.asp>. Acesso em: 15 mar. 2009.

GÓES, F. Antaq estuda plano para incentivar a cabotagem. **Valor On-line**, São Paulo, 28 ago. 2009. Disponível em: <<http://www.valoronline.com.br/?impresso/empresas/95/5781604/antaq-estuda-plano-para-incentivar-a-cabotagem>>. Acesso em: 27 dez. 2009.

GOVERNO Federal propõe incentivos para a ampliação da cabotagem. **Brazil Modal**, São Paulo, 27 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.brazilmodal.com.br/2010/frame.asp?pag=detalhe&sec=high&id=5107>>. Acesso em: 27 dez. 2009.

GUIA QUATRO RODAS: software Guia Brasil 2007. São Paulo: Editora Abril, 2007.

HITCHCOCK, F.L. Distribution of a product from several sources to numerous localities. **Journal of Math**, Davis, v. 20, n. 3, p. 443-456, 1941.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 17 jul. 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS – IPEA. **Análise socioeconômico e fiscal dos municípios do estado do Pará, 2009**. Disponível em: <http://www.alexandrevon.com.br/downloads/AnaliseSocioEconomicaEstadoDoPara_apresentacao.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2009.

KEEDI, S. **Logística de transporte internacional**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2004. 176 p.

LACERDA, S. Navegação de cabotagem: regulação ou política industrial? **BNDES Setorial**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2007.

MORLOK, E.K. **Introduction to transportation engineering and planning**. New York: Ed. MacGraw-Hill, 1978. 767 p.

NAZÁRIO, P. Intermodalidade: importância para a logística e estágio atual no Brasil. In: FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000. p. 142-152.

NOVAES, A.G. **Economia e tecnologia do transporte marítimo**. Rio de Janeiro: Almeida Neves Editores, 1976. 159 p.

_____. **Método de otimização: aplicação aos transportes**. São Paulo: Ed. Edgard Blüncher, 1978. 463 p.

ONO, R.T. **Estudo de viabilidade do transporte marítimo de contêineres por cabotagem na costa brasileira**. 2001. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

PEREIRA, N.N.; ARAGÃO, M.M.C. Desenvolvimento de embarcações e seu impacto na navegação de cabotagem. In: SOBENA, 21., 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2006. p. 1-10. 1 CD-ROM.

PIANCASTELLI, M.; PEROBELLI, F. **ICMS: evolução recente e guerra fiscal**. Brasília: IPEA, 1996. 56 p. (Texto para discussão, 402).

PIMENTEL, A.L.G. **Uma contribuição ao estudo da intermodalidade no transporte de carga no Brasil**. 1999. 237 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

POGGETTO, P.D. Saldo do crédito para financiamento de veículos atinge R\$ 155,2 bi em outubro. **G1**, São Paulo, 6 dez. 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL329919-9658,00-FACILIDADE+DE+CREDITO+REDUZ+MERCADO+DE+CARROS+POPULARES.html>>. Acesso em: 6 dez. 2009.

RAMOS, E. Volkswagen vai investir no porto de Suape. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 25 abr. 2008. Caderno C, p. 5.

RAMOS, G.M. **Análise prospectiva da capacidade de processamento de cargas pela ferrovia no porto de Santos**. 2003. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

REGRA para aluguel de navios pode mudar. **Valor On-line**, São Paulo, 12 dez. 2009 Disponível em: <<http://www.valoronline.com.br/?impresso/empresas/95/5781609/regra-para-aluguel-de-navios-pode-mudar>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

RORATO, R.J. **Alternativas de transporte rodo-marítimo na distribuição de cargas frigoríficas no Brasil**. 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

ROWLINSON, M.; WIXEY, S. **The politics and economics developing coastal shipping**. Ciudad de Panama: International Association of Maritime Economists, 2002. 17 p.

SALDO do crédito para financiamento de veículos atinge R\$ 155,2 bi em outubro. **Investne**, Fortaleza, 6 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.investne.com.br/frases/saldo-do-credito-para-financiamento-de-veiculos-atinge-r-1552-bi-em-outubro>>. Acesso em: 6 jan. 2010.

SOUSA, P.H.; OLMOS, M. Cegonheiros são acusados de cartelização. **Valor On-line**, São Paulo, 12 jul. 2006a. Disponível em: <http://www.valoronline.com.br/?impresso/caderno_a/83/3785179/cegonheiros-sao-acusados-de-cartelizacao>. Acesso em: 9 out. 2009.

SOUSA, P.H.; OLMOS, M. SDE vê cartel na distribuição de veículos. **Valor On-line**, São Paulo, 12 jul. 2006b. Disponível em: <<http://www.valoronline.com.br/?impresso/empresas/95/3784928/sde-ve-cartel-na-distribuicao-de-veiculos>>. Acesso em: 20 dez. 2009.

TEIXEIRA, K.M. **Investigação de opções de transporte de carga geral de contêineres nas conexões da região Amazônica**. 2007. 250 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

TRANSPORTE de automóveis volta a ser feito através do Porto do Recife. **JC Online**, Recife, 23 dez. 2009. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/JC/_1999/2503/ec2503g.htm>. Acesso em: 23 dez. 2009.

VALENTE, A.M.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A.G. **Gerenciamento de transporte e frotas**. São Paulo: Pioneira, 1997. 215 p.

WEISS, J.M.G. **Uma contribuição ao estudo da administração estratégica de suprimentos industriais**: estudos de casos em competitividade empresarial no setor

automobilístico brasileiro. 1996. 251 p. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ANEXOS

ANEXO A – Cálculo do custo marítimo

(continua)

1. Custo de Capital	
1.1 Depreciação do navio (<i>dd</i>)	
$dd = \frac{vn - vr}{n}$	
	3.226,30 R\$/dia
1.2 Remuneração de Capital Diário (<i>rd</i>)	
$rd = \frac{(vn - vr) \times (n+1) \times j}{2 \times n} + (vr \times j)$	
	12.421,26 R\$/dia
1.3 Custo diário de Capital (<i>CCnv</i>)	
$CC = dd + rd$	
	15.647,56 R\$/dia
2 Custo Salários Tripulação (<i>CT</i>)	
$CC = CAT \div 365$	
	98.580 R\$/dia
3. Custo Diário com outras despesas (<i>COD</i>)	
$COD = CAOD \div 365$	
	6.873,86 R\$/dia
4. Custo Diário de Manutenção e Reparo (<i>CMR</i>)	
$CMR = CAMR \div DOP$	
	2.900 R\$/dia
5. Custo Diário de Material de Bordo <i>CMB</i>	
$CMB = CAMB \div DOP$	
	5.017,78 R\$/dia
6. Custo Diário de Seguro <i>CS</i>	
$CS = CAS \div 365$	
	4.191,78 R\$/dia
7 Consumo diário de Combustível no mar <i>CCM</i>	
$CCM = C_{HFO} \times P_{HFO}$	
	11.511,95 R\$/dia
8. Custo Diário de Combustível no Porto	
	1.968,54 R\$/dia
9. Custo Diário de lubrificante no mar <i>CLM</i>	
$CLM = (CALM \div DOP)$	
	1.151,19 R\$/dia
10. Custo Diário de lubrificante no porto	
	196,85 R\$/dia

ANEXO A – Cálculo do custo marítimo

(conclusão)

11. Custo Diário de Monitoramento (CSM)

$$CSM = CDAE + CDT$$

31,56 R\$/dia

11.1 Custo de Aquisição CDAE

$$CDAE = CAE \div 365$$

7,56 R\$/dia

11.2 Custo de Transmissão (CDT)

$$CDT = CMT \div 30$$

23,98 R\$/dia

12. Custo Marítimo

48.311,86 R\$/dia

13 Custo Portuário diário

37.814,11 R\$/dia

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO B – Cálculo do custo rodoviário

(continua)

A - Custos Fixos**A.1 Chassi****A.1.1 Custo mensal da Depreciação do Chassi (D)**

$$D = (V - R) / n$$

2.869,88 R\$/mês

A.1.2 Custo mensal da remuneração do capital do chassi (RC)

$$RC = \{[(V - R) \times (n+1) \times j] / (2 \times n)\} + (R \times j)$$

4.166,49 R\$/mês

A.1.3 Custo mensal de salário de Operação (CS)

$$CS = [Sm \times Nt \times (100 + ES)] / 100$$

2.838,24 R\$/mês

A.1.4 Custo mensal do licenciamento do chassi (CL)

$$CL = (SO + IP) / 12$$

394,99 R\$/mês

A.1.5 Custo fixo mensal do sistema de monitoramento por Satélite (CM)

$$CM = VM / 12$$

230 R\$/mês

A.1.6 Custo fixo mensal de transmissão do sistema de monitoramento (CT)

93,55 R\$/mês

A.1.7 Custo fixo mensal do chassi (CFM)

10.593,15 R\$/mês

A.2 Equipamento de carga**A.2.1 Custo mensal da depreciação do equipamento (Dequipamento)**

$$D = (V - R) / n$$

1.166,67 R\$/mês

A.2.2 Custo mensal da remuneração do capital do equipamento (RCequipamento)

$$RC = \{[(V - R) \times (n+1) \times j] / (2 \times n)\} + (R \times j)$$

920 R\$/mês

ANEXO B – Cálculo do custo rodoviário

(continuação)

A.2.3 Custo do seguro total: cavalo e equipamentos (SC)	
	1.015,14 R\$/mês
A.2.4 Custo de manutenção do equipamento (CM)	
	290,00 R\$/mês
A.2.5 Custo fixo mensal do equipamento (CFM_{cavequipamento})	
	3.391,80 R\$/mês
B - CUSTOS VARIÁVEIS	
B.1 Chassi	
B.1.1 Custo de pneumáticos do chassi por quilometro (CP)	
Cálculo do preço de um pneumático e Câmara (Ppcd) - eixo dianteiro	
$Ppcd = Ppnd + Pca$	1.150,00 R\$/km
Cálculo do preço de um pneumático e Câmara (Ppct) - eixo traseiro	
$Ppct = Ppnt + Pca$	1.290,00 R\$/km
Cálculo dos gastos com Recapagens (Gre)	
$Gre = Pre \times imr$	297,87 R\$/km
Cálculo dos gastos com câmara quando da recapagem (Gcr)	
$Gcr = Pca \times imr$	0 R\$/km
Cálculo do custo unitário por pneumático do chassi - eixo dianteiro (Upd)	
$Upd = Ppcd + Gre + Gcr$	1.447,87 R\$/km
Cálculo do custo unitário por pneumático do chassi - eixo traseiro (Upt)	
$Upt = Ppct + Gre + Gcr$	1.587,87 R\$/km
Cálculo da vida útil total do pneumático do Chassi (ntp)	
$ntp = (npr \times imr) + npr$	429.000,00 R\$/km

ANEXO B – Cálculo do custo rodoviário

(continuação)

Cálculo do custo total em pneumáticos do chassi por Quilometro (CP)	
$CP = [(Upd \times Qpd) + (Upt \times Qpt)] / ntp$	
	0,02 R\$/km
B.1.2 Custo de manutenção do chassi por quilômetro (CM)	
$CM = (Vsp \times im) / mac$	
	0,76 R\$/km
B.1.3 Custo de lavagem / lubrificação do chassi por quilômetro (LL)	
Determinação do custo da lavagem por quilometro (Cla)	
$Cla = Pla / ila$	
	0,03 R\$/km
Determinação do custo de lubrificação por quilômetros (Clu)	
$Clu = Plu / lu$	
	0,00 R\$/km
Determinação do custo de lavagem e lubrificação por quilômetros (LL)	
$LL = Cla + Clu$	
	0,03 R\$/km
B.1.4 Custo de combustível por quilometro (CC)	
$CC = Plc / Aml$	
	0,66 R\$/km
B.1.5 Custo de óleo lubrificantes por quilometro (CO)	
Óleo para caixa de mudanças (Ocm)	
$Ocm = (Pcm \times Qcm) / icm$	
	0,0076 R\$/km
Óleo para Eixo traseiro / Caixa de transferência (Oct)	
$Oct = (Pct \times Qct) / ict$	
	0,0129 R\$/km
Óleo para sistema de direção (Osd)	
$Osd = (Psd \times Qsd) / isd$	
	0,00045 R\$/km
Troca de óleo para o motor (Tom)	
$Tom = (Pom \times Qto) / ito$	
	0,024 R\$/km

ANEXO B – Cálculo do custo rodoviário

(continuação)

Complementação de óleo para motor (Com)	
Com = (Pom x Qto) / ito	0,01 R\$/km
Fluído para radiador (Frad)	
Frad = (Pfrad x Qfr) / ifr	0,011 R\$/km
Óleo para diferencial (Odif)	
Odif = (Podif x Qdif) / ito	0,0016 R\$/km
Custo total para óleos lubrificantes por quilômetros (CO)	
CO = Ocm + Oct + Osd + Tom + Com + Frad Odif	0,069 R\$/km
B.1.6 Custo variável por quilometro do chassi (CVQ)	
CVQ = CP + CM + LL + CC + CO	1,55 R\$/km
B - Custos variáveis	
B.2 Equipamento de carga	
B.2.1 Custo de pneumáticos do equipamento por quilometro (CPequipamento)	
Cálculo do preço de um pneumático e Câmara (Ppc)	
Ppc = Ppn + Pca	1.150,00 R\$/km
Cálculo dos gastos com Recapagens (Gre)	
Gre = Pre x imr	297,87 R\$/km
Cálculo dos gastos com câmara quando da recapagem (Gcr)	
Gcr = Pca x imr	0 R\$/km
Cálculo do custo unitário por pneumático do equipamento (Up)	
Up = Ppc + Gre + Gcr	1.447,87 R\$/km
Cálculo da vida útil total do pneumático do equipamento (ntp)	
ntp = (npr x imr) + npr	280.500,00 R\$/km

ANEXO B – Cálculo do custo rodoviário

(continuação)

 Cálculo do custo total em pneumáticos do equipamento por Quilometro
 (CPequipamento)

$$CP = [(Up \times Qp) / ntp]$$

0,037 R\$/km

 B.2.2 Custo de manutenção do equipamento por quilômetro (CMequipamento)

$$CM = (Vsp \times im) / mac$$

109680
0,27 R\$/km

 B.2.3 Custo de lavagem / lubrificação do chassi por quilômetro (LL)

 Determinação do custo da lavagem por quilometro (Cla)

$$Cla = Pla / ila$$

0,029 R\$/km

 Determinação do custo de lubrificação por quilômetros (Clu)

$$Clu = Plu / lu$$

0 R\$/km

 Determinação do custo de lavagem e lubrificação por quilômetros (LL)

$$LL = Cla + Clu$$

0,029 R\$/km

 B.2.4 Custo variável por quilômetro (CVQchassiequipamento)

$$CVQ = CP + CM + LL$$

0,34 R\$/km

 C - Custos diretos finais para veículos

 C.1.1 Custo fixo mensal do chassi e equipamento

$$CFM = CFMchassi + CFMequipamento$$

13.984,96 R\$/mês

 C.1.2 Custo variável por quilometro do chassi e equipamento

$$CVQ = CVQchassi + CVQequipamento$$

1,89 R\$/km

 C.1.3 Custo direto operacional mensal (CDM)

$$CDM = (CVQ \times QMM) + CFM$$

52.725,28 R\$/mês

ANEXO B – Cálculo do custo rodoviário

(conclusão)

D.1 Custo indireto operacional mensal para veículo (CIM)	
CIM = CDM x IDI	
	10.545,06 R\$/mês
E.1 Custo operacional total por mês para veículo (COM)	
COM = CDM + CIM	
	63.270,34 R\$/mês
E.1.1 Custo operacional total por quilometro rodado (COQ)	
COQ = COM / QMM	
	3,08 R\$/km
E.1.2 Custo operacional total por dia trabalhado	
COD = COM / NDO	
	2.875,92 R\$/dia
E.1.3 Custo operacional total por hora trabalhada	
COH = COD / NHD	
	169,17 R\$/hora
E.1.4 Custo total da tonelada transportada por quilometro (CTQ)	
CTQ = COQ / (CCV x IAV)	
	0,1232 R\$/t

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO C – Entrada do GAMS

(continua)

```

$INLINECOM /* */
$OFFLISTING
$OFFSYMXREF OFFSYMLIST
$ONEMPTY

SET O origem;
SET D destino;
SET C carro;
SET P1 portos de origem;
SET P2 portos de destino;

PARAMETER PRO (O,C) Producao na origem O;
PARAMETER DEM (D,C) Demanda no destino D;
PARAMETER CPP2 (P2,P1) CUSTO entre portos;
PARAMETER COP (O,P1) CUSTO entre origens e portos de origem;
PARAMETER CP2D (D,P2) CUSTO entre portos de destino e destinos;
PARAMETER COD (D,O) CUSTO entre origens e destinos;

$CALL GDXXRW.EXE C:\dissertacao\dados.xls Index=leitura!a1
$GDXIN dados.gdx
$LOAD O D C P1 P2 PRO DEM CPP2 COP CP2D COD
$GDXIN

VARIABLES
X(D,O,C) Fluxo direto entre origem e destino
Y(O,P1,C) Fluxo indireto entre origem e portos de origem
Z(O,P1,P2,C) Fluxo indireto entre portos de origem e portos de destino
W(O,P2,D,C) Fluxo indireto entre portos de destino e destino
OBJ;
POSITIVE VARIABLE X,Y,Z,W;

EQUATIONS
OBJET
PRODUCAO(O,C)
DEMANDA(D,C)
CONTINUIDADE1(O,P1,C)
CONTINUIDADE2(O,P2,C);

OBJET .. OBJ =E= SUM((D,O,C), X(D,O,C) * COD(D,O)) + SUM((O,P1,C), Y(O,P1,C) *COP(O,P1)) +
SUM((O,P1,P2,C), Z(O,P1,P2,C)* CPP2(P2,P1)) + SUM((O,P2,D,C), W(O,P2,D,C) *
CP2D(D,P2));

PRODUCAO(O,C) .. SUM(D, X(D,O,C)) + SUM(P1, Y(O,P1,C)) =L= PRO(O,C);

DEMANDA(D,C) .. SUM(O, X(D,O,C)) + SUM((O,P2), W(O,P2,D,C)) =G= DEM (D,C);

CONTINUIDADE1(O,P1,C) .. Y(O,P1,C) =E= SUM(P2, Z(O,P1,P2,C));

CONTINUIDADE2(O,P2,C) .. SUM(P1, Z(O,P1,P2,C)) =E= SUM((D),W(O,P2,D,C));

```

ANEXO C – Entrada do GAMS

(conclusão)

```
MODEL FORD /OBJET, PRODUCAO, DEMANDA, CONTINUIDADE1,CONTINUIDADE2/;
OPTION RESLIM = 10000000;
OPTION ITERLIM = 10000000;
OPTION LIMROW=0;
OPTION LIMCOL=0;
FORD.OPTFILE=1;
$OFFLISTING;
FORD.workspace = 2;
SOLVE FORD USING LP MINIMIZING OBJ;

execute_unload "resultado.gdx", X, Y, Z, W, OBJ;
execute 'gdxrw.exe resultado.gdx O=C:\dissertacao\resultado.xls var=OBJ rng=obj!a1';
execute 'gdxrw.exe resultado.gdx O=C:\dissertacao\resultado.xls var=X rng=x!a1:zz50000 rdim=2
cdim=1';
execute 'gdxrw.exe resultado.gdx O=C:\dissertacao\resultado.xls var=Y rng=y!a1:zz50000 rdim=2
cdim=1';
execute 'gdxrw.exe resultado.gdx O=C:\dissertacao\resultado.xls var=W rng=w!a1:zz50000 rdim=3
cdim=1';
execute 'gdxrw.exe resultado.gdx O=C:\dissertacao\resultado.xls var=Z rng=z!a1:zz50000 rdim=3
cdim=1';
```

ANEXO D – Cidades em que há concessionária da montadora 1

(continua)

UF	Cidade	UF	Cidade	UF	Cidade
AC	Rio Branco		Alfenas		Sinop
AL	Arapiraca		Araguari	MT	Tangará da Serra
	Maceio		Araxa		Varzea Grande
AM	Manaus		Barbacena		Araripina
AP	Macapa		Belo Horizonte		Carpina
	Alagoinhas		Bom Despacho		Caruaru
	Barreiras		Caratinga	PE	Guaranhuns
	Eunápolis		Caxambu		Olinda
	Feira de Santana		Conselheiro Lafaiete		Petrolina
	Itabuna		Contagem		Recife
BA	Jacobina		Coronel Fabriciano		Timbauba
	Paulo Afonso		Divinópolis		Florino
	Salvador		Formiga	PI	Picos
	Santo Antonio de Jesus		Governador Valadares		Teresina
	Senhor do Bonfim		Gunhaes		Arapongas
	Teixeira de Freitas		Ipatinga		Campo Mourão
	Vitoria da Conquista		Itabira		Cascavel
	Fortaleza		Itajuba		Cianorte
	Iguatu		Itauna		Curtiba
CE	Juazeiro do Norte		Ituiutaba		Dois Vizinhos
	Russas		Juiz de Fora		Foz do Iguaçu
	Sobral	MG	Lavras		Francisco Beltrão
DF	Brasília		Leopoldina		Gurapuava
	Cachoeiro de Itapemirim		Manhuaçu	PR	Londrina
	Colatina		Montes Claros		Marechal Candido Rondon
	Guacui		Muriae		Maringa
ES	Guarapari		Para de Minas		Paranavai
	Linhares		Paracatu		Pato Branco
	Serra		Passos		Ponta Grossa
	Vila Velha		Pato de Minas		Santo Antonio da Platina
	Vitoria		Patrocínio		São Jose dos Pinhais
	Anapolia		Poços de Caldas		Toledo
	Caldas Novas		Ponte Nova		Umuarama
	Catalão		Pouso Alegre		Barra Mansa
GO	Goiania		São Gotardo		Cabo Frio
	Itumbiara		São João del Rei		Campos dos Goytacazes
	Jataí		Sete Lagoas		Duque de Caxias
	Mineiros		Teofilo Otoni		Itaperuna
	Rio Verde		Uba		Macaé
	Bacabal		Uberaba	RJ	Niteroi
MA	Imperatriz		Uberlândia		Nova Friburgo
	São Luis		Unaí		Nova Iguaçu
	Campo Grande		Varginha		Petrópolis
MS	Dourados		Barra do Garça		Resende
	Nova Andradina	MT	Cuiabá		Rio de Janeiro
	Três Lagoas		Rondonopolis		Santo Antonio de Pádua
				SE	Aracaju

ANEXO D – Cidades em que há concessionária da montadora

(conclusão)

UF	Cidade	UF	Cidade	UF	Cidade
	Adamantina		Pereira Barreto		Santiago
	Americana		Pindamonhangaba		Santo Angelo
	Amparo		Piracicaba		São Borja
	Andradina		Pirassununga	RS	São Leopoldo
	Araçatuba		Praia Grande		Taquará
	Araraquara		Presidente Prudente		Três Passos
	Araras		Registro		Tupancireta
	Aruja		Ribeirão Preto		Veranópolis
	Assis		Rio Claro		Ararangua
	Atibaia		Santo André		Blumenau
	Barueri		Santos		Brusque
	Bauru		São Bernardo do Campo		Caçador
	Botucatu	SP	São Caetano do Sul		Canoinhas
	Bragança Paulista		São Carlos		Chapeco
	Campinas		São João da Boa Vista		Concordia
	Caraguatatuba		São José do Rio Preto		Criciúma
	Catanduva		São José dos Campos		Florianópolis
	Diadema		São Paulo		Itajaí
	Fanca		São Roque	SC	Jaragua do Sul
	Guaratingueta		São Vicente		Joacaba
	Guaruja		Sorocaba		Joinville
	Guarulhos		Suzano		Lages
SP	Indaiatuba		Tatuí		Rio do Sul
	Itanhaem		Taubaté		São Bento do Sul
	Itapetininga		Valinhos		São José
	Itapeva		Votuporanga		São Miguel D'Oeste
	Itapira		Bento Gonçalves		Tijucas
	Itatiba		Cachoeira do Sul		Tubarão
	Itu		Carazinho		Videira
	Jaboticabal		Caxias do Sul		Xanxere
	Jacareí		Cruz Alta	PB	Cajazeiras
	Jales		Gramado		Campina Grande
	Jau		Ibiruba		Belem
	Jundiá		Ijuí	PA	Marabá
	Limeira		Lajeado		Santarem
	Lorena	RS	Montenegro	RO	Ji-Paraná
	Marília		Novo Hamburgo		Porto Velho
	Mauá		Osório		Caico
	Mococa		Panambi	RN	Mossoro
	Mogi das Cruzes		Passo Fundo		Natal
	Mogi-Mirim		Pelotas	PB	João Pessoa
	Monte Aprazível		Porto Alegre		Patos
	Orlandia		Rio Grande		Araguaina
	Osasco		Santa Cruz do Sul	TO	Gurupi
	Ourinhos		Santa Maria		Palmas
				RR	Boa Vista

Fonte: Ford (2009)