

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA E
TRANSPORTES
MESTRADO

RODRIGO DE ABREU VIEIRA

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
TRANSPORTE INTERMODAL DE AUTOMÓVEIS:
UM ESTUDO DE CASO

BELO HORIZONTE

2015

Rodrigo de Abreu Vieira

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
TRANSPORTE INTERMODAL DE AUTOMÓVEIS:
Um Estudo de Caso**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Área de concentração: Transportes

Orientador: Prof. Dr. Antônio Artur de Souza

Belo Horizonte

2015

V657a

Vieira, Rodrigo de Abreu.

Avaliação da viabilidade econômico-financeira do transporte intermodal de automóveis [manuscrito]: um estudo de caso / Rodrigo de Abreu Vieira. - 2015.

175 f., enc.: il.

Orientador: Antônio Artur de Souza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos: f.144-175.

Bibliografia: f. 137-143.

1. Engenharia de transportes - Teses. 2. Logística empresarial - Teses. 3. Transporte marítimo - Teses. 4. Transporte ferroviário - Teses. 5. Automóveis - Transporte - Teses. I. Souza, Antônio Artur de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 656(043)



FOLHA DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
TRANSPORTE INTERMODAL DE AUTOMÓVEIS: UM ESTUDO DE
CASO**

RODRIGO DE ABREU VIEIRA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2015, pela banca constituída pelos membros:


Prof. Antonio Artur de Souza - Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof. Nilson Tadeu Ramos Nunes
UFMG


Prof. David Jose Ahouagi Vaz de Magalhaes
UFMG


Prof. Hudson Fernandes Amaral
UFMG

Belo Horizonte, 27 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a DEUS, pela orientação e condução da minha vida.

Aos santuários de Aparecida do Norte e de São Judas Tadeu, pelos inúmeros momentos de reflexão e oração.

Ao meu pai Expedito e à minha mãe Salete, pelo esforço, dedicação e incondicional amor aos filhos: eu não seria nada sem vocês.

Aos meus queridos irmãos, Leandro, Gustavo e Raquel, pelo eterno companheirismo.

À Cláudia, sempre ao meu lado, e à Ana Carolina, meu maior tesouro.

Aos amigos da CBTU, Ubirajara, Ricardo Torsani, Rafael e João Marcos, a cada dia aprendo mais com vocês.

Ao professor Antônio Artur, pela amizade e dedicação na orientação deste trabalho.

Aos professores do Nucletrans, em especial a David, Leise, Nilson e Ronaldo.

À Kátia, pela atenção e organização.

Aos amigos Sérgio Mota e Luciano Medrado, as sugestões de vocês contribuíram muito.

Ao DER/MG e à TECNOTRAN, pelo início da minha caminhada na área de transportes.

Aos amigos da engenharia, o apoio de vocês muito me fez caminhar.

Meus sinceros agradecimentos.

"As dificuldades fizeram-se para serem vencidas"

Barão de Mauá, o pai das ferrovias brasileiras

RESUMO

A matriz de transportes brasileira é significativamente desbalanceada se comparada à de outros países com dimensões semelhantes, tais como Rússia, Canadá, EUA e Austrália. Este resultado é agravado pelos baixos investimentos aportados na infraestrutura nacional de transportes após a década de 1970. O modo rodoviário no Brasil é predominante, inclusive para cargas transportadas por grandes distâncias, quando é menos eficiente. Visando contrapor essa realidade e demonstrar parâmetros técnicos e financeiros que vislumbrem a utilização de outros modos de transporte em operações logísticas de carga, esta dissertação analisa a viabilidade da utilização da ferrovia e da cabotagem no transporte de automóveis novos, das fábricas às suas respectivas concessionárias. Para isso, pauta-se pela análise das operações de transporte de automóveis atualmente realizadas no Brasil e no exterior, pela atual capacidade de tráfego dos setores ferroviários e portuários, pela seleção dos equipamentos mais apropriados no uso da intermodalidade e pela análise dos custos rodoviários, ferroviários e marítimos, avaliando a viabilidade das operações propostas. Este estudo difere de outros em função da sua proposição e da sua avaliação financeira para implementação da intermodalidade rodoferroviária ou do uso da cabotagem no transporte de automóveis, através de equipamentos e operações usuais no exterior, mas ainda inéditos no Brasil. O estudo de caso para validação do modelo foi feito a partir de uma montadora de automóveis, localizada no estado de São Paulo, e de suas concessionárias no estado de Pernambuco. Os resultados obtidos retratam potenciais ganhos econômicos nas duas alternativas consideradas, a ferrovia e a cabotagem, em comparação à forma como atualmente é feito o transporte de automóveis. As pesquisas de novas tecnologias no ambiente logístico visam modernizar os transportes, reduzindo seus custos e aumentando a confiabilidade, a eficiência e a segurança de cargas e pessoas.

Palavras-Chave: Logística. Transporte de cargas. Automóveis. Ferrovias. Cabotagem. Intermodalidade. Estudo de viabilidade.

ABSTRACT

The Brazilian transport network is significantly unbalanced, when compared to other countries of similar size, like Russia, Canada, USA, and Australia. This result is aggravated by the low investments in national transport infrastructure after the 70's. The road mode is predominant in Brazil in detriment to others, even when cargo is transported over long distances, where this method is less efficient. Aiming to counter this reality and to demonstrate technical and financial parameters that envisage the use of other transport modes in cargo logistics operations, this dissertation examined the feasibility of using railroad and cabotage for the transportation of new cars, from the plants to their respective dealers. To this end, it guide itself in the analysis of vehicle transportation operations currently performed in Brazil and abroad, in the current traffic capacity of the railway and port sectors, in the selection of the most suitable equipment in the use of intermodality, in road, rail and sea costs analysis in order to evaluate the feasibility of the suggested operations. This study differs from others because of its proposition and financial evaluation for the implementation of road-rail intermodality or for the use of cabotage in car transportation, through equipment and operation that are usual abroad, but still not seen in Brazil. The case study for model validation was an automaker, located in the state of São Paulo, and its dealers in the state of Pernambuco. The results depict potential economic gain in the two alternatives considered – railroad and cabotage – compared to how the car transportation is currently performed. The research of new technologies in the logistics area aim to modernize the transport, reducing costs and increasing reliability, efficiency and security of both cargo and people.

Keywords: Logistics. Cargo. Cars. Railways. Cabotage. Intermodality. Feasibility study.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – PARTICIPAÇÃO DOS MODAIS NO MUNDO (EM TONELADAS POR QUILOMETRO ÚTIL).....	31
FIGURA 2.2 – VANTAGENS COMPARATIVAS QUANTO À DISTÂNCIA, POR MEIO DE TRANSPORTE.....	33
FIGURA 2.3 – CAPACIDADE DE CARGA: COMPARAÇÃO ENTRE OS MODOS DE TRANSPORTE.....	33
FIGURA 2.4 – COMPARATIVO DA DENSIDADE DE TRANSPORTE ENTRE OS MODOS RODOVIÁRIO, HIDROVIÁRIO E FERROVIÁRIO.....	37
FIGURA 2.5 – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA MALHA RODOVIÁRIA BRASILEIRA.....	39
FIGURA 2.6 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS PRINCIPAIS FERROVIAS DO BRASIL.....	44
FIGURA 2.7 – MAPA DE LINHAS DE CABOTAGEM.....	46
FIGURA 2.8 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DE CABOTAGEM E DE LONGO CURSO NO BRASIL ENTRE 2007 E 2012.....	48
FIGURA 2.9 – EVOLUÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS – PRINCIPAIS PORTOS.....	50
FIGURA 2.10 – GRÁFICO DE INVESTIMENTOS NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO DE 1990 A 2012.....	61
FIGURA 2.11 – PORCENTAGEM DAS EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES AUTOMOTIVAS - 2007 A 2012.....	62
FIGURA 2.12 – EXPORTAÇÃO DE VEÍCULOS POR EMPRESA EM 2013.....	62
FIGURA 2.13 – TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS POR FERROVIA REALIZADO NO BRASIL.....	64
FIGURA 2.14 – VAGÃO PLATAFORMA DE DOIS PAVIMENTOS PARA TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS.....	64
FIGURA 2.15 – VAGÃO PLATAFORMA DE DOIS PAVIMENTOS PARA TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS.....	64
FIGURA 3.1 – SÍNTESE DA METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO.....	75
FIGURA 4.1 – DISTRIBUIÇÃO DAS CONCESSIONÁRIAS DA <i>VOLKSWAGEN</i> EM PERNAMBUCO.....	78

FIGURA 4.2 – FOTO AÉREA DA FÁBRICA DA <i>VOLKSWAGEN</i> DE SÃO BERNARDO DO CAMPO-SP.....	80
FIGURA 4.3 – ESTAÇÃO BOA VISTA NOVA-SP E PÁTIO FERROVIÁRIO.....	81
FIGURA 4.4 – ESTAÇÃO CABO-PE.....	82
FIGURA 4.5 – MALHA FERROVIÁRIA DA FCA – RESOLUÇÃO 4.131/13.....	83
FIGURA 4.6 – PROGRAMA DE INVESTIMENTOS EM LOGÍSTICA (PIL) – NOVAS FERROVIAS.....	84
FIGURA 4.7 – VISTA AÉREA DO PORTO DE SANTOS-SP.....	85
FIGURA 4.8 – VISTA AÉREA DO PORTO DE SUAPE-PE.....	86
FIGURA 4.9 – CAPACIDADE DE TRÁFEGO NO TRECHO BOA VISTA NOVA-SP – PROPRIÁ-SE.....	89
FIGURA 4.10 – COMPARATIVO DA CAPACIDADE DE MOVIMENTAÇÃO DE AUTOMÓVEIS COM O FLUXO DE DEMANDA PROJETADA PARA O PORTO DE SANTOS-SP.....	92
FIGURA 4.11 – CARROCERIAS DO TIPO CEGONHA E DO TIPO REBOQUE, RESPECTIVAMENTE.....	95
FIGURA 4.12 – CARRETAS E CAMINHÕES TRANSPORTADOS POR AUTOTREM...97	
FIGURA 4.13 – ETAPAS DE CONEXÃO DO ROADRAILER EM CARROCERIAS RODOVIÁRIAS.....	98
FIGURA 4.14 – VAGÃO FERROVIÁRIO DO TIPO <i>CABOOSE</i>	99
FIGURA 4.15 – NAVIO <i>ROLL-ON/ROLL-OFF</i> PARA TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS.....	100
FIGURA 4.16 – NAVIO DO TIPO RO-LO PARA TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS E DE CARGA GERAL.....	101
FIGURA 4.17 – NAVIO DO TIPO CON-RO PARA O TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS E CONTÊINERES.....	101
FIGURA 4.18 – NAVIO DO TIPO LO-LO PARA O TRANSPORTE DE DIVERSOS TIPOS DE PRODUTO.....	102
FIGURA 4.19 – TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS EM CONTÊINERES.....	102
FIGURA 4.20 – COMPARATIVO DO CUSTO POR VEÍCULO ENTRE OS CENÁRIOS.....	127
FIGURA 4.21 – <i>TRANSIT TIME</i> PARA CADA CENÁRIO (EM DIAS).....	128

FIGURA 4.22 – GRÁFICO COM PERFIL DE VPL PARA O CENÁRIO 2 (FERROVIA) E O CENÁRIO 3 (CABOTAGEM).....130

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – MATRIZ DO TRANSPORTE DE CARGA	26
TABELA 2.2 – QUADRO COM CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS DOS MEIOS DE TRANSPORTE.....	35
TABELA 2.3 – QUADRO COM NÚMERO DE VEÍCULOS ENVOLVIDOS EM ACIDENTES POR FINALIDADE E IDADE.....	39
TABELA 2.4 – MALHAS REGIONAIS DA RFFSA CONCEDIDAS	43
TABELA 2.5 – INVESTIMENTOS REALIZADOS POR CONCESSIONÁRIA (EM MILHÕES DE R\$).....	44
TABELA 2.6 – ESTRUTURA DO MERCADO DA CABOTAGEM BRASILEIRA - DEZEMBRO/2012.....	47
TABELA 2.7 – FROTA REGISTRADA NA NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM E DE LONGO CURSO POR TIPO DE EMBARCAÇÃO	48
TABELA 2.8 - PRINCIPAIS ROTAS POR ESTADO – CABOTAGEM	49
TABELA 2.9 – QUESTÕES A SEREM CONSIDERADAS NA ESCOLHA DO TRANSPORTE INTERMODAL.....	52
TABELA 2.10 – UNIDADES INDUSTRIAIS E OUTROS – 2013	59
TABELA 2.11 – VEÍCULOS LICENCIADOS NO BRASIL – 2013	60
TABELA 4.1 – NÚMERO DE LICENCIAMENTOS POR ESTADO / MAIORES MONTADORAS NO ANO DE 2013	77
TABELA 4.2 – ENDEREÇOS DAS CONCESSIONÁRIAS DA <i>VOLKSWAGEN</i> EM PERNAMBUCO.....	78
TABELA 4.3 – QUADRO COM GRUPOS DE FATORES QUE IMPACTAM NA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO MODO FERROVIÁRIO	87
TABELA 4.4 – VOLUME DE AUTOMÓVEIS TRANSPORTADOS ENTRE OS ANOS DE 2009 (OBSERVADOS) E 2024 (PROJETADOS PELO PNL) PARA O PORTO DE SANTOS-SP.....	91
TABELA 4.5 – VOLUME DE AUTOMÓVEIS TRANSPORTADOS ENTRE OS ANOS 2010 (OBSERVADOS) E 2030	92
TABELA 4.6 – CODIFICAÇÃO DE POLOS GERADORES DE DEMANDA E TERMINAIS INTERMODAIS.....	93
TABELA 4.7 – DISTÂNCIAS ENTRE A MONTADORA E AS CONCESSIONÁRIAS, PARA AS ALTERNATIVAS INTERMODAIS DO ESTUDO (EM QUILOMETROS)	94

TABELA 4.8 – DISTÂNCIAS MÉDIAS POR MODO DE TRANSPORTE E CENÁRIOS (EM QUILOMETROS).....	94
TABELA 4.9 – ÍNDICES DE PERDAS E AVARIAS NO TRANSPORTE	104
TABELA 4.10 – AGRUPAMENTO DE PRODUTOS TRANSPORTADOS POR FERROVIAS.....	116
TABELA 4.11 – PRINCIPAIS TARIFAS PORTUÁRIAS	122
TABELA 4.12 – TABELA TARIFÁRIA DO PORTO DE SUAPE PARA A MOVIMENTAÇÃO DE AUTOMÓVEIS.....	123
TABELA 4.13 – CUSTOS ANUAIS PORTUÁRIOS	124
TABELA 4.14 – VALOR MÉDIO E PESO BRUTO DOS VEÍCULOS DA VOLKSWAGEN (VALORES EM REAIS)	125
TABELA 4.15 – RESUMO DOS CUSTOS TOTAIS DO CENÁRIO 1.....	125
TABELA 4.16 – RESUMO DOS CUSTOS TOTAIS DO CENÁRIO 2.....	126
TABELA 4.17 – RESUMO DOS CUSTOS TOTAIS DO CENÁRIO 3.....	127
TABELA 4.18 – RESUMOS DOS PRINCIPAIS INDICADORES DOS CENÁRIOS ANALISADOS	129
TABELA 4.19 – METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO EVA	131
TABELA 4.20 – RESULTADOS DO MÉTODO EVA PARA OS CENÁRIOS 2 E 3	131

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AET	Autorização Especial de Trânsito
ALL	América Latina Logística
ALLMS	América Latina Logística Malha Sul S.A.
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTF	Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
API	<i>Application Programming Interface</i>
BTU	British Thermal Unit
CENTRAN	Centro de Excelência em Engenharia de Transportes
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CODESP	Companhia Docas do Estado de São Paulo
CON-RO	Navio Híbrido <i>Roll-on</i> e Navio Contêiner
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CT-e	Conhecimento de Transporte Eletrônico
CTMC	Conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas
CTV	Combinações para Transporte de Veículos
CTVP	Combinações de Transporte de Veículos e Cargas Paletizadas
CVC	Combinação de Veículo de Carga
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
EBN	Empresa Brasileira de Navegação
EFC	Estrada de Ferro Carajás
EFVM	Estrada de Ferro Vitória a Minas
EUA	Estados Unidos da América
EVA	Valor Econômico Agregado
FCA	Ferrovia Centro-Atlântica
FEPASA	Ferrovia Paulista S.A.
FERROESTE	Estrada de Ferro Paraná Oeste
FIPE	Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
FNS	Ferrovia Norte Sul

FTC	Ferrovia Tereza Cristina
FTL	Ferrovia Transnordestina Logística
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GM	<i>General Motors</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPT	Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPVA	Imposto sobre Propriedade de Veículo Automotor
ISS	Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza
JK	Juscelino Kubitschek
LabTrans	Laboratório de Transportes e Logística – UFSC
LO-LO	Navio <i>Lift-on / Lift-off</i>
MRS	MRS Logística S.A.
OTM	Operador do Transporte Multimodal
PBTC	Peso Bruto Total Combinado
PDEPS	Plano de Desenvolvimento e Expansão do Porto de Santos
PIB	Produto Interno Bruto
PIL	Programa de Investimentos em Logística
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transporte
RFFSA	Rede Ferroviária Federal S.A.
RO-LO	Navio <i>Roll-on / Lift-on</i>
RO-RO	Navio <i>Roll-on / Roll-off</i>
SAFF	Sistema de Acompanhamento e Fiscalização de Transporte Ferroviário
SEP	Secretaria Especial de Portos
SIRFE	Sistema Intermodal Rodoferroviário
SRF	Secretaria da Receita Federal
TEU	Unidade Equivalente a um Contêiner de Vinte Pés
TKB	Tonelada por Quilômetro Bruta
TKU	Tonelada por Quilômetro Útil
TPB	Tonelagem de Porte Bruto
TUP	Terminal de Uso Privativo
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 A CADEIA DE SUPRIMENTOS E A LOGÍSTICA EMPRESARIAL	19
1.2 O TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS.....	20
1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	21
1.4 JUSTIFICATIVA.....	22
1.5 OBJETIVOS DO ESTUDO.....	23
1.5.1 Objetivo geral.....	23
1.5.2 Objetivos específicos.....	23
1.6 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	24
1.7 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	25
2 REVISÃO DA LITERATURA	26
2.1 O TRANSPORTE DE CARGAS NO BRASIL.....	26
2.1.1 Transporte Rodoviário	27
2.1.2 Transporte Ferroviário	29
2.1.3 Transporte Aquaviário	29
2.1.4 Desempenho de cada modo de transporte	32
2.1.5 Infraestrutura brasileira de transportes	36
2.1.6 Estatísticas de acidentes nos transportes.....	38
2.2 O TRANSPORTE POR FERROVIA	40
2.2.1 Material Rodante.....	41
2.2.2 RFFSA e Concessões.....	42
2.3 O TRANSPORTE POR CABOTAGEM	45
2.3.1 Histórico da cabotagem brasileira	45
2.3.2 Portos	45
2.3.3 Principais rotas de cabotagem.....	49
2.4 TRANSPORTE INTERMODAL	51
2.4.1 Agências reguladoras e legislação	54
2.5 A INDÚSTRIA BRASILEIRA DE AUTOMÓVEIS	56
2.5.1 Histórico da indústria de automóveis no Brasil.....	56
2.5.2 Montadoras instaladas.....	58
2.5.3 O transporte de veículos novos por rodovia	63

2.5.4	<i>O transporte por ferrovia na década de 70.....</i>	63
2.6	<i>FERRAMENTAS AUXILIARES DE ANÁLISE DE TRANSPORTE</i>	65
2.7	<i>ANÁLISE DE VIABILIDADE DE PROJETOS</i>	66
2.7.1	<i>Método Payback.....</i>	67
2.7.2	<i>Método VPL (Valor Presente Líquido)</i>	68
2.7.3	<i>Método TIR (Taxa interna de retorno).....</i>	69
2.7.4	<i>Método EVA (Valor Econômico Agregado).....</i>	69
3	METODOLOGIA	71
3.1	<i>BASE DE DADOS E INFORMAÇÕES</i>	71
3.2	<i>MÉTODOS E PROCEDIMENTOS</i>	72
3.2.1	<i>Análise da infraestrutura de transporte</i>	73
3.2.2	<i>Seleção do trajeto para o estudo de caso.....</i>	73
3.2.3	<i>Rede de transporte</i>	74
3.2.4	<i>Modelos de custos de transporte.....</i>	74
3.2.5	<i>Análise de viabilidade pelos cenários.....</i>	74
3.3	<i>SÍNTESE DA METODOLOGIA</i>	75
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.1	<i>CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE TRANSPORTE.....</i>	79
4.1.1	<i>Cenário 1: Rota rodoviária.....</i>	79
4.1.2	<i>Cenário 2: Rota intermodal – rodoviário + ferroviário.....</i>	80
4.1.3	<i>Cenário 3: Rota intermodal – rodoviária + marítima.....</i>	84
4.2	<i>CAPACIDADE DE TRANSPORTE.....</i>	86
4.2.1	<i>Capacidade no modo ferroviário</i>	86
4.2.2	<i>Capacidade portuária</i>	90
4.2.3	<i>Determinação das distâncias de transporte.....</i>	93
4.3	<i>EQUIPAMENTOS DE USO INTERMODAL</i>	95
4.3.1	<i>Equipamentos rodoviários</i>	95
4.3.2	<i>Equipamentos ferroviários.....</i>	96
4.3.3	<i>Navios para transporte de automóveis.....</i>	100
4.4	<i>CUSTOS DE OPERAÇÃO E IMPLANTAÇÃO.....</i>	103
4.4.1	<i>Custos rodoviários</i>	105
4.4.1.1	<i>Custos fixos do veículo</i>	106
4.4.1.2	<i>Custos fixos da carroceria tipo cegonha.....</i>	107

4.4.1.3 Custos variáveis do veículo.....	109
4.4.1.4 Custos variáveis da carroceria tipo cegonha	111
4.4.1.5 Custos diretos finais	113
4.4.1.6 Custos indiretos finais	113
4.4.1.7 Custo operacional final.....	114
4.4.2 Custos ferroviários.....	115
4.4.3 Custos marítimos.....	117
4.4.4 Comparativo econômico dos cenários	124
4.5 AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DO USO DA INTERMODALIDADE	128
4.5.1 Payback.....	129
4.5.2 Valor Presente Líquido – VPL	129
4.5.3 Valor Econômico Agregado – EVA.....	131
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
5.1 QUANTO AO OBJETIVO GERAL DO ESTUDO	132
5.2 COMENTÁRIOS DOS RESULTADOS.....	133
5.3 QUANTO ÀS LIMITAÇÕES DO ESTUDO	134
5.4 QUANTO À OPORTUNIDADE DE ESTUDOS COMPLEMENTARES	135
REFERÊNCIAS	137
APÊNDICE A – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: M – C01 A C18	144
APÊNDICE B – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: M – F1.....	148
APÊNDICE C – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: M – P1.....	149
APÊNDICE D – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: F2 – C01 A C18.....	150
APÊNDICE E – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: P2 – C01 A C18.....	154
APÊNDICE F – PLANILHA DE CUSTOS RODOVIÁRIOS.....	158
APÊNDICE G – PLANILHA DE CUSTOS FERROVIÁRIOS	162
APÊNDICE H – PLANILHA DE CUSTOS MARÍTIMOS.....	164
APÊNDICE I – CAPACIDADE DE TRÁFEGO NO TRECHO DA FCA.....	166
APÊNDICE J – LEGISLAÇÕES SOBRE TRANSPORTE DE CARGAS	172

1 INTRODUÇÃO

A melhoria dos processos logísticos, o emprego da tecnologia, o desenvolvimento da comunicação e a própria globalização no mercado internacional modernizam o setor dos transportes e, como resultado, aumentam a eficiência das atividades econômicas de um país. Para atender às diferentes necessidades da indústria, do comércio e do cliente final, na busca pelo melhor tempo de atendimento com a melhor qualidade, a seleção do modo de transporte é o principal componente logístico para obtenção do menor custo total. Por vezes, a combinação de diferentes modos de transporte em um mesmo deslocamento contribui significativamente para se obter a melhor relação entre custo e benefício para cada tipo de produto.

Em países desenvolvidos, como nos europeus, o desempenho do transporte de carga está baseado em dois fatores: intermodalidade e sustentabilidade. Para tanto, constantemente são realizados investimentos na ampliação e melhoria da infraestrutura das redes de transportes desses países, afim de se obter o melhor desempenho em suas cadeias de distribuição e abastecimento, resultando em maior competitividade no cenário internacional. Nesses países cada modo de transporte é utilizado de acordo com sua eficiência de serviço: capacidade, velocidade, distância e frequência.

No Brasil o modo rodoviário é predominante no transporte de cargas, de pequenas a grandes distâncias, sendo empregado, portanto, em situações em que outros seriam mais eficientes, como o ferroviário ou o aquaviário. A opção pelo modo rodoviário é frequentemente justificada pela sua principal característica, a flexibilidade, possibilitando assim integrações porta a porta entre fornecedores e clientes, mesmo a custos logísticos mais elevados. A principal característica negativa do transporte rodoviário brasileiro é a falta de padronização de carrocerias e *pallets*, o que dificulta sua regularização, uma vez que a grande maioria dos transportadores é autônoma e que muitos estão na informalidade.

A discrepância de desempenho logístico percebida entre os países desenvolvidos e o Brasil é denotada pela forma como a infraestrutura de transporte brasileira está implantada e distribuída em seu extenso território, na qual é priorizado o modo rodoviário, que ainda possui uma estrutura de pavimento pouco durável e de baixa qualidade. A situação foi agravada com o abandono das ferrovias, ocorrido a partir da década de 1970, e com o pequeno volume de investimentos no setor portuário nacional. Esses fatores foram determinantes para a baixa

competitividade do Brasil, em relação aos países desenvolvidos, no mercado internacional atual.

Para reverter esse quadro e melhorar a eficiência comercial do país, diversas ações estão sendo conduzidas pelo Governo Federal, como a privatização das ferrovias, visando otimizar sua operação e ampliar a malha nacional. Além disso, há uma preocupação com os impactos ambientais causados pelos sistemas de transportes, como em relação ao controle da emissão de poluentes por veículos movidos a petróleo. Essas medidas promoverão uma redução do modo rodoviário na matriz de transportes que deverá ser percebida no futuro, caso investimentos em infraestrutura sejam feitos com mais intensidade. O transporte de cargas no Brasil evoluiu bastante nas duas últimas décadas, fato que o colocou em patamares mais elevados de competitividade no mercado internacional, principalmente entre países emergentes, em função da implementação de novas tecnologias na cadeia produtiva e de melhorias nos processos de gestão logística e de transporte.

No Brasil é transportada uma vasta gama de produtos, desde aqueles da indústria de base, como minérios e siderúrgicos, até produtos manufaturados, destinados aos consumidores finais, tanto para o mercado interno quanto para exportação. Diante dessa realidade, este trabalho aborda um estudo de caso sobre avaliação técnica e econômica do transporte de automóveis novos, para o mercado interno brasileiro, utilizando os modos ferroviário e aquaviário.

1.1 A cadeia de suprimentos e a logística empresarial

O termo “cadeia de suprimentos” pode ser considerado uma evolução conceitual de toda a operação de produção que, até a década de 1990, era denominada simplesmente como logística. Ele consiste no conjunto de partes envolvidas, direta ou indiretamente, no pedido de um cliente, agregando o fabricante, os fornecedores, os transportadores, os varejistas e os próprios clientes. A integração dessas partes é realizada através de planejamento e informação, nos vários estágios da cadeia, e tem como objetivo a redução generalizada de custos e do tempo de atendimento ao cliente. O papel dos transportes na cadeia de suprimentos é de grande impacto na eficiência e nos custos logísticos, uma vez que o modo utilizado afeta os estoques do produto, a localização das instalações e o tempo de deslocamento. Portanto, no planejamento logístico da cadeia de suprimentos, a tomada de

decisão deve considerar o transporte a ser utilizado, bem como avaliar outras alternativas modais, mesmo que tais alternativas não estejam implantadas e necessitem de investimentos que agreguem capital.

Historicamente, no Brasil da década de 1970, anterior ao conceito de cadeia de suprimentos, as empresas acreditavam que possuíam conhecimentos logísticos, porém não se preocupavam com o controle de custos. A regra era vender o que se produzia e, com o advento da alta inflação, os custos excessivos gerados por ela eram, frequentemente, transmitidos aos clientes finais. Nos países desenvolvidos, de baixa inflação, a logística emergia em um novo paradigma gerencial, baseado em quatro princípios: o primeiro era a integração do *marketing*, da pesquisa, do *design*, da produção e da distribuição de produtos no menor tempo; o segundo estava relacionado a respostas rápidas às mudanças de demandas; o terceiro, redução do número de fornecedores e envolvimento deles na cadeia produtiva; e o quarto princípio era uma maior delegação de responsabilidade aos setores de *design* e de produção.

Atualmente, a logística empresarial é uma das principais ferramentas gerenciais para obtenção de vantagem competitiva e trata, em uma visão mais abrangente, dos movimentos de materiais, serviços e informações nos ambientes inter e intraempresarial, com eficácia, eficiência e efetividade.

1.2 O transporte de automóveis

O Brasil, na era do presidente Getúlio Vargas, iniciou sua história na indústria automobilística durante a primeira metade da década de 1950, quando foram criadas empresas de base, como a Companhia Siderúrgica Nacional, e proibidas importações de veículos montados. Surgiu então o primeiro polo automotivo brasileiro, na região do ABC paulista. No governo de Kubitschek se instalaram as montadoras da *Volkswagen*, *Toyota*, *Mercedes-Benz*, *Scania* e *Willys-Overland*. Depois vieram *Fiat*, *Agrale*, *Volvo* e *Gurgel*.

Na década de 1990, a presença do Estado na elaboração de políticas para o setor ganhou força novamente. O governo brasileiro adotou o Regime Automotivo, que estabelecia uma proteção elevada para esse setor e que foi reformulado em 1997 para contemplar os estados menos desenvolvidos. Dessa forma, vários estados promoveram incentivos fiscais para a instalação de diversas plantas industriais de montadoras. Com a estabilização da economia, em meados da década de 1990, fatores, como o controle da inflação, facilitaram o acesso ao crédito e a

financiamentos de longo prazo. Isso possibilitou que o brasileiro pudesse adquirir bens das mais diversas naturezas com maior facilidade, incluindo automóveis, mesmo que em longas prestações. A produção e as vendas de automóveis atingiram marcas históricas em anos sucessivos, fato que se mantém até os dias de hoje em todas as regiões do país.

As montadoras do Brasil estão localizadas, basicamente, nas regiões Sul e Sudeste, e o único modo de transporte da produção de automóveis é o rodoviário, através de carretas denominadas cegonhas, que transportam de 9 a 11 veículos. Em algumas situações as cegonhas chegam a percorrer cerca de 4.000 quilômetros para atender a uma determinada área. Nos países desenvolvidos, o transporte de bens e produtos em médias e grandes distâncias é realizado por ferrovias, hidrovias ou navegação marítima, que transportam grandes volumes com menores custos por tonelada, garantindo mais segurança à carga e com um menor número de acidentes.

1.3 Contextualização do problema

De acordo com o problema exposto na seção introdutória, a escolha do modo a ser utilizado para cada fim está condicionada à disponibilidade e à existência de infraestrutura de transportes relacionadas a esse modo. Esse problema, oriundo na maioria das vezes pela falta de planejamento e de investimentos adequados, resulta na ineficiência do transporte de bens e de pessoas, que acarreta prejuízos financeiros na cadeia logística e o descumprimento ou inadequação de prazos de entrega aos clientes. Outros resultados negativos que podem ser observados no transporte de cargas, como consequências desse panorama, são a perda da qualidade do serviço e a dependência do estado das estradas e rodovias, que estão a cargo do poder público. A solução para esse problema passa, prioritariamente, pelo planejamento em infraestrutura, tendo em vista atender às demandas internas e externas pelos modos de transporte mais eficientes para cada produto, considerando aspectos geográficos existentes entre as fábricas e os consumidores.

Nesse contexto, este estudo se pauta em avaliar, por parâmetros técnicos e econômicos, a viabilidade do uso dos modos ferroviário ou de cabotagem para o transporte de automóveis novos às respectivas concessionárias. Para tal, busca-se formular uma ferramenta que auxilie no processo decisório quanto ao modo de transporte a ser utilizado por um produto. Essa

problemática pode ser traduzida na seguinte questão: *Os modos de transporte ferroviário e de cabotagem poderiam reduzir o custo logístico da indústria automobilística?*

1.4 Justificativa

Segundo o boletim estatístico da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de março de 2014, o modo rodoviário é responsável por mais de 61% de todo o volume de cargas transportadas, ao passo que a ferrovia é responsável apenas por 20% do total e, desses, quase a totalidade é para transporte de minério de ferro, cimento, grãos e produtos da siderurgia.

As tendências no ambiente mundial, conforme Almendariz (2007), são: a globalização da economia, a formação de blocos econômicos, os sistemas *just in time*, a crescente demanda de velocidade na entrega dos produtos, a adoção de manufatura ágil, a produção enxuta, as novas práticas de negócios e a necessidade de administrar cadeias logísticas mais eficientes. Elas têm contribuído para pensar em novas formas de transportar os insumos e as mercadorias, considerando que os transportes são fundamentais, em termos de gerenciamento dos custos logísticos.

Portanto, a logística nos transportes tem contribuído para aproveitar melhor cada um dos modos existentes, completando-os, reduzindo custos e aumentando a competitividade em seus vários setores de atuação. Nessa ótica de intermodalidade mundial dos transportes e, dada a grande extensão territorial do Brasil, este trabalho estuda o transporte de automóveis no Brasil, apresentando como ele é realizado e propondo soluções que contribuam para o aumento de sua eficiência.

A crescente produção de veículos é resultado da facilidade de crédito ao consumidor e dos incentivos fiscais do governo nos últimos anos. Atualmente, o único modo de transporte de veículos às concessionárias é o rodoviário. Em países como Estados Unidos e Austrália, bem como em toda a Europa, o transporte de qualquer tipo de carga, a médias e grandes distâncias, é realizado pelos modos ferroviário ou aquaviário. Esses países executaram grandes investimentos na infraestrutura de transportes e, por isso, são mais competitivos no cenário internacional, pois agregam custos menores aos produtos, em função de uma melhor logística que é aplicada em suas cadeias de suprimentos.

O Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT), desenvolvido pelo Ministério de Transportes, visa formalizar instrumentos de análise, sob a ótica da logística, para dar suporte ao planejamento de intervenções públicas e privadas, tendo em vista a melhoria da infraestrutura nacional e a organização dos transportes. O país necessita atentar para essas questões, se almejar utilizar com eficiência seus recursos naturais, a fim de aumentar suas riquezas e de ampliar sua participação no mercado internacional, o que se consegue com racionalidade e com a revisão de processos, nesse caso, logísticos.

Outro ponto de destaque é a atualidade do tema no caso brasileiro, que passa por um crescimento econômico considerável, juntamente com a recente modernização e consolidação das ferrovias, em virtude dos investimentos de concessionárias privadas, que já somam mais de 22 bilhões de reais nos últimos 15 anos, segundo dados da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF, 2009). Ressalta-se ainda que o tema em estudo é pouco abordado na literatura, em função da complexidade do transporte pelo alto valor agregado do bem, do recente desenvolvimento da logística empresarial brasileira e de sua desequilibrada matriz de transportes. Tais fatores não incitaram, ainda, mais trabalhos científicos a respeito do uso da intermodalidade na indústria automobilística.

1.5 Objetivos do estudo

1.5.1 Objetivo geral

O estudo objetiva aplicar um modelo para a avaliação da viabilidade econômico-financeira do transporte de automóveis novos, das montadoras às concessionárias, utilizando o modo ferroviário ou a cabotagem.

O estudo de caso é realizado com a montadora de automóveis *Volkswagen*, que possui uma unidade fabril instalada no estado de São Paulo. A rota avaliada foi a dos veículos desta montadora às suas concessionárias no estado de Pernambuco.

1.5.2 Objetivos específicos

O objetivo geral deste trabalho se traduz nos seguintes objetivos específicos, a serem operacionalizados para a elaboração do modelo de avaliação do transporte intermodal de automóveis:

- Apresentar as possíveis rotas unimodais (rodoviárias) e multimodais (rodoviário, ferroviário ou marítimo), de extensões mínimas, entre uma montadora e suas respectivas concessionárias;
- Analisar a infraestrutura de transporte dos cenários selecionados;
- Analisar a disponibilidade de capacidade dos setores ferroviário e portuário brasileiros;
- Identificar os equipamentos de uso intermodal disponíveis no mercado para utilização no transporte de automóveis e selecionar os mais apropriados para o caso brasileiro;
- Identificar os custos rodoviários, ferroviários e marítimos inerentes à operação intermodal de transporte de automóveis;
- Aplicar métodos de viabilidade para formular a avaliação de viabilidade nos parâmetros do problema.

Para validação dos objetivos deste trabalho, foi utilizada uma base de dados secundários, disponibilizada, basicamente, em sítios eletrônicos da montadora de automóveis, de relatórios das agências reguladoras e de especificações técnicas de fabricantes de material rodante, de rodagem e de navegação, dentre outros.

1.6 Abrangência do estudo

Esta pesquisa apresenta um estudo de caso do transporte de automóveis de uma fábrica do estado de São Paulo às suas concessionárias instaladas no estado de Pernambuco, em um trajeto que possui uma distância média rodoviária superior a 2.500 quilômetros. Essa situação é muito comum no Brasil, que adota somente o modo rodoviário para esse tipo de transporte, a fim de atender ao mercado interno de automóveis. É possível perceber distâncias superiores a 4.000 quilômetros percorridos, em veículos do tipo cegonha, para esse tipo de produto. Essa faixa é, notoriamente, ineficiente para esse modo de transporte, principalmente porque, conforme a ANTAQ (2015), cerca de 80% da população brasileira vive a menos de 200 quilômetros do litoral, que possui mais de 8.000 quilômetros de extensão.

O produto selecionado para a pesquisa, os automóveis, possui particularidades, pois é de alto valor agregado, não unitizado e, caso esteja montado, necessita de grandes pátios de estacionamento em navios ou de carrocerias especiais para transporte rodoviário, além de o

tempo das operações de embarque, desembarque e transferência modal ser razoavelmente alto. Tais características tornam esse transporte complexo e de alto valor aos transportadores, o que resulta em custos mais elevados aos clientes finais. O principal anseio na seleção desse produto é que ele também pode ser considerado como carga geral de características especiais, e a modelagem de análise do transporte de automóveis, estudada neste trabalho, pode ser utilizada para promover o uso de intermodalidade em outros setores da produção nacional, como, por exemplo, em cargas containerizadas por outros modos de transporte.

As principais limitações do estudo se referem à questão espacial da rota analisada e às suas interpretações correlatas, que restringem a análise às características das vias estudadas e aos investimentos necessários à sua adequada operação ou implantação. As análises desenvolvidas na rota selecionada, no tramo ferroviário da região Nordeste nos estados de Sergipe, Alagoas e Pernambuco, estão sujeitas a investimentos ferroviários previstos no Programa de Investimentos em Logística (PIL) do Governo Federal, uma vez que a malha da Ferrovia Transnordestina Logística (FTL) está inoperante e abandonada desde a data de sua concessão, ocorrida na década de 1990.

1.7 Estruturação do trabalho

O trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos, incluindo esta introdução, em que são explicitados o tema, a justificativa e os objetivos do estudo. No capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura de embasamento do trabalho, com ênfase no transporte de cargas no Brasil em seus mais diferentes modos, na infraestrutura atual de transportes, nas estatísticas de acidentes no setor, nas agências nacionais de regulação de transportes, na legislação pertinente, na indústria brasileira automobilística, em algumas ferramentas auxiliares de análise de transporte e nos principais métodos de avaliação de viabilidade de projetos. No capítulo 3 são abordadas as questões relativas à metodologia utilizada neste estudo. No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos a partir da análise documental, das pesquisas e da aplicação da metodologia proposta para cada objetivo específico. No capítulo 5 são mostradas as considerações finais do trabalho, bem como recomendações para novos estudos que deem continuação à temática abordada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *O transporte de cargas no Brasil*

O transporte é o principal componente do sistema logístico e desempenha um papel preponderante na qualidade dos serviços, impactando diretamente no tempo de entrega, na confiabilidade e na segurança dos produtos. São cinco os modos de transporte de cargas: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Cada modo possui características operacionais específicas e, por consequência, estruturas de custos diferentes que os tornam mais adequados para determinados tipos de produto e de operação. Conforme Coyle, Bardi e Novack (1994), Bowersox e Closs (1996) e Fleury (2003) apud FLEURY; WANKE, (2006), a qualidade do serviço disponibilizado através dos modos de transporte pode ser avaliada por meio de cinco dimensões: tempo médio de entrega (velocidade), variabilidade do tempo de entrega (consistência), capacitação, disponibilidade e frequência.

De acordo com a matriz de transportes apresentada na tabela 2.1, 794.903 milhões de toneladas de carga foram transportadas por quilômetro útil no Brasil, sendo que 61,1% desse total foi realizado pelo modo rodoviário e 20,7% pelo modo ferroviário. O modo aquaviário respondeu por 13,6% do transporte e os modos dutoviário e aéreo participaram com 4,6%. Percebe-se um significativo desequilíbrio que causa problemas na eficiência do sistema de transporte brasileiro como um todo (CNT, 2014).

Tabela 2.1 – Matriz do Transporte de Carga

Modo de Transporte	% Participação	Milhões (TKU)
Rodoviário	61,1	485.625
Ferrovário	20,7	164.809
Aquaviário	13,6	108.000
Dutoviário	4,2	33.300
Aéreo	0,4	3.169
TOTAL	100	794.903

Fonte: Elaboração do autor a partir de CNT (2014)

Rosa (2007) aborda os relacionamentos existentes entre os vários modos de transporte como:

- Unimodal: é a forma mais simples de transporte quando a unidade de carga é transportada diretamente, com o uso de um único veículo, em apenas uma modalidade de transporte e contrato de transporte;

- Sucessivo: a unidade de carga é transportada ao seu destino por mais de um veículo da mesma modalidade de transporte, abrangendo um ou mais contratos;
- Segmentado: o transporte utiliza veículos diferentes, de uma ou mais modalidades, em vários estágios, com todos os serviços dos transportadores contratados em separado. Atrasos podem significar a perda do transporte nos demais modos e a definição da responsabilidade por perdas ou avarias é complexa.
- Multimodal: a unidade de carga é transportada por todo o percurso com a utilização de duas ou mais modalidades de transporte, que são abrangidas por apenas um contrato de transporte.

2.1.1 Transporte Rodoviário

O modo de transporte rodoviário é aquele realizado em estradas de rodagem utilizando-se veículos como caminhões e carretas, podendo ser feito em território nacional ou internacional. O setor de transporte rodoviário de cargas no Brasil evoluiu, no período de 1950 a 1970, de 49,6% para 69,8% na participação de carga transportada, atingindo, em 1972, a maior parcela de participação com 72,33% das mercadorias em tráfego interurbano (RODRIGUES, 2013). O transporte rodoviário de cargas pode ser ofertado por empresas transportadoras, por transportadores autônomos e por cooperativas de caminhoneiros, sendo que existem muitos transportadores que operam informalmente. Conforme pesquisa de economia informal urbana do IBGE de 2003, a participação de empresas informais que exerciam o transporte de cargas rodoviário superava 80% (CARDOSO; PICCININI; LOPES, 2008).

De acordo com Ferreira e Ribeiro (2002), o modo rodoviário é o mais expressivo no transporte de cargas no Brasil, sendo destinado, principalmente, aos deslocamentos de curta distância de produtos acabados e semiacabados, em especial, mercadorias de alto valor ou perecíveis. Possui como vantagens a possibilidade de um transporte integrado porta a porta, além da adequação dos tempos de pedidos, frequência e disponibilidade dos serviços. O modo rodoviário possui custos variáveis médios, relacionados ao combustível, óleo e manutenção, e pequenos custos fixos, pois a construção e manutenção de rodovias dependem do poder público, conforme relatam Fleury e Wanke (2006).

Os veículos utilizados no modo rodoviário são classificados de acordo com a capacidade de carga e com a quantidade e a distância entre eixos, sendo eles:

- Caminhão Plataforma: utilizado no transporte de contêineres e cargas de grande volume ou peso unitário;
- Caminhão Baú: possui carroceria com estrutura que se assemelha à estrutura dos contêineres, ficando a carga protegida das intempéries;
- Caminhão Caçamba: utilizado para o transporte de cargas a granel, desembarcando as mercadorias através da basculação da caçamba;
- Caminhão Aberto: realiza o transporte de mercadorias não perecíveis e em pequenos volumes, podendo ser cobertas por lonas em caso de chuva;
- Caminhão Refrigerado: transporte de produtos perecíveis, possuindo mecanismos para refrigeração e manutenção da temperatura no compartimento de carga;
- Caminhão Tanque: possui um reservatório dividido em tanques como carroceria, realizando o transporte de derivados de petróleo e de líquidos a granel;
- Caminhão Graneleiro ou Silo: sua carroceria é adequada ao transporte de cargas sólidas a granel, realizando o descarregamento através de portinholas que se abrem;
- Caminhões Especiais: Carreta *Heavy* (transporte de cargas pesadas); *Munk* (guindaste sobre a carroceria); Cegonhas (transporte de automóveis); Semirreboques (carrocerias sem propulsão própria para acoplamento em caminhões-trator ou cavalos mecânicos que formam as carretas).

Conforme ANTT (2013), o modo rodoviário é um dos mais utilizados no Brasil, sendo que as estradas e rodovias correspondem, em média, a mais de um milhão de quilômetros. No entanto, essas estradas e rodovias não são bem monitoradas, causando, algumas vezes, condições ruins para o transporte de cargas. Como características positivas do transporte rodoviário, Dias (1987) cita a flexibilidade, o controle, a infraestrutura e as tarifas. Como características negativas estão: a inexistência de padronização dos tipos e capacidades de cargas (peso/volume); as carroçarias não padronizadas (fabricantes); o retorno, em nível nacional; o relativo emprego reduzido de *pallets*; a falta de padronização de *pallets*; o consumo de combustível por t/km e a distribuição dos terminais aos pontos de vendas.

2.1.2 Transporte Ferroviário

Segundo a ANTT (2015), o modo ferroviário possui capacidade para transportar grandes volumes com elevada eficiência energética, principalmente em deslocamentos em distâncias médias e grandes. Possui maior segurança, em relação ao modo rodoviário, e menor índice de acidentes, furtos e roubos. Os principais tipos de cargas transportadas pelo modo ferroviário são produtos siderúrgicos, grãos, minério de ferro, cimento e cal, adubos e fertilizantes, derivados de petróleo, calcário, contêineres, carvão mineral e clínquer.

O transporte ferroviário no Brasil apresenta problemas de infraestrutura e de falta de investimentos que fazem com que ele não seja amplamente utilizado no país (FERREIRA; RIBEIRO, 2002). Conforme Fleury e Wanke (2006), esse modo de transporte possui custos fixos elevados, devido aos significativos investimentos em trilhos, terminais, locomotivas e vagões, mas, por outro lado, os custos variáveis verificados são pequenos. O modo ferroviário tem como características importantes a alta competitividade de transporte para grandes volumes e longas distâncias, além de oferecer segurança e ser pouco poluente (CNT, 2009).

Dentre as vantagens do transporte ferroviário de cargas, é possível citar: a maior facilidade de formar e operar comboios; maior carga transportada; menos operadores; economia de faixa de terreno; fretes baixos crescentes, conforme o volume de carga; exigência de menores áreas de terminais; adaptação rodoferroviária; uso de várias formas de energia, como carvão, lenha e óleo combustível, óleo diesel e eletricidade; veículos robustos que protegem melhor o carregamento; independência das condições climáticas e da existência de iluminação. Considerando as desvantagens do modo ferroviário, é possível mencionar: o elevado tempo de viagem; os altos investimentos iniciais; custo fixo maior e a baixa flexibilidade de rotas (SPERANDIO, 2005). O setor ferroviário de cargas brasileiro avançou, no período de 1997 a 2009, de 21% para 25% de participação na matriz de transporte, com uma elevação de mais de 56% de carga transportada, um aumento de locomotivas de 1.144 para 2.919 e de vagões de 43.796 para 92.814, além de 80% de redução do índice de acidentes (BALDEZ, 2011).

2.1.3 Transporte Aquaviário

O transporte marítimo, juntamente com o transporte hidroviário, compõe o chamado transporte aquaviário. No modo marítimo, o transporte é realizado em embarcações, pelos mares e oceanos. O modo hidroviário (fluvial ou lacustre) utiliza embarcações para o

transporte de cargas, através do deslocamento em rios, lagos ou lagoas. A navegação realizada entre portos interiores do país pelo litoral ou por vias fluviais é denominada cabotagem, contrapondo-se à navegação de longo curso, ou seja, aquela realizada entre portos de diferentes países (ROSA, 2007).

De acordo com a ANTAQ (2015), a navegação de cabotagem é realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, através de via marítima, ou entre estes e as vias navegáveis interiores. A navegação de longo curso é a realizada entre portos brasileiros e estrangeiros e a navegação interior é a realizada em hidrovias interiores, seja em percurso nacional ou internacional. A navegação de cabotagem também é conhecida como navegação do escoamento da produção nacional, tendo como pontos positivos a redução de impactos ambientais e o aumento da eficiência energética do país, consequência do baixo consumo de combustível, quando comparado a outros modos de transporte (BRASIL, 2015).

Conforme Ferreira e Ribeiro (2002), o modo aquaviário é utilizado para transportar granéis líquidos, produtos químicos, areia, carvão, cereais e bens de alto valor em contêineres. Esse tipo de transporte pode ser realizado por navios dedicados, navios contêineres e navios bidirecionais para veículos, sendo que existem três formas de navegação: a cabotagem, a navegação interior e a navegação de longo curso. Dentre suas vantagens estão a capacidade para mercadorias com grandes volumes e pesos e os custos de perdas e danos baixos, se comparado a outros modos. Para Dias (1987, p. 35), “a grande extensão da costa litorânea brasileira e a locação, ao longo da mesma, de grandes faixas da população do país dão ao transporte marítimo as condições básicas de oferecer um sistema de transporte eficiente e não oneroso”.

As análises de parâmetros que permitem medir a eficiência do transporte de cargas no Brasil, como aspectos econômicos, oferta, segurança, energia e meio ambiente, devem ser baseadas em medidas comparativas com outros países, em especial, com aqueles que possuem dimensões territoriais semelhantes. Através dessas comparações é possível determinar em que estágio o país se encontra quanto ao sistema de transporte de cargas. A figura 2.1 apresenta a participação relativa dos modos de transporte de cargas rodoviário, ferroviário e aquaviário em alguns países do mundo, considerando a quantidade de toneladas transportadas por quilômetro útil percorrido. Verifica-se que o Brasil encontra-se representado ao lado de países de baixa extensão territorial, indicando uma priorização do modo rodoviário. Destaca-se que, apesar de possuir um território com dimensões continentais, assim como os EUA, o Canadá, a

China e a Rússia, no Brasil a participação dos modos de transporte de carga é significativamente diferente da participação nesses países, onde ocorre uma priorização dos modos ferroviário e aquaviário (CNT, 2010).

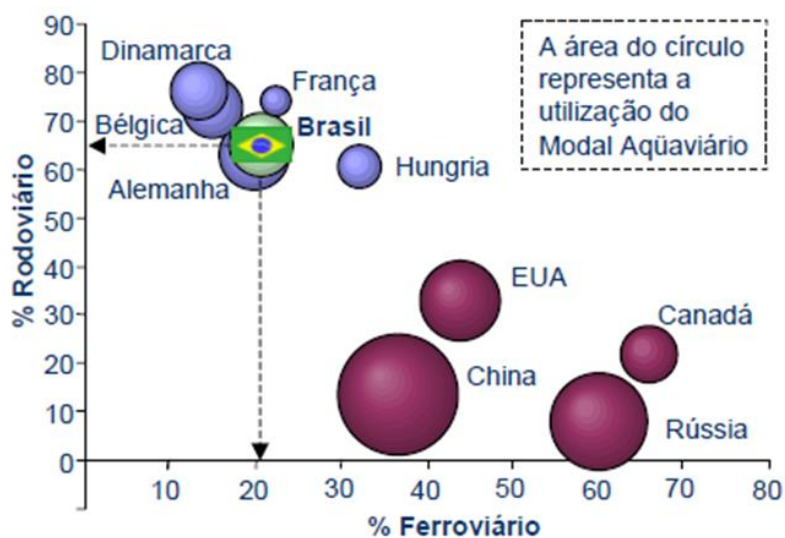


Figura 2.1 – Participação dos modais no mundo (em toneladas por quilômetro útil)
Fonte: CNT (2010)

Considerando os aspectos econômicos relacionados ao sistema de transporte de cargas, o Brasil apresenta grandes deficiências. A produtividade global é baixa, como consequência do uso excessivo do modo rodoviário, tendo em vista ser esse modo o menos produtivo em termos de toneladas por quilômetro útil (medida utilizada para medir a produção de transporte). A produtividade brasileira do setor de transporte de cargas representa somente 22% da produtividade nos EUA, por exemplo.

No Brasil, o desenvolvimento do transporte rodoviário de cargas não ocorreu de forma homogênea, devido à escassez de investimentos e ao desenvolvimento desigual das regiões brasileiras. A opção por esse modo constitui um fenômeno mundial desde a década de 1950, sendo que esse modo de transporte teve como base a expansão da indústria automobilística em associação com os preços baixos de combustíveis derivados do petróleo (GOMES, 2006).

Quando comparado com países em desenvolvimento e com grandes extensões territoriais, o Brasil dispõe de uma infraestrutura menor. O índice utilizado para medir a oferta de infraestrutura é a densidade, cujo valor é calculado pelos quilômetros de infraestrutura disponível por quilômetro quadrado do país. A infraestrutura de transporte dos EUA é de 447

km/1000 km², significativamente maior que a de países como Brasil, China, Canadá e México, cujas densidades de infraestrutura são da ordem de 26,4, 38,3, 48,3 e 57,2, respectivamente. Além disso, a infraestrutura existente no Brasil apresenta uma baixa qualidade, um problema que não é exclusivo do modo rodoviário, também ocorrendo nos modos ferroviário e aquaviário. Um dos resultados da má qualidade da infraestrutura, em especial da rodoviária, é a ocorrência de altos índices de acidentes em comparação com outros países (CNT, 2010). Quanto ao índice de aproveitamento de fontes não renováveis de energia, medido pelo número de BTUs (*British Thermal Unit*) gastos para cada dólar gerado no PIB do país, o do Brasil é em torno de 29% pior que o dos EUA, tendo como consequências uma maior emissão de poluentes, maior custo final dos produtos e maior dependência externa de combustíveis, dentre outras.

2.1.4 Desempenho de cada modo de transporte

De acordo com Ballou (2001), a seleção de um modo de transporte ou de um serviço ofertado dentro dele depende das características do serviço, uma vez que elas não possuem a mesma importância, do ponto de vista dos responsáveis pelas decisões. Decidir sobre o uso de um determinado modo de transporte de carga depende de estudos sobre as características operacionais relacionadas a velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e frequência. Segundo a ANTF (2009), cada modo de transporte possui características específicas e, conforme a natureza da carga, do volume a ser transportado e da distância a ser percorrida, vantagens comparativas. De acordo com a figura 2.2, a distância ideal a ser percorrida pelo modo rodoviário é de até 400 km pois, assim, a relação entre custo e benefício é mais compensadora, em especial para cargas de alto valor agregado. O transporte ferroviário apresenta vantagens quando a distância encontra-se entre 400 e 1.500 km, enquanto o transporte aquaviário apresenta vantagens para distâncias entre 1.500 e 3.000 km. Para grandes volumes e grandes distâncias os sistemas ferroviário e aquaviário são mais eficientes e econômicos.



Figura 2.2 – Vantagens comparativas quanto à distância, por meio de transporte
Fonte: ANTF (2009)

No que tange à capacidade de carregamento, verifica-se que uma embarcação de 5.000 toneladas é capaz de transportar o equivalente a 72 vagões ou a 143 carretas, conforme a figura 2.3. Assim sendo, a utilização do modo aquaviário em maior escala possibilitaria reduzir o volume de veículos de carga em rodovias e, conseqüentemente, o desgaste da malha rodoviária. Além disso, o uso do modo aquaviário poderia contribuir para a redução do custo total do frete de produtos movimentados no país, na medida em que, transportando um maior volume de carga, os custos são rateados entre toda a carga embarcada, possibilitando menores valores por unidade (CNT, 2013a).



Figura 2.3 – Capacidade de carga: comparação entre os modos de transporte
Fonte: CNT (2013a)

Conforme Fleury e Wanke (2006), em termos de características operacionais, podem ser feitas as seguintes considerações quanto aos modos rodoviário, ferroviário e aquaviário:

- o tempo de entrega e a velocidade dos modos rodoviário e ferroviário dependem, fundamentalmente, do estado de conservação das vias e do nível de congestionamento;
- quanto à possibilidade de um modo de transporte operar com diferentes volumes e variedade de produtos, o modo aquaviário é a melhor opção, pois não possui limites de tipo ou de volume que pode transportar;

- em termos de disponibilidade, que é a quantidade de locais onde o modo de transporte encontra-se presente, o modo rodoviário é a melhor opção, ficando o modo ferroviário em segundo lugar, ressaltando que este último depende da malha ferroviária existente;
- a disponibilidade do modo aquaviário depende da infraestrutura portuária existente, além de terminais e de sinalização;
- o modo aquaviário apresenta uma baixa frequência, que constitui a possibilidade, medida em número de vezes que um modo pode ser utilizado em um determinado intervalo de tempo. Isso ocorre devido aos grandes volumes envolvidos na operação que é, normalmente, consolidada.

Além disso, considerando as características do transporte de carga pelo modo aquaviário, constata-se que, para ter mais alcance e eficiência, há a necessidade de ele ser complementado pelos modos rodoviário ou ferroviário, ou seja, a carga obrigatoriamente tem que mudar para outro veículo. Grandes problemas relacionados a controle, capacidade, qualidade e gerenciamento concentram-se nos portos, contrastando com o bom desempenho de navios e comboios fluviais quanto à capacidade transportada e ao fluxo contínuo de embarcações ao longo das rotas. Vale ressaltar que o transporte aquaviário possui capacidade para grandes volumes e sua baixa velocidade é compensada pelo tráfego contínuo (SANTOS, 2008).

Também vale salientar que, no Brasil, o modo ferroviário funciona a partir de regras de operação e concorrência. As regras estabelecidas visam aumentar a segurança, o aumento da produção e o estabelecimento de normas de concorrência no setor. Nesse contexto, alguns problemas prejudicam o aumento do desempenho no setor. Dentre esses problemas estão as regras de tráfego mútuo e direito de passagem que não viabilizam a efetiva utilização da malha ferroviária como um sistema único. Outro problema a ser considerado é a definição de metas de produção e de acidentes que não proporcionam um aumento da eficiência (CNT, 2010).

Outra característica a ser destacada na escolha do modo é o custo de transporte que, conforme Bowersox, Closs e Cooper (2006), é calculado a partir de fatores como distância, volume, densidade, capacidade de acondicionamento, manuseio, responsabilidade e aspectos de mercado. Esses fatores não são componentes da tarifa direta, mas acabam por influenciar na tarifa de frete. A distância contribui de forma direta para despesas variáveis, como mão de obra, combustível e manutenção, sendo o fator que mais influencia nos custos de transporte. O volume da carga é inversamente proporcional ao custo de transporte, ou seja, quanto maior o

volume, menor o custo por unidade de peso. Considerando que qualquer movimentação de carga é cotada com base na unidade de peso, a combinação entre peso e volume (densidade) é importante, na medida em que os custos caem quando a densidade aumenta. O aspecto de mercado constitui o volume de transporte em uma rota ou balanceamento, podendo também influenciar nos custos de transporte. A tabela 2.2 apresenta as características dos principais modos de transporte em função da eficiência.

Tabela 2.2 – Quadro com características comparativas dos meios de transporte

Meio / Eficiência	<<<< Menos Eficiente ----- Mais Eficiente >>>>				
Velocidade	Dutoviário	Hidroviário	Ferrovário	Rodoviário	Aéreo
Consistência	Aéreo	Hidroviário	Ferrovário	Rodoviário	Dutoviário
Capacidade	Dutoviário	Aéreo	Rodoviário	Ferrovário	Hidroviário
Disponibilidade	Dutoviário	Hidroviário	Aéreo	Ferrovário	Rodoviário
Frequência	Hidroviário	Aéreo	Ferrovário	Rodoviário	Dutoviário

Fonte: Fleury, Figueiredo e Wanke (2003)

O sistema de transporte de um país garante o abastecimento de produtos produzidos pelas indústrias aos consumidores. O setor de transporte de cargas viabiliza outros setores e afeta diretamente a segurança, a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico. Melhorias nesse setor contribuem para o aumento da eficiência econômica de um país. No caso do Brasil, as ineficiências do transporte devido a acidentes, atrasos e roubos de carga são compensadas pelas empresas através do excesso de estoque ao longo das cadeias logísticas. Quando o setor de transportes é mais confiável e eficiente, os recursos gastos na manutenção de estoques de segurança são liberados para que as empresas possam investir esses valores em atividades produtivas (CNT, 2010).

A adequada e eficiente infraestrutura de transportes está ligada ao desenvolvimento da economia de um país, fazendo a ligação entre a produção e o mercado consumidor. Modernizando os sistemas de transportes, minimizam-se custos, tempo de viagem e avarias de cargas, agregando valor aos produtos e tornando o setor produtivo do país competitivo, tanto no mercado interno, onde existe a concorrência com produtos estrangeiros, quanto no mercado internacional, onde ocorre a busca por mercados consumidores de outros países (ANTT, 2011).

2.1.5 Infraestrutura brasileira de transportes

No Brasil, o forte predomínio do modo rodoviário se deve ao baixo preço praticado, em função de várias distorções no sistema de transportes. O setor rodoviário de cargas brasileiro é caracterizado pela alta fragmentação e pelo excesso de oferta, resultado da inexistência de regulação, tornando as barreiras de entrada praticamente nulas. Devido a esses fatos ocorre a concorrência predatória, fazendo com que os preços sejam inferiores ao custo real. O baixo preço do transporte rodoviário é uma das principais explicações para a elevada participação desse modo no mercado brasileiro (FLEURY, 2002).

Segundo Gomes (2006), em 1944 foi aprovado o Decreto nº 15.093, que constituía o Plano Rodoviário Nacional com a previsão de 6 rodovias longitudinais (orientação Norte-Sul), 15 rodovias transversais (orientação Leste-Oeste) e 6 rodovias de ligação entre pontos importantes de duas ou mais rodovias. Em dezembro de 1945 foi promulgado o Decreto-Lei nº 8.463, chamado de Lei Joppert, que organizava o DNER e que instituía o Fundo Rodoviário Nacional, subsídio para a implantação do Plano Rodoviário Nacional. Entre 1956 e 1963 investiu-se mais no setor rodoviário do que no ferroviário e no hidroviário e, em 1967, o Decreto-Lei nº 200 extinguiu o Ministério de Viação e Obras Públicas e criou o Ministério dos Transportes. Entre 1969 e 1973 foi construída uma média de 6.000 km de rodovias por ano, sendo a metade delas federais. Esse ritmo de crescimento foi rompido a partir do ano de 1974, quando a prioridade passou a ser a Ferrovia do Aço. Após a segunda metade da década de 1990, com a privatização das ferrovias e a modernização dos portos, esboçou-se de forma efetiva a competitividade ao amplo predomínio exercido pelo transporte rodoviário.

Mesmo sendo o transporte rodoviário o principal modo de movimentação de cargas no Brasil, essa atividade vem sofrendo problemas que interferem em seu desempenho e prejudicam o escoamento das cargas. De acordo com a CNT (2010), a infraestrutura disponível no Brasil para o modo de transporte rodoviário é significativamente maior do que aquela disponível para os outros modos. A densidade do transporte do modo rodoviário é três vezes maior que a densidade do modo aquaviário e cinco vezes maior que o modo ferroviário, como pode ser verificado na figura 2.4. Além disso, o sistema ferroviário, que possui baixa oferta de infraestrutura, também apresenta problemas quanto à viabilidade econômica de algumas ferrovias que permanecem subutilizadas.

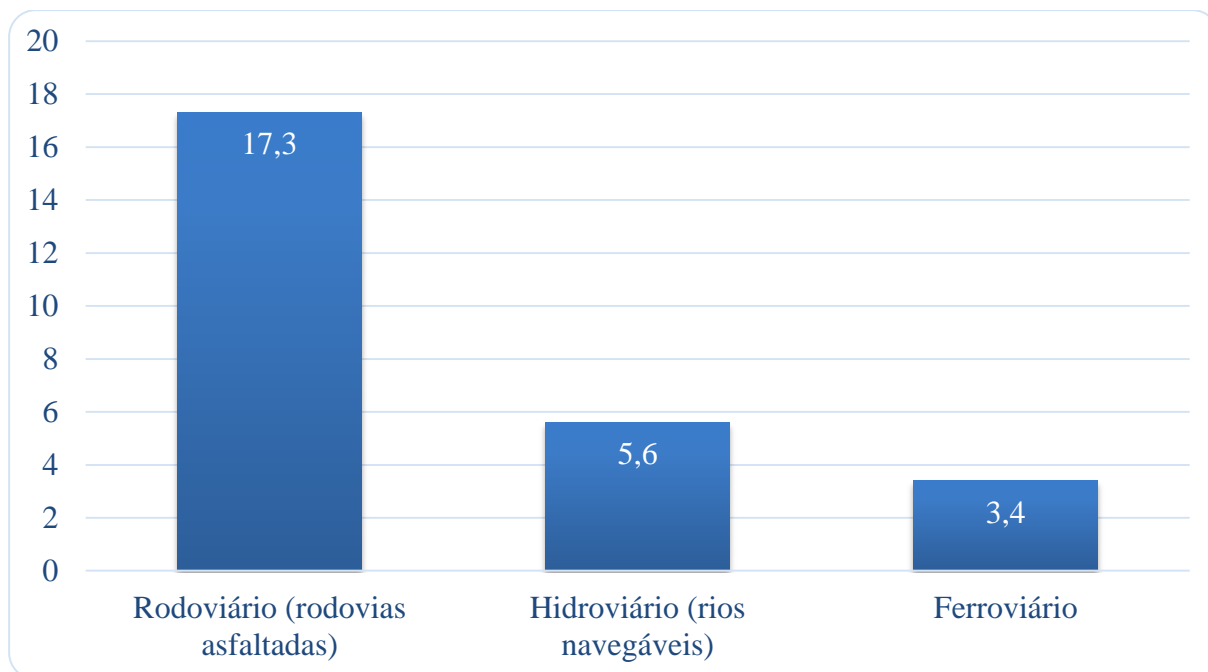


Figura 2.4 – Comparativo da densidade de transporte entre os modos rodoviário, hidroviário e ferroviário

Fonte: CNT (2010)

Conforme informações do Ministério dos Transportes, o Brasil possui, atualmente, 1,7 milhão de quilômetros de estradas. As rodovias federais pertencem a categorias estabelecidas no Plano Nacional de Viação, aprovado em 1944, divididas em rodovias radiais, longitudinais, transversais, diagonais e de ligação. Parte da malha rodoviária brasileira é administrada por concessionárias privadas (15.454 km) e operadoras estaduais (1.195 km) (CNT, 2014). O custo rodoviário brasileiro é fortemente subsidiado pelo setor público, tendo em vista que a manutenção de grande parte das rodovias é paga pelo governo, que há uma baixa regulamentação e fiscalização das operações, além da informalidade de grande parte dos operadores de caminhões de carga. O transportador rodoviário comum, não sendo proprietário e nem concessionário da via, só precisa investir na compra de veículos (ANTF, 2009). Segundo Rosa (2007), é possível classificar como problemas ligados às condições de segurança de tráfego das rodovias brasileiras: a ausência ou precariedade de sistemas de pesagem dinâmica, as más condições das sinalizações horizontal e vertical, o desaparecimento das polícias rodoviárias, os elevados números de acidentes, as invasões de áreas contíguas às grandes rodovias e as incidências de roubos.

Ainda conforme o Ministério dos Transportes (BRASIL, 2015), as mercadorias transportadas no modo ferroviário são de baixo valor agregado e em grandes quantidades, como minério, produtos agrícolas, fertilizantes, carvão, derivados de petróleo, etc. Grande parte da malha

ferroviária brasileira concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, predominando o transporte de cargas. As linhas férreas existentes têm como característica importante a distância entre trilhos, denominada bitola. Existem dois tipos de bitolas utilizadas, a larga (1,60 m) e a métrica (1,00 m), sendo que em alguns trechos elas coexistem, trechos estes conhecidos como bitola mista (CNT, 2014).

Dentre as principais características do transporte marítimo brasileiro (cabotagem), é possível citar a grande capacidade de carregamento, podendo transportar cargas de grandes tamanhos, o baixo custo para grandes distâncias e a diversidade de cargas atendidas. Nos portos marítimos, além da atracação de embarcações, são realizadas operações de carga, descarga, transporte e armazenamento de mercadorias. Os portos marítimos são responsabilidade da Secretaria Especial de Portos (SEP) e os portos fluviais e lacustres são de competência do Ministério dos Transportes. A costa brasileira possui 8,5 mil quilômetros navegáveis, com um setor portuário que movimenta anualmente cerca de 700 milhões de toneladas de diversas mercadorias, conforme dados da SEP.

Conforme Moura e Botter (2011), o Brasil vive um momento de potencialidades a serem exploradas no setor de transportes. O transporte intermodal, a privatização das ferrovias e a preocupação com os impactos ambientais certamente podem contribuir para a redução da participação do modo rodoviário na matriz de transportes.

2.1.6 Estatísticas de acidentes nos transportes

A baixa qualidade da infraestrutura brasileira destinada ao transporte de cargas provoca a elevação dos índices de acidentes, quando comparados com os de outros países, uma vez que o número de mortes por quilômetro, nas estradas do Brasil, é de 10 a 70 vezes maior do que em países como França, Alemanha, Japão, Reino Unido, EUA e Itália. Como se verifica na figura 2.5, 22% da malha rodoviária possui estado de conservação bom ou ótimo, contrastando com os 78% em que a conservação foi avaliada como péssima, ruim ou deficiente.

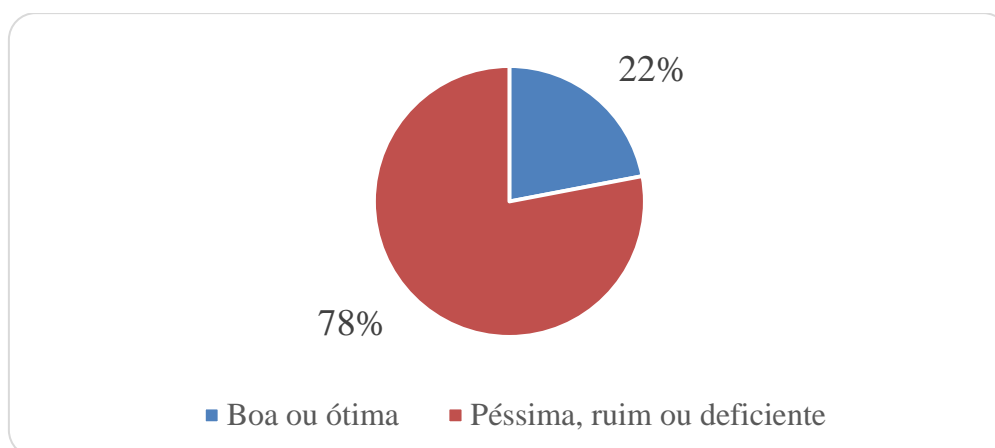


Figura 2.5 – Estado de conservação da malha rodoviária brasileira
Fonte: CNT (2010)

Conforme levantamentos do DNIT (2011) sobre o número de veículos envolvidos em acidentes por finalidade em 2011, constante na tabela 2.3, de um total de 331.652 veículos, 93.066 ou 28% do total envolveram veículos de carga. Vale ressaltar que, desses veículos de carga, aproximadamente 39% possuem idade superior a 9 anos.

Tabela 2.3 – Quadro com número de veículos envolvidos em acidentes por finalidade e idade

Finalidade do serviço	Distribuição segundo a idade do veículo (anos)											N. Id.
	Total	Até 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	+ de 9	
Passeio	179.206	9.785	26.087	20.779	17.210	13.715	10.603	8.516	7.842	6.045	58.605	19
Carga	93.066	4.580	12.301	7.636	9.507	6.537	4.205	4.458	4.652	3.161	36.022	7
Coletivo	10.143	310	1.091	1.061	1.173	976	669	616	544	439	3.263	1
Motocicleta	34.635	2.988	5.908	4.023	5.135	3.470	2.548	1.950	1.572	1.147	5.893	1
Outros	45	3	2	1	2	2	1	0	1	2	31	0
Não Informada	14.557	206	421	265	187	60	44	45	46	32	13.249	2
Total	331.652	17.872	45.810	33.765	33.214	24.760	18.070	15.585	14.657	10.826	117.063	30

Fonte: Elaboração do autor a partir de DNIT (2011)

De acordo com informações da ANTT (2009), o número de acidentes relacionados ao transporte de cargas por ferrovias diminuiu entre 2004 e 2008, passando de um total de 2.211 para 1.033. Considerando o total de acidentes de 2008, 38% ocorreram devido a fatores relacionados à via permanente, 18% ocorreram devido ao material rodante e 12% foram causados por falhas humanas.

O transporte aquaviário (cabotagem) tem como característica a baixa ocorrência de acidentes, visto que o número reduzido de sinistros é um dos fatores que garantem confiabilidade a esse modo. A navegação de cabotagem segue regras nacionais e internacionais de segurança,

garantindo que embarcações e tripulações sejam qualificadas para operar nesse tipo de transporte. A segurança e o menor risco colaboram para um menor custo de apólices de seguro que são exigidas para as embarcações e para as cargas transportadas. Mesmo as operações de carga e descarga, consideradas como alguns dos momentos mais críticos, apresentam poucas ocorrências de acidentes (CNT, 2013a).

2.2 O Transporte por ferrovia

Silveira (2002b) relata que a primeira locomotiva foi implantada no Brasil, no Rio de Janeiro, em 1854, e depois em São Paulo. O objetivo da implantação nessas cidades estava relacionado ao transporte das safras de café para o litoral, para serem exportadas através dos portos. Os sistemas ferroviários formavam corredores de exportação, com traçados quase sempre na direção do interior para o litoral. No Sul do país, as ferrovias exerceram a função de agrupar vários trechos regionais e de transportar a produção para o Sudeste, para o próprio mercado do Sul e para exportação, através da Estrada de Ferro São Paulo – Rio Grande.

Na década de 1930, o setor ferroviário teve como objetivo escoar a produção industrial nacional. Para viabilizar a eficiência das ferrovias, foi iniciado o processo de estatização de parte da malha nacional. Em 1957, o processo de estatização foi concretizado com a criação da Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA). A fase de estagnação do setor durou até a década de 1960, quando o Brasil passou a ter 38.287 km de linhas ferroviárias, ou seja, apenas 6.000 km a mais em relação a 1930. Na década de 1970, o sistema ferroviário brasileiro entrou em decadência devido à maturação, à concorrência com o sistema rodoviário e à falta de investimentos do Estado e da iniciativa privada. Essa decadência se estendeu até a metade da década de 1990, quando o sistema foi concedido à iniciativa privada. Nesse período foram desativados, no Brasil, em torno de 8.000 km de ferrovias (SILVEIRA, 2002b).

A ANTT é responsável pelo acompanhamento da prestação de serviço público de transporte ferroviário de carga concedido, da conservação do patrimônio público arrendado e dos aspectos econômico-financeiros das concessões. Atualmente, a ANTT fiscaliza doze concessões ferroviárias, sete delas oriundas da RFFSA. A malha ferroviária brasileira totaliza 28.190 km de extensão, sendo que, desse total, 5.461 km correspondem à bitola larga, 22.219 km são de bitola métrica e 510 km são de bitola mista. No ano de 2013 foram transportadas pelas ferrovias 449,3 milhões de toneladas úteis (TU) e a produção do transporte totalizou

297.360 em milhões de toneladas por quilômetro útil (TKU). O índice de acidentes do setor em 2013 correspondeu a 12 acidentes por milhão de trens por quilômetro, valor que vem diminuindo ao longo dos anos, ressaltando que, em 2006, o índice correspondia a 23 acidentes por milhão de trens por quilômetro (ANTT, 2014).

2.2.1 Material Rodante

O material rodante em ferrovias compreende um ou mais veículos ligados entre si e que são capazes de se movimentar sobre uma linha ou trilho, segundo uma rota previamente definida (SANTOS, 2007). Dentre os diversos veículos que compõem o material rodante, estão as locomotivas (material de tração) e os vagões. Segundo a ANTF (2015), os tipos de locomotivas e vagões utilizados para transportar cargas através do modo ferroviário são:

Locomotivas:

- A vapor: utilizam o vapor sob pressão para se movimentar, sendo que a energia para a produção do vapor vem da queima do combustível (carvão, lenha ou óleo) na caldeira;
- Elétricas: captam energia de uma rede aérea por um pantógrafo ou de um terceiro trilho, partindo do mesmo princípio aplicado aos trens unidades de passageiros dos sistemas de transporte metropolitanos;
- Diesel-Elétricas: possuem um motor diesel que aciona um gerador/alternador, produzindo energia elétrica para ser transmitida aos motores de tração, localizados em seus eixos motrizes.

Vagões:

- Tipo Fechados: para granéis sólidos, ensacados, caixarias, cargas unitizadas e transporte de produtos, em geral, que não podem ser expostos ao tempo;
- Tipo Hopper: fechados para granéis corrosivos e granéis sólidos que não podem ser expostos ao tempo e abertos para os granéis que podem ser expostos ao tempo;
- Tipo Isotérmico: para produtos congelados em geral;
- Tipo Plataforma: para contêineres, produtos siderúrgicos, grandes volumes, madeira e peças de grandes dimensões;

- Tipo Tanque: para graneis líquidos, para o transporte de derivados de petróleo e de álcool, entre outros;
- Especiais: para produtos com características de transporte bem distintas das citadas anteriormente como, por exemplo, produtos siderúrgicos de alta temperatura, lingotes, placas de aço, sucata e escória, entre outros.

2.2.2 RFFSA e Concessões

A RFFSA foi criada pela Lei nº 3.115, de 16 de março de 1957, com o objetivo de administrar e unificar, administrativamente, as 18 estradas de ferro pertencentes à União, que totalizavam 30.000 dos 37.000 km de linhas distribuídas pelo país (BRASIL, 2012). Conforme a CNT (2013b, p. 18), “as décadas que se seguiram trouxeram grandes obstáculos para as ferrovias. Na década de 1980, com a crise fiscal do Estado brasileiro, o modelo vigente de gestão das ferrovias se tornou insustentável”. Nessa época, as dívidas contraídas pela RFFSA eram maiores que as receitas e, no final desse período, foram iniciados estudos relacionados à retomada da participação do capital privado no setor ferroviário. Assim, na década de 1990, a malha da RFFSA foi concedida, conforme a tabela 2.4.

Como descreve Sperandio (2005), ao longo de 1996 e 1998, foi realizada a transferência das malhas da RFFSA para a iniciativa privada gerando uma receita de R\$1,764 bilhão para o governo. Conforme informações da ANTT (2015a), o Decreto nº 473 de 1992 incluiu a RFFSA no Programa Nacional de Desestatização, concedendo sua malha por trinta anos (prorrogáveis por mais trinta) às concessionárias. As doze superintendências regionais da RFFSA foram divididas em sete malhas, compostas pela Estrada de Ferro Tereza Cristina e pelas malhas Centro-Leste, Nordeste, Oeste, Sudeste, Sul e Paulista. Em dezembro de 1999, o Decreto nº 3.277 dispôs sobre a dissolução, liquidação e extinção da RFFSA.

Tabela 2.4 - Malhas regionais da RFFSA concedidas

Malhas Regionais	Mês/Ano do Leilão	Concessionárias	Mês/Ano de início da operação	Extensão (Km)
Tereza Cristina	Novembro/1996	Ferrovias Tereza Cristina S.A.	Fevereiro/1997	164
Centro-Leste	Junho/1996	Ferrovias Centro-Atlântica S.A.	Setembro/1996	7.080
Nordeste	Julho/1997	Companhia Ferroviária do Nordeste	Janeiro/1998	4.238
Oeste	Março/1996	Ferrovias Novoeste S.A.	Julho/1996	1.621
Sudeste	Setembro/1996	MRS Logística S.A.	Dezembro/1996	1.674
Sul	Dezembro/1996	ALL-América Latina Logística do Brasil S.A	Março/1997	4.236
Paulista	Novembro/1998	Ferrovias Bandeirantes S.A.	Janeiro/1999	4.236
			Total	23.249

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTT (2015a)

Em 2012, foi lançado, pelo Governo Federal, o Programa de Investimentos em Logística (PIL), com o objetivo de ampliar a escala dos investimentos públicos e privados em infraestrutura rodoviária, ferroviária, hidroviária, portuária e aeroportuária. O programa pretende restabelecer o planejamento integrado dos transportes, visando a implantação de uma rede de infraestrutura de transporte moderna, eficiente e competitiva (ANTT, 2015). No que tange ao modo ferroviário, uma das ações previstas é a implantação de um novo modelo de concessão, tendo uma estrutura com separação entre a atividade de fornecimento de infraestrutura e o serviço de transporte. Esse novo modelo é mais complexo que o atual, visto que a iniciativa privada participará tanto da oferta de infraestrutura quanto do serviço de transporte, tendo uma participação direta do governo.

A expansão, manutenção e operação da malha ferroviária serão realizadas através de parcerias público privadas que irão permitir investimentos e a execução das obras de engenharia necessárias, conforme a tabela 2.5. A proposta prevê a garantia da manutenção da modicidade tarifária e da oferta de serviço em trechos de demandas menores (CNT, 2013b). A figura 2.6 ilustra a distribuição espacial das principais ferrovias do Brasil.

Tabela 2.5 - Investimentos realizados por concessionária (em milhões de R\$)

Concessionária	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Acum.	Investido em 2013 (%)	2013 - 2012 (%)
América Latina Logística Malha Norte S.A	83,4	84,8	141,4	308,0	368,4	274,3	266,8	1.527,13	5,02%	97,28%
América Latina Logística Malha Oeste S.A	26,6	25,8	25,4	24,6	28,4	17,0	17,5	165,33	0,33%	103,15%
América Latina Logística Malha Paulista S.A.	57,1	99,5	94,2	73,4	91,2	90,5	86,9	592,80	1,64%	96,02%
América Latina Logística Malha Sul S.A.	373,5	207,1	178,2	235,7	266,8	224,1	210,5	1.695,86	3,96%	93,91%
Estrada de Ferro Carajás	600,6	1032,6	526,0	457,5	1069,4	1452,6	1940,2	7.078,91	36,51%	133,57%
Estrada de Ferro Paraná Oeste	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	1,4	4,0	5,96	0,07%	282,55%
Estrada de Ferro Vitória a Minas	155,9	399,3	324,8	185,4	458,0	327,6	705,6	2.556,64	13,28%	215,40%
Ferrovias Centro-Atlântica S.A.	85,9	126,4	113,4	101,0	187,5	700,9	501,7	1.816,77	9,44%	71,57%
Ferrovias Norte-Sul	0,0	76,4	11,9	35,5	32,6	60,7	104,2	321,33	1,96%	171,71%
Ferrovias Tereza Cristina S.A.	1,7	3,2	2,4	1,8	1,5	0,9	1,3	12,82	0,02%	146,21%
MRS Logística S.A.	567,0	1095,5	316,9	488,4	1053,8	808,4	599,1	4.929,09	11,27%	74,11%
Transnordestina Logística S.A	69,0	212,2	163,3	1323,6	1369,2	919,1	875,8	4.932,17	16,48%	95,29%
Total	2.020,7	3.363,0	1.898,0	3.234,9	4.926,7	4.877,4	5.313,6	25.634,30	100,00%	108,94%

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTT (2014)

**Figura 2.6 – Distribuição espacial das principais ferrovias do Brasil**

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2009 apud IPEA, 2010)

2.3 O transporte por cabotagem

2.3.1 Histórico da cabotagem brasileira

A origem da navegação por cabotagem no Brasil está relacionada à existência de uma costa marítima extensa e ao processo de colonização, realizado do litoral para o interior. Segundo a CNT (2013a), a abertura dos portos às nações amigas em 1808 permitiu o desenvolvimento da indústria naval e a expansão da navegação de cabotagem, visto que o setor deixou de ser monopolizado pelos portugueses. No final do século XIX, a cabotagem contou com alguns avanços, impulsionados pela necessidade de transportar para o exterior a produção de café, algodão e cacau. Até meados de 1930, a navegação de cabotagem foi um dos principais meios utilizados para transportar cargas. Nas décadas seguintes houve a deterioração da frota mercante, que obteve incentivos à sua renovação somente a partir de 1947. A frota mercante cresceu de forma significativa na década de 70 e em meados da década de 80, quando o setor recebeu subsídios do governo, como a implantação de esquemas de conferências de fretes fechados, o controle do comércio exterior e os financiamentos diferenciados (CNT, 2013a).

Algumas mudanças relacionadas à infraestrutura portuária ocorreram na década de 1990, como a Lei de modernização dos portos (Lei nº 8.630), implementada em 25 de fevereiro de 1993, a Lei de regulamentação para o transporte de cabotagem (Lei nº 9.432, de 08 de janeiro de 1997) e a Lei do Operador de Transporte Multimodal (OTM) (Lei nº 9.611), regulamentada em 19 de fevereiro de 1998. Em 2001 foi criada a Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ), com o objetivo de implementar políticas formuladas pelo Ministério dos Transportes e de regular, fiscalizar e supervisionar a prestação de serviços do setor e a exploração da infraestrutura portuária e aquaviária (NAKAMURA, 2010).

2.3.2 Portos

A infraestrutura portuária é dividida em terrestre e aquaviária. A terrestre permite que os bens sejam transportados através de vias ferroviárias e rodoviárias, dutos e correias. A aquaviária é composta por canais de acesso aos portos, bacias de evolução, quebra-mares e berços de atracação. São definidos como superestrutura portuária os equipamentos que permitem a movimentação e o armazenamento de mercadorias.

No Brasil, o setor privado é responsável pela maior parte da movimentação de cargas, graças à Lei dos Portos que, desde 1993, aumentou o envolvimento privado nos portos e manteve os serviços de infraestrutura sob responsabilidade do setor público. Os portos, organizados de acordo com a Lei dos Portos, são explorados pela União, podendo ter seu direito de exploração transferido para o estado ou município em que ele se encontra. O estado ou município pode, por sua vez, explorar o porto através de autarquia ou através de concessão a uma entidade privada (LACERDA, 2005). Conforme a CNT (2014), existem hoje, no Brasil, 37 portos públicos marítimos e fluviais e 131 terminais de uso privativo (TUPs) misto ou exclusivo. A figura 2.7 apresenta o mapa de linhas de cabotagem no Brasil.



Figura 2.7 – Mapa de linhas de cabotagem

Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Ministério dos Transportes (BRASIL, 2012)

Existem 42 empresas brasileiras autorizadas a operar na navegação de cabotagem e que disponibilizam 166 embarcações para executar esse tipo de navegação. Como se verifica na tabela 2.6, mais da metade das EBNs autorizadas operam no segmento de carga geral (solta e containerizada), com a utilização de diversos navios, como porta-contêineres, cargueiros, balsas, rebocadores/empurradores e barças. Poucas EBNs operam embarcações especializadas no segmento de granéis. O *Sistema Petrobrás*, composto pela *Petrobrás* e pela *Transpetro*, possui a maior frota, com 41 embarcações. Em seguida vem o grupo *Norsul/Norsulmax*, que possui 25 embarcações, e a empresa de navegação *Elcano S.A.*, com 10 embarcações. As três empresas citadas atingem 74% da Tonelagem de Porte Bruto (TPB) da frota brasileira, que corresponde à diferença entre o deslocamento bruto e o líquido da embarcação. A *Aliança Navegação e Logística Ltda.* ocupa a quarta posição, com uma frota de 6 embarcações, e a *Mercosul Line* vem em seguida, com 3 embarcações. As cinco empresas citadas representam 84% da TPB total da frota brasileira de cabotagem (ANTAQ, 2013b).

Tabela 2.6 - Estrutura do mercado da cabotagem brasileira - Dezembro/2012

Natureza da carga	Número de empresas	Empresas brasileiras de navegação (EBN)	Número de embarcações	Tipos de embarcações	TPB disponível
Granel sólido	7	Norsul, Norsulmax, Elcano, H.Dantas, Lyra, Pancoast, Libra	15	Graneleiro Cargueiro Multi-Propósito	701.093
Granel sólido	5	Petrobrás, Transpetro, Elcano, Flumar, Agemar	49	Petróleo Gases liquefeito Tanque químico Navio cisterna Outras	1.602.017
Carga geral solta	25	Aliança, NTL, Vessel-Log, AGS, Alfamares, Atalaia, Burra Leiteira, Norsul, Graninter, Guinmar, In Company, Jaqueline, Locar, Marforte, Martin Leme, MS, Paolo Garabuggio, Rabo de Peixe, Radiance, Sela Gínetá, Superpesa, Tranship, Transnave, Zemax, Agemar	87	Cargueiro Porta-Contêiner, Balsa, Barça, Bote, Flutuante, Lancha, Rebocador/empurrador, Ro-Ro, Outras	502.644
Carga geral containerizada	5	Aliança, NTL, Vessel-Log, Log-in, Mercosul Line	15	Porta-Contêiner, Cargueiro	442.516

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTAQ (2013b)

Conforme a tabela 2.7, as 37 embarcações existentes do tipo petroleiro representam 49,1% da TPB disponível para a navegação de cabotagem e de longo curso. Os graneleiros totalizam cerca de 563.000 TPB, que corresponde a 18,6% da capacidade total de transporte. As embarcações do tipo porta-contêineres correspondem a 13,7% da TPB disponível. Vale destacar a quantidade da frota de barças e de rebocadores/empurradores, que, apesar de representar uma TPB reduzida, é bastante utilizada no transporte de carga geral solta e também no transporte de granéis sólidos. Percebe-se, através da análise da figura 2.8, um

considerável aumento da capacidade de transporte entre os anos de 2007 e 2012, ocasionado especialmente pela redução da idade média da frota, através da substituição de embarcações antigas e de pequeno porte do tipo graneleiro e petroleiro (ANTAQ, 2012).

Tabela 2.7 - Frota registrada na navegação de cabotagem e de longo curso por tipo de embarcação

Tipos de embarcações	Quantidade de embarcações	%	TPB	%	Idade Média
Petroleiro	37	23,9	1.485.383	49,1	22,4
Barçaça	29	18,7	147.951	4,9	8,6
Rebocador/Empurrador	19	12,3	5.220	0,2	10,9
Porta Contêiner	14	9,0	414.191	13,7	12,8
Cargueiro	13	8,4	118.722	3,9	23,0
Graneleiro	12	7,7	562.852	18,6	16,9
Balsa	10	6,4	26.344	0,9	10,9
Gases Liquefeitos	9	5,8	74.602	2,5	22,8
Outras Embarcações	3	1,9	46.450	1,5	28,7
Lancha	2	1,3	74	0,0	3,0
<i>Roll-on/Roll-off</i>	2	1,3	38.936	1,3	31,5
Bote	1	0,7	156	0,0	39,0
Flutuante	1	0,7	2.721	0,1	38,0
Multipropósito	1	0,7	20.742	0,7	13,0
Navio Cisterna	1	0,7	28.801	1,0	37,0
Tanque Químico	1	0,7	51.188	1,7	2,0
Total	155	100,0	3.024.332	100,0	16,5

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTAQ (2012)

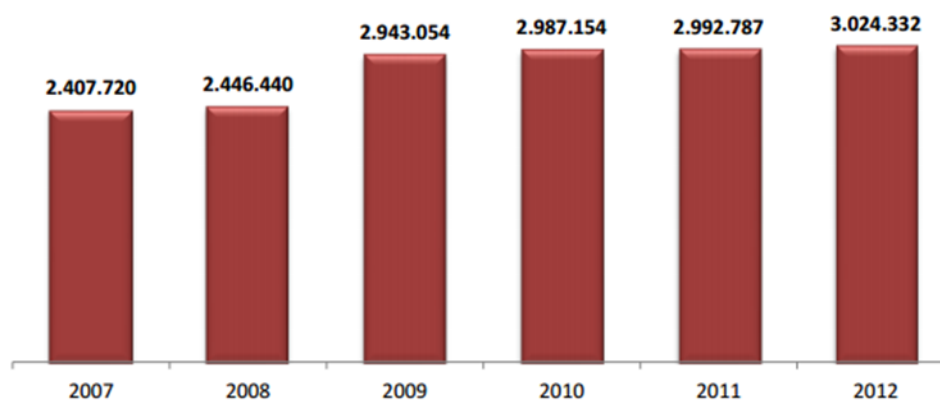


Figura 2.8 – Evolução da capacidade de transporte de cabotagem e de longo curso no Brasil entre 2007 e 2012

Fonte: ANTAQ (2012)

2.3.3 Principais rotas de cabotagem

Conforme a CNT (2013a), as principais rotas utilizadas pela cabotagem, por estado, são: entre Amazonas e São Paulo (26,5%), entre Amazonas e Pernambuco (8,8%), entre Ceará e São Paulo (7,2%), entre Pernambuco e São Paulo (7,2%), entre Pernambuco e Santa Catarina (5,5%) e entre Bahia e São Paulo (5,0%), conforme se verifica na tabela 2.8:

Tabela 2.8 - Principais rotas por estado – Cabotagem

Principais rotas utilizadas para cabotagem, por estado	%
Amazonas ↔ São Paulo	26,5
Amazonas ↔ Pernambuco	8,8
Ceará ↔ São Paulo	7,2
Pernambuco ↔ São Paulo	7,2
Pernambuco ↔ Santa Catarina	5,4
Bahia ↔ São Paulo	5,0
Amazonas ↔ Rio de Janeiro	4,4
Amazonas ↔ Bahia	3,3
Amazonas ↔ Ceará	3,3
Amazonas ↔ Santa Catarina	2,8
Ceará ↔ Santa Catarina	2,2
Paraíba ↔ Pernambuco	2,2
Paraíba ↔ Amazonas	1,7
Rio de Janeiro ↔ Pernambuco	1,7
Alagoas ↔ São Paulo	1,2
Amazonas ↔ Rio Grande do Sul	1,2
Bahia ↔ Pernambuco	1,2
Bahia ↔ Rio de Janeiro	1,2
Bahia ↔ Santa Catarina	1,2
Ceará ↔ Rio de Janeiro	1,2
Ceará ↔ Rio Grande do Sul	1,2
Paraíba ↔ Maranhão	1,2
Santa Catarina ↔ São Paulo	1,2

Fonte: Elaboração do autor a partir de CNT (2013a)

Segundo Moura e Botter (2011), de forma clássica, a carga transportada através do modo aquaviário pode ser dividida em três grandes tipos: o granel líquido, que compreende o transporte de petróleo e de derivados de petróleo, entre outros; o granel sólido, que corresponde ao transporte de minérios, grãos, etc.; e a carga geral, que compreende, dentre outros, o deslocamento de sacarias, contêineres e carga solta. O surgimento do contêiner, na década de 1960, correspondeu a uma grande evolução na forma de acondicionamento de

cargas. A padronização das dimensões dos contêineres facilita o acondicionamento da carga na origem, a especialização de veículos, como trens e caminhões, a especialização da movimentação da carga em centros de distribuição e portos, além da especialização de embarcações, com o surgimento do navio porta-contêiner.

A ANTAQ (2013a) aponta que a movimentação de cargas nos TUPs foi de 65% do total brasileiro, enquanto a movimentação nos portos organizados foi de 35%, percentual esse que vem, aos poucos, crescendo desde 2010. Os portos organizados movimentaram, em 2012, 316,2 milhões de toneladas, 2,32% e 7,01% mais que nos anos de 2011 e 2010, respectivamente. A maior parte da movimentação total de cargas foi realizada em cinco portos: Santos, Itaguaí, Paranaguá, Rio Grande e Itaquí. Juntos, esses portos movimentaram 221 milhões de toneladas, ou seja, 70% da movimentação total de cargas nos portos brasileiros. Conforme é apresentado na figura 2.9, o porto de Santos apresentou a mais expressiva participação, com um crescimento na movimentação entre 2010 e 2012. O porto de Itaguaí teve a segunda maior taxa de participação, com uma redução de movimentação em 2012, se comparada à do ano de 2011. O porto de Rio Grande apresentou desempenho semelhante ao porto de Itaguaí. Paranaguá também teve uma participação significativa, sendo o terceiro em desempenho e, assim como o porto de Itaquí, apresentou crescimento em relação aos anos de 2010 e 2011.

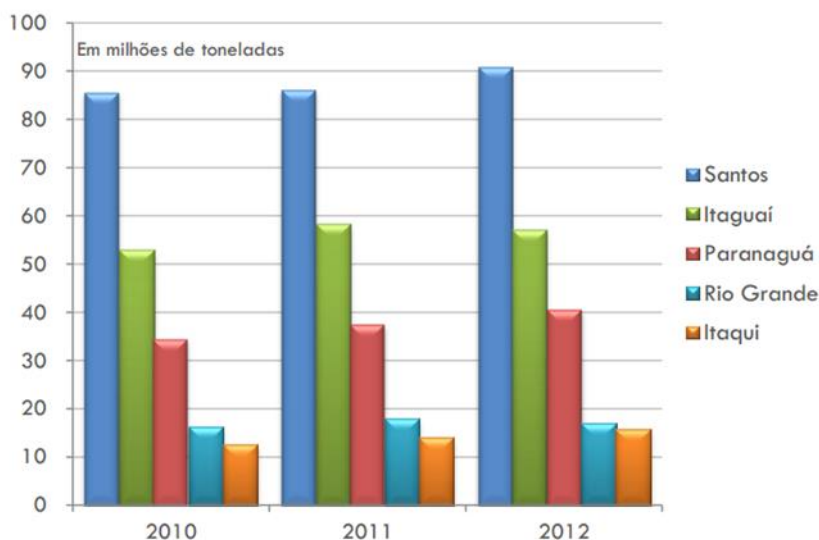


Figura 2.9 - Evolução da movimentação de cargas – principais portos
Fonte: ANTAQ (2013a)

2.4 Transporte Intermodal

A Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, definiu como Transporte Multimodal de Cargas aquele regido por apenas um contrato, que utiliza dois ou mais modos de transporte desde a origem até o destino, sendo executado sob a responsabilidade de um Operador de Transporte Multimodal. Os termos multimodal e intermodal correspondem ao uso sequencial de dois ou mais modos de transporte, porém, para a ANTT, a intermodalidade é caracterizada pela emissão de um documento de transporte para cada modo e pela divisão de responsabilidade entre os transportadores, sendo que na multimodalidade existe a emissão de apenas um documento cobrindo todo o trajeto. Entretanto, a definição aceita internacionalmente é que o transporte intermodal compreende o movimento através de mais de um modo, caracterizado por um transporte porta a porta, com operações intermediárias de transbordo sob a responsabilidade de apenas um prestador de serviço, através da emissão de um único documento. Considerando a definição internacional e a Lei nº 9611/98, que define o OTM como único prestador de serviço, deverá ser considerada a nomenclatura de transporte intermodal (NAKAMURA, 2010).

De acordo com Pedreira (2006, p. 115),

[...] o transporte multimodal não é caracterizado apenas pela utilização de dois ou mais modais com alto nível de eficiência (de cada modal e respectivas interfaces), mas por seu enfoque sistêmico, ou seja, as cargas são transportadas desde a origem até seu destino sob a responsabilidade de apenas um operador (com unificação de seguro e conhecimento de transporte), mesmo que este responsável venha a subcontratar operações físicas de terceiros.

Nesse processo, apenas um documento de transporte é emitido pelo OTM, cobrindo o trajeto da carga desde o ponto de origem até o ponto de destino. São responsabilidades do OTM: a execução do contrato, os serviços de coleta, a unitização, a desunitização, a movimentação, a armazenagem e a entrega da carga, assim como os prejuízos causados por danos, avarias ou atrasos das cargas.

Segundo Maia, Lima e Araújo (2012), cabe à ANTT habilitar o Operador de Transporte Multimodal, em articulação com as demais agências reguladoras de transportes. O OTM é a pessoa jurídica contratada, transportador ou não, para a realização do transporte, da origem até o destino, por meios próprios ou por intermédio de terceiros. Entre os anos de 2004 e 2011, foram habilitadas pela ANTT 406 empresas como OTM. Há indícios de que poucos

realizam a operação conforme a legislação, emitindo o Conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas (CTMC), que caracteriza a operação como multimodal. O CTMC evidencia e dá eficácia ao contrato de transporte multimodal, além de reger a operação e de se tratar também de um documento fiscal, tendo sido substituído pelo Conhecimento de Transporte Eletrônico (CT-e) para diminuir custos, simplificar processos e aumentar o controle das operações por parte dos órgãos governamentais.

De acordo com Teixeira (2007), com o desenvolvimento da pesquisa em ciência e tecnologia, foi observado que a utilização de diferentes modos, integrados em uma única cadeia logística, pode trazer benefícios à eficiência do sistema de transporte. A partir dos anos 1960 iniciaram-se grandes esforços no Brasil e no mundo, com o objetivo de promover as cadeias logísticas de transporte, nas quais as vantagens individuais de cada modo são integradas e utilizadas em uma única cadeia de transporte, denominada cadeia de transporte intermodal. A tabela 2.9 apresenta as vantagens, oportunidades, desvantagens e ameaças que devem ser consideradas no processo de escolha pelo transporte intermodal em substituição ao transporte unimodal.

Tabela 2.9 - Questões a serem consideradas na escolha do transporte intermodal

Vantagens	Oportunidades
Adaptação da capacidade de crescimento; Transporte em larga escala possibilita baixo custo por unidade de distância; Transporte racional, preocupado com o meio ambiente; Possibilidade de adaptação de novas unidades de transporte; Confiabilidade na distribuição.	O transporte rodoviário em breve tornar-se-á mais caro devido à restrição de capacidade nas vias; Formação de grandes redes de transporte intermodal, no Brasil e no mundo.
Desvantagens	Ameaças
Dependência do transporte rodoviário nas pontas; Pouca flexibilidade devido ao pequeno número de serviços intermodais oferecidos hoje; Necessidade de equipamentos de transbordo.	A confiança das novas tecnologias, tanto rodoviária quanto ferroviária e marítima, devem ser acompanhadas por estudos de compatibilidade com a infraestrutura modal; Ceticismo (muitos projetos têm falhado); Desconhecimento do conceito de transporte intermodal.

Fonte: Elaboração do autor a partir de Teixeira (2007)

A ANTT (2011) levantou informações junto a operadores de transporte multimodal cadastrados em São Paulo, no Rio de Janeiro e em Santos e destacou vários entraves que prejudicam a realização do transporte intermodal, tais como:

- Ausência de uma política nacional de transporte;
- Conflito entre conceitos de operações de transporte intermodal e multimodal de cargas;
- Não operacionalidade do CTMC;
- Excesso ou duplicidade de documentos;
- Omissão de informações específicas de transporte multimodal no CTMC;
- Falta de uniformização na legislação multimodal;
- Não conhecimento do OTM pela Secretaria da Receita Federal (SRF) e pelo Banco Central do Brasil;
- Conflitos entre a legislação tributária para os modos de transporte e a concepção de multimodalidade.

Vários trabalhos nacionais relacionados ao tema da intermodalidade foram desenvolvidos tendo como foco problemas ligados à localização estratégica dos terminais em relação à infraestrutura disponível para a integração dos modos de transporte, à avaliação da eficiência das operações e à otimização do *layout* e das operações nos terminais (NAKAMURA, 2010). Maia, Lima e Araújo (2012) concluíram que vários órgãos estão envolvidos na regulamentação do transporte intermodal de cargas, nas esferas federal, estadual e municipal, com competências relacionadas à normatização de seguros, ao controle aduaneiro, aos tributos e à operação de transporte. Havia dificuldades na habilitação do OTM até 2004, devido à exigência da apólice de seguro de responsabilidade civil no momento da inscrição, que já foram sanadas. Porém outras dificuldades ainda existem, como aquelas referentes à alíquota do ICMS, à compensação de créditos tributários, à isenção das operações de transporte de produtos para exportação e à incidência de ISS e ICMS no mesmo documento fiscal.

Moura e Botter (2001) mencionam que o transporte ferroviário e a intermodalidade rodoferroviária, com suas características de transporte de grandes volumes e pesos, buscam participação mais efetiva e apresentam-se como uma solução cada vez mais promissora para o transporte de cargas. Porém, conforme relata a CNT (2009), o transporte multimodal no Brasil

possui dificuldades de transferir cargas de uma modalidade para outra, devido à pequena quantidade de terminais destinados à multimodalidade. Estudos da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), no final dos anos 90, já indicavam essa deficiência, mas poucas ações foram tomadas até os dias atuais para resolver esse problema.

2.4.1 Agências reguladoras e legislação

As agências reguladoras foram implantadas no Brasil entre 1996 e 2001 com o objetivo de fiscalizar a prestação de serviços públicos praticados pela iniciativa privada. Através da publicação de leis, resoluções, decretos, portarias e instruções normativas, as agências asseguraram a adequada prestação de serviços aos usuários, através do estabelecimento de regras que permitem o controle de qualidade. Dentre as agências reguladoras, duas atuam junto ao setor de transporte, a Agência Nacional dos Transportes Terrestres (ANTT) e a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), ambas já citadas neste trabalho.

Conforme a ANTT (2011, p. 63),

[...] as estruturas regulatórias na área de transporte vêm se multiplicando nos três níveis do governo. Ao lado da criação de agências reguladoras que cuidam de segmentos de transportes em nível federal, como ANTT e ANTAQ, estruturas regulatórias multissetoriais cuidam também de transportes intermunicipal e em alguns municípios também estão sendo criadas agências reguladoras, cujo objeto principal é a regulação do sistema de transporte de passageiros.

A ANTT foi criada em 2001, estando vinculada ao Ministério dos Transportes, mas com independência administrativa e financeira. Possui responsabilidade sobre a concessão de ferrovias, rodovias e transporte ferroviário relacionado à exploração da infraestrutura e sobre a permissão de transporte coletivo regular de passageiros por rodovias e ferrovias. A ANTT também é o órgão que autoriza o transporte de passageiros feito por empresas de turismo sob regime de fretamento, o transporte internacional de cargas, a exploração de terminais e o transporte multimodal.

A ANTAQ foi criada em 2001 e, assim como a ANTT, é vinculada ao Ministério dos Transportes com independência administrativa e financeira. A agência implementa, dentro de sua área de atuação, as políticas formuladas pelo ministério e pelo Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT). A ANTAQ também regula, supervisiona e fiscaliza os serviços prestados no segmento do transporte aquaviário e a exploração da

infraestrutura portuária e aquaviária exercida por terceiros. O apêndice J apresenta as principais leis, resoluções e decretos relacionados aos setores de transporte de cargas rodoviário, ferroviário e aquaviário marítimo.

De acordo com ANTT (2011), o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) foi lançado em 2007, como resultado da necessidade de se retomar o processo de planejamento com base científica, dotando o Ministério dos Transportes de uma metodologia formalmente definida de avaliação de políticas públicas em transporte. Segundo o CENTRAN (2007), dentre os objetivos gerais do PNL, estão: a formalização e a perenização de instrumentos de análise que dão suporte ao planejamento de intervenções públicas e privadas na infraestrutura e na organização dos transportes; a consideração dos custos de toda a cadeia logística, levando à otimização e racionalização desses custos; e a efetivação de mudanças que melhorem o equilíbrio da matriz de transporte de cargas. Neste contexto, foi dada ênfase em ações e projetos de adequação e expansão dos sistemas ferroviário e aquaviário, com o intuito de melhorar a integração multimodal com o sistema rodoviário. Para o relacionamento dos projetos multimodais foi considerada uma divisão espacial do território brasileiro em Vetores Logísticos, compostos por microrregiões agregadas, segundo características mais representativas. Dessa forma, foram definidos sete vetores logísticos nos quais foram relacionados os projetos e para os quais são recomendados investimentos até 2023, a saber:

- Recuperação, manutenção e conservação da malha rodoviária existente;
- Prolongamento da Ferronorte até Porto Velho/RO ou, alternativamente, a construção de trecho dessa ferrovia a partir de Porto Velho em direção a Vilhena/RO;
- Prolongamento da ferrovia Nova Transnordestina em direção ao eixo da ferrovia NorteSul;
- Interligação da ferrovia Norte-Sul com a malha ferroviária do Sudeste;
- Prolongamento da ferrovia Nova Transnordestina em direção ao oeste baiano;
- Ramal de Balsas da ferrovia Norte-Sul;
- Ramal da ferrovia Norte-Sul em direção a Ribeirão Cascalheiras/MT e Lucas do Rio Verde/MT;
- Implantação do Porto de Espadarte/PA, articulado como prolongamento da ferrovia Norte-Sul.

2.5 *A indústria brasileira de automóveis*

2.5.1 **Histórico da indústria de automóveis no Brasil**

Até a Segunda Guerra Mundial, o mercado brasileiro de automóveis foi suprido, principalmente, por importações de veículos vindos dos EUA. Na década de 1920, a expansão dos produtores americanos no Brasil incluiu a instalação de linhas de montagem, como a da *Ford* em 1919, da *General Motors* em 1924 e da *International Harvester* em 1926. Esse panorama foi alterado no pós-guerra, com o aumento da importação de veículos europeus e a instalação de novas linhas de montagem, como a da *Vemag* em 1945, que montava automóveis de várias marcas, veículos comerciais e máquinas agrícolas. Em 1949, a Fábrica Nacional de Motores, uma empresa estatal, começou a montar caminhões e a *Willys* estabeleceu uma subsidiária no país para realizar a montagem de jipes, que se iniciou em 1954. Em 1953 a *Volkswagen* iniciou a montagem de automóveis e utilitários e a *Mercedes-Benz* começou a implantação de sua fábrica (GUIMARÃES, 1980).

Segundo Ferro (1992) e Baer (1995) (apud NAKAMURA, 2010), mesmo com instalação das montadoras no Brasil durante as décadas de 1920 a 1950, a produção nacional de automóveis era limitada, apresentando extrema dependência de produtos importados e contando com uma indústria metalúrgica voltada para a produção de bens de baixo grau de sofisticação produtiva. No governo de Getúlio Vargas (1951-1954) foi constituída uma indústria de base com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional, sendo essa ação um dos primeiros esforços para a implantação da indústria automobilística brasileira.

Durante a presidência de Juscelino Kubitschek (JK), sob seu ambicioso Plano de Metas, a indústria automotiva começou a ser instalada no Brasil a partir de 1956, como o principal pilar de modernização da economia brasileira. A chamada primeira migração de montadoras se estendeu até 1968, com 11 empresas iniciando a produção de veículos no Brasil, conforme as definições da política automotiva do governo JK, sendo três nacionais, duas *joint-ventures* e seis empresas de capital estrangeiro. Nesse contexto, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) participou de forma decisiva, financiando projetos da indústria, como o da *Volkswagen* que, para iniciar a produção do primeiro modelo nacional, o Fusca, recorreu ao banco. Vale ressaltar que o Brasil foi o primeiro país da América Latina a iniciar a produção local de veículos. Nas décadas de 1980 e 1990, a indústria automotiva sofreu impactos relacionados à maior crise econômica brasileira, causada pela queda do crescimento

econômico e pela explosão inflacionária. Nesse período, a produção nacional de veículos atingiu níveis inferiores aos alcançados nos anos de 1970 (BELIEIRO JÚNIOR, 2013).

A indústria automobilística chegou a um milhão de automóveis produzidos em 1980, entrando em crise no ano posterior. A partir de 1992, sua recuperação foi iniciada através de uma articulação institucional denominada Câmara Setorial da Indústria Automobilística, que reuniu empresários da cadeia automotiva, sindicatos e representantes governamentais. Dessa forma, foram possíveis acordos tripartites que reduziram o preço dos automóveis e ampliaram condições de obtenção de financiamento ao consumidor, através da diminuição da alíquota de impostos e (teoricamente) da taxa de lucro das empresas. Como consequência, ocorreu um aumento da demanda e o incentivo aos novos investimentos. O aumento nos volumes e na composição de vendas, as boas perspectivas de mercado em âmbito internacional, as maiores facilidades para a importação de veículos e de autopeças, em conjunto com uma política do governo de incentivo ao setor (regime automotivo brasileiro), contribuíram para o crescimento acelerado da indústria, atraindo novos investimentos (SALERNO; ZILBOVICIUS; ARBIX; DIAS, 1998).

Desde o ano de 1994, o Brasil tem sido foco de investimentos diretos estrangeiros, sendo a indústria automobilística um de seus principais receptores. O novo regime automotivo nasceu no período de 1995 a 1998, como um instrumento para consolidar e atrair investimentos, tendo como principais objetivos manter o funcionamento das grandes montadoras e indústrias de autopeças já instaladas, reestruturar as empresas brasileiras do setor, atrair novas companhias, reforçar a posição do Brasil no Mercosul, além de atrair empresas que alocariam investimentos em outras regiões. Ao contrário da expansão da indústria automotiva ocorrida entre 1956 e 1968, quando várias montadoras se estabeleceram nos arredores da cidade de São Paulo, em especial na região do ABC, a expansão dos anos 90, além de se concentrar na Grande São Paulo e no interior do estado, também ocorreu em outros estados, como Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Bahia e Goiás. O custo do trabalho em São Paulo, as melhorias da malha rodoviária do país, a degradação da infraestrutura da Grande São Paulo, a necessidade de mercados mais amplos e os avanços tecnológicos na produção de veículos explicam essa descentralização das montadoras em selecionar novas áreas para seus investimentos (ARBIX; RODRIGUES-POSE, 1999).

Segundo Nakamura (2010), os incentivos dados ao setor automotivo não se concentraram apenas no âmbito federal, mas também foram realizados pelos estados, através de políticas

que visavam atrair investimentos. Dentre essas políticas, uma das mais utilizadas era relacionada à arrecadação do Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), com a redução de alíquotas, resultando em uma verdadeira “guerra fiscal” entre os estados. Essas políticas, entre outras, tiveram como resultado a ampliação da capacidade de produção, a modernização do parque industrial automotivo e a desconcentração geográfica da indústria automobilística. Dessa forma, a demanda do mercado de automóveis e as montadoras se distanciaram geograficamente, provocando a necessidade de deslocamentos mais longos entre as fábricas e as concessionárias que atendem ao consumidor final. Nas entregas realizadas entre a região Nordeste e Sudeste, por exemplo, pode ser necessário percorrer mais de dois mil quilômetros.

2.5.2 Montadoras instaladas

Segundo a ANFAVEA (2014), a indústria automobilística representa quase 25% do PIB industrial brasileiro e 5% do PIB total, com um faturamento acima de US\$100 bilhões, contando com 61 unidades industriais, distribuídas por 46 municípios em 10 estados. A tabela 2.10 apresenta os dados relativos às unidades industriais, instaladas no Brasil, que fabricam automóveis, motores e veículos comerciais leves, com as respectivas informações quanto à localização e tipos de produtos e serviços ofertados.

Tabela 2.10 – Unidades Industriais e outros – 2013

Agrale	Caxias do Sul – RS (Unidade 2)	Comerciais leves
	Caxias do Sul – RS (Unidade 2)	Componentes de veículos
CAOA	Anápolis - GO	Comerciais leves
FIAT	Betim - MG	Automóveis, comerciais leves
	Betim - MG	Motores
	Campo Largo - PR	Motores
FORD	Camaçari - BA	Automóveis, comerciais leves
	Horizonte - CE	Comerciais leves (Troller)
	São Bernardo do Campo - SP	Automóveis, comerciais leves, caminhões
	Taubaté - SP	Componentes, motores, transmissões
	Tatuí - SP	Campo de provas
General Motors (GM)	São Caetano do Sul - SP	Automóveis, comerciais leves
	São José dos Campos - SP	Automóveis, comerciais leves, CKD para exportação, motores, transmissões, estamparia, injeção e pintura de peças plásticas
	Mogi das Cruzes - SP	Componentes estampados
	Gravatá - RS	Automóveis
	Indaiatuba - SP	Campo de provas (Cruz Alta)
	Sorocaba - SP	Centro Logístico Chevrolet
	Porto de Suape - PE	Centro Logístico de Distribuição de Veículos
Joinville - SC	Motores, cabeçotes	
Honda	Sumaré - SP	Automóveis
Hyundai	Piracicaba - SP	Automóveis
Iveco	Sete Lagoas - MG	Comerciais leves
	Sorocaba - SP	Centro de distribuição de peças
Karmann-Ghia	São Bernardo do Campo - SP	Montagem de veículos e conjuntos soldados, estamparia, ferramentaria, usinagem
Mahindra	Manaus - AM	Comerciais leves
Mitsubishi	Catalão - GO	Automóveis e comerciais leves
Nissan	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Veículos Utilitários) 2	Automóveis, comerciais leves (Nissan, Renault)
	Jundiaí - SP	Centro de Treinamento
	São Paulo - SP	Regional de vendas
	Resende - RJ	Armazém de peças
Peugeot Citroën	Porto Real - RJ	Automóveis, comerciais leves
	Porto Real - RJ	Motores
Renault	Complexo Industrial Ayrton Senna	
	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Veíc. de Passeio)	Automóveis
	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Motores)	Motores
	São José dos Pinhais - PR (Fábrica Curitiba Veículos Utilitários)2	Comerciais leves (Renault, Nissan)
	São Paulo - SP	Renault Design América Latina
Toyota	São Bernardo do Campo - SP	Autopeças
	Indaiatuba - SP	Automóveis
	Guaíba - RS	Centro de distribuição de veículos
	Sorocaba - SP	Automóveis
	Vitória - ES	Centro de distribuição de veículos
	Votorantim - SP	Centro de distribuição de peças
Volkswagen	São Bernardo do Campo - SP (Fábrica Anchieta)	Automóveis, comerciais leves
	Taubaté - SP	Automóveis
	São Carlos - SP	Motores
	São José dos Pinhais - PR	Automóveis

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANFAVEA (2014)

O número de veículos licenciados no Brasil, em 2013, foi superior a 3,5 milhões de unidades (considerando somente automóveis e comerciais leves), de acordo com a tabela 2.11 e a figura 2.10, que demonstram os investimentos no setor.

Tabela 2.11 - Veículos licenciados no Brasil – 2013

Região/UF	Automóveis	Comerciais Leves	Total
NORTE	115.334	44.436	159.770
Amazonas	26.210	9.238	35.448
Pará	41.146	15.583	56.729
Rondônia	18.879	7.008	25.887
Acre	5.891	2.251	8.142
Amapá	7.108	2.909	10.017
Roraima	3.571	1.669	5.240
Tocantins	12.529	5.778	18.307
NORDESTE	425.491	128.208	553.699
Maranhão	34.822	12.128	46.950
Piauí	25.297	7.890	33.187
Ceará	64.838	17.668	82.506
Rio Grande do Norte	30.355	8.369	38.724
Paraíba	32.943	9.341	42.284
Pernambuco	83.123	23.833	106.956
Alagoas	24.072	6.936	31.008
Sergipe	19.406	4.996	24.402
Bahia	110.635	37.047	147.682
SUDESTE	1.392.481	381.744	1.774.225
Minas Gerais	338.646	90.753	429.399
Espírito Santo	55.474	17.957	73.431
Rio de Janeiro	214.180	49.857	264.037
São Paulo	784.181	223.177	1.007.358
SUL	557.712	171.935	729.647
Paraná	213.241	71.804	285.045
Santa Catarina	153.232	43.207	196.439
Rio Grande do Sul	191.239	56.924	248.163
CENTRO-OESTE	272.700	89.862	362.562
Mato Grosso	45.936	20.549	66.485
Mato Grosso do Sul	37.854	14.060	51.914
Goiás	89.229	33.115	122.344
Distrito Federal	99.681	22.138	121.819
Total	2.763.718	816.185	3.579.903

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANFAVEA (2014)

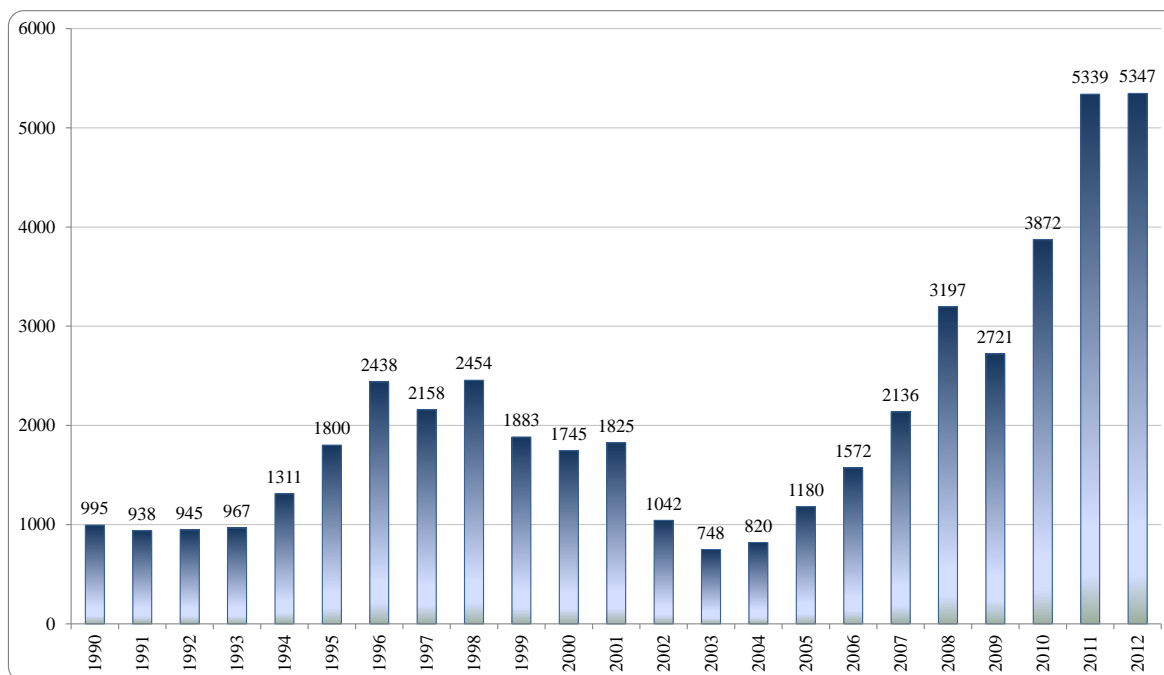


Figura 2.10 – Gráfico de investimentos no setor automobilístico de 1990 a 2012

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANFAVEA (2014)

A montagem de veículos para abastecimento do mercado interno e para outros países constitui o principal negócio das empresas automobilísticas. Nesse contexto, o transporte pode impactar diretamente na competitividade de uma montadora, tendo em vista a necessidade de entregar o produto dentro do prazo, sem avarias, no local certo e com o menor custo (BALLARDIN; TEZZA; BORNIA, 2010).

A figura 2.11 apresenta a porcentagem de exportações e importações automotivas nos anos de 2007 e 2012, considerando as principais origens e destinos, segundo informações da ANFAVEA (2014). Os principais destinos dos veículos foram a Argentina, os EUA, a União Europeia e o México, totalizando em 2007 e 2012, respectivamente, 64,8% e 67,1% de veículos exportados pelo Brasil. Ao comparar os dois anos, observa-se um aumento nas exportações para a Argentina, com um expressivo crescimento de 13,2%, enquanto, para os outros países considerados, as exportações diminuíram 10,9%. Argentina, Coreia do Sul, EUA, Japão, China, México e países da União Europeia foram os principais países de onde o Brasil importou veículos. Do total de 97% das importações que esses países representaram em 2007, destaca-se que 63,4% corresponderam a veículos vindos da União Europeia e da Argentina, sendo que, em 2012, as importações com origem nesses locais representaram 49,3% de um total de 91,4%. Vale destacar ainda que as importações sofreram uma diminuição, na comparação entre os anos citados, com exceção das importações originadas na Coreia do Sul, na China e no México.

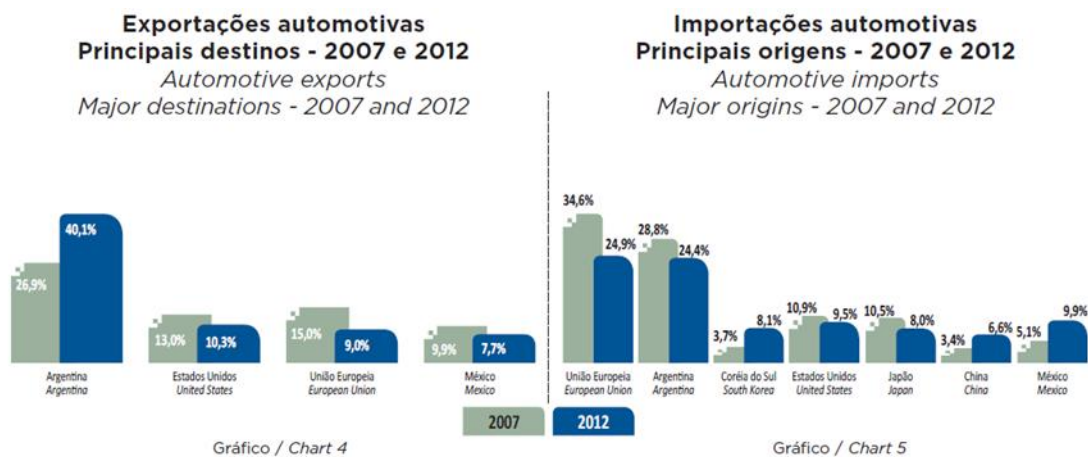


Figura 2.11 – Porcentagem das exportações e importações automotivas – 2007 a 2012
Fonte: ANFAVEA (2014)

Conforme Belieiro Júnior (2013) descreve, o regime automotivo de 1995 partiu de uma visão de integração regional entre os interesses nacionais da indústria automobilística, inspirado pelo clima político de integração econômica do Mercosul, firmado por Brasil, Argentina e Uruguai. As primeiras iniciativas com objetivo de promover maior integração entre Brasil e Argentina foram firmadas em 1988, através do Protocolo 21. O novo regime automotivo também teve forte componente regional e internacional, procurando, em seus objetivos, fortalecer as indústrias automotivas do Brasil e da Argentina, integrando políticas industriais.

Em 2013 foram exportados 397.554 automóveis, sendo que, desse total, aproximadamente 33% das exportações (131.075) foram de veículos fabricados pela *Volkswagen*, conforme o gráfico representado na figura 2.12. Em seguida estão a *GM*, a *Peugeot Citroën*, a *Fiat* e a *Renault*, cujas exportações representam, respectivamente, 17%, 13%, 12% e 10% do total de veículos exportados para outros países (ANFAVEA, 2014).

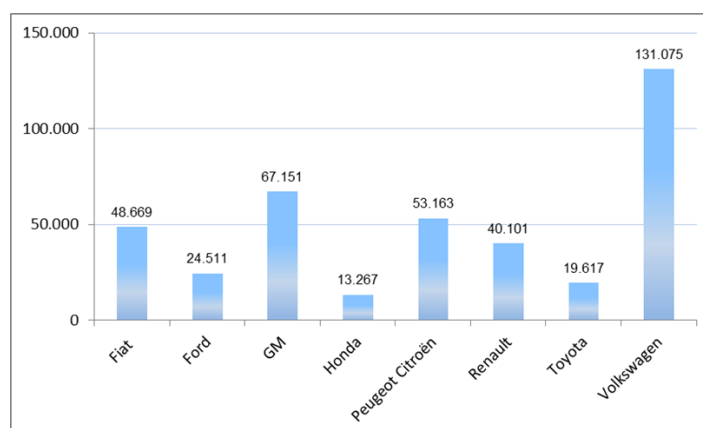


Figura 2.12 – Exportação de veículos por empresa em 2013
Fonte: ANFAVEA (2014)

2.5.3 O transporte de veículos novos por rodovia

No Brasil, conforme menciona Oliveira (2001), as transações relacionadas ao transporte de veículos novos são regidas por acordos firmados entre os transportadores, as montadoras e as concessionárias, representadas por seus respectivos sindicatos. Bonassa, Cunha e Isler (2013), através de estudo baseado em informações cedidas por uma empresa responsável pelo transporte de veículos novos de uma montadora, informam que a configuração do carregamento de um caminhão tipo cegonha é realizada no centro de consolidação da transportadora responsável pela entrega às concessionárias. A transportadora responsável, diariamente, verifica a lista de veículos que estão em seu pátio e que possuem diferentes prazos de entrega, alocando-os aos caminhões cegonhas, de acordo com restrições preestabelecidas. A distribuição de veículos também segue uma estrutura hierárquica de agrupamento de concessionárias que devem ser atendidas por grupos específicos de motoristas, agregados em regiões (ou rotas), conforme o número de concessionárias atendidas.

2.5.4 O transporte por ferrovia na década de 70

Os chamados “vagões cegonhas” para transporte de automóveis novos por ferrovias foram bastante utilizados no Brasil entre 1971 e 1981 (BUZELIN; COELHO; SETTI, 2002), conforme a imagem à esquerda da figura 2.13. Mesmo diante do sucesso do transporte de automóveis novos por ferrovias nos anos 70, esse serviço não foi retomado após a concessão das ferrovias. A RFFSA, em busca de alternativas ao processo de desestatização, realizou a modificação de um vagão cegonha em protótipo, a fim de atender à demanda da futura fábrica da *Mercedes-Benz* que seria instalada em Juiz de Fora, Minas Gerais. A fábrica entrou em operação em 1999, atendendo inclusive à premissa de se localizar junto à ferrovia. O protótipo da RFFSA era totalmente fechado para proteger os veículos transportados, porém nunca foi utilizado, conforme a imagem à direita da figura 2.13 (RFFSA, 1994).



Figura 2.13 – Transporte de automóveis por ferrovia realizado no Brasil
Fonte: VFCO (2014)

As figuras 2.14 e 2.15 ilustram modelos de vagões plataformas que são utilizados no exterior, onde o transporte de automóveis a médias e grandes distâncias somente é realizado por ferrovias.



Figura 2.14 – Vagão plataforma de dois pavimentos para transporte de automóveis
Fonte: CPCARGA (2011)



Figura 2.15 – Vagão plataforma de dois pavimentos para transporte de automóveis
Fonte: CPCARGA (2011)

2.6 Ferramentas auxiliares de análise de transporte

No planejamento de transportes, as bases de dados cartográficas necessitam estar sempre atualizadas para o desenvolvimento de um bom projeto, principalmente para a roteirização de cargas, em que os tempos e as distâncias exigem precisão. Existem diversos *softwares* que usam tecnologia GIS (*Geographic Information System*) e, na maioria das vezes, possuem licenças de valores elevados que nem sempre são atualizadas às necessidades de clientes e usuários. Alguns dos aplicativos que têm se popularizado bastante nos últimos anos são o *Google Maps* e o *Google Earth*, inclusive incentivando o interesse de várias pessoas pela geografia e pelo georreferenciamento. O *Google Maps* é um aplicativo gratuito na web que permite visualizar mapas e imagens de satélite, o traçado de rotas, grandes centros urbanos e o cadastro de empresas e negócios (CANALTECH, 2015). A base de dados do *Google Maps* é obtida por satélites e aviões. As informações coletadas (fotos) já chegam ortorretificadas, ou seja, com a orientação correta de Norte e Sul, coordenadas, perpendiculares ao solo e com a correção da distorção do satélite. As imagens são agrupadas gerando a fachada de todo o globo terrestre. O aplicativo tem como função principal o serviço de busca de informações. As imagens de satélite e aviões são atualizadas uma ou duas vezes ao ano, dependendo da disponibilidade dessas imagens (TERRA, 2015).

A ferramenta API do *Google Maps* possibilita a criação de mapas personalizados, a partir da base de dados de mapas e imagens globais de satélite disponibilizados pelo aplicativo. Como um dos recursos da ferramenta API, existe a Matriz de distâncias: um serviço que fornece distância e tempo de deslocamento em relação à origem e ao destino. O retorno de informações é baseado em um trajeto recomendado entre pontos de partida e de chegada, conforme calculado pela API do *Google Maps*, e consiste em linhas com valores de duração e de distância para cada par. Na definição dos parâmetros a serem utilizados, alguns são obrigatórios, como a origem, o destino, o tipo de sensor (por exemplo, um localizador GPS), o modo de transporte, o idioma, as restrições e o sistema de unidades a ser considerado. A API da matriz de rotas retorna informações gerais sobre a solicitação e um campo de status para cada elemento com informações sobre o par origem-destino específico. Os resultados da API da Matriz de distâncias são posicionados em uma matriz, enquanto as informações sobre cada par origem-destino são retornadas em um elemento de entrada com campos como status, duração e distância (GOOGLE, 2015).

2.7 *Análise de viabilidade de projetos*

A análise de viabilidade econômica e financeira de projetos está incluída nas atividades desenvolvidas pela engenharia econômica, buscando identificar quais os benefícios esperados em um determinado investimento, comparando-os com os investimentos e custos associados, a fim de verificar a sua viabilidade de implementação (ZAGO; WEISE; HORNBURG, 2009). Santos e Pamplona (2005) relatam que, no ambiente econômico atual, a maioria das empresas opera de forma mais volátil e imprevisível do que há 30 anos. As incertezas, decorrentes em parte da globalização dos mercados e das mudanças tecnológicas, requerem que os administradores se tornem mais sofisticados na maneira como avaliam e quantificam o risco de novos projetos. De acordo com Alberton, Marcon, Silva e Cancellier (2004), a eficácia na análise de investimentos é crucial para o estabelecimento de uma vantagem competitiva, no melhor aporte e melhor destino de recursos.

Segundo Assaf Neto (1992), diferentes estados de mercado e da economia interferem nos critérios de análise de investimentos. A avaliação de investimentos refere-se, essencialmente, às decisões de aplicações de capital em projetos que garantem retorno por vários períodos consecutivos. Algumas informações mínimas devem ser conhecidas, pois a partir delas são realizadas as análises de viabilidade de investimentos:

- Fluxo de caixa líquido: diferença entre os fluxos de entrada e de saída de caixa, sendo medido para cada período. São computados apenas os movimentos efetivos de recursos com reflexos financeiros sobre o caixa, excluindo-se receitas e despesas como depreciação, amortização e reavaliação patrimonial, entre outros;
- Valores Incrementais: os fluxos de caixa são computados pelos fluxos de entrada e de saída de caixa que se originam na decisão de investimento, ou seja, se não existir investimento, não poderão ser computados fluxos de caixa;
- Taxa Mínima de Atratividade (TMA): deve ser definida previamente à seleção de investimento, sendo a meta econômica mínima a ser alcançada.

Segundo Gitman (2010), a análise da viabilidade econômica de projetos inclui a obtenção de parâmetros, através de técnicas que envolvem a integração de procedimentos de valor do dinheiro no tempo, considerações relacionadas ao risco e ao retorno e conceitos de avaliação para selecionar investimentos de capital, de acordo com o objetivo da empresa de maximizar sua riqueza. Conforme Abensur (2012), nas grandes empresas é comum a concorrência dos

projetos de investimentos entre si, devido aos recursos limitados colocados à disposição para essa finalidade, evitando níveis desnecessários e excessivos de novos financiamentos. Normalmente, os métodos financeiros são baseados na estimativa dos fluxos de caixa dos projetos avaliados, já descontados os impostos e a depreciação. Os métodos mais utilizados para classificar projetos e para decidir se os mesmos devem ou não ser aceitos no orçamento de capital são o *Payback* (PB), o *Payback* Descontado (PBD), o Valor Presente Líquido (VPL), o Índice de Lucratividade (IL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Taxa Interna de Retorno Modificada (MTIR).

2.7.1 Método Payback

De acordo com Marquezan (2006), a técnica de *payback* permite determinar o prazo de recuperação de um investimento. A análise combinada deste com outros indicadores pode permitir a obtenção de informações valiosas, como a relação entre valor e tempo de retorno dos investimentos, sendo sua fórmula:

$$\textit{Payback} = \text{Investimento} / \text{Retorno por Período}$$

O período de *payback* é o prazo exigido para que uma empresa recupere o investimento inicial aplicado em um projeto, sendo calculado com base em suas entradas de caixa. Essa técnica, apesar de atual, costuma ser considerada pouco sofisticada, pois não considera de forma explícita o valor do dinheiro no tempo. Considerando o tipo de projeto, a percepção de risco e a relação percebida entre o período de *payback* e o valor da ação, os administradores de uma empresa definem a duração máxima aceitável de PB. A partir dessa definição, o período de *payback* é usado para a tomada da decisão de aceitação ou de rejeição do projeto. Quanto menor o período de PB, menor a exposição ao risco, pois menor é o tempo esperado para recuperar os fundos investidos. A maior desvantagem da técnica é que o período adequado de *payback* é, na verdade, um número determinado de forma subjetiva, não sendo baseado no desconto de fluxos de caixa para determinar se agregam ao valor da empresa. Além disso, o período de *payback* não traz muitas respostas quanto à vida do projeto como um todo, apresentando informação somente sobre seu estágio inicial (GITMAN, 2010).

2.7.2 Método VPL (Valor Presente Líquido)

O valor presente líquido (VPL) de um projeto de investimento trata-se da soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa associados a esse projeto. Essa técnica se enquadra no conceito de equivalência, considerando o valor temporal dos recursos financeiros. A viabilidade do projeto é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados a uma determinada taxa de juros. Uma das vantagens da técnica é que pode ser aplicada a fluxos de caixa que contenham mais de uma variação, tanto de entrada, quanto de saída, e leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, dependendo somente dos fluxos de caixa previstos no projeto e do custo de oportunidade do capital. Outra vantagem é que não depende de preferências do gestor, pelos métodos de contabilização usados pela empresa, pela rentabilidade da atual atividade da empresa ou pela rentabilidade de outros projetos (ZAGO; WEISE; HORNBURG, 2009).

Segundo Gitman (2010), o VPL é uma taxa também conhecida como taxa de desconto, retorno requerido, custo de capital ou custo de oportunidade, consistindo no retorno mínimo que um projeto precisa fornecer para que o valor de mercado da empresa não seja alterado. Seu valor é obtido subtraindo o investimento inicial de um projeto do valor presente de suas entradas de caixa, descontada a taxa de custo de capital da empresa, ou seja:

VPL = Valor presente das entradas de caixa – Investimento Inicial

Abensur (2012) destaca que as principais desvantagens da aplicação do VPL são que a definição e confiabilidade da taxa mínima de atratividade (TMA) e dos fluxos de caixa futuros do projeto são tarefas, muitas vezes, difíceis. Ocorre uma simplificação da realidade devido à suposição de que as entradas e saídas do fluxo de caixa são aplicadas à mesma TMA, assim, o resultado da técnica é um valor absoluto, em termos monetários, causando uma perda de referência do investimento inicial no projeto, e é considerado inadequado para a realização de comparações de projetos mutuamente excludentes com vidas úteis desiguais. Além disso, quando o método é aplicado em projetos de diferentes grandezas, os resultados são valores absolutos que dificultam a classificação do projeto quanto ao seu retorno.

2.7.3 Método TIR (Taxa Interna de Retorno)

A taxa interna de retorno (TIR) corresponde ao valor do custo de capital que torna o VPL nulo, ou seja, é uma taxa que remunera o valor investido no projeto. Quando a taxa interna é maior que custo de capital do projeto, o mesmo deve ser aceito. A vantagem da TIR é que seu resultado é uma taxa de juros (valor relativo) e, dentre suas desvantagens, está a impossibilidade de ser usada quando o fluxo de caixa não é do tipo simples, apresentando mais de uma TIR. Além disso, requer a análise dos fluxos de caixa incrementais na seleção de projetos mutuamente exclusivos (BRUNI; FAMA; SIQUEIRA, 1998).

A TIR é, possivelmente, uma das técnicas sofisticadas de orçamento de capital mais utilizadas, mesmo sendo mais difícil de calcular que o VPL, consistindo em uma taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento seja igual a zero, visto que o valor presente das entradas de caixa é igual ao investimento inicial. A TIR é a taxa de retorno anual composta que a empresa irá obter, caso invista no projeto e receba as entradas de caixa previstas (GITMAN, 2010).

Segundo Abensur (2012), geralmente o VPL e a TIR indicam a mesma decisão de aceitar ou de rejeitar projetos, quando eles são independentes. Porém, quando os projetos analisados são mutuamente excludentes, em especial com desembolsos iniciais diferentes, a seleção pela TIR pode induzir a decisões inconsistentes.

2.7.4 Método EVA (Valor Econômico Agregado)

De acordo com Araújo e Assaf Neto (2003), na construção de técnicas mais modernas de gestão financeira de empresas, as medidas tradicionais dão lugar a ferramentas mais avançadas, a partir do refinamento de técnicas existentes e da busca pela eficácia do sistema de gestão. Nesse contexto, surgiram medidas de desempenho de projetos baseadas em valor, priorizando a maximização do valor da empresa através da utilização de técnicas e processos gerenciais dirigidos a tal premissa. Dentre alguns indicadores mais tradicionais que permitem mensurar o valor destaca-se o valor econômico agregado (EVA).

O método do EVA é útil para as decisões de alocação de capital, baseando-se no lucro residual, ou seja, na noção de lucro econômico que considera que a riqueza é criada somente quando a empresa cobre todos os seus custos operacionais e o custo de capital. O método

constitui um caminho alternativo para a percepção do desempenho corporativo, sendo uma medida de desempenho e podendo, inclusive, servir como referencial central de um processo de implementação de estratégias (YOUNG; O'BYRNE, 2003).

Conforme Stern Stewart (2001 apud SANTOS; CHAVES; CARDOSO, 2006), o EVA é a medida mais adequada para a avaliação do desempenho econômico de um negócio ou projeto, pois incorpora todos os custos, inclusive os custos de oportunidade do capital empregado. Uma das vantagens do EVA é a exposição, de forma simples e objetiva, do lucro operacional e dos recursos de capital necessários para gerá-lo. Através do método EVA mede-se o quanto foi gerado do retorno mínimo requerido pelos investidores de uma empresa.

O EVA pode ser considerado uma poderosa ferramenta de análise da real lucratividade das operações de uma determinada empresa. Porém, alguns cuidados devem ser tomados em sua utilização, tendo em vista que os valores do EVA são montantes monetários, não sendo possível concluir sem antes comparar esses montantes com os capitais investidos que originaram a geração de valor. De maneira similar ao VPL, o valor econômico agregado desconsidera o valor relativo comparado com os investimentos efetuados. Quanto maior o EVA, maior a riqueza gerada pela empresa no período, o que deverá refletir na valorização do preço da empresa no mercado. O EVA ignora o fato de o capitalismo ser impulsionado por maiores taxas de retorno (FERREIRA; LOPES, 2005).

A necessidade de se conhecer o custo total do capital empregado no financiamento da empresa é uma das dificuldades apontadas por Cerqueira, Soares e David (2009) para a utilização do EVA. O custo total do capital é constituído pelo custo do capital de terceiros e pelo custo de capital próprio, sendo que este último deve ser ajustado ao risco da empresa, além de apresentar fatores subjetivos em seus métodos de cálculo.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia do estudo. A pesquisa desenvolvida tem caráter exploratório, uma vez que o problema investigado foi analisado por documentos da literatura e relatórios técnicos de eventos similares, e descritivo, porque os métodos adotados e verificados são reais, porém estruturados de acordo com os fins determinados pelo estudo. Já em relação à abordagem do problema, a pesquisa tem natureza qualitativa, uma vez que os resultados envolvem análises de dados secundários. A população e a amostra da pesquisa são, basicamente, todo o universo de gestão pública e das operações rodoviárias, ferroviárias e marítimas referentes ao assunto. A delimitação do tema, no âmbito espacial, se refere a uma rota de transporte de automóveis entre uma montadora e suas concessionárias em um determinado estado, onde atualmente o transporte ocorre exclusivamente através do modo rodoviário, e o estudo de caso é a análise operacional da viabilidade dos modos ferroviário e marítimo.

3.1 *Base de dados e informações*

Apresentam-se, nesta seção, os procedimentos seguidos para a elaboração do modelo de análise de viabilidade do transporte de automóveis com o uso da intermodalidade por ferrovia ou por cabotagem. A base de dados para a pesquisa é constituída pelas seguintes fontes:

- Localização geográfica das montadoras e de suas concessionárias;
- Localização geográfica dos pátios ferroviários brasileiros;
- Localização geográfica dos portos brasileiros;
- Mapas ferroviários das áreas abrangentes das montadoras e das concessionárias de veículos;
- Planilhas de custos rodoviários, artigos técnicos e orçamentos de transporte de automóveis por cegonhas;
- Planilhas de custos ferroviários e relatórios técnicos de operadoras ferroviárias de carga;
- Planilhas de custos marítimos e de operações de cabotagem;
- Volume anual de licenciamentos de automóveis por fabricante e por estado;

- Relatórios e catálogos nacionais e internacionais de fabricantes de vagões para transporte de automóveis;
- Relatórios de documentação técnica e operacional da RFFSA, referentes ao transporte de automóveis realizado nas ferrovias brasileiras;
- Contratos de concessão das operadoras ferroviárias;
- Relatórios e artigos técnicos sobre as operações internacionais de transporte de automóveis em ferrovias;
- Legislação nacional sobre tributações em operações de transporte;
- Projetos de expansão das malhas ferroviária e portuária brasileiras em desenvolvimento e em implantação no Brasil;
- Literatura sobre métodos de análise de viabilidade e orçamentos de capital para tomada de decisão.

As principais fontes dos dados deste trabalho foram os endereços cadastrados nos sítios eletrônicos das montadoras, a base cartográfica disponível nos servidores do *Google*, as informações oficiais de contratos e projetos das agências reguladoras de transportes, as especificações técnicas de fabricantes de vagões e a consulta à literatura nacional e internacional de operações intermodais.

3.2 *Métodos e procedimentos*

O método de trabalho foi constituído por uma sequência de cinco etapas: embasamento conceitual; levantamento das operações atuais de transporte de automóveis e seleção de rota para análise; caracterização da rede de transporte da rota e cadastro geográfico no *software Google Maps*, através de uma ferramenta API, para obtenção das distâncias mínimas rodoviárias entre as montadoras e suas concessionárias, considerando que as distâncias ferroviárias e marítimas foram obtidas através de bases oficiais das agências reguladoras; modelagem e cálculo dos custos de transporte rodoviários, ferroviários e marítimos aplicados às respectivas rotas entre a montadora e a concessionária; e análise de viabilidade para implantação e uso da intermodalidade no transporte de automóveis, através de cenários comparativos entre os modos analisados pelos métodos de orçamento de capital.

Foram definidos três cenários de análise operacional e econômica, estruturados nas alternativas intermodais ligadas ao objetivo deste estudo:

- Cenário 1: Rota rodoviária, como ocorre atualmente;
- Cenário 2: Rota intermodal – rodoviário + ferroviário;
- Cenário 3: Rota intermodal – rodoviário + marítimo.

3.2.1 Análise da infraestrutura de transporte

A primeira etapa correspondeu à análise da infraestrutura brasileira de transportes, caracterizando os seus principais modos (rodoviário, ferroviário e marítimo) e apresentando comparativos com outros países de mesma dimensão territorial, enfatizando a legislação, as agências e os operadores de transporte. Nessa etapa foram levantados os projetos em estudo e em implantação no Brasil, principalmente aqueles relacionados com ferrovias e cabotagem, e como ocorrem as operações intermodais no transporte de cargas.

Utilizou-se artigos, publicações e teses acadêmicas para o levantamento da situação da infraestrutura, bem como dados das agências reguladoras. A ANTT dispõe de diversos relatórios que retratam as rodovias e ferrovias com bases cartográficas atualizadas, as operadoras, as operações atuais de transporte e a extensão das malhas. Essas informações formaram uma base para identificação das principais rotas de cargas do Brasil.

3.2.2 Seleção do trajeto para o estudo de caso

A segunda etapa correspondeu à análise da movimentação de automóveis no Brasil. Foram analisadas as regiões brasileiras com maior potencialidade de uso de alternativas não exclusivamente rodoviárias, com seleção de uma rota atendida pelas alternativas ferroviária e de cabotagem. A principal região fabril de automóveis do país é a região Sudeste, portanto, o primeiro critério adotado para a origem da rota foi que a mesma fosse uma montadora de considerável volume de produção e de vendas. O segundo critério foi que o destino da rota fosse as concessionárias dessa montadora, desde que as distâncias rodoviárias fossem maiores que o limite inferior da faixa considerada de eficiência desse modo. A partir dos dados de produção e licenciamento de veículos, obtidos nas associações de montadoras e nos

departamentos estaduais de trânsito, definiu-se as origens e os destinos das vendas de cada montadora. Foi selecionada, então, a montadora *Volkswagen* e suas concessionárias instaladas no estado de Pernambuco, que é o segundo em vendas desta montadora no Nordeste.

3.2.3 Rede de transporte

A terceira etapa se referiu à análise de capacidade da rede de transporte, com estudo das declarações de rede das concessionárias ferroviárias e das capacidades portuárias, através de dados oficiais de suas agências. Foi realizado contato com uma operadora de navegação para apuração da situação dos navios de bandeira nacional adequados à movimentação de automóveis, passíveis de uso por cabotagem. Nesta etapa também foram avaliados os possíveis equipamentos de uso intermodal rodoferroviário, com avaliação técnica e seleção do mais apropriado para o estudo de caso, bem como foi realizado o roteamento para definição das distâncias na rota selecionada.

3.2.4 Modelos de custos de transporte

Na quarta etapa foi realizada a modelagem de custos rodoviários, ferroviários e marítimos, a fim de apurar os custos operacionais dos cenários propostos. Para o modo rodoviário foi utilizado o método de custos médios desagregados, que segrega os custos fixos, variáveis e administrativos. Para o modo ferroviário, dada a dificuldade de estimar seus custos pela complexidade da operação, foram utilizadas as planilhas tarifárias da ANTT, que são calculadas em função das médias dos fretes por produto e por concessionária. O custo do modo marítimo é dividido entre os custos da embarcação, segregados por insumos, e os custos portuários, obtidos a partir da ANTAQ e da secretaria de portos.

3.2.5 Análise de viabilidade dos cenários

Na quinta e última etapa foi avaliada a viabilidade econômica da implantação dos cenários 2 e 3, em função dos investimentos necessários à sua operação. Foram utilizados quatro métodos de orçamento de capital para a análise de viabilidade dos cenários 2 e 3, que foram: o *payback*, utilizado para prever a recuperação do investimento; o valor presente líquido, para

explicitar o valor do dinheiro no tempo, através de fluxos de caixa relevantes; o *return on investment*, que retorna uma proporção entre o lucro do projeto e o investimento; e o EVA, considerado o mais completo, por retratar a riqueza que a empresa obterá com a implantação de determinado projeto.

3.3 Síntese da metodologia

A metodologia elaborada para a análise de viabilidade do transporte intermodal de automóveis pode ser visualizada na figura 3.1.

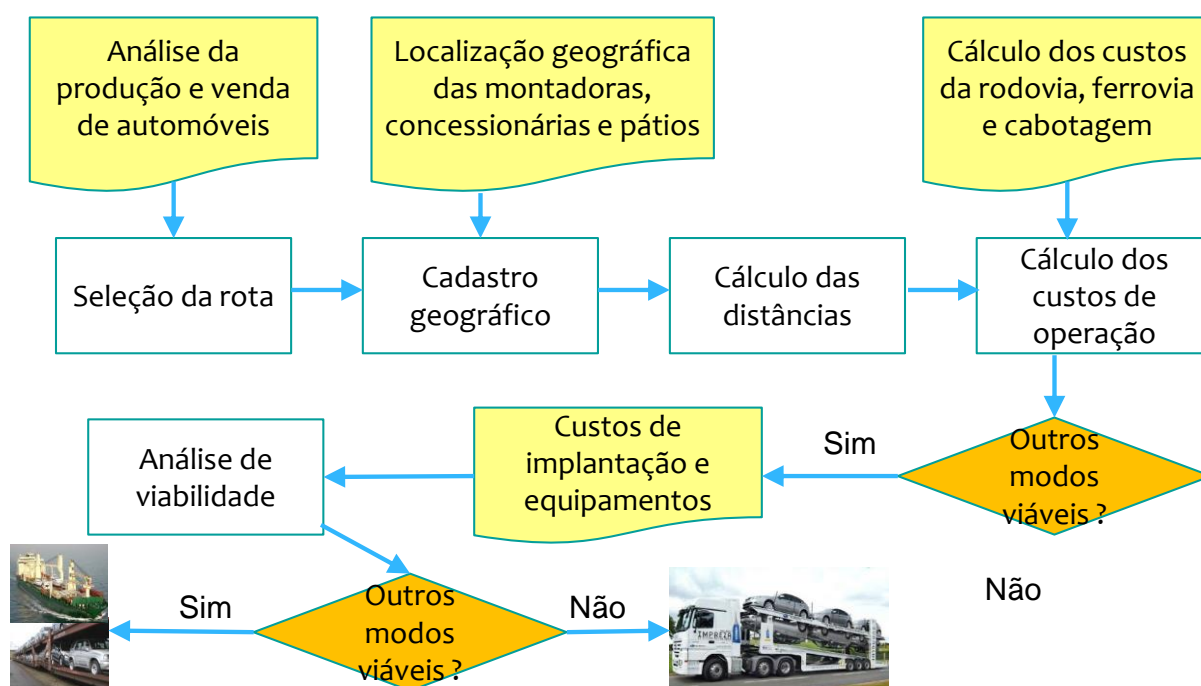


Figura 3.1 – Síntese da metodologia do estudo de caso
Fonte: Elaboração do autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados para cada objetivo específico estabelecido na introdução deste trabalho. Trata-se dos resultados encontrados a partir da revisão bibliográfica, da legislação vigente nos modos de transporte, da análise documental a respeito da operação atual de transporte de automóveis novos, das bases de dados utilizadas e da aplicação da metodologia proposta.

O estudo de caso desenvolvido para validação do modelo deste trabalho foi inicialmente selecionado a partir dos dados do licenciamento de veículos de cada estado, apresentados na tabela 4.1, segmentada por automóveis de passeio e comerciais leves. As regiões Sudeste e Sul concentram o maior número de montadoras no território nacional, além de serem o maior mercado consumidor de automóveis do Brasil. A região Nordeste encontra-se em franco desenvolvimento e tornou-se foco de muitos investimentos dos governos estaduais e federal, em virtude de sua estratégica posição geográfica em relação à exportação. Atualmente, a região Nordeste conta com duas unidades automotivas, uma fábrica de veículos leves da *Fiat* no município de Goiana, estado de Pernambuco, inaugurada em 2015, que ainda produzirá veículos da marca *Jeep*, e uma fábrica de motores da *Ford*, localizada no município de Camaçari, estado da Bahia. A montadora chinesa *Jac Motors* abrirá uma fábrica de veículos também em Camaçari (ANFAVEA, 2014).

No ano de 2013 foram licenciados mais de 500.000 veículos na região Nordeste, que foi selecionada para análise neste trabalho em função de sua distante localização dos polos fabris de automóveis nacionais, fato que impacta diretamente nos custos de transporte, já que o único modo utilizado é o rodoviário. As concessionárias de automóveis do estado de Pernambuco foram selecionadas para qualificação da amostra, uma vez que esse estado é o segundo da região Nordeste em número de licenciamentos de veículos, conforme a tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Número de licenciamentos por estado / maiores montadoras no ano de 2013

Estados	FIAT	FORD	GM	VW	Total
Acre	1.724	1.111	1.499	1.723	6.056
Alagoas	7.740	3.795	6.183	6.704	24.422
Amapá	2.544	1.347	1.698	2.597	8.187
Amazonas	8.157	4.059	8.951	6.423	27.589
Bahia	42.163	17.678	28.562	29.595	117.998
Ceará	22.574	6.642	15.123	17.640	61.979
Distrito Federal	34.718	8.942	18.200	24.681	86.540
Espírito Santo	17.712	6.910	13.739	15.655	54.016
Goiás	29.240	12.736	21.802	31.332	95.110
Maranhão	11.385	4.784	15.221	5.601	36.992
Mato Grosso	17.213	6.343	12.665	16.887	53.108
Mato Grosso do Sul	12.314	5.036	10.383	11.489	39.221
Minas Gerais	143.076	34.137	77.034	106.319	360.566
Pará	13.524	4.998	11.788	12.582	42.893
Paraíba	10.639	4.317	10.744	8.296	33.996
Paraná	55.470	28.134	56.182	68.126	207.912
Pernambuco	29.252	8.129	21.231	25.712	84.324
Piauí	10.421	3.060	6.541	7.052	27.074
Rio de Janeiro	52.385	27.354	45.124	51.619	176.482
Rio Grande do Norte	10.440	4.066	7.218	7.505	29.229
Rio Grande do Sul	45.141	32.931	51.717	49.434	179.223
Rondônia	7.740	2.485	4.025	7.033	21.284
Roraima	1.691	309	791	1.581	4.372
Santa Catarina	38.698	23.337	37.147	38.973	138.156
São Paulo	186.260	111.414	227.058	190.693	715.426
Sergipe	5.769	2.765	5.544	4.795	18.873
Tocantins	4.423	1.615	3.594	4.364	13.996
Total Geral	822.413	368.431	719.765	754.415	2.665.024

Fonte: Elaboração do autor a partir de FENABRAVE (2014)

A amostra da pesquisa foi concluída com a seleção da montadora de automóveis *Volkswagen* para as simulações a serem desenvolvidas. A *Volkswagen* possui quatro fábricas no Brasil, a saber: três no estado de São Paulo, localizadas nos municípios de São Bernardo do Campo, São Carlos (somente motores) e Taubaté, e uma localizada no estado do Paraná, no município de São José dos Pinhais. Para efeito de simplificação do modelo matemático, nesta dissertação será considerado que todos os veículos produzidos pela montadora em suas três fábricas, que efetivamente produzem automóveis, terão como origem a fábrica de São Bernardo do Campo, que é a matriz da empresa e a unidade que está implantada há mais tempo. Sua proximidade com o Porto de Santos, articulação viária com as principais rodovias e ferrovias, justifica a seleção da origem.

A *Volkswagen* possui 18 concessionárias de automóveis no estado de Pernambuco, sendo que sete estão instaladas na capital, Recife, e outras onze nos municípios do interior do estado, a

saber: Jaboatão dos Guararapes, Caruaru, Belo Jardim, Garanhuns, Vitória de Santo Antão, Timbaúba, Salgueiro, Petrolina, Arcoverde, Serra Talhada e Carpina. A fábrica da *Volkswagen* de São Bernardo do Campo, no estado de São Paulo, está localizada na Via Anchieta, km 23,5. A tabela 4.2 apresenta a descrição das concessionárias e a figura 4.1 ilustra a localização das mesmas no estado de Pernambuco. Considera-se, então, que a demanda analisada será de 25.712 automóveis, produzidos pela *Volkswagen* no estado de São Paulo e destinados às suas 18 concessionárias instaladas no estado de Pernambuco, para o período de um ano de produção e vendas realizadas.

Tabela 4.2 - Endereços das concessionárias da *Volkswagen* em Pernambuco

Código	Logradouro	Município
C01	Av. Caxangá, 3217	Recife
C02	Rua Cosme Viana, 342	Recife
C03	Av. Engenheiro Domingos Ferreira, 1910	Recife
C04	Av. Mal. Mascarenhas Moraes, 1043	Recife
C05	Av. Antônio Torres Galvão, 283	Recife
C06	Av. Beberibe, 692	Recife
C07	Av. Governador Agamenon Magalhães, 3830	Recife
C08	Av. Ayrton Senna da Silva, 1670	Jaboatão dos Guararapes
C09	Av. José Pinheiro dos Santos, 658	Caruaru
C10	Rodovia BR-232	Belo Jardim
C11	Av. Euclides Dourado, 100A	Garanhuns
C12	Rodovia PE-45 KM02	Vitória do Santo Antão
C13	Av. Ferreira Lima, 14	Timbaúba
C14	Av. Coronel Veremundo Soares, 1438	Salgueiro
C15	Av. Monsenhor Ângelo Sampaio, 218	Petrolina
C16	Av. Osvaldo Cruz, 2185A	Arcoverde
C17	Av. Vicente Inácio de Oliveira, 548	Serra Talhada
C18	Av. Congresso Eucarístico Internacional, 853	Carpina

Fonte: Elaboração do autor a partir do sítio eletrônico da *Volkswagen* (2015)

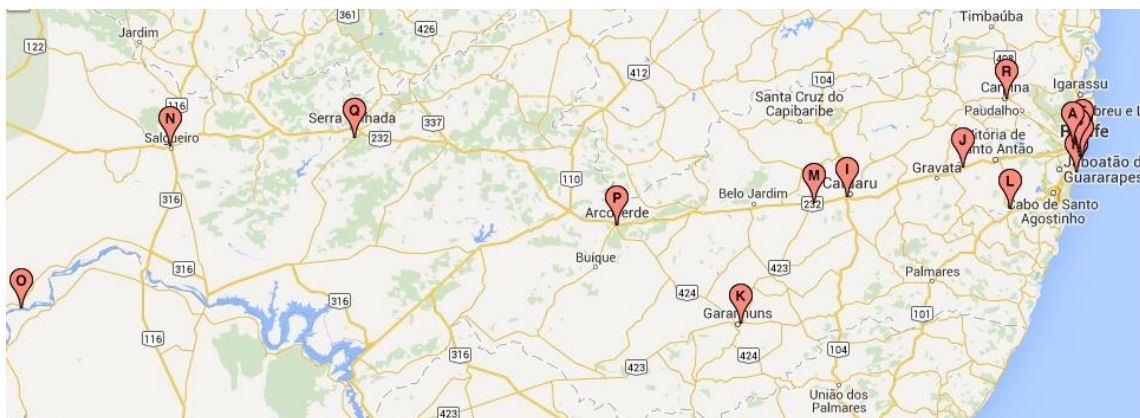


Figura 4.1 – Distribuição das concessionárias da *Volkswagen* em Pernambuco

Fonte: Elaboração do autor a partir do sítio eletrônico da *Volkswagen* (2015)

4.1 Caracterização da rede de transporte

4.1.1 Cenário 1: rota rodoviária

A montadora de São Bernardo do Campo (figura 4.2), fica localizada às margens da Rodovia Anchieta, uma das principais vias do estado de São Paulo, que liga a capital à Baixada Santista. O rodoanel paulista, distante apenas 4 km da montadora, permite rápida conexão com os municípios da Grande São Paulo, bem como com o interior do estado e com as principais rodovias federais, como, por exemplo, a BR-116, em direção aos estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais, do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. A maioria das rodovias estaduais e federais do estado de São Paulo foi concedida à iniciativa privada, havendo, portanto, a cobrança de pedágios, cujas tarifas são elevadas. Uma carreta com três eixos pode pagar valores superiores a R\$30,00 em cada pedágio, de acordo com o sítio eletrônico da concessionária Nova Dutra (2015), fato que impacta diretamente no frete rodoviário. Por essa razão, a rota utilizada pelas empresas de transporte de carga com origem em São Paulo e destino ao estado de Pernambuco é a rodovia BR-381 (Fernão Dias), que passa por Belo Horizonte-MG e Governador Valadares-MG, e a BR-116, que segue até a região Nordeste do país. O único trecho com pedágio é o da Fernão Dias, que cobra R\$1,60 por eixo, conforme sítio eletrônico da concessionária Auto Pista Fernão Dias (2009). Atualmente, toda a produção destinada ao mercado interno é realizada por veículos do tipo cegonha, que transportam em média 10 automóveis.



Figura 4.2 – Foto aérea da fábrica da *Volkswagen* de São Bernardo do Campo-SP
Fonte: Sítio eletrônico da *Volkswagen* (2015)

4.1.2 Cenário 2: rota intermodal – rodoviário + ferroviário

A intermodalidade consiste em combinar as potencialidades de diferentes modos de transporte, resultando em economia financeira e em menor consumo de energia. Considerando o que foi exposto na revisão bibliográfica, sabe-se que o modo rodoviário é o que possui a maior acessibilidade, ou seja, é aquele que possui uma rede de transporte mais capilar, atendendo porta a porta fornecedores e clientes, porém sua eficiência está limitada à capacidade de carga e à distância. Já o modo ferroviário demanda grandes instalações de infraestrutura, além de estar muito restrito ao relevo, em função das limitações de rampa e de curvatura horizontal dos seus equipamentos, porém possui capacidade de carga e índices de regularidade muito superiores aos apresentados pelo modo rodoviário.

De acordo com a figura 4.3, para distâncias superiores a 400 quilômetros, o modo rodoviário passa a ter uma relação entre custo e benefício menor que a do ferroviário. Uma vez que o presente estudo de caso se refere a distâncias rodoviárias superiores a 2.500 quilômetros, este item apresenta a alternativa intermodal com uso do modo ferroviário, assistida por dois trechos rodoviários, um na origem (na montadora) e outro no destino (em suas

concessionárias). A simulação da conexão rodoferroviária ocorre em pátios ferroviários, um localizado no estado de São Paulo e outro no estado de Pernambuco.

Conforme já apresentado, a malha ferroviária brasileira passou por diversas reestruturações, foi concedida à iniciativa privada e ficou um longo período sem investimentos, que somente há pouco tempo foram retomados, em função da estabilização da economia e da competitividade do mercado internacional. No Brasil existem três tipos de bitolas ferroviárias implantadas, sendo que a bitola métrica corresponde a 78,8% da malha nacional, porém, por determinação da ANTT, todas as novas ferrovias serão projetadas e implantadas com padronização em bitola larga. O estado de São Paulo possui bitolas métrica e larga, já o estado de Pernambuco, como praticamente toda a região Nordeste, somente bitola métrica. Portanto, a operação ferroviária nesses dois estados, a priori, somente poderá ser executada em malhas de bitola métrica, através da conexão das concessionárias Ferrovia Centro-Atlântica (FCA) e Ferrovia Transnordestina Logística (FTL) no pátio ferroviário localizado no município de Propriá, no estado de Sergipe.

A rota intermodal rodoferroviária teria origem na estação Boa Vista Nova, localizada no município de Campinas, no estado de São Paulo (figura 4.3), em função da proximidade da rede da FCA com a fábrica da *Volkswagen*, em São Bernardo do Campo. O trecho ferroviário teria seu destino na estação Cabo (figura 4.4), localizada no município de Cabo de Santo Agostinho, próximo à capital de Pernambuco.

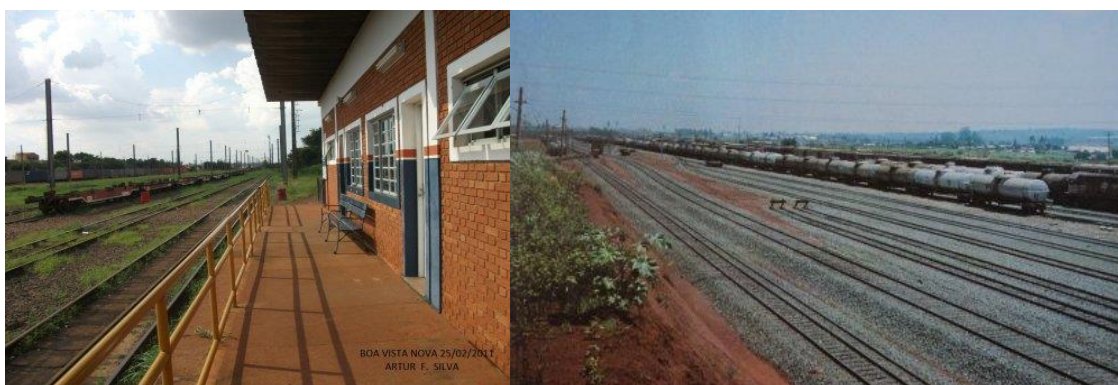


Figura 4.3 – Estação Boa Vista Nova-SP e pátio ferroviário
Fonte: Estações Ferroviárias do Brasil, fotos de Artur F. Silva (2015)



Figura 4.4 – Estação Cabo-PE

Fonte: Estações Ferroviárias do Brasil, fotos de José A. Oliveira Neto e Elias Vieira (2015)

Cabe ressaltar que, conforme regras das concessões ferroviárias que foram executadas na década de 1990, as concessionárias assumiram as malhas existentes e são responsáveis por sua manutenção e operação. Em função dos contratos comerciais firmados com os clientes de cada concessionária, elas somente aportaram recursos na manutenção dos trechos operacionalmente interessantes aos seus respectivos clientes, deixando, portanto, os demais trechos em estado de abandono. Tal panorama constitui um descumprimento às prerrogativas da concessão. Através da Deliberação nº 124/11, a ANTT determinou que as concessionárias apresentassem, no prazo máximo de 60 dias, um cronograma de recuperação de 33 trechos, relacionados na deliberação, em estado de abandono.

O trecho XII, Cabo–Propriá, concedido à FTL e o trecho XIV, São Francisco–Propriá, concedido à FCA, estão em péssimo estado de conservação e fazem parte dos trechos selecionados no presente estudo. No ano de 2013 a ANTT autorizou a FCA, através da Resolução 4.131/13 e a pedido desta, a proceder com a desativação de trechos considerados antieconômicos e com a devolução de trechos considerados economicamente viáveis, conforme a figura 4.5. O Governo Federal, na busca por promover o desenvolvimento acelerado e sustentável e por melhorar sua matriz de transportes, elaborou o Programa de Investimentos em Logística (PIL), que ampliará a malha ferroviária brasileira em 11.000 quilômetros, conforme a figura 4.6, para resgatar a ferrovia e reduzir custos logísticos.



Figura 4.5 – Malha ferroviária da FCA – Resolução 4.131/13

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTT (2013)

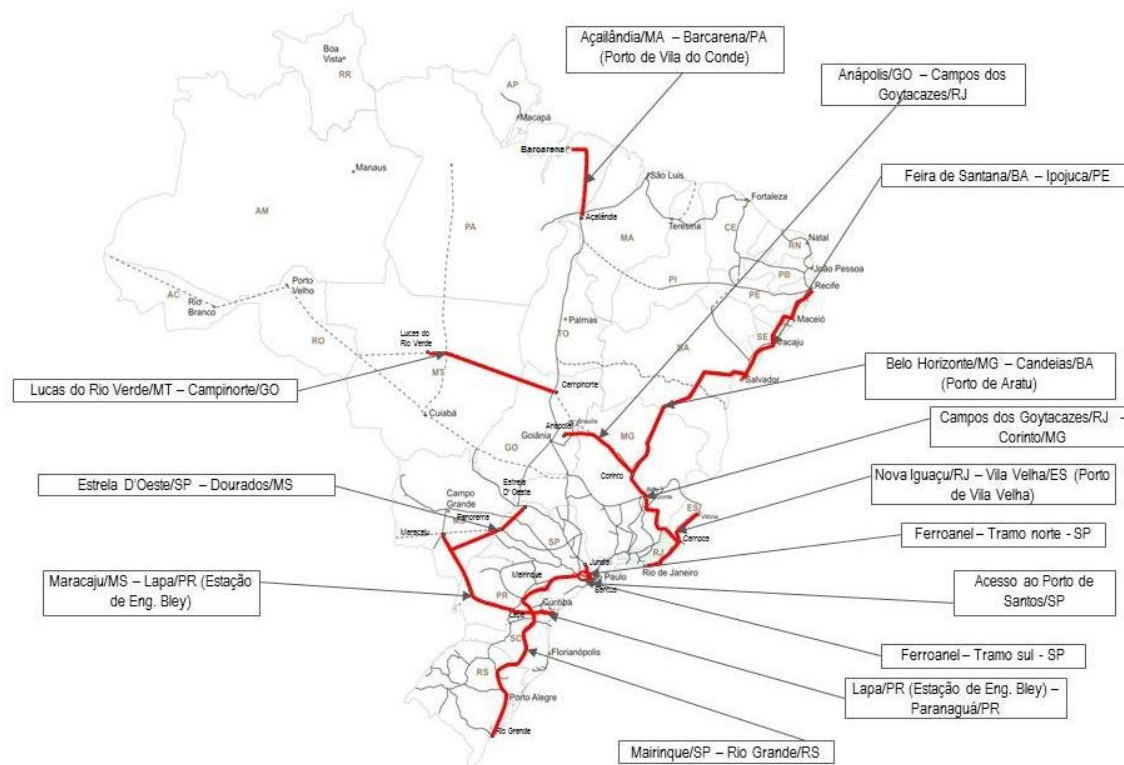


Figura 4.6 – Programa de Investimentos em Logística (PIL) – novas ferrovias
Fonte: ANTT (2013)

Os trechos de São Francisco (Alagoinhas) a Propriá e de Propriá até Cabo, componentes da rota rodoferroviária proposta, mesmo estando atualmente em péssimas condições de tráfego ferroviário, serão considerados como operacionais para fins deste estudo, visto que os mesmos estão previstos no PIL, são considerados economicamente viáveis pela ANTT e serão restaurados pelo Governo Federal.

4.1.3 Cenário 3: rota intermodal – rodoviária + marítima

Analogamente à rota rodoferroviária, a alternativa marítima através de cabotagem será definida através da menor distância rodoviária da montadora de São Bernardo do Campo e de suas concessionárias aos portos estruturados para a prática de cabotagem e o transporte de automóveis, havendo, portanto, área disponível para estacionamento dos mesmos. Conforme a ANTAQ (2009), os portos brasileiros que possuem pátio de estacionamento para automóveis e veículos comerciais leves são: Aratu (BA), Belém (PA), Itaguaí (RJ), Paranaguá (PR), Praia Mole (ES), Rio Grande (RS), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA), Santarém (PA), Santos (SP), São Sebastião (SP), Suape (PE) e Vitória (ES). A rota de cabotagem proposta para o presente estudo é do Porto de Santos, no estado de São Paulo, ao Porto de Suape, no estado de

Pernambuco. O Porto de Santos (figura 4.7) é administrado pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), foi fundado em 1888 e é o maior porto brasileiro. O acesso rodoviário ao porto, a partir da fábrica da *Volkswagen* de São Bernardo do Campo, é pela SP-150 (via Anchieta), totalizando 61 quilômetros. O porto possui sete berços para atracação de navios do tipo *Roll-on/Roll-off* (específicos para o transporte de automóveis).



Figura 4.7 – Vista aérea do Porto de Santos-SP
Fonte: Colombo (2012)

O Porto de Suape (figura 4.8) é administrado pelo Governo do Estado de Pernambuco, através da empresa SUAPE – Complexo Industrial Portuário, e começou a operar em 1983 transportando álcool para a *Petrobrás*. Está localizado a apenas 40 km da capital Recife, onde estão instaladas sete concessionárias da montadora.

Os acessos rodoviários ao Porto de Suape são as rodovias estaduais PE-28 e PE-60, que tem acesso à BR-101 no município de Cabo de Santo Agostinho. O pátio de estacionamento do porto tem capacidade de movimentação de até 25.000 veículos por ano, possuindo uma área de 37.000 m². Toda a operação de apoio logístico no porto inclui a atracação dos navios, a inspeção de qualidade, a transferência dos veículos até o pátio, o armazenamento, a preparação dos veículos nos pátios de estacionamento e o carregamento para seu transporte em veículos do tipo cegonha.



Figura 4.8 – Vista aérea do Porto de Suape-PE
Fonte: SUAPE (2014)

4.2 *Capacidade de transporte*

4.2.1 **Capacidade no modo ferroviário**

Pode-se definir como capacidade de transporte, de forma geral, o máximo volume ou carga que um modo de transporte pode suportar, em uma unidade de tempo e em um nível de serviço que se deseja obter. Os principais fatores que influenciam na capacidade de um modo de transporte são as características da via e do equipamento de força motriz e a operação de transporte aplicada. Cada fator está ligado a um conjunto de elementos que compõem a operação de transporte. A interação e o desempenho desses elementos, em função do nível de serviço desejado, impactam na capacidade de transporte e nos resultados de toda a operação logística. A tabela 4.3 apresenta os principais elementos para o modo ferroviário.

Tabela 4.3 - Quadro com grupos de fatores que impactam na capacidade de transporte do modo ferroviário

Grupo de fatores	Ferroviário
Características da via	Número de vias
	Estado da via permanente
	Capacidade dos desvios
	Distância média entre desvios e travessões
	Comprimento das seções de bloqueio
	Tipo de sinalização e controle de tráfego
	Proporção de via dupla (pátios, desvios e postos)
	Grau de aspectos de sinalização
	Geometria da via permanente (rampas e curvas)
	Padrão de manutenção da via permanente
Características do equipamento de força motriz	Peso/potência (tipo e número de locomotivas)
	Comprimento do trem (número de vagões)
	Velocidade (aceleração, frenagem, velocidade máxima e tipo de marcha)
Operação de transporte	Distribuição dos tipos e velocidades dos trens
	Prioridades
	Conflitos (ultrapassagem e cruzamentos)
	Movimentos de pico
	Trens de serviço
	Acidentes e interrupções
	Redução de velocidades e paradas
	Balanco do tráfego de trens nos dois sentidos

Fonte: Elaboração do autor a partir de DNIT (2013)

De acordo com a literatura, a capacidade de tráfego de um sistema ferroviário pode ser definida como o número máximo de trens que podem circular em um determinado fluxo por um período de tempo definido e com as composições uniformemente distribuídas na malha, formando um intervalo de tempo constante entre elas. A capacidade de tráfego pode ser calculada por diversos métodos analíticos, que retornam a uma capacidade teórica impossível de ser atingida, em virtude das variações de tráfego, de operações ou de qualquer um dos fatores e elementos apresentados na tabela 4.3. No Brasil, segundo Barros (2013), a capacidade de tráfego é usualmente calculada através da “Fórmula de Colson”, desenvolvida pelo matemático belga Colson, que dedicou seu trabalho ao estudo das ferrovias. A fórmula de Colson para a capacidade prática é dada pela equação 4.1:

$$C_p = k \times \frac{2.880 - T_m}{(T_i + T_v + \theta)} \quad (4.1)$$

na qual:

C_p = capacidade prática (número de pares de trens por dia)

k = coeficiente de eficiência ($0 \leq k \leq 1$)

T_m = tempo destinado à manutenção com interrupção da circulação (minutos)

T_i = tempo de percurso máximo entre duas estações em um sentido (minutos)

T_v = tempo de percurso máximo entre duas estações em um sentido oposto (minutos)

θ = tempo de licenciamento (minutos)

Em atendimento à Resolução 3.695/ 2011 da ANTT, as concessionárias são obrigadas a apresentar a declaração de rede do serviço de transporte ferroviário de cargas de sua responsabilidade, que deve obedecer ao seguinte padrão:

- Interface Gráfica (malha concedida, ocupação percentual da malha com a capacidade vinculada, terminais ferroviários de carga e descarga, oficinas e postos de manutenção de locomotivas, oficinas e postos de manutenção de vagões e postos de abastecimentos de locomotivas);
- Interface Analítica (relação de trechos, ramais e pátios, características da infraestrutura e da superestrutura, capacidades de transporte e relatórios detalhados por concessionária).

A declaração de rede das concessionárias FCA e FTL, ANTT (2015c; 2015d), apresenta a análise das capacidades de transporte segmentadas em três grupos, a saber:

- capacidade instalada: capacidade de transporte possível em um trecho ferroviário, expressa pela quantidade de trens que poderão circular, nos dois sentidos, em um período de vinte e quatro horas;
- capacidade vinculada: quantidade de trens que poderão circular em um trecho ferroviário, nos dois sentidos, em um período de vinte e quatro horas, definida em função da meta de produção pactuada entre a concessionária e a ANTT, incluindo a utilização de reserva técnica;

- capacidade ociosa: capacidade de transporte definida pela diferença entre as capacidades instalada e vinculada.

Para o transporte de automóveis com uso da alternativa intermodal ferroviária, o trecho de Boa Vista Velha-SP até Propriá-SE apresentou resultados positivos quanto à capacidade de tráfego disponível, quando analisada a declaração de rede da FCA, cujo resumo das capacidades está apresentado no apêndice I.

O gráfico na figura 4.9 ilustra as capacidades instalada e vinculada do trecho da FCA, em número de trens por dia, nos dois sentidos. A diferença entre os gráficos de cores azul e vermelha é a capacidade ociosa do trecho.

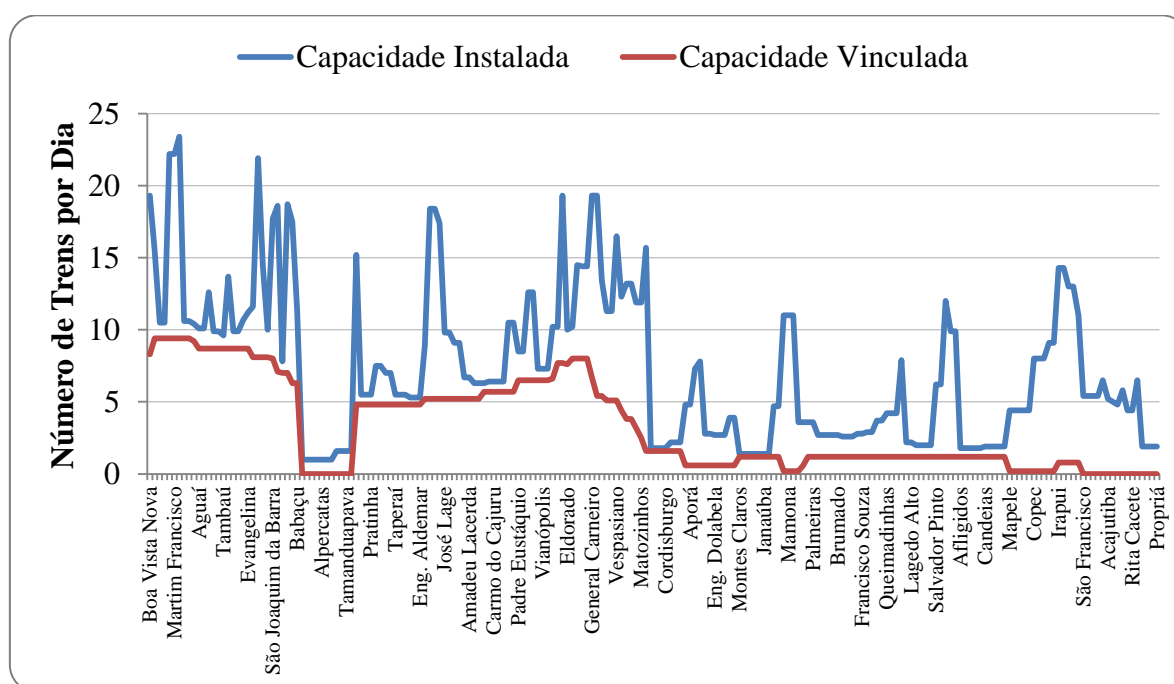


Figura 4.9 – Capacidade de tráfego no trecho Boa Vista Nova-SP – Propriá-SE
Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTT (2015a).

O trecho rodoferroviário pertencente à malha da FTL, como dito anteriormente, está abandonado, portanto, a declaração de rede dessa concessionária resultou em capacidade instalada nula. Conforme apresentado na metodologia proposta, esse trecho ferroviário não seria aprovado como alternativa ao modo rodoviário, pela não operacionalidade de sua via permanente, porém, tendo em vista que esse trecho foi classificado como economicamente viável pela ANTT e é também objeto de investimentos do PIL, será considerado como aprovado, mas pendente de obras de infraestrutura.

4.2.2 Capacidade portuária

A literatura aborda diversas metodologias para o cálculo da capacidade de transporte no setor marítimo, que, assim como o setor ferroviário, está sujeito às variações de operações dos diversos operadores logísticos e clientes envolvidos. Os grandes portos marítimos e hidroviários se integram com diversos modos de transporte na logística de distribuição, como o rodoviário, o ferroviário e o dutoviário, fator este que também interfere na capacidade instalada. Um terminal portuário não tem uma capacidade inerente ou independente, visto que a forma como ele é operado gera grandes impactos nos resultados. Tanto as Companhias Docas quanto os terminais arrendados e privativos divulgam estimativas da capacidade de movimentação de suas instalações portuárias. A metodologia, elaborada pelo LabTrans, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), é definida na decomposição de dois tipos de componentes:

- Componentes de Processamento de Fluxo: instalações e equipamentos que transferem cargas de/para os navios, barcas, trens e caminhões (carregamento/descarregamento);
- Componentes de Armazenamento: instalações que armazenam a carga entre os fluxos (armazenamento).

Conceitualmente, a operação ideal de um terminal é aquela que não necessita de armazenamento, ou seja, uma carga transferida diretamente do navio para o caminhão ou trem. Essa operação contempla somente os componentes de processamento de fluxo, relacionados ao carregamento ou descarregamento. A maioria dos terminais contempla armazenamento na sua cadeia. O transporte de automóveis contempla os dois componentes, pois necessita de estacionamento próximo ao cais de embarque. A partir das análises das instalações portuárias e das operações logísticas, a aplicação da metodologia pela UFSC foi baseada em três passos:

1. O terminal é “convertido” em uma sequência de componentes de fluxo (berços) e de armazenagem (armazéns ou pátios);
2. A capacidade de cada componente é calculada utilizando uma formulação algébrica;
3. A capacidade do componente mais limitante é identificada e assumida como a capacidade do terminal inteiro (ponto crítico).

A capacidade portuária é calculada por cais de mesmo grupo de produtos, uma vez que a operação é diferente para cada tipo de produto e o somatório das capacidades dos cais

resultam na capacidade do porto. A capacidade de movimentação de carga de um cais é dada pela equação 4.2:

$$C_c = \rho * \frac{\text{Ano operacional} * \text{Lote médio} * \text{Número de berços}}{\text{Tempo médio de serviço}} \quad (4.2)$$

na qual:

C_c = Capacidade do cais (toneladas por ano)

ρ = Índice de ocupação admitido (horas). Considerar 6 horas para terminais de contêineres e 12 horas para as demais cargas.

Ano operacional = Número de dias de operação do porto (dias)

Lote médio = Carga/descarga média por navio (toneladas)

Número de berços = Número de navios que podem atracar no cais

Tempo médio de serviço = tempo médio para as operações de carga e descarga (dias)

Essa metodologia foi aplicada em 14 portos brasileiros em função do Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP), elaborado pela ANTAQ, que visa modernizar e ampliar a infraestrutura portuária nacional.

O volume atual e projetado de automóveis no Porto de Santos está apresentado na tabela 4.4, conforme as simulações do PNLP, em unidades automotivas. Cabe ressaltar que, nesta estimativa, estão aglomerados os automóveis montados e desmontados.

Tabela 4.4 - Volume de automóveis transportados entre os anos de 2009 (observados) e 2024 (projetados pelo PNLP) para o Porto de Santos-SP

Produto	2009	2014	2019	2024
Automóveis	177.600	308.400	369.200	453.300

Fonte: Elaboração do autor a partir de informações da Secretaria dos Portos e do LabTrans (ANTAQ, 2012)

A partir do cálculo da capacidade do terminal de transporte de automóveis do Porto de Santos, o gráfico na figura 4.10 apresenta um comparativo entre a capacidade e o fluxo de demanda atual e projetada para o porto. O Plano de Desenvolvimento e Expansão do Porto de Santos (PDEPS), realizado em 2008, elaborou três cenários de crescimento do fluxo de automóveis no Porto de Santos, traçados no gráfico da figura 4.10, que se mostraram irrealistas diante do

projetado pelo PNLP, mais recente. Neste último, em destaque no referido gráfico, a capacidade de movimentação de automóveis no porto atenderia à demanda projetada.

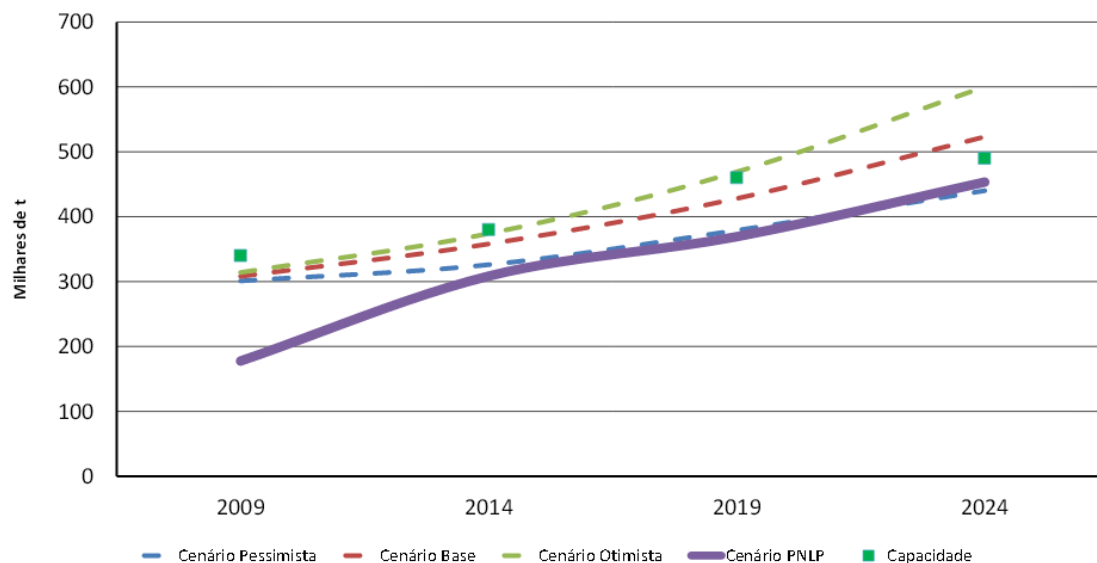


Figura 4.10 – Comparativo da capacidade de movimentação de automóveis com o fluxo de demanda projetada para o Porto de Santos-SP

Fonte: Elaboração do autor a partir de informações da Secretaria dos Portos e do LabTrans (ANTAQ, 2012)

O Porto de Suape, também analisado no PLNP, no cais de número 5, opera conjuntamente como terminal de passageiros. Atualmente, a *General Motors* utiliza o porto para descarregar o seu modelo *Agile*, que é fabricado na Argentina, como centro logístico aos estados da região Nordeste. A capacidade de transporte do Porto de Suape calculada é de 110.000 toneladas por ano, bem superior ao volume de transporte projetado até o ano de 2025, conforme demonstrado na tabela 4.5:

Tabela 4.5 - Volume de automóveis transportados entre os anos 2010 (observados) e 2030 (projetados) para o Porto de Suape-PE

Produto	2010	2015	2020	2025	2030
Automóveis	-	60.551	75.551	106.566	138.877

Fonte: Elaboração do autor a partir de informações da Secretaria dos Portos e do LabTrans (ANTAQ, 2012)

A análise da capacidade de transporte ferroviária e marítima demonstrou, pela aplicação da metodologia proposta, que o uso da intermodalidade no transporte de automóveis pode ser executado por esses modos, com ressalvas ao modo ferroviário para o trecho concedido à FTL, entre os municípios de Propriá e Cabo, que será reestruturado pelo Governo Federal.

4.2.3 Determinação das distâncias de transporte

A partir da definição da rede de transporte, dos polos geradores de demanda e da conexão dos terminais ferroviários e portuários, foram traçadas as rotas rodoviárias, ferroviárias e marítimas do problema. Para elaboração dos cenários de estudo e de suas avaliações econômicas, foram calculadas as menores distâncias para cada rota, em função das características da via. A tabela 4.6 apresenta a codificação de polos geradores de demanda, que são a montadora e suas concessionárias, bem como dos terminais intermodais definidos no estudo de caso.

Tabela 4.6 - Codificação de polos geradores de demanda e terminais intermodais

Código	Identificação
M	Fábrica da Volkswagen de São Bernardo do Campo-SP
C01 a C18	18 Concessionárias da Volkswagen instaladas em Pernambuco
F1	Estação Ferroviária Boa Vista Nova-SP
F2	Estação Ferroviária Cabo-PE
P1	Porto de Santos-SP
P2	Porto de Suape-PE

Fonte: Elaboração do autor

Para o cenário 1, que é o modo rodoviário atualmente praticado pelos transportadores, assim como para os trechos rodoviários dos cenários 2 e 3, as distâncias das rotas foram calculadas através de um *script* em Java que processa distâncias e tempos de viagens diretamente na base do *Google Maps*, através de uma ferramenta disponibilizada pela *Google* denominada API (*Application Programming Interface*). A *Google* oferece um serviço gratuito, denominado *Google Directions API*, no qual os usuários podem acessar a base do *Google Maps* para estudos acadêmicos e profissionais, até o limite gratuito de 100 elementos, que são os pares de origem e de destino que se deseja.

A JSON (*Java Script Object Notation*) está apresentada abaixo:

```
http://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?origins=ORIGEM&destinations=DESTINO&mode=driving&language=PT-BR&sensor=false
```

Para utilizar o script acima, basta substituir a palavra **ORIGEM** pelo ponto de partida que se deseja, bem como a palavra **DESTINO** pelo ponto de chegada e colar na barra de endereços de qualquer navegador. Como o endereço não pode ter espaços, eles devem ser substituídos

pelo símbolo de adição (+). É importante adicionar o logradouro, o número, a cidade, o estado e o país. Caso se deseje mais de uma origem e/ou destino, deverá ser adicionado o símbolo da barra vertical (|) entre os endereços. Os apêndices A, B, C, D e E apresentam as saídas JSON das rotas solicitadas, que calcularam as distâncias rodoviárias dos cenários em estudo.

As distâncias ferroviárias foram calculadas da mesma forma que a capacidade de tráfego, através das declarações de rede da FCA e FTL, que anualmente são encaminhadas à ANTT. A distância marítima, do Porto de Santos ao Porto e Suape, foi adquirida no Anuário Estatístico Portuário (2013a), elaborado pela ANTAQ. A tabela 4.7 apresenta os resultados do cálculo das distâncias para as alternativas intermodais em estudo, entre a montadora e suas concessionárias.

Tabela 4.7 - Distâncias entre a montadora e as concessionárias, para as alternativas intermodais do estudo (em quilômetros)

Origem	Destino	Intermodalidade: Ferrovia			Intermodalidade: Cabotagem			
		Rodoviário	Rodoviário	Ferroviário	Rodoviário	Rodoviário	Marítimo	Rodoviário
		Atual	Origem - F1	F1 - F2	F2 - Destino	Origem - P1	P1 - P2	P2 - Destino
M	C01	2.646	128,00	3.909,99	34,80	61,00	2.332,00	50,90
M	C02	2.646	128,00	3.909,99	30,90	61,00	2.332,00	47,00
M	C03	2.645	128,00	3.909,99	29,20	61,00	2.332,00	45,30
M	C04	2.644	128,00	3.909,99	27,90	61,00	2.332,00	44,00
M	C05	2.643	128,00	3.909,99	26,90	61,00	2.332,00	43,00
M	C06	2.650	128,00	3.909,99	36,50	61,00	2.332,00	52,60
M	C07	2.648	128,00	3.909,99	34,60	61,00	2.332,00	50,70
M	C08	2.639	128,00	3.909,99	23,30	61,00	2.332,00	39,40
M	C09	2.518	128,00	3.909,99	142,00	61,00	2.332,00	156,00
M	C10	2.500	128,00	3.909,99	190,00	61,00	2.332,00	204,00
M	C11	2.422	128,00	3.909,99	203,00	61,00	2.332,00	217,00
M	C12	2.604	128,00	3.909,99	61,60	61,00	2.332,00	76,00
M	C13	2.673	128,00	3.909,99	124,00	61,00	2.332,00	140,00
M	C14	2.354	128,00	3.909,99	521,00	61,00	2.332,00	535,00
M	C15	2.159	128,00	3.909,99	719,00	61,00	2.332,00	733,00
M	C16	2.430	128,00	3.909,99	263,00	61,00	2.332,00	277,00
M	C17	2.426	128,00	3.909,99	422,00	61,00	2.332,00	436,00
M	C18	2.630	128,00	3.909,99	79,70	61,00	2.332,00	95,80

Fonte: Elaboração do autor a partir do processamento em *javascript* e das declarações de rede (ANTT, 2015a)

Para simplificação da análise dos dados, serão consideradas as médias aritméticas para os trechos rodoviários de cada cenário, apresentadas na tabela 4.8:

Tabela 4.8 - Distâncias médias por modo de transporte e cenários (em quilômetros)

Cenários	Modo	Distância
1	Rodovia	2.549,00
2	Rodovia	292,97
	Ferrovia	3.909,99
3	Rodovia	241,15
	Marítimo	2.332,00

Fonte: Elaboração do autor a partir da tabela 4.7

A próxima seção apresentará os equipamentos necessários ao uso da intermodalidade do modo rodoviário com os modos ferroviário e marítimo, com detalhes das operações necessárias, selecionando o mais adequado para este estudo de caso.

4.3 Equipamentos de uso intermodal

O uso da intermodalidade no transporte de carga implica, necessariamente, o emprego de procedimentos adequados, de infraestrutura suficiente e de equipamentos corretos, a fim de garantir que a operação de transferência da carga ocorra no menor tempo, com a menor energia e o menor impacto ambiental possível, caso contrário as vantagens de exploração das potencialidades modais podem acarretar prejuízos na cadeia logística. Os equipamentos de transportes dos modos em estudo e aqueles destinados às transferências modais foram avaliados e selecionados para a atual situação brasileira, com o objetivo de compor a estrutura de transporte de automóveis para a avaliação de viabilidade dos cinco cenários pretendidos.

4.3.1 Equipamentos rodoviários

Como já foi exposto, o equipamento rodoviário mais usual para o transporte de automóveis no Brasil é uma carroceria do tipo cegonha, normalmente com capacidade de 8 a 11 veículos, ou carrocerias do tipo reboque ou guincho, para um, dois ou até três veículos, conforme mostra a figura 4.11. No Brasil, as cegonheiras são geralmente tracionadas por caminhões das marcas *Scania*, *Volvo*, *Mercedes-Benz* e *Volkswagen*.



Figura 4.11 – Carrocerias do tipo cegonha e do tipo reboque, respectivamente
Fonte: Carolina do Norte (2014)

Segundo a Resolução nº 211/2006 do CONTRAN, que define os veículos que transportam carga automotiva como CVC (combinação de veículo de carga), o comprimento mínimo desses veículos varia de 19,80 até 30 metros, com um peso bruto total combinado (PBTC) inferior ou igual a 57 toneladas. O PTBC máximo é de 74 toneladas, se o veículo possuir um comprimento ente 25 e 30 metros. Os CVC somente podem circular com Autorização Especial de Trânsito (AET), emitida pelo órgão executivo rodoviário da União, dos estados, dos municípios e do Distrito Federal. Também somente podem circular do amanhecer ao pôr do sol e a uma velocidade máxima de 80 km/h. A Resolução nº 305/2009 do CONTRAN estabelece novos requisitos de segurança à circulação de CTV (combinações para transporte de veículos) e CTVP (combinações de transporte de veículos e cargas paletizadas), autorizando veículos com até 4,95 metros de altura, dentre outras definições.

De acordo com a metodologia deste estudo de caso, os cenários 1 (somente rodoviário), 2 (rodoferroviário) e 3 (cabotagem) implementarão veículos do tipo cegonha em seus equipamentos, considerando que o cavalo mecânico será da marca *Volkswagen*, modelo *Constellation 26.420 V-Tronic*, e a carroceria tipo cegonha será o semirreboque da marca *Dambroz*, que possui 22,40 metros de comprimento e capacidade de transporte de 11 veículos. As informações técnicas e comerciais da composição rodoviária estão apresentadas nos dados de entrada da planilha de custos rodoviários, apresentada no apêndice F. Essas informações são necessárias ao cálculo dos custos apresentados no item 4.4 desta dissertação.

4.3.2 Equipamentos ferroviários

Nas décadas de 1970 e 1980, o transporte de automóveis no Brasil, para exportação, já foi realizado por ferrovias em alguns trechos, conforme mostra a figura 4.12, pela operadora RFFSA. Eram dois modelos de vagões do tipo plataforma que realizavam o transporte, um aberto e outro fechado, com dois pavimentos. Problemas como os atos de vandalismo nos automóveis no trecho ferroviário, quando a composição parava na via para licenciamento de outros trens, o elevado tempo de deslocamento aos destinos e a falta de estrutura nos pátios ferroviários, que comprometiam a segurança e integridade dos automóveis, desmotivaram o uso da ferrovia nesse tipo de transporte.

Em virtude da falta de infraestrutura da maioria dos pátios ferroviários, uma vez que o transporte de automóveis necessita de grandes áreas de estacionamento de veículos nos

vagões plataformas, a conexão rodoferroviária precisa ser realizada sem estocagem, ou seja, através de tecnologias e procedimentos que promovam a transferência da carga do veículo rodoviário diretamente à composição ferroviária, economizando tempo e aumentando a competitividade dessa alternativa modal.

Um dos procedimentos que já foram utilizados no Brasil chama-se autotrem, que consistia em um sistema no qual o caminhão era carregado sobre um vagão plataforma, através de uma rampa, e descarregado da mesma forma no destino final, conforme ilustra a figura 4.12. Esse serviço foi ofertado pela RFFSA e pela FEPASA. Porém, de acordo com Lopes (2004), o sistema mostrou-se deficitário no Brasil por problemas operacionais: demora no embarque, quedas de barreiras e falta de equipamentos.



Figura 4.12 – Carretas e caminhões transportados por autotrem
Fonte: Trens da Vida (MORALES, 2014)

Outra tecnologia intermodal rodoferroviária é denominada *Carless*, que consiste na implantação de um truque ferroviário adaptado ao veículo rodoviário, permitindo assim que ele circule nos trilhos de uma ferrovia. De acordo com Almendariz (2007), o *Carless* mais usado é o *roadrailer*, nome americano dado a esse equipamento. Nas primeiras versões, esse sistema era constituído por semirreboque munido de rodeiro ferroviário. Tal modelo foi comercialmente denominado *Mark IV* e tem como inconveniente exigir infraestrutura ferroviária com suporte para toneladas/eixo, carregando o veículo, quando circula na rodovia, todo o peso adicional do sistema ferroviário. A versão seguinte recebeu o nome de *Mark V* e apresentou uma novidade tecnológica: o veículo rodoviário não carregava mais o rodeiro ferroviário, em seu lugar era acoplado o truque ferroviário, reduzindo o peso e aumentando o espaço de carga para o caminhão. A grande vantagem deste sistema é o fato de os truques ferroviários poderem se adaptar a diferentes bitolas, sendo facilmente transformados de uma

para outra. A tecnologia *roadrailer* foi exportada para países como Austrália, Tailândia, Índia e outros. No Brasil, a operadora ALL possui o equipamento *roadrailer* do padrão americano.

Um terceiro equipamento rodoferroviário é o SIRFE (Sistema Intermodal Rodoferroviário), mostrado na figura 4.13, que é uma variação do *roadrailer* e é considerado o mais moderno do mundo, patenteado no Brasil em 1999 pelo professor Eduardo Gonçalves David e adaptado às condições brasileiras. Tal sistema, mais simples que seu congênere americano, permite o reaproveitamento, mediante reforço estrutural, dos semirreboques atuais, de forma a permitir aos empresários a manutenção de suas frotas. As principais características do SIRFE são: a possibilidade de reforçar seu reboque existente, a eliminação da necessidade de suspensão pneumática, o uso de acessório de apoio (5ª roda) que se encaixa no “pino rei” e de um engate de interligação dos semirreboques entre si, e a possibilidade de adaptação de truques ferroviários de qualquer bitola com o dispositivo (LOPES, 2004).



Figura 4.13 – Etapas de conexão do *roadrailer* em carrocerias rodoviárias
Fonte: Ferrovia intermodal (2013)

Portanto, o equipamento rodoferroviário mais adequado para o caso brasileiro seria o *roadrailer* de patente nacional, pela praticidade e maior velocidade de conexão. O padrão americano não seria adequado ao Brasil, em virtude do aumento dos custos variáveis da frota de caminhões pelo peso bruto da carreta, já que parte do truque ferroviário necessita ser transportado e ainda ocupa área útil no interior da carroceria. Os veículos do tipo cegonha, ao usarem a intermodalidade ferroviária, reduziriam custos variáveis de rodagem e acidentes percebidos com esse tipo de transporte. O modelo de *roadrailer* adotado tem capacidade de formação de comboios de até 125 carretas. Assim, para esta dissertação, será considerada uma composição com até 60 carretas.

A velocidade média comercial da FCA é de 14,3 km/h, o que resulta em um tempo total de viagem, de Boa Vista Nova-SP a Cabo-PE, de 11 dias. Em função da demanda a ser transportada, serão necessárias 39 viagens anuais ou uma partida a cada 9 dias de São Paulo a Pernambuco. Portanto, para a operação intermodal proposta, dimensionada em três composições ferroviárias, será necessário um total de 180 equipamentos *roadrailer*.

A questão da segurança é de notória importância para o transporte de automóveis por ferrovia, já que é uma carga de alto valor agregado e, portanto, sujeita a vandalismo e roubo. Problemas como esses prejudicaram a opção por esse modo anteriormente. O trajeto ferroviário, de Boa Vista Nova, no estado de São Paulo, até as proximidades da capital pernambucana possui quase 4.000 quilômetros de extensão e trafega longos trechos em via singela, podendo ocorrer longas paradas da composição em desvios para aguardar a passagem de outros trens. Esse fato comprometeria a segurança dos veículos e, em pouco tempo, poderia levá-los ao desuso. A fim de evitar ou minimizar a ocorrência de vandalismo ou roubo, a operação intermodal será apoiada por um veículo denominado *Caboose*, que é um pequeno vagão ferroviário que se acopla ao final da composição para prover segurança de transporte.

O *caboose* tem infraestrutura sanitária, acomodação para descanso e alimentação, além de equipamentos de rádio. Um segurança ferroviário, armado, fará a guarda traseira da composição, que manterá comunicação permanente com o maquinista. A operação ferroviária será realizada através de três composições, portanto, será necessária a aquisição de três *cabooses*, facilmente encontrados no mercado americano para vendas de equipamentos novos e usados. A figura 4.14 ilustra o *caboose* a ser implementado na operação.



Figura 4.14 – Vagão ferroviário do tipo *caboose*
Fonte: *Ozark Mountain Railcar* (2015)

4.3.3 Navios para transporte de automóveis

O transporte marítimo possui, basicamente, dois componentes: os portos e os navios. Os portos são terminais intermodais de transporte de grandes volumes de cargas para percorrer grandes distâncias, geralmente com destino a outros países comercialmente afins, envolvendo, necessariamente, operações de importação e exportação sujeitas a diversas leis internacionais. Já os navios são os equipamentos que executam esse transporte, geralmente de grande porte.

Os navios especificamente adequados ao transporte de automóveis são denominados *Roll-on / Roll-off*, ou RO-RO, que significa “rolar para dentro e para fora”, em virtude de esse tipo de carga ser conduzida para dentro do navio pela própria força motriz, ou seja, eles são conduzidos aos pátios internos através de rampas onde serão fixados no chão através de cabos de aço e transportados ao seu destino com segurança. A figura 4.15 ilustra um navio do tipo RO-RO.



Figura 4.15 – Navio Roll-on / Roll-off para transporte de automóveis
Fonte: *NYK Line* (2015)

Uma variação do navio RO-RO é o *Roll-on / Lift-on* ou, simplesmente, RO-LO. São navios híbridos que transportam automóveis, através de rampas de rolagem, e também carga geral somente por guindaste. Geralmente, carregam menos automóveis que os navios RO-RO, porém diversificam as cargas para atender mais clientes. A figura 4.16 ilustra um navio do tipo RO-LO.



Figura 4.16 – Navio do tipo RO-LO para transporte de automóveis e de carga geral
 Fonte: *Trans Global Auto Logistics* (2015)

O navio do tipo CON-RO é um híbrido entre um RO-RO e um navio de contêiner. Esse tipo de navio tem uma área abaixo do convés, usada para armazenamento de automóveis, enquanto as plataformas superiores são reservadas ao armazenamento de contêineres. Por exemplo, a frota da *Atlantic Container Line* é composta de navios CON-RO e o maior pode transportar uma combinação de 1.900 TEU (unidade equivalente a um contêiner de vinte pés) em três pavimentos de contêineres e até 2.000 veículos em cinco pavimentos de estacionamento. A figura 4.17 ilustra um navio CON-RO da *Atlantic Container Line*.



Figura 4.17 - Navio do tipo CON-RO para o transporte de automóveis e contêineres
 Fonte: *Trans Global Auto Logistics* (2015)

Os navios do tipo *Lift On / Lift Off*, ou LO-LO, são os que transportam automóveis adaptados para carregar uma enorme variedade de produtos. Eles possuem espaço flexível e capacidade para transportar contêineres, com guindastes a bordo. Assim como os navios RO-RO, eles

também possuem rampas na proa e nas laterais, para melhor adaptação às estruturas dos portos. A figura 4.18 ilustra um navio do tipo LO-LO.



Figura 4.18 - Navio do tipo LO-LO para o transporte de diversos tipos de produtos
Fonte: *Trans Global Auto Logistics* (2015)

Uma outra forma de transportar automóveis se dá por meio de contêineres, como na figura 4.19, sendo muito utilizada para o transporte individual de automóveis em contêineres de vinte pés. A princípio não é economicamente viável, pois o contêiner precisaria ser deslocado até a montadora ou a operação de amarração dos automóveis seria feita no porto, o que provavelmente encareceria os custos finais. Esta dissertação não simulará esse cenário, deixando uma oportunidade para novos estudos.

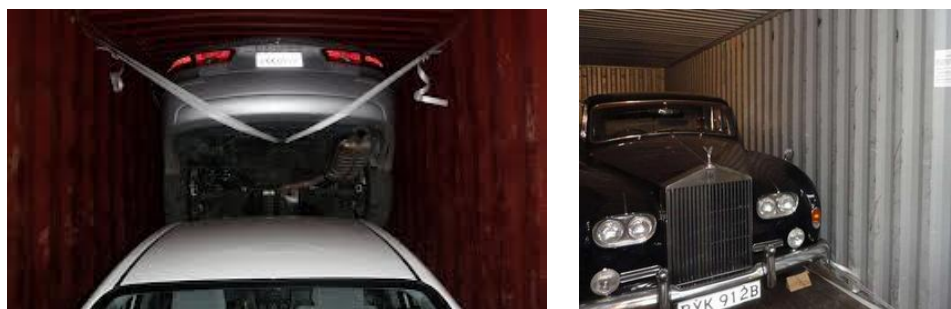


Figura 4.19 – Transporte de automóveis em contêineres
Fonte: *International Car Shipping* (2015)

Conforme mencionado na revisão bibliográfica, no Brasil existem somente dois navios do tipo RO-RO, que são da empresa *Aliança Navegação e Logística Ltda.* Durante a fase de coleta de dados houve contato com essa empresa, que informou que as rotas principais desses navios são internacionais e que, apesar de ser uma incentivadora da cabotagem, não há prática

desse transporte no país, dado o reduzido número de navios RO-RO pela falta de infraestrutura naval.

O transporte de automóveis tem crescido nos portos, mas, basicamente, em função de importações e exportações. Para uso da cabotagem, uma vez que a bandeira do navio precisa ser nacional, o atual número de navios destinados ao transporte de automóveis é insuficiente e novas embarcações precisam ser adquiridas. Isso tem beneficiado outros modos e prejudicado a matriz nacional de transportes.

Em função da indisponibilidade de navios para o transporte de automóveis, foi selecionado o navio CON-RO para a operação do Porto de Santos ao Porto de Suape, pelas suas especificidades diante do estudo de caso. O modelo escolhido foi o da empresa chinesa *Hudong-Zhonghua Shipbuilding*, com classificação G3 e capacidade de carga para 1.850 TEU e 1.000 veículos estacionados no convés.

4.4 Custos de operação e implantação

Os custos generalizados relativos aos transportes representam uma parcela significativa na cadeia logística e sua previsão pode não ser uma tarefa fácil, em função dos diversos fatores que influenciam e impactam o processo decisório. Esses fatores podem variar de acordo com a mercadoria (tipo de embalagem, peso, volume, densidade, perecibilidade, facilidade de acomodação, necessidade de tratamento especial e valor), com a função comercial (concorrência, comercialização do produto e conjuntura econômica), com a função institucional (relação de influência entre organizações, associações e governos), com a legalização (sistema de tarifas e demais formas de cobrança) e, por fim, com a oferta e a procura pelo serviço.

Os custos de transporte são definidos na contratação e podem ser calculados das seguintes formas: por distância percorrida, por metragem cúbica, por tonelada, por tonelada métrica, por unidade ou por porcentagem do valor da mercadoria (*ad valorem*). Considerando as atividades logísticas altamente relacionadas, as decisões sobre o meio de transporte a ser utilizado devem ser baseadas no custo logístico total, traçado desde o fornecedor até o cliente final. Ângelo (2005) transcreve uma fórmula para calcular o custo total do serviço de transporte, apresentada na equação 4.3, que pode ser utilizada para operações que demandem um ou mais modos de transporte:

$$K_{LT} = K_{Frt} + K_{Seg} + K_{Prd} + K_{Imp} + K_{Arm} + K_{Est} + K_{Transb} \quad (4.3)$$

na qual:

K_{LT} = Custos logísticos totais

K_{Frt} = Custo de frete

K_{Seg} = Custo do seguro

K_{Prd} = Custo das perdas e avarias

K_{Imp} = Custo do imposto

K_{Arm} = Custo da armazenagem

K_{Est} = Custo do estoque

K_{Transb} = Custo do transbordo

O coeficiente K_{Est} refere-se ao custo de oportunidade do capital imobilizado no período de trânsito, representando o ganho que se poderia ter aplicando o valor da mercadoria ao mesmo tempo em que ela está sendo transportada. Há divergências sobre a sua utilização, pois é intrínseca a necessidade de transportar. Portanto, não é necessária a sua consideração no caso do transporte de automóveis.

O coeficiente K_{Prd} representa o valor correspondente à carga que foi perdida ou avariada durante o deslocamento, que depende do modal utilizado, do tipo de acondicionamento do produto, da idade e do estado de manutenção da frota, do número de transbordos, etc. A tabela 4.9 mostra os índices de perda de cargas e de avarias sugeridos por Ângelo (2005) para os modos avaliados neste estudo de caso. Esses índices, ao serem multiplicados pelo valor da mercadoria, resultam no K_{Prd} .

Tabela 4.9 - Índices de perdas e avarias no transporte

Rodoviário		Ferroviário	Marítimo	Transbordo em Terminal	
Longa Distância	Curta Distância			Intermodal	Portuário
0,75%	0,4%	0,2%	0%	0,25%	0,2%

Fonte: Elaboração do autor a partir de Ângelo (2005).

Os coeficientes K_{Arm} e K_{Transb} serão considerados somente na cabotagem, uma vez que o modelo definido para a intermodalidade ferroviária não considera despesas com armazenamento e que os custos com transbordo estão incluídos no frete da concessionária. Para o modo rodoviário, esses coeficientes também não serão considerados para efeito deste estudo. Por fim, os coeficientes K_{Seg} e K_{Imp} , referentes ao seguro e aos impostos aplicados sobre a mercadoria, também não serão considerados, pois serão aplicados aos três cenários, não interferindo, então, nas análises comparativas que serão feitas.

A equação 4.3 será utilizada para obtenção dos custos generalizados de transporte no modo rodoviário, como é realizado atualmente, e nas alternativas de intermodalidade, com os modos ferroviário e marítimo por cabotagem. Para tanto, as próximas subseções apresentarão as planilhas de desapropriação de custos dos modos em estudo.

4.4.1 Custos rodoviários

Segundo Novaes, Valente e Passaglia (1997), os custos operacionais podem ser classificados em dois grupos:

- Custos diretos são os custos fixos somados aos variáveis:
 - Custos fixos englobam o conjunto de gastos, cujo valor, dentro de limites razoáveis de produção, não varia em função do nível de atividade da empresa ou do grau de utilização do equipamento;
 - Custos variáveis são proporcionais à utilização.
- Custos indiretos ou administrativos, que são necessários para manter o sistema de transporte da empresa.

A partir das definições das parcelas que compõem os custos logísticos totais, para cada modo foi definido um método de avaliação dos custos operacionais, ou seja, o componente K_{Frt} . Para o modo rodoviário será utilizado o método dos custos médios desagregados, proposto por Novaes, Valente e Passaglia (1997), que oferece estimativas bem razoáveis de custos operacionais para veículos desse modo. Essas estimativas têm como base a apropriação de cada componente desse custo, segmentada nos seguintes parâmetros:

- Custos fixos: depreciação do veículo, remuneração do capital, salário dos operadores, licenciamento do veículo e seguros;

- Custos variáveis: combustível, óleo lubrificante do motor, óleo lubrificante da transmissão, lavagem, lubrificação, pneus, câmaras, recapagens, peças, acessórios, material de oficina e mão de obra de manutenção;
- Custos indiretos: pessoal de armazéns, escritórios, publicidade, aluguéis, comunicações, impostos e despesas diversas.

O apêndice F apresenta a planilha de custos rodoviários elaborada a partir dos dados da pesquisa, detalhados nas alíneas A (Preços de insumos - Veículo trator), B (Preços de insumos – Carroceria tipo cegonha), C (Coeficientes de consumo) e D (Dados de operação), conforme a aplicação do método dos custos médios desagregados, cujas etapas estão descritas a seguir.

4.4.1.1 Custos fixos do veículo

- **Custo mensal da depreciação do veículo (C_{dc})**

$$C_{dc} = \frac{(P_{cp} - Q_{pc} * P_{pn}) - V_c}{n_c * 12} \quad (4.4)$$

na qual:

P_{cp} = Preço do veículo novo com pneus

Q_{pc} = Número de pneus do veículo

P_{pn} = Valor do pneu novo

V_c = Valor de venda do veículo com n_c anos de uso

n_c = Período de uso do veículo trator e carroceria

- **Custo mensal da remuneração do capital do veículo (R_{cc})**

$$R_{cc} = \frac{(P_{cp} - V_c) * (n_c + 1) + V_c}{n_c * 12} * j \quad (4.5)$$

na qual:

P_{cp} = Preço do veículo novo com pneus

V_c = Valor de venda do veículo com n_c anos de uso

j = Taxa de juros

n_c = Período de uso do veículo trator e carroceria

▪ **Custo mensal de salário de operação (C_{so})**

$$C_{so} = \frac{S_m * N_t * (100 + E_s)}{100} \quad (4.6)$$

na qual:

S_m = Salário mensal do motorista

N_t = Número de motoristas por veículo

E_s = Encargos sociais

▪ **Custo mensal do licenciamento do veículo (C_{lc})**

$$C_{lc} = \frac{C_{sc} * I_{pc}}{12} \quad (4.7)$$

na qual:

C_{sc} = Seguro obrigatório do veículo

I_{pc} = IPVA

▪ **Custo fixo mensal do veículo (C_{lc})**

$$C_{lc} = C_{dc} + R_{cc} + C_{so} + C_{lc} \quad (4.8)$$

na qual:

C_{dc} = Custo mensal da depreciação do veículo

R_{cc} = Custo mensal da remuneração do capital do veículo

C_{so} = Custo mensal de salário de operação

C_{lc} = Custo mensal do licenciamento do veículo

4.4.1.2 Custos fixos da carroceria tipo cegonha

▪ **Custo mensal da depreciação da carroceria (C_{de})**

$$C_{de} = \frac{P_e - V_e}{n_c * 12} \quad (4.9)$$

na qual:

P_e = Preço da carroceria nova sem pneus

V_e = Valor de venda da carroceria com n_c anos de uso

n_c = Período de uso do veículo trator e carroceria

▪ **Custo mensal da remuneração do capital da carroceria (R_{ce})**

$$R_{ce} = \frac{(P_e + P_{pn} * Q_{pe} + P_{ca} * Q_{pe}) - V_e}{n_c * 24} * (n_c + 1) * j + (V_e * j) \quad (4.10)$$

na qual:

P_e = Preço da carroceria nova com pneus

V_e = Valor de venda da carroceria com n_c anos de uso

j = Taxa de juros

n_c = Período de uso do veículo trator e carroceria

Q_{pe} = Número de pneus da carroceria

P_{pn} = Valor do pneu novo da carroceria

P_{ca} = Valor da câmara da carroceria

▪ **Custo mensal do licenciamento da carroceria (C_{le})**

$$C_{le} = \frac{C_{se}}{12} \quad (4.11)$$

na qual:

C_{se} = Seguro obrigatório da carroceria

▪ **Custo fixo mensal da carroceria (C_{fe})**

$$C_{fe} = C_{de} + R_{ce} + C_{le} \quad (4.12)$$

na qual:

C_{de} = Custo mensal da depreciação da carroceria

R_{ce} = Custo mensal da remuneração da carroceria

C_{le} = Custo mensal do licenciamento da carroceria

4.4.1.3 Custos variáveis do veículo

▪ **Custo total com pneus do veículo (C_{pc})**

$$C_{pc} = \frac{(P_{pn} + P_{ca} + P_{re} * I_{mr} + P_{ca} * I_{mr})}{n_{pn} + n_{pr} * I_{mr}} * Q_{pc} \quad (4.13)$$

na qual:

P_{pn} = Valor do pneu novo do veículo

P_{ca} = Valor da câmara do veículo

P_{re} = Valor da recapagem do veículo

I_{mr} = Índice médio de recapagens do veículo

n_{pn} = Rodagem de pneu novo do veículo

n_{pr} = Rodagem de pneu usado do veículo

Q_{pc} = Número de pneus do veículo

▪ **Custo de manutenção do veículo (C_{mc})**

$$C_{mc} = \frac{P_{cp} - Q_{pc} * (P_{pn} + P_{ca})}{M_{ac}} * I_{mc} \quad (4.14)$$

na qual:

P_{cp} = Preço do veículo novo com pneus

Q_{pc} = Número de pneus do veículo

P_{pn} = Valor do pneu novo do veículo

P_{ca} = Valor da câmara do veículo

I_{mc} = Índice de manutenção do veículo

M_{ac} = Intervalo médio entre manutenções do veículo

▪ **Custo de lavagem e lubrificação do veículo (C_{ll})**

$$C_{ll} = \frac{P_{la}}{I_{la}} + \frac{P_{lu}}{I_{lu}} \quad (4.15)$$

na qual:

P_{la} = Preço de uma lavagem do veículo

I_{la} = Intervalo para lavagem do veículo

P_{lu} = Preço de uma lubrificação do veículo

I_{lu} = Intervalo para lubrificação do veículo

▪ **Custo de combustível (C_{cq})**

$$C_{cq} = \frac{P_{lc}}{A_{ml}} \quad (4.16)$$

na qual:

P_{lc} = Preço do litro de combustível

A_{ml} = Consumo médio de combustível

▪ **Custo de óleo lubrificante (C_{oq})**

$$C_{oq} = \frac{P_{cm} \cdot Q_{cm}}{I_{cm}} + \frac{P_{ct} \cdot Q_{ct}}{I_{ct}} + \frac{P_{sd} \cdot Q_{sd}}{I_{sd}} + \frac{P_{om} \cdot Q_{to}}{I_{to}} + \frac{P_{om} \cdot Q_{co}}{I_{co}} \quad (4.17)$$

na qual:

P_{cm} = Preço do óleo para caixa de mudanças

P_{ct} = Preço do óleo para eixo traseiro

P_{sd} = Preço do óleo do sistema de direção

P_{om} = Preço do óleo motor

Q_{cm} = Capacidade de óleo – caixa de mudança

Q_{ct} = Capacidade de óleo – eixo traseiro

Q_{sd} = Capacidade de óleo – sistema de direção

Q_{to} = Capacidade de óleo – motor

Q_{co} = Capacidade de óleo – complementação do óleo do motor

I_{cm} = Intervalo para troca de óleo da caixa de mudança

I_{ct} = Intervalo para troca de óleo do eixo traseiro

I_{sd} = Intervalo para troca de óleo do sistema de direção

I_{to} = Intervalo para troca de óleo do motor

I_{co} = Intervalo para complementação de óleo do motor

▪ **Custo variável por quilômetro do veículo (C_{vc})**

$$C_{vc} = C_{pc} + C_{mc} + C_{ll} + C_{cq} + C_{oq} \quad (4.18)$$

na qual:

C_{pc} = Custo total com pneus do veículo

C_{mc} = Custo de manutenção do veículo

C_{ll} = Custo de lavagem e lubrificação do veículo

C_{cq} = Custo de combustível

C_{oq} = Custo de óleo lubrificante do veículo

4.4.1.4 Custos variáveis da carroceria tipo cegonha

▪ **Custo total com pneus da carroceria (C_{pe})**

$$C_{pe} = \frac{P_{pn} + P_{ca} + P_{re} * I_{mre} + P_{ca} * I_{mre}}{n_{pne} + n_{pre} * I_{mre}} \quad (4.19)$$

na qual:

P_{pn} = Valor do pneu da carroceria

P_{ca} = Valor da câmara da carroceria

P_{re} = Valor da recapagem da carroceria

I_{mre} = Índice médio de recapagens da carroceria

n_{pne} = Rodagem de pneu novo da carroceria

n_{pre} = Rodagem de pneu usado da carroceria

▪ **Custo de manutenção da carroceria (C_{me})**

$$C_{me} = \frac{P_e * I_{me}}{M_a} \quad (4.20)$$

na qual:

P_{pe} = Preço da carroceria sem pneus

I_{me} = Índice de manutenção da carroceria

M_{ae} = Intervalo médio entre manutenções da carroceria

▪ **Custo de lavagem e lubrificação da carroceria (C_{lle})**

$$C_{lle} = \frac{P_{lae}}{I_{lla}} + \frac{P_{lue}}{I_{llue}} \quad (4.21)$$

na qual:

P_{lae} = Preço de uma lavagem da carroceria

I_{lla} = Intervalo para lavagem da carroceria

P_{lue} = Preço de uma lubrificação da carroceria

I_{llue} = Intervalo para lubrificação da carroceria

▪ **Custo variável por quilômetro da carroceria (C_{ve})**

$$C_{ve} = C_{pe} + C_{me} + C_{lle} \quad (4.22)$$

na qual:

C_{pe} = Custo total com pneus da carroceria

C_{me} = Custo de manutenção da carroceria

C_{lle} = Custo de lavagem e lubrificação da carroceria

4.4.1.5 Custos diretos finais

- **Custo fixo mensal do veículo e da carroceria (CFM)**

$$CFM = C_{fc} + C_{fe} \quad (4.23)$$

na qual:

C_{fc} = Custo fixo mensal do veículo

C_{fe} = Custo fixo mensal da carroceria

- **Custo variável por quilômetro do veículo e da carroceria (CVQ)**

$$CVQ = C_{vc} + C_{ve} \quad (4.24)$$

na qual:

C_{vc} = Custo variável por quilômetro do veículo

C_{ve} = Custo variável por quilômetro da carroceria

- **Custo direto operacional mensal (CDM)**

$$CDM = CFM + CVQ * QME \quad (4.25)$$

na qual:

CFM = Custo fixo mensal do veículo e carroceria

CVQ = Custo variável por quilômetro do veículo e carroceria

QME = Quilometragem mensal por veículo

4.4.1.6 Custos indiretos finais

- **Custo indireto operacional mensal (CIM)**

$$CIM = CDM * IDI \quad (4.26)$$

na qual:

CDM = Custo direto operacional mensal

IDI = Relação entre custos diretos e indiretos

4.4.1.7 Custo operacional final

- **Custo operacional total mensal (COM)**

$$COM = CDM + CIM \quad (4.27)$$

na qual:

CDM = Custo direto operacional mensal

CIM = Custo indireto operacional mensal

- **Custo operacional total por quilômetro rodado (COQ)**

$$COQ = \frac{COM}{QME} \quad (4.28)$$

na qual:

COM = Custo operacional total mensal

QME = Quilometragem mensal por veículo

- **Custo operacional total por dia trabalhado (COD)**

$$COD = \frac{COM}{NDO} \quad (4.29)$$

na qual:

COM = Custo operacional total mensal

NDO = Dias de operação por mês

- **Custo operacional total por hora trabalhada (COH)**

$$COH = \frac{COD}{NHD} \quad (4.30)$$

na qual:

COD = Custo operacional por dia trabalhado

NHD = Horas de operação por dia

▪ **Custo operacional total da tonelada transportada por quilômetro (CTQ)**

$$CTQ = \frac{COQ}{CCV * IAV} \quad (4.31)$$

na qual:

COQ = Custo operacional total por quilômetro rodado

CCV = Capacidade de carga líquida no veículo

IAV = Índice de aproveitamento

O índice de aproveitamento utilizado no cálculo do custo da tonelada quilométrica é de 50%, em função da viagem de retorno ser considerada vazia. A aplicação do método de custos médios desagregados resultou em um custo total de R\$3,2852 por quilômetro rodado, para o uso do cavalo mecânico e da carroceria tipo cegonha, computados todos os custos fixos, variáveis e administrativos. Ao analisar os custos operacionais por período, observa-se que eles equivalem a R\$2.737,6720 por dia trabalhado, ou a R\$171,1045 por hora trabalhada. Em relação ao transporte em função da carga, os resultados demonstraram uma tonelada quilométrica equivalente a R\$0,3369 para o modo rodoviário.

4.4.2 Custos ferroviários

Diversos fatores dificultam a elaboração de um modelo de custo ferroviário, como, por exemplo: o fato de possuir operação complexa; a variedade e a idade de material rodante que comprometem as estimativas dos custos variáveis; os custos fixos, que não são contabilizados nem disponíveis claramente; a manutenção; a sazonalidade; a regionalidade; a concorrência com outros modos de transporte; e até a influência do mercado internacional. Portanto, a desagregação de custos, como foi desenvolvida para o modo rodoviário, não é recomendada. Foi adotada nesta pesquisa a metodologia elaborada pela ANTT para construção de tabelas tarifárias, a partir dos dados fornecidos pelas concessionárias.

Todas as operações comerciais ferroviárias brasileiras são registradas no Sistema de Controle e Fiscalização do Transporte Ferroviário de Cargas (SAFF), que é gerenciado pela ANTT. A partir dessas informações, a agência elaborou uma metodologia de cálculo para referência dos fretes praticados pelas concessionárias. A base de dados contempla todas as operações executadas (em R\$/1000 TKU), sendo eliminadas aquelas com transporte de carga inferior a 100 toneladas, aquelas com distância inferior a 50 quilômetros, fluxos com produto médio superior a 150 R\$/1000 TKU e fluxos cuja relação entre o frete, o valor praticado e o custo variável médio sejam superiores à média acrescida do desvio padrão.

Foram definidas faixas quilométricas, em função das extensões das malhas de cada concessionária e da movimentação das cargas por trecho, e os produtos mais transportados foram agrupados. A tabela 4.10 apresenta o agrupamento dos produtos usualmente transportados no Brasil.

Tabela 4.10 – Agrupamento de produtos transportados por ferrovias

Açúcar cristal	Aubos e fertilizantes, fosfato e uréia
Amônia	Areia e pedras
Bauxita, cromita, coque, dolomita e minérios diversos (ferro, manganês, quartzo, zinco)	Calcário
Cimento e clínquer	Contêineres cheios e vazios, de 40 e 20 pés
Demais produtos	Escória de alto forno
Ferro gusa, ferro silício e sucata	Gesso
Magnesita	Mármore
Mercadorias em bagagens, encomendas e valores	Mercadorias em pequenas expedição
Produtos químicos	Produtos siderúrgicos
Soja, trigo, milho e farelo de soja	Talco e cal

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTT (2015a).

A tarifa a ser definida pelo método é calculada a partir da equação 4.32:

$$Tarifa (R\$/Tonelada) = Parte Fixa + Parte Variável \times Distância \quad (4.32)$$

O problema acima pode ser resolvido através de regressão linear, pois são apresentadas duas variáveis em uma equação, que são a parte fixa e a parte variável, porém as informações do SAFF possuem os dados de tonelagem, custo e distância, suficientes para a solução.

A base de dados do SAFF não é disponibilizada ao público geral. A ANTT, juntamente com o Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) da UFSC, dispõe de planilhas tarifárias, baseadas na metodologia apresentada, com o frete de referência praticado no período para cada produto e concessionária. O apêndice G apresenta os resultados dos fretes de referência

calculados a partir das planilhas da FCA, para toda a distância ferroviária no trajeto de ida e volta. Os dados de referência da FTL não estavam disponíveis, portanto foram consideradas as informações de custo da FCA, que trafega pela maior parte do trajeto proposto no cenário 2.

Foi apresentado que a intermodalidade ferroviária será realizada através dos equipamentos *roadrailer* e que será assistida por um vagão ferroviário do tipo *caboose*, para maior segurança na viagem. Uma vez que ambos os equipamentos não estão disponíveis nas concessionárias ferroviárias do problema, faz-se necessária a aquisição dos mesmos. Portanto, no apêndice G, estão apresentados os custos de aquisição e de remuneração do capital desses equipamentos.

4.4.3 Custos marítimos

O modo marítimo possui uma estrutura de custos básica referente a dois componentes, o navio e o porto. A embarcação, como demonstrado no modo rodoviário, apresenta custos fixos, variáveis e administrativos, que podem ser estimados pelo método de custos médios desagregados proposto por Novaes, Valente e Passaglia (1997), com algumas alterações, adaptado dos modelos propostos por Nakamura (2010), Teixeira (2007) e Rorato (2003). Esses dois últimos aplicaram o método no transporte de carnes congeladas e de carga geral, respectivamente.

Os custos marítimos podem ser classificados em duas partes: a primeira é relativa a quando o navio está navegando ou está atracado e a segunda é referente aos custos portuários, neste caso, às taxas portuárias cobradas nos Portos de Santos e de Suape, para desenvolvimento do cenário 3 desta dissertação.

O custo total de uma viagem marítima (CTVM) pode ser obtido pela equação 4.33:

$$CTVM = (CDM * NV) + (CDP * NAP) \quad (4.33)$$

na qual:

CDM = Custo diário do navio no mar (R\$/dia)

NV = Número de dias navegando

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

NAP = Número de dias atracado no porto

Pelas especificações técnicas do navio selecionado, ele desenvolve uma velocidade de cruzeiro de 21 nós, o que equivale a 35,15 km/h, que resulta em um tempo de navegação do Porto de Santos até o Porto de Suape igual a 2,76 dias, ou seja, 3 dias. Como demonstrado no item 4.3, não existem navios disponíveis no Brasil para o uso da cabotagem, portanto, o apêndice H apresenta os custos desagregados de navegação e de atracação da embarcação, cujos componentes da planilha estão descritos a seguir.

▪ **Custo de depreciação diária do navio (dd)**

$$dd = \frac{VN - (VN * VR)}{n} \quad (4.34)$$

na qual:

VN = Valor estimado do navio

VR = Valor do navio após n anos

n = Vida útil do navio

▪ **Remuneração de capital diário (rd)**

$$rd = \frac{(VN - (VN * VR)) * (n + 1) * j}{2 * n} + VN * VR * j \quad (4.35)$$

na qual:

VN = Valor estimado do navio

VR = Valor do navio após n anos

n = Vida útil do navio

j = Taxa de juros

▪ **Custo diário de capital (CC)**

$$CC = dd + rd \quad (4.36)$$

na qual:

dd = Custo de depreciação diária do navio

rd = Remuneração de capital diário

- **Custo diário dos salários da tripulação (CT)**

$$CT = \frac{CAT}{365} \quad (4.37)$$

na qual:

CAT = Custo anual da tripulação

- **Custo diário com outras despesas (COD)**

$$COD = \frac{CAOD}{365} \quad (4.38)$$

na qual:

CAOD = Outras despesas (comunicação, registros, viagens, etc.)

- **Custo diário com manutenção e reparos (CMR)**

$$CMR = \frac{VN*CAMR}{365} \quad (4.39)$$

na qual:

VN = Valor estimado do navio

CAMR = Custo de manutenção e reparos

- **Custo diário de material de bordo (CMB)**

$$CMB = \frac{CAMB}{DOP} \quad (4.40)$$

na qual:

CAMB = Custo anual de material de bordo

DOP = Dias de operação por ano

- **Custo diário de seguro do casco (CS)**

$$CS = \frac{VN*CAS}{365} \quad (4.41)$$

na qual:

VN = Valor estimado do navio

CAS = Custo de seguro do casco

▪ **Custo diário com combustível no mar (CCM)**

$$CCM = CHFO_m * PHFO \quad (4.42)$$

na qual:

$CHFO_m$ = Consumo de combustível no mar

PHFO = Custo de seguro do casco

▪ **Custo diário com combustível no porto (CCP)**

$$CCP = CCM * CHFO_p \quad (4.43)$$

na qual:

$CHFO_m$ = Consumo diário de combustível no mar

$CHFO_p$ = Consumo de combustível no porto

▪ **Custo diário com óleo lubrificante no mar (CLM)**

$$CLM = \frac{CALT * CALM}{DOP} \quad (4.44)$$

na qual:

CALT = Custo anual total com óleo lubrificante

CALM = Custo total com óleo lubrificante no mar

DOP = Dias de operação por ano

▪ **Custo diário com óleo lubrificante no porto (CLP)**

$$CLP = \frac{CALT * CALP}{DOP} \quad (4.45)$$

na qual:

CALT = Custo anual total com óleo lubrificante

CALM = Custo total com óleo lubrificante no porto

DOP = Dias de operação por ano

▪ **Custo diário de aquisição do sistema de monitoramento (CDAE)**

$$CDAE = \frac{CAE}{365} \quad (4.46)$$

na qual:

CAE = Custo de aquisição do sistema de monitoramento

▪ **Custo diário de transmissão de dados (CDT)**

$$CDT = \frac{CMT}{30} \quad (4.47)$$

na qual:

CMT = Custo médio mensal da transmissão de dados

▪ **Custo diário de monitoramento (CSM)**

$$CSM = CDAE + CDT \quad (4.48)$$

na qual:

CDAE = Custo diário de aquisição do sistema de monitoramento

CDT = Custo diário de transmissão de dados

O custo de aquisição do navio selecionado é de 270 milhões de reais. A operação de transporte de automóveis por cabotagem possui um tempo total de cinco dias, sendo três dias de navegação e doze horas em cada porto. O total de viagens por ano será de 26 viagens, portanto, o navio estará disponível para a *Volkswagen* 130 dias por ano, o que equivale a 35% de um período. Portanto, a viabilidade da cabotagem está vinculada à associação da *Volkswagen* a um ou mais investidores para a aquisição da embarcação. O total a ser financiado pela montadora será de R\$96.164.383,00 e esse valor foi utilizado na planilha de apropriação de custos.

Os custos portuários, que se referem às estruturas físicas e aos serviços que os portos oferecem, basicamente são, segundo a ANTAQ (2015): a estiva das embarcações, as conferências das cargas, a remuneração dos trabalhadores portuários, o aluguel de material de

estiva, as taxas da vistoria dos 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. Os preços relativos às tarifas portuárias são levantados, para cada terminal ou conjunto de berços e para cada tipo de carga, a partir do montante dos valores pagos ou devidos, conforme os componentes definidos na tabela 4.11, devendo ser incluídos os impostos incidentes.

Tabela 4.11 – Principais tarifas portuárias

Componente	Definição
Utilização da infraestrutura marítima ou de acesso e abrigo do porto	Pela utilização do acesso marítimo e das águas abrigadas e profundas das áreas de fundeio, de evolução e de atracação dos navios. Em alguns portos essas taxas recebem denominação distinta, mas, em geral, correspondem às antigas Taxas de Utilização do Porto (TUP), sendo cobradas por unidade, no caso de contêineres, ou por tonelada, para as demais cargas.
Utilização da infraestrutura terrestre	Pela utilização das instalações terrestres para as operações de carregamento /descarregamento de mercadorias: cais, acessos terrestres, armazéns e pátios de trânsito, instalações especializadas e vias de circulação internas, e, ainda, as benfeitorias e os serviços respectivos, tais como iluminação, drenagem, abastecimento, etc.
Equipamentos	Pelo aluguel de equipamentos para movimentação de cargas: portêineres e RTG, <i>reach stackers</i> , guindastes, caminhões e <i>bogies</i> , para o caso de contêineres ou guindastes, com <i>grabs</i> , sugadores, descarregadores ou carregadores ou outros equipamentos especializados pertencentes à administração do porto.
Outras taxas	Valores pagos à administração do porto pela prestação de serviços diversos nas operações de carregamento e descarregamento de mercadorias não incluídas nos itens acima, tais como transporte interno, pesagem e outras não especificadas.

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTAQ (2003)

Para os portos em análise, Santos e Suape, este último apresenta uma descrição mais detalhada das suas tarifas, em relação ao transporte e à movimentação de automóveis nas instalações portuárias, sendo então considerada essa tabela como referência para os dois portos, apresentada na tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Tabela tarifária do Porto de Suape para a movimentação de automóveis

Tabela	Descrição	Responsável	Especificações	Valor (R\$)
1	Utilização da infraestrutura marítima	Taxas devidas pelo armador, agente de navegação ou requisitante	Automóveis, no sistema <i>roll-on/roll-off</i> , por unidade.	3,07
2	Ocupação das instalações de atracação	Taxas devidas pelo armador ou agente de navegação	Por metro linear de instalação ocupada por embarcação, mesmo que a contrabordo de outra, por hora, ou fração. No CMU, cais de múltiplos usos	0,39
3	Utilização da infraestrutura terrestre	Taxas devidas pelo operador portuário ou requisitante	Pela utilização da infraestrutura colocada à disposição para a transferência de mercadorias das embarcações até as instalações de armazenagem, de qualquer uso, localizadas na área do porto, ou no sentido inverso. Automóveis, no sistema <i>roll-on/roll-off</i> , por unidade	1,02
4	Serviços de armazenagem nas instalações da administração do porto	Taxas devidas pelo dono da mercadoria ou requisitante	Veículo montado, movimentado por sistema <i>roll-on/roll-off</i> , por unidade. Pelo primeiro período de 30 dias ou fração Pelo segundo período e períodos subsequentes de 30 dias ou fração	7,00 14,00
5	Serviços diversos	Taxas devidas pelo requisitante	Pela movimentação adicional de veículos no pátio de estocagem, inspeção e registros, considerada a quantidade de veículos recebidos no pátio, por mês. De 201 a 400 veículos De 401 a 600 veículos De 601 a 800 veículos De 801 a 1000 veículos De 1001 a 1200 veículos De 1201 a 1400 veículos De 1401 a 1600 veículos De 1601 a 1800 veículos De 1801 a 2000 veículos De 2001 a 2200 veículos De 2201 a 2400 veículos De 2401 a 2600 veículos	95,54 60,02 44,79 36,32 30,92 27,20 24,46 22,37 20,72 19,37 18,26 17,34

Fonte: Elaboração do autor a partir de ANTAQ (2015)

A operação portuária proposta para o transporte de automóveis, em função da embarcação selecionada, que comporta um total de 1.000 automóveis, e da demanda necessária, resulta em um total de 26 viagens anuais. Em cada porto será necessário um pátio de estocagem de 1.000 veículos e a movimentação mensal será de 2.142 veículos. O comprimento do navio é de aproximadamente 200 metros, portanto, foi considerada uma área de cais equivalente a 300

metros. Com base nessas informações, a tabela 4.13 detalha os custos anuais portuários totais para os dois portos.

Tabela 4.13 – Custos anuais portuários

Tabela	Descrição	Valor (R\$)
1	Utilização da infraestrutura marítima	159.640,00
2	Ocupação das instalações de atracação	73.008,00
3	Utilização da infraestrutura terrestre	53.040,00
4	Serviços de armazenagem nas instalações da administração do porto	322.000,00
5	Serviços diversos	464,88
Total		608.152,88

Fonte: Elaboração do autor

Os resultados apresentados na tabela 4.13 correspondem ao somatório dos coeficientes K_{Arm} e K_{Transb} da equação 4.3 para a determinação dos custos logísticos totais da cabotagem. A próxima seção apresenta um resumo dos custos finais de cada cenário e um comparativo dos resultados obtidos.

4.4.4 Comparativo econômico dos cenários

Os resultados apresentados demonstraram a possibilidade do uso da intermodalidade ferroviária ou marítima, no transporte de automóveis, pela atual infraestrutura de transportes brasileira. A partir da caracterização da rede de transporte estudada, percebe-se que o modo marítimo apresenta uma estrutura melhor à movimentação de automóveis, pois já é adaptado à importação e à exportação de veículos, diferentemente do modo ferroviário, que já transportou automóveis nas décadas de 1970 e 1980, porém sempre atendendo ao mercado externo. As ferrovias brasileiras tiveram um longo período sem investimentos, que comprometeu a utilização de inúmeros trechos, vários deles levados ao abandono, bem como do material rodante, que não era competitivo pela sua não renovação. Permitiu-se, assim, que outros modos de transporte exercessem funções fora de sua faixa de eficiência, como o rodoviário.

Para o cálculo do coeficiente de perdas e avarias, é necessário determinar o valor da mercadoria a ser transportada e aplicar os respectivos índices de perdas e avarias, conforme a tabela 4.9. Uma vez que não foi obtido o número total de veículos vendidos por modelo, foi realizada uma pesquisa com os preços médios de automóveis da *Volkswagen*, segundo a Tabela FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas), que mantém uma base atualizada

de veículos nacionais e importados, novos e usados. Foram retirados os impostos aplicados aos automóveis que, segundo cálculos do Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário (IBPT), giram em torno de 30%. Os custos de transporte foram descartados, com base nos resultados deste estudo. O valor estimado de cada veículo foi R\$25.000,00, conforme a tabela 4.14, que também apresenta o peso médio dos veículos da montadora.

Tabela 4.14 – Valor médio e peso bruto dos veículos da *Volkswagen* (valores em reais)

Veículos	Peso (Kg)	Preços Tabela FIPE	Total de Impostos (30%)	Valor Médio do Frete	Valor Final do Veículo sem impostos e sem frete
CROSS FOX	1.040	52.063,00	15.618,90	1.081,31	35.362,79
FOX	1.052	31.753,00	9.525,90	1.081,31	21.145,79
GOL	961	28.075,00	8.422,50	1.081,31	18.571,19
POLO	1.117	40.112,00	12.033,60	1.081,31	26.997,09
GOLF	1.215	50.584,00	15.175,20	1.081,31	34.327,49
SAVEIRO	1.020	35.255,00	10.576,50	1.081,31	23.597,19
VOYAGE	1.029	34.351,00	10.305,30	1.081,31	22.964,39
UP	895	29.141,00	8.742,30	1.081,31	19.317,39
Peso médio	1.041			Preço médio	25.285,42

Fonte: Elaboração do autor a partir de FIPE (2015) e do sítio eletrônico da *Volkswagen* (2015)

A tabela 4.15 apresenta o resumo dos custos finais do cenário 1, que apresentou um custo total anual de R\$27.802.728,19 para o transporte de automóveis por rodovia, resultando em um custo generalizado de R\$1.081,31 por veículo transportado.

Tabela 4.15 – Resumo dos custos totais do cenário 1

Parâmetros	Unidade	Valores
Distância	Km	2.549
Demanda anual	Veículos	25.712
Valor médio da mercadoria	R\$/veículo	25.000
Peso médio do veículo	t/veículo	1,041
Peso líquido por viagem	t/viagem	11,45
Número de viagens anuais	Viagens/ano	2.337
Custo por km	R\$/km	3,2852
Custo por tonelada*km	R\$/t*km	0,3369
Custo operacional anual	R\$	22.981.728,19
Custo anual de perdas e avarias	R\$	4.821.000,00
Custo total	R\$	27.802.728,19
Custo / Veículo	R\$/veículo	1.081,31

Fonte: Elaboração do autor

A alternativa rodoferroviária simulada no cenário 2 apresentou um custo total equivalente a R\$26.712.488,87, que resultou em um custo por veículo igual a R\$1.038,91. Ressalta-se que o custo da tonelada quilométrica do modo rodoviário equivale a, aproximadamente, quatro vezes o valor apurado pelo modo ferroviário, em função da capacidade de uma composição

ferroviária ser bem superior à capacidade de um veículo do tipo cegonha. Portanto, a razão entre os custos do cenário 2 e do cenário 1 é da ordem 3,92%, equivalente a uma economia de R\$1.090.239,32 por ano se a alternativa rodoferroviária fosse adotada, conforme a tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Resumo dos custos totais do cenário 2

Parâmetros	Unidade	Modo de transporte	
		Rodoviário	Ferrovário
Distância	km	293,00	3.909,99
Demanda anual	Veículos	25.712	
Valor médio da mercadoria	R\$/veículo	25.000	
Peso médio do veículo	t	1,041	
Peso líquido por viagem	t/viagem	11,45	687,06
Número de viagens anuais	Viagens	2.337	39
Custo por km	R\$/km	3,2852	58,4756
Custo por tonelada*km	R\$/t*km	0,3369	0,0851
Custo operacional anual	R\$	2.641.668,93	17.833.854,87
Custo anual de perdas e avarias	R\$	2.571.200,00	1.285.600,00
Custo de transbordo	R\$	-	2.215.266,80
Custo total	R\$	26.547.590,60	
Custo / Veículo	R\$	1.032,50	

Fonte: Elaboração do autor

A simulação realizada para cabotagem, cenário 3, foi a que apresentou os melhores resultados, com um custo total de transporte por veículo equivalente a R\$510,99, a um custo total de R\$13.138.550,96, incluídos os custos de navegação e as taxas portuárias. Os resultados demonstram que a cabotagem é 50,51% mais vantajosa economicamente que a alternativa rodoferroviária e também é 52,74% mais vantajosa que o cenário 1, representando uma economia anual de R\$14.664.177,23 em relação a esse cenário.

Ao considerar o valor da mercadoria que foi transportada no período de um ano pelos valores obtidos, equivalente a 642,8 milhões de reais, a economia de transporte equivale a 2,28% desse total.

O custo da tonelada quilométrica do modo marítimo equivale a, aproximadamente, 7,2 vezes do apresentado pelo modo rodoviário. Ressalta-se que o navio para a cabotagem é do tipo CON-RO, que transporta 1.000 automóveis e 1.850 contêineres de 20 pés (TEU) e, para a simulação realizada, o navio executou o trajeto do Porto de Santos até o Porto de Suape, carregado com 1.000 automóveis e sem carregar nenhum contêiner, o que realmente não ocorre em operações comerciais, fato que reduziria mais ainda o frete se toda a capacidade do

navio fosse utilizada pelo operador de transporte, reduzindo os custos logísticos finais à montadora. A tabela 4.17 apresenta os resultados obtidos no cenário 3.

Tabela 4.17 – Resumo dos custos totais do cenário 3

Parâmetros	Unidade	Modo de transporte	
		Rodoviário	Marítimo
Distância	km	241,00	3.909,99
Demanda anual	Veículos	25.712	
Valor médio da mercadoria	R\$/veículo	25.000	
Peso médio do veículo	t	1,041	
Peso líquido por viagem	t/viagem	11,45	1.041,00
Número de viagens anuais	Viagens	2.337	26
Custo por km	R\$/km	3,2852	48,5800
Custo por tonelada*km	R\$/t*km	0,3369	0,0467
Custo operacional anual	R\$	2.174.440,08	6.499.158,00
Custo anual de perdas e avarias	R\$	2.571.200,00	1.285.600,00
Custo de transbordo	R\$		608.152,88
Custo total	R\$	13.138.550,96	
Custo / Veículo	R\$	510,99	

Fonte: Elaboração do autor

O gráfico na figura 4.20 ilustra a diferença entre os custos apurados por veículo para os cenários estudados, enquanto o da figura 4.21 ilustra o *Transit Time* estimado entre a montadora e suas concessionárias.

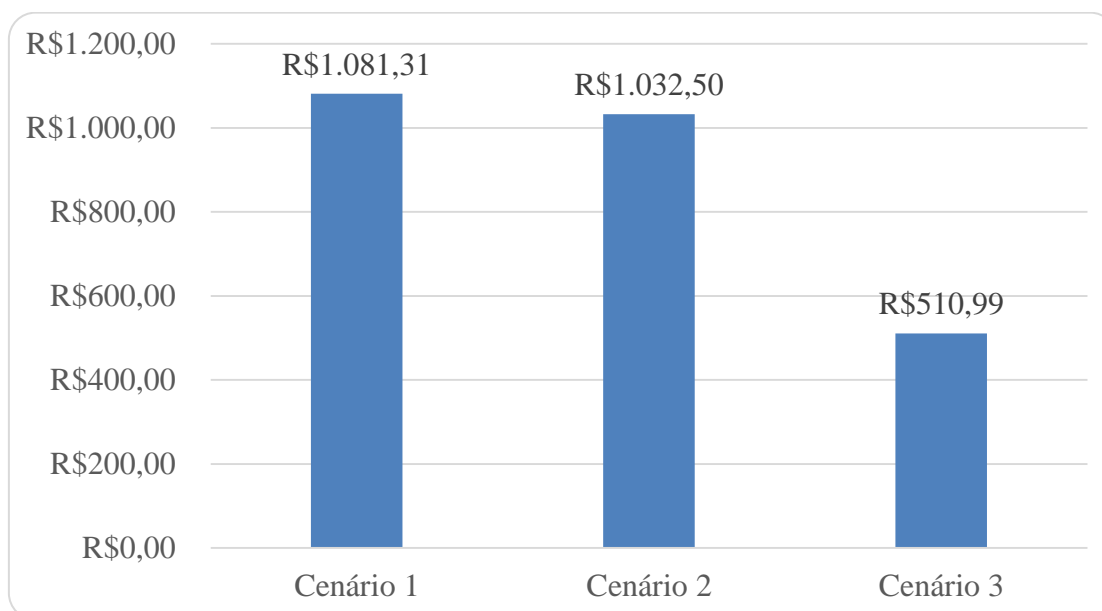


Figura 4.20 – Comparativo do custo por veículo entre os cenários

Fonte: Elaboração do autor

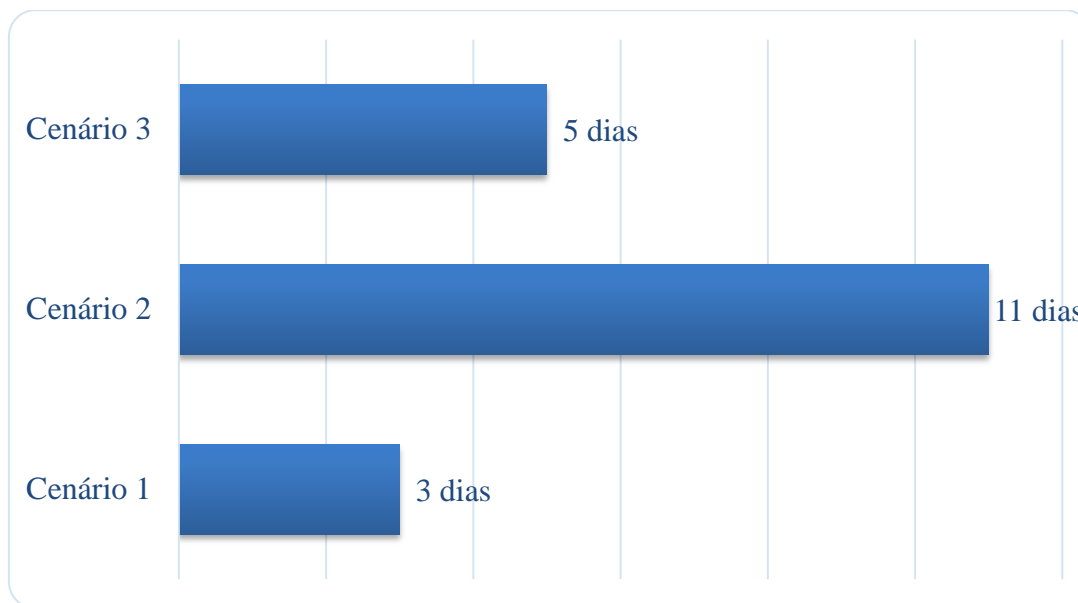


Figura 4.21 – *Transit Time* para cada cenário (em dias)

Fonte: Elaboração do autor

4.5 Avaliação de viabilidade do uso da intermodalidade

A partir dos resultados obtidos para os custos operacionais anuais dos três cenários, foi avaliada a viabilidade das alternativas intermodais, referentes ao uso da ferrovia e da cabotagem, pois elas, conforme já descrito, necessitariam de investimentos em equipamentos para possibilitar as operações de transporte. A análise de viabilidade foi elaborada com a utilização de quatro conceituados métodos de avaliação financeira para orçamento de capital e tomada de decisão:

- *Payback*;
- Valor Presente Líquido (VPL);
- Valor Econômico Agregado (EVA).

A tomada de decisão sobre um ou outro projeto nem sempre é simples, portanto, deve-se analisar o máximo número de variáveis possíveis do negócio, prevendo os custos financeiros e econômicos, bem como os riscos e as oportunidades. As ferramentas de análise de viabilidade geralmente envolvem a integração entre dinheiro e tempo, visando considerar o risco e o retorno de um investimento, sempre focando em aumentar o lucro das empresas. A tabela 4.18 apresenta os principais indicadores financeiros que são utilizados na análise de viabilidade pelos métodos relacionados.

Tabela 4.18 – Resumos dos principais indicadores dos cenários analisados

Indicadores	Unidade	Cenários		
		1	2	3
Custo total anual	R\$/ano	27.802.728,19	26.547.590,60	13.138.550,96
Investimentos	R\$	-	20.544.840,00	96.164.383,00
Economia em relação ao cenário 1	R\$/ano	-	1.255.137,59	14.664.177,23
Taxa de juros	%	10	10	10
Tempo de depreciação	ano	5	15	20
Imposto de Renda	%	40	40	40
IPI, COFINS e ICMS	%	30	30	30
Valor médio da mercadoria	R\$/veículo	25.000	25.000	25.000
Demanda atual	Veículos/ano	25.712	25.712	25.712

Fonte: Elaboração do autor

4.5.1 Payback

Os períodos de *payback* são, normalmente, usados para avaliar propostas de investimento de capital e consistem no tempo necessário para recuperação do investimento, a partir das entradas de caixa. É muito utilizado, porém é pouco sofisticado em relação à análise de capital, pois não considera o valor do dinheiro no tempo. O *payback* pode ser calculado pela equação 4.49, abaixo descrita:

$$Payback (ano) = \frac{Investimento realizado (R\$)}{Economia gerada (R\$/ano)} \quad (4.49)$$

Aplicando a equação acima para o cenário 2 tem-se um *payback* de 16,37 anos para recuperação do investimento e, para o cenário 3, o *payback* é igual a 6,56 anos. A análise desse índice retorna conclusões de que o cenário 3 é mais interessante que o cenário 2. Cada modo de transporte possui uma faixa de eficiência, e a ferrovia, à distância que foi simulada, é menos eficiente que a cabotagem.

4.5.2 Valor Presente Líquido – VPL

O método VPL, mais eficiente que o anterior, explicita o valor do dinheiro no tempo, no qual o dinheiro é descontado por meio de taxa prefixada. Denominada taxa de desconto ou custo de oportunidade, ela consiste em informar o retorno mínimo necessário para a viabilidade de um projeto e pode ser expressa pela equação 4.50.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{Entradas\ do\ Fluxo\ de\ Caixa}{(1+r)^t} - Investimento\ inicial \quad (4.50)$$

na qual,

t = Tempo

r = Taxa de desconto

As planilhas eletrônicas calculam a VPL de forma bem simplificada. As entradas consideradas para os cenários 2 e 3 são as economias geradas pela intermodalidade, em relação ao cenário 1. A VPL para o cenário 2 foi de R\$10.998.163,69, negativo, e, para o cenário 3, foi de R\$28.680.024,24, positivo.

Se a VPL for positiva, o projeto pode ser aceito. Se for negativa, o mesmo deve ser rejeitado. Portanto, o cenário 2, que simula a alternativa ferroviária, não apresenta viabilidade econômica, ao passo que o cenário 3 é viável. O gráfico na figura 4.22 foi elaborado a partir da simulação de várias taxas de desconto. No eixo da abcissa, quando o gráfico de VPL se torna nulo, há aí uma taxa que é determinada Taxa Interna de Retorno, ou seja, é a taxa limite de viabilidade de um projeto, muito utilizada como referência em análises de projetos. Percebe-se pelo gráfico a inviabilidade do cenário 2, pois o mesmo não assume valores positivos.

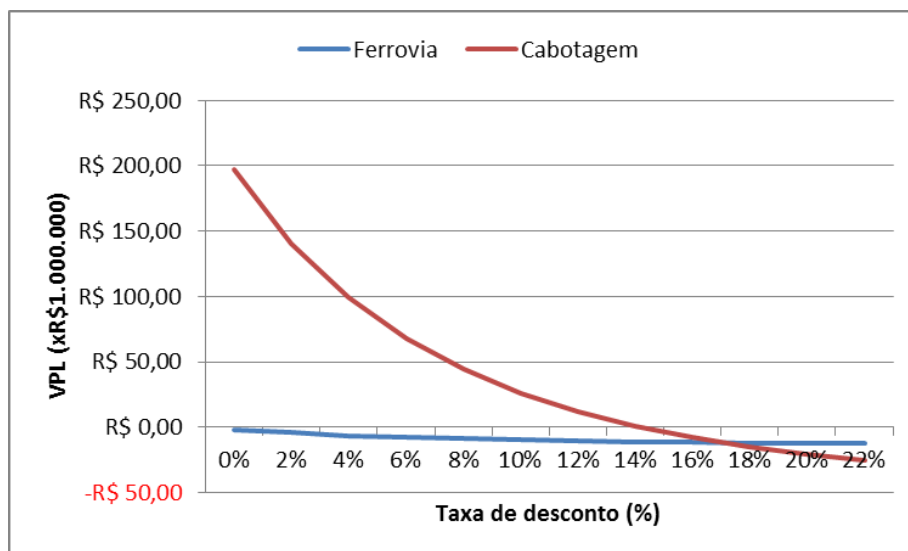


Figura 4.22 – Gráfico com perfil de VPL para o cenário 2 (ferrovia) e o cenário 3 (cabotagem)
Fonte: Elaboração do autor

Nos mesmos cenários, a TIR pode ser definida algebricamente pela equação 4.50, ao considerar $r = TIR$ e assumir o VPL como nulo. A TIR para o cenário 2 foi de -1,1% e, para o cenário 3, foi de 14,2%, também calculados com auxílio de planilhas eletrônicas. Outra

análise interessante é que, quando a TIR for maior que a taxa de juros, o negócio é economicamente viável e rentável, fato que ocorre no cenário 2.

4.5.3 Valor Econômico Agregado – EVA

O método EVA (*Economic Value Added*) pode ser considerado um gerenciador financeiro, uma vez que ele retrata a criação ou destruição da riqueza de uma empresa. Ele é considerado a ferramenta mais adequada para avaliar o desempenho de um negócio ou projeto, já que ele explicita, de forma simples e objetiva, o lucro operacional e os recursos de capital necessários para gerá-lo. O EVA pode ser calculado como a diferença entre o NOPAT (lucro operacional líquido após impostos) e o capital empregado pela empresa. A tabela 4.19 apresenta o método.

Tabela 4.19 – Metodologia para cálculo do EVA

-	Vendas líquidas
-	Despesas operacionais
=	Lucro operacional (ou lucro antes das despesas financeiras e do imposto de renda EBIT)
-	Imposto de renda
=	Lucro operacional líquido após imposto de renda (NOPAT)
-	Custo de capital
=	EVA

Fonte: Elaboração do autor a partir de Young e O’Byrne (2003)

Os resultados do método EVA para os cenários 2 e 3 estão apresentados na tabela 4.20. Conforme a bibliografia, o método EVA retorna exatamente os anseios dos investidores, que são números finais e não percentagens. As vendas dos automóveis foram incluídas no cálculo desse método e, após a retirada dos impostos e dos investimentos aportados, o resultado foi realmente o patrimônio que foi acrescido à empresa pelo negócio proposto.

Tabela 4.20 – Resultados do método EVA para os cenários 2 e 3

Indicadores	2	3
Economia	1.255.137,59	14.664.177,23
NOPAT	423.412.409,40	436.821.449,04
Investimento	20.544.840,00	96.164.383,00
Encargos de capital a 12% aa	2.465.380,80	11.539.725,96
EVA	420.947.028,60	425.281.723,08

Fonte: Elaboração do autor

Conforme demonstrado na tabela 4.20, o cenário 3 resulta à fabricante de automóveis um aumento de riqueza equivalente a R\$4.334.694,48 a mais que o cenário 2, para cada ano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposição de alternativas de transporte de carga ao modo rodoviário para a movimentação de automóveis, com uso da intermodalidade através da ferrovia ou cabotagem, foi elaborada de forma a perceber os custos operacionais e os possíveis ganhos econômicos dessa operação. Baseados nas premissas dos níveis de eficiência de cada modo de transporte, na matriz de distribuição modal de transportes brasileira, na infraestrutura atual de transportes, nas dimensões geográficas do Brasil e na legislação sobre transportes, os resultados apontam que é possível obter ganhos financeiros com o transporte de cargas de alto valor agregado por modos que não o rodoviário.

Este capítulo tece as principais conclusões deste trabalho, à luz dos objetivos propostos e, por fim, apresenta as limitações observadas e as recomendações e oportunidades para continuação de estudos voltados ao tema em questão.

5.1 *Quanto ao objetivo geral do estudo*

A pesquisa demonstrou o potencial do transporte intermodal para a movimentação de automóveis no cenário brasileiro, entre a fábrica da *Volkswagen* e suas concessionárias no estado de Pernambuco. O trecho ferroviário analisado, com origem na estação Boa Vista Nova (no estado de São Paulo) até a estação Cabo (no estado de Pernambuco), é operado por duas concessionárias, sendo que uma delas, a FCA, encontra-se operacional até a estação Propriá (no estado de Sergipe), e a outra, a FTL, está abandonada em diversos trechos, estando operacional no trecho em construção da nova Transnordestina, segundo o PIL. Esse trecho, conforme mencionado anteriormente, possui malha ferroviária em bitola métrica, para promover a ligação entre as origens e os destinos do estudo.

As novas ferrovias brasileiras serão construídas em bitola larga, apesar de a maior parte da malha brasileira ser de bitola métrica. Essa decisão trará inúmeros problemas para possíveis ligações ferroviárias. No estudo de caso, a análise de viabilidade resultou em uma negativa ao uso ferroviário na aplicação da metodologia, em função da grande distância ferroviária, quase 4.000 quilômetros, considerando o contorno a ser realizado no município de Uberaba-MG, que aumenta os custos linearmente, apesar dos custos por quilômetro e da tonelada quilométrica serem mais vantajosos para o modo ferroviário, em relação ao rodoviário.

O estudo de capacidade de transporte do modo ferroviário demonstrou que existe capacidade no trecho, que é apresentado pelas concessionárias através das suas declarações de rede, apesar de alguns trechos operarem quase no limite, basicamente em virtude dos trechos em via singela, que restringem sua capacidade. O sistema portuário brasileiro está em franca expansão, principalmente os portos avaliados, Santos e Suape, localizados a 60 e a 40 quilômetros, respectivamente, das capitais São Paulo e Recife. Ambos os portos estão adequados para o transporte de automóveis. Os equipamentos intermodais foram apresentados e avaliados no cenário brasileiro, cujas principais premissas foram:

- Para o modo ferroviário, em função das restrições de espaço para estacionamento de veículos, os vagões plataformas de automóveis não seriam utilizados. Outro fator também apontado é que o tempo de transferência da cegonheiras para o vagão seria um ponto desencorajador;
- Para o modo marítimo, em função da escassez de navios e da operação de cabotagem para esse tipo de carga ser ainda incipiente, o navio a ser selecionado deveria transportar mais de um tipo de carga, por exemplo contêineres.

Portanto, foi selecionado o equipamento *roadrailer* para a intermodalidade ferroviária e um navio do tipo CON-RO para o uso da cabotagem. Para incremento de segurança na ferrovia foi adotada uma operação assistida de um vagão do tipo *caboose*, com segurança armada no final da composição.

5.2 Comentários dos resultados

Os custos operacionais foram apurados nos três cenários avaliados. O cenário 1 apresentou um custo total de operação de R\$27.802.728,19, a um custo de R\$0,3369 por tonelada quilométrica, em um *transit time* de três dias. Já o cenário 2, referente à opção rodoferroviária, apresentou um custo total de R\$26.547.590,60, valor este 4,51% menor que o do cenário 1. Por fim, o cenário 3 apresentou um custo total, bem inferior aos demais, de R\$13.138.550,96, ou seja, representando uma economia de 52,74% em relação ao cenário 1. Pela eficiência de cada modo, esses resultados já eram previstos, com o detalhe, já comentado, de que o custo do cenário 2 se aproximou do custo do cenário 1, em virtude da grande distância ferroviária percebida, já deslocando a ferrovia de sua faixa de eficiência.

A análise de viabilidade foi desenvolvida através de três métodos de orçamento de capital, em que foram avaliados os investimentos necessários aos cenários 2 e 3, cujas conclusões foram:

- O método *payback*, que avalia o tempo de retorno do investimento, mostrou que ambos os cenários apresentam tempos de retorno razoáveis e que seus projetos podem ser aceitos para implantação, com preferência para o cenário 2, em virtude do menor tempo de *payback*;
- O método do VPL, que retorna o valor do investimento no tempo, resultou na inviabilidade dos investimentos no cenário 2 e na viabilidade do cenário 3;
- O método do EVA, que mede a riqueza obtida em um projeto, apontou que o cenário 3 proporciona mais riqueza à montadora *Volkswagen* do que o cenário 2, da ordem de 5 milhões de reais a mais por ano.

Cabe ressaltar que o transporte de automóveis no Brasil poderia melhorar substancialmente, assim como diversos produtos de alto valor agregado, se a rede de transporte de carga tivesse uma maior capacidade, com vias rodoviárias e ferroviárias mais eficientes, assim como terminais de transbordo mais adequados. Conforme demonstrado na revisão da literatura, novas políticas nacionais de transporte estão sendo planejadas. Portanto, a concretização desses projetos demanda muito tempo e altos custos de implantação, para que o país possa ser mais competitivo internacionalmente, com a melhoria de sua cadeia de abastecimento e de seus custos logísticos, reduzindo tempos de deslocamento com mais segurança.

Dentre as contribuições deste trabalho está a demonstração, pelo modelo aplicado a um caso brasileiro, de que o uso da intermodalidade no transporte de carga pode reduzir custos e aumentar a riqueza das empresas, principalmente se operada em uma rede eficiente e em larga escala, fatores que contribuiriam para o crescimento da indústria e para a atração de novos clientes.

5.3 *Quanto às limitações do estudo*

As limitações observadas no desenvolvimento e nos resultados apontaram para aspectos relacionados à complexidade do tema, à prática inexistente da intermodalidade para cargas de alto valor agregado, à falta de estrutura para a transferência de veículos em pátios ferroviários, bem como à falta de navios adequados à movimentação de automóveis. Todos esses fatores

confirmam o atual modelo de transporte, unicamente rodoviário, e são barreiras à adoção de novos modos. A avaliação de viabilidade pelos métodos desenvolvidos busca nas vantagens econômicas o incentivo para a implantação da intermodalidade.

Uma vez que a pesquisa foi baseada em dados de terceiros, o cálculo do número de viagens rodoviárias foi estimado de acordo com a média por concessionária, e não em função da real demanda por município, dado este não disponibilizado nas fontes pesquisadas. Porém, isso não comprometeu o estudo, que apresentou uma metodologia de cálculo que pode ser aplicada a partir de qualquer base de dados, sejam eles reais ou simulados.

A análise financeira para aplicação do método do EVA pode ser elaborada através dos balanços da empresa para melhor mensuração das riquezas a serem obtidas com a implantação de projetos ou ações administrativas. No presente estudo foi apurado que a implantação da cabotagem pode gerar riquezas da ordem de 5 milhões de reais superiores ao uso da ferrovia, com o cálculo simplificado do modelo pela subtração das vendas líquidas efetuadas com os custos operacionais.

5.4 *Quanto à oportunidade de estudos complementares*

A abrangência desta pesquisa permite o desenvolvimento de estudos complementares, tanto na avaliação de novas simulações de movimentações de automóveis, quanto no uso de outras tecnologias de transporte. Dentre outras pesquisas, sugere-se:

- Simulação de viagem de retorno carregada, de Pernambuco a São Paulo, considerando, por exemplo, que a *Fiat* inaugurou recentemente uma fábrica no município de Goiânia-GO para produzir veículos da *Jeep*, que poderiam ser transportados à região Sudeste por ferrovia ou cabotagem;
- Avaliar o transporte de automóveis pelas novas ferrovias apresentadas pelo PIL, detalhando, a partir de uma matriz de origem e de destino, os resultados econômicos em função das distâncias ferroviárias;
- Analisar economicamente um possível consórcio entre diversas montadoras para a aquisição de navios do tipo RO-RO;
- Avaliação do transporte turístico com vagão cegonha fechado, com possibilidade de o cliente transportar o próprio carro em uma viagem de média a longa distância;

- Avaliação da hipótese de containerizar os automóveis na fábrica, para transportá-los por ferrovia ou cabotagem;
- Avaliação da utilização do autotrem, carreta sobre vagão plataforma, para cegonheiras.

A participação mais efetiva de outros modos no cenário nacional do transporte de cargas contribui com economicidade em toda a cadeia produtiva, aumentando a eficiência e a competitividade mercadológica.

REFERÊNCIAS

- ABENSUR, E. O. Um modelo multiobjetivo de otimização aplicado ao processo de orçamento de capital. *Gestão e Produção*, v. 19, n. 4, p. 747-758, 2012.
- ALBERTON, A.; MARCON, R.; SILVA, A. B.; CANCELLIER, E. L. P. L. Seleção de investimentos: aspectos e ferramentas relevantes na perspectivas dos gestores. In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2004, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABEPRO, 2004.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2014*. São Paulo, 2014.
- ÂNGELO, L. B. Custos Logísticos de Transferência de Produtos. *Gelog – UFSC*, Florianópolis, 2005. Disponível em: <www.gelog.ufsc.br>. Acesso em: 5 jan. 2007.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>>. Acesso em: fev. 2015.
- _____. *Boletim Anual de Movimentação de Cargas 2012*. Análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privativo. Brasília, DF, 2013a.
- _____. Superintendência de Navegação Marítima e de Apoio (SNM). Gerência de Desenvolvimento e Regulação da Navegação Marítima e de Apoio. *Cenário da Cabotagem Brasileira – 2010 a 2012*. Brasília, DF, 2013b.
- _____. *Indicadores de desempenho portuário*. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/DesempenhoPortuario/Cartilha.pdf>>. Acesso em: fev. 2015.
- _____. Superintendência de Navegação Marítima e de Apoio (SNM). *Panorama da Navegação Marítima e de Apoio*. Brasília, DF, 2012.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS (ANTF). *As ferrovias e o futuro do país*. Brasília, DF, 2009.
- _____. *Material Rodante Locomotivas e Vagões*. Disponível em: <www.antf.org.br/index.php/material-rodante>. Acesso em: 5 jan. 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Disponível em: <www.antt.gov.br/index.php/content/view/4935/Fiscalizacao>. Acesso em: 20 out. 2013.
- _____. Superintendência de Infraestrutura e Serviços de Transporte Ferroviário de Cargas (SUFER). *Acompanhamento das concessões ferroviárias*. Relatório Anual. Brasília, DF, 2014.
- _____. *Características do Transporte Ferroviário*. Brasília, DF, 2015a. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em: 2015.
- _____. Superintendência de Infraestrutura e Serviços de Transporte Ferroviário de Cargas (SUFER). *Declaração de rede 2015: Ferrovia Centro-Atlântica*. Brasília, DF, 2015c.
- _____. Superintendência de Infraestrutura e Serviços de Transporte Ferroviário de Cargas (SUFER). *Declaração de rede 2015: Ferrovia Transnordestina Logística*. Brasília, DF, 2015d.
- _____. *Desenvolvimento de metodologia para análises de custos ferroviários*. Projeto Custos Ferroviários. Convênio com o Laboratório de Transportes e Logística – LabTrans da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008.

_____. *Entraves Burocráticos, Exigências Legais e Tributárias do Transporte Multimodal*. Relatório. ENC/UnB – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. Brasília, 2011, 186 p.

_____. Superintendência de Infraestrutura e Serviços de Transporte Ferroviário de Cargas (SUFER). *Evolução do Transporte Ferroviário*. Brasília, DF, 2014.

_____. *Legislação Básica*. Brasília, DF, 2015b. Disponível em: <www.antt.gov.br>. Acesso em: fev. 2015.

ARAÚJO, A. M. P.; ASSAF NETO, A. A contabilidade tradicional e a contabilidade baseada em valor. *Revista Contabilidade e Finanças*, USP, São Paulo, n. 33, p. 16-32, 2003.

ARBIX, G.; RODRIGUES-POSE, A. Estratégias do Desperdício: A guerra fiscal e as incertezas do desenvolvimento. Tradução: Clarice Cohn. *Novos Estudos CEBRAP*, n. 54, p. 55-71, jul. 1999.

ASSAF NETO, A. Os métodos quantitativos de análise de investimentos. *Caderno de Estudos*, São Paulo, n. 6, 1992.

AUTO PISTA FERNÃO DIAS. *Tabela de novas tarifas*. 2009. Disponível em: <<http://www.autopistafernao.com.br/?link=campanhas.ver&id=680>>. Acesso em: fev. 2015.

BALDEZ, L. H. T. Definição de marcos regulatórios. 20º Fórum da Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG). *Revista Agroanalysis*, São Paulo, v. 31, n. 5, mai. 2011.

BALLARDIN, R. A.; TEZZA, R.; BORNIA, A. C. Uma análise dos custos logísticos de distribuição no processo de exportação de veículos do Brasil para a Argentina: Um estudo de caso. *Revista ANTT*, v. 2, n. 1, mai. 2010.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. Tradução Elias Pereira. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARROS, J. M. F. M. *Avaliação dos principais métodos analíticos de cálculo de capacidade de tráfego utilizados em ferrovia nacional e internacional*. 2013. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

BELIEIRO JÚNIOR, J. C. Política e desenvolvimento no Brasil: a experiência do setor automotivo nos anos 1990. *NORUS*, v. 1, n. 1, jan./jun. 2013.

BONASSA, A. C.; CUNHA, C. B.; ISLER, C. Modelagem de um problema de formação de cargas para o transporte de automóveis zero quilômetro. In: XVII ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2013, Belém. *Anais do XVII Anpet – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Belém: ANPET, 2013, p. 1-12.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.; COOPER, M. B. *Gestão logística de cadeia de suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. *Logistical management: the integrated supply chain process*. New York: McGraw-Hill, 1996.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Transporte ferroviário de cargas no Brasil: Gargalos e perspectivas para o desenvolvimento econômico e regional. Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro. *Comunicados do IPEA*, n. 50, mai. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaferroviaria.com.br/upload/Estudo%20IPEA%20ferrovias.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2013.

_____. Ministério dos Transportes. *Definição de navegação por cabotagem 2015*. Disponível em: <www.transportes.gov.br>. Acesso em: jan. 2015.

_____. Ministério dos Transportes. *Estudo de viabilidade técnica, econômica, financeira, social e ambiental do Sistema de Transporte Ferroviário de Passageiros de Interesse Regional, no trecho: Caxias do Sul (RS) – Bento Gonçalves (RS)*. Secretaria de Política Nacional de Transporte. Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), nov. 2012.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J. O. Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 1, n. 6, 1998.

BUZELIN, J. E. C. H.; COELHO, E. J. J.; SETTI, J. B. *A ferrovia de Minas, Rio e São Paulo*. Rio de Janeiro: Editora Memória do Trem, 2002. 160 p.

CANALTECH. *Sobre o Google Maps*. Disponível em: <<http://canaltech.com.br/tag/Google-Maps/>>. Acesso em: fev. 2015.

CARDOSO, M. P.; PICCININI, M. S.; LOPES, S. S. O transporte rodoviário de carga e o Papel do BNDES. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 29, p. 35-60, jun. 2008.

CAROLINA DO NORTE. *Transporte de veículos: carros e motos*. Disponível em: <<http://www.carolinadonorte.com.br/transportes-veiculos-carros-motos.php>>. Acesso em: mar. 2014.

CENTRO DE EXCELÊNCIA EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES (CENTRAN). Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT). Tecnologia e participação para o desenvolvimento. *Relatório Executivo*, abr. 2007.

CERQUEIRA, J. E. A.; SOARES, T. M.; DAVID, M. V. Novas evidências sobre a relação entre a geração de valor ao acionista e o valor de mercado das ações: uma análise em painel comparando o EVA e o MVA no mercado brasileiro. *Revista Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento – PODes*, v. 1, n. 2, p. 178-196, 2009. Disponível em: <http://www.rmpee.net.br/site/uploads/arquivos_uploads/15/13721079559.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2015.

COLOMBO, S. Governo de São Paulo anuncia pacote viário para Santos. *Portal Transporta Brasil*, 1. jun. 2012. Disponível em: <<http://www.transportabrasil.com.br/2012/06/governo-de-sao-paulo-anuncia-pacote-viario-para-santos/>>. Acesso em: jan. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). *Boletim Estatístico – Março/2014*. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Boletim%20Estat%20C3%ADstico/bol etim_marco_2014.pdf>. Acesso em: 2014.

_____. *O sistema ferroviário brasileiro*. Brasília, DF, 2013b. 58 p.

_____. *Pesquisa CNT de Ferrovias 2009*. Brasília, DF, 2009. 132 p.

_____. *Pesquisa CNT do transporte aquaviário – cabotagem*. Brasília, DF, 2013a. 116p.

_____. *Transporte de Cargas no Brasil: Ameaças e Oportunidades para o Desenvolvimento do País*. Diagnóstico e Plano de Ação. Centro de Estudo em Logística. COPPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

COYLE, J. J.; BARDI, E. J.; NOVACK, R. A. *Transportation*. St. Paul: West Publishing Company, 1994.

CPCARGA. *Álbum de vagões*, 2011, p. 13. Disponível em: <http://www.cpcarga.pt/templates/cpcarga/vagoes/pdf/AlbumVagoes_CPCARGA2015v2.pdf>. Acesso em: jan. 2015.

DAVID, E. G. *Transporte Intermodal Rodo-Ferroviário: Contribuição para o estudo do tema no caso brasileiro, especialmente na ligação Rio – São Paulo*. COPPE: Rio de Janeiro, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Estatística de Acidentes. *Número de Veículos envolvidos por finalidade do veículo 2011*. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes/quadro-0501-numero-de-veiculos-envolvidos-por-finalidade-do-veiculo-ano-de-2011.pdf>>. Acesso em: jan. 2015.

DIAS, M. A. P. *Transportes e Distribuição Física*. São Paulo: Atlas, 1987.

ESTAÇÕES FERROVIÁRIAS DO BRASIL. Disponível em: <www.estacoesferroviarias.com.br>. Acesso em: jan. 2015.

FENABRAVE. *Resumo mensal abril 2014*. Disponível em: <<http://www.grupoproa.org.ar/docs/Fenabreve%20-%20Patentamientos%20en%20Brasil%20Abril%202014.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

FERREIRA, A. P.; LOPES, L. N. Indicadores contábeis x EVA: um estudo setorial. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 5, 2005, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP, 2005. Disponível em: <<http://www.congressusp.fipecafi.org/web/artigos52005/410.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2015.

FERREIRA, K. A.; RIBEIRO, P. C. C. Logística e Transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2002, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ABEPRO, 2002.

FERROVIA INTERMODAL. *Roadrailer, Rodotrilho e Transtrailer no Brasil*. 2013. Disponível em: <<http://ferroviaintermodal.blogspot.com.br/2013/10/roadrailer-rodotrilho-e-transtrailer-no.html>>. Acesso em: dez. 2014.

FLEURY, P. F.; WANKE, P. Transporte de Cargas no Brasil: Estudo Exploratório das Principais Variáveis Relacionadas aos Diferentes Modais e às suas Estruturas de Custos. In: *Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil*, cap. 12, p. 409-469. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2006.

FLEURY, P. F. Terceirização logística no Brasil. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. (Ed.). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos*. São Paulo: Editora Atlas, 2003. p. 313-324.

_____. Gestão estratégica do transporte. *Revista Tecnológica*, n.82, p. 60-67, São Paulo, 2002.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS FIPE (FIPE). Disponível em: <www.fipe.org.br>. Acesso em: jan. 2015.

GITMAN, L. J. *Princípios de administração financeira*. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GOMES, R. A. *Transporte Rodoviário de Carga e Desenvolvimento Econômico no Brasil: Uma Análise Descritiva*. 2006. 102f. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

GOOGLE. *Sobre o API do Google*. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/distancematrix/?hl=pt-br#Introduction>>. Acesso em: fev. 2015.

GUIMARÃES, E. A. A. A dinâmica de crescimento da indústria de automóveis no Brasil: 1957/78. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 10, n. 3, Rio de Janeiro, 1980. p. 775-812.

INTERNATIONAL CAR SHIPPING. *How to transport a car overseas*. Disponível em: <<http://www.internationalcarshipping.com/how-to-ship-a-car/>>. Acesso em: jan. 2015.

KRUEGER, H. Parametric modeling in rail capacity planning. In: 31st WINTER SIMULATION CONFERENCE. *Proceedings of the 31st Winter Simulation Conference*. New York: ACM, 1999.

LACERDA, S. M. Investimentos nos portos brasileiros: oportunidades da concessão da infraestrutura portuária. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 22, p. 297-315, set. 2005.

LOPES, A. P. Notas de Aula do Professor Amaranto na matéria Terminais e Sistemas Intermodais de Transportes. *PET-COPPE*, Universidade Federal de Rio de Janeiro, 2004.

MAIA, A. D. G.; LIMA, M. L.; ARAÚJO, C. S. S. Histórico e Competências Institucionais no Transporte Multimodal de Cargas no Brasil. Superintendência de Serviços de Transporte de Cargas. *Agência Nacional de Transportes Terrestres*, Brasília, mar. 2012.

MARQUEZAN, L. H. F. Análise de investimentos. *Revista Eletrônica de Contabilidade*, v. 3, n. 1, p. 1-15, jan.-jun. 2006.

MELLO, R. Z. *Alternativas para o posicionamento estratégico das empresas de transporte rodoviário de cargas (ETC) sob uma abordagem logística*. 2000. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MORALES. *Trens da vida*. Disponível em: <<http://trensda vida.blogspot.com.br>>. Acesso em: fev. 2014.

MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. O transporte por cabotagem no Brasil – Potencialidade para a intermodalidade visando a melhoria do fluxo logístico. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção*, Florianópolis, v. 11, n. 95, p. 595-617, abr./jun. 2011.

NAKAMURA, C. Y. *Análise da viabilidade da utilização do transporte por cabotagem para a movimentação de automóveis novos no Brasil: um estudo de caso*. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas - Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

NAZÁRIO, P. *Intermodalidade: importância para logística e estágio atual no Brasil*. Rio de Janeiro: CEL – CETEAD, 2000.

NOVA DUTRA. *Tarifas de Pedágio*. Disponível em: <<http://www.novadutra.com.br/tarifas>>. Acesso em: jan. 2015.

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

NYK Line. *RoRo: Roll On & Roll Off*. Disponível em: <<http://site.nykline.com.br/pagina.aspx?page=roro>>. Acesso em: jan. 2015.

OLIVEIRA, V. P. A. *O nível de serviço no transporte de automóveis zero quilômetro na Fiat Automóveis*. 2001. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Logística), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

OZARK MOUNTAIN RAILCAR. *Cabooses*. Disponível em: <<http://www.ozarkmountainrailcar.com/catalog.asp?catid=427>>. Acesso em: jan. 2015.

PEDREIRA, A. F. *Os recentes avanços da multimodalidade no Brasil*. 2006. 158f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

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

RFFSA. *Almanaque da RFFSA*. Disponível em: <almanaque.rffsa.com.br/>. Acesso em: dez. 2014.

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

ROSA, A. C. *Gestão do Transporte na Logística de Distribuição Física: uma análise da minimização do custo operacional*. 2007. 90f. Dissertação (Mestrado em Gestão em Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2007.

SALERNO, M. S.; ZILBOVICIUS, M.; ARBIX, G.; DIAS, A. V. C. Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 16-28, jul./set. 1998.

SANTOS, A. F. Gerenciamento da Confiabilidade em Projetos de Material Rodante Ferroviário. 2007. 256f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. Teoria das opções reais: uma atraente opção no processo de análise de investimentos. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 235-252, 2005.

SANTOS, S. N.; CHAVES, C. A.; CARDOSO, A. A. Aplicação do método EVA na tomada de decisão em Projetos. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2006, Resende. *Anais eletrônicos...* Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/artigos2006.php?pag=13>>. Acesso em: fev. 2015.

SANTOS, S. Transporte Aquaviário de Cargas. In: *Qualidade e produtividade nos transportes*. São Paulo: Cengage Learning, 2008, p. 115-134.

SILVEIRA, M. R. A importância econômica das estradas de ferro: Sul do Brasil. In: SILVA, J. M. P.; SILVEIRA, M. R. (Orgs.). *Geografia Econômica do Brasil: temas regionais*. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2002a, p. 117-135.

_____. A importância econômica das ferrovias para o Brasil. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, São Paulo, v. 24, n. 95, 2002b, p. 55-70.

SPERANDIO, C. C. S. *Aplicação da metodologia QFD para priorização dos itens de fiscalização do transporte ferroviário de cargas sob a percepção do cliente*. 2005. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Transportes), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

SUAPE. *Fotos*. Disponível em: <<http://www.suape.pe.gov.br/press/downloads.php?type=1>>. Acesso em: dez. 2014.

TEIXEIRA, K. M. *Investigação de opções de transporte de carga geral em contêineres na conexões com a região amazônica*. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

TERRA. *Saiba como funcionam o Google Earth e o Google Maps*. Disponível em: <<http://tecnologia.terra.com.br/internet/saiba-como-funcionam-google-earth-e-google-maps,da39887dc5aea310VgnCLD200000bbccceb0aRCRD.html>>. Acesso em: fev. 2015.

TRANS GLOBAL AUTO LOGISTICS. *International Vehicle Shipping: International Automobile Shipping Services*. Disponível em: <<http://www.internationalvehicleshipping.net/>>. Acesso em: jan. 2015.

VIAÇÃO FÉRREA CENTRO-OESTE (VFCO). *Vagão cegonha fechado na última pintura da RFFSA*. Disponível em <<http://vfco.brazilia.jor.br/vag/vagao-cegonha-fechado-RFFSA-1994.shtml>>. Acesso em: abr. 2014.

VOLKSWAGEN. *Encontre uma concessionária*. Disponível em <<http://app.volkswagen.com.br/dcc/pt/dealers.html>>. Acesso em: jan. 2015

YOUNG, S. D.; O'BYRNE, S. F. *EVA e gestão baseada em valor: guia prático para implementação*. Trad. Paulo Lustosa. Porto Alegre: Bookman, 2003.

ZAGO, C. A.; WEISE, A. D.; HORNBURG, R. A. Importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas. In: VI CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 6, 2009. *Anais...* Convibra, 2009.

APÊNDICE A – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: M – C01 A C18

Este apêndice apresenta a saída JSON (*JavaScript Object Notation*) para as extensões rodoviárias entre a fábrica da *Volkswagen* e as 18 concessionárias no estado de Pernambuco.

```
{
  "destination_addresses" : [
    "Avenida Caxangá, 3217 - Madalena, Recife - PE, Brasil",
    "Rua Cosme Viana, 342 - Afogados, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Engenheiro Domingos Ferreira, 1910 - Boa Viagem, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Marechal Mascarenhas de Morães, 1043 - Imbiribeira, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Antônio Tôrres Galvão, 283 - Imbiribeira, Recife - PE, 51160-330, Brasil",
    "Avenida Beberibe, 692 - Beberibe, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Governador Agamenon Magalhães, 3830 - Santo Amaro, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Airton Senna da Silva, 1670 - Piedade, Jaboatão dos Guararapes - PE, Brasil",
    "Avenida José Pinheiro dos Santos, 658 - Agamenon Magalhães, Caruaru - PE, 55032-640, Brasil",
    "BR-232, Belo Jardim - PE, Brasil",
    "Avenida Euclides Dourado, 100 - Heliópolis, Garanhuns - PE, 55295-610, Brasil",
    "Rua Pernambuco, 45, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil",
    "Rua João Ferreira Lima da Silva, 14 - Centro, Timbaúba - PE, 55870-000, Brasil",
    "Avenida Coronel Veremundo Soares - Nossa Senhora de Gracas, Salgueiro - PE, 56000-000, Brasil",
    "Avenida Monsenhor Ângelo Sampaio, 218 - Vila Eduardo, Petrolina - PE, Brasil",
    "Avenida Osvaldo Cruz, 2185, Arcoverde - PE, Brasil",
    "Serra Talhada - PE, Brasil",
    "Avenida Congresso Eucarístico Internacional, 853 - Santa Cruz, Carpina - PE, Brasil"
  ],
  "origin_addresses" : [
    "Rodovia Anchieta, 22959-23349 - Vila Jordanopolis, São Bernardo do Campo - SP, 09891-420, Brasil"
  ],
  "rows" : [
    {
      "elements" : [
        {
          "distance" : {
            "text" : "2.646 km",
            "value" : 2646062
          },
          "duration" : {
            "text" : "1 dia 13 horas",
            "value" : 132644
          },
          "status" : "OK"
        },
        {
          "distance" : {
            "text" : "2.646 km",
            "value" : 2646361
          },
          "duration" : {
            "text" : "1 dia 13 horas",
            "value" : 132738
          },
          "status" : "OK"
        },
        {
          "distance" : {
            "text" : "2.645 km",
            "value" : 2645324
          },
          "duration" : {
            "text" : "1 dia 13 horas",
            "value" : 132912
          }
        }
      ]
    }
  ]
}
```

```

"status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "2.644 km",
    "value" : 2644090
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 dia 13 horas",
    "value" : 132667
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "2.643 km",
    "value" : 2643102
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 dia 13 horas",
    "value" : 132600
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "2.650 km",
    "value" : 2650252
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 dia 13 horas",
    "value" : 133275
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "2.648 km",
    "value" : 2648105
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 dia 13 horas",
    "value" : 133012
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "2.639 km",
    "value" : 2639445
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 dia 13 horas",
    "value" : 132420
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "2.518 km",
    "value" : 2517911
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 dia 11 horas",
    "value" : 126505
  },
  "status" : "OK"
}

```

```

},
{
  "distance": {
    "text": "2.500 km",
    "value": 2499732
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 11 horas",
    "value": 125629
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "2.422 km",
    "value": 2422300
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 10 horas",
    "value": 121625
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "2.604 km",
    "value": 2603513
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 12 horas",
    "value": 131194
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "2.673 km",
    "value": 2673002
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 13 horas",
    "value": 134614
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "2.354 km",
    "value": 2354078
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 9 horas",
    "value": 118017
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "2.159 km",
    "value": 2158677
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 7 horas",
    "value": 110640
  },
  "status": "OK"
},

```

```
{
  "distance": {
    "text": "2.430 km",
    "value": 2429872
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 10 horas",
    "value": 123384
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "2.426 km",
    "value": 2426243
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 10 horas",
    "value": 122285
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "2.630 km",
    "value": 2629693
  },
  "duration": {
    "text": "1 dia 13 horas",
    "value": 132235
  },
  "status": "OK"
}
]
"status": "OK"}
```

APÊNDICE B – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: M – F1

Este apêndice apresenta a saída JSON (*JavaScript Object Notation*) para as extensões rodoviárias entre a fábrica da *Volkswagen* e o pátio ferroviário de Boa Vista Nova (FCA).

```
{
  "destination_addresses" : [ "CAM-445 - Parque Residencial Beira Rio, Campinas - SP, Brasil" ],
  "origin_addresses" : [
    "Rodovia Anchieta, 22959-23349 - Vila Jordanopolis, São Bernardo do Campo - SP, 09891-420, Brasil"
  ],
  "rows" : [
    {
      "elements" : [
        {
          "distance" : {
            "text" : "128 km",
            "value" : 128294
          },
          "duration" : {
            "text" : "1 hora 38 minutos",
            "value" : 5866
          },
          "status" : "OK"
        }
      ]
    }
  ],
  "status" : "OK"
}
```

APÊNDICE C – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: M – P1

Este apêndice apresenta a saída JSON (*JavaScript Object Notation*) para as extensões rodoviárias entre a fábrica da *Volkswagen* e o Porto de Santos.

```
{
  "destination_addresses" : [
    "Rua Manoel Hipólito do Rêgo, 404-408 - Jardim Boa Esperanca (Vicente de Carvalho), Guarujá - SP, 11470-200, Brasil"
  ],
  "origin_addresses" : [
    "Rodovia Anchieta, 22959-23349 - Vila Jordanopolis, São Bernardo do Campo - SP, 09891-420, Brasil"
  ],
  "rows" : [
    {
      "elements" : [
        {
          "distance" : {
            "text" : "61,0 km",
            "value" : 60985
          },
          "duration" : {
            "text" : "54 minutos",
            "value" : 3220
          },
          "status" : "OK"
        }
      ]
    }
  ],
  "status" : "OK"
}
```

APÊNDICE D – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: F2 – C01 A C18

Este apêndice apresenta a saída JSON (*JavaScript Object Notation*) para as extensões rodoviárias entre a estação Cabo e as 18 concessionárias da *Volkswagen* em Pernambuco.

```
{
  "destination_addresses" : [
    "Avenida Caxangá, 3217 - Madalena, Recife - PE, Brasil",
    "Rua Cosme Viana, 342 - Afogados, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Engenheiro Domingos Ferreira, 1910 - Boa Viagem, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Marechal Mascarenhas de Morães, 1043 - Imbiribeira, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Antônio Tôrres Galvão, 283 - Imbiribeira, Recife - PE, 51160-330, Brasil",
    "Avenida Beberibe, 692 - Beberibe, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Governador Agamenon Magalhães, 3830 - Santo Amaro, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Airton Senna da Silva, 1670 - Piedade, Jaboatão dos Guararapes - PE, Brasil",
    "Avenida José Pinheiro dos Santos, 658 - Agamenon Magalhães, Caruaru - PE, 55032-640, Brasil",
    "BR-232, Belo Jardim - PE, Brasil",
    "Avenida Euclides Dourado, 100 - Heliópolis, Garanhuns - PE, 55295-610, Brasil",
    "Rua Pernambuco, 45, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil",
    "Rua João Ferreira Lima da Silva, 14 - Centro, Timbaúba - PE, 55870-000, Brasil",
    "Avenida Coronel Veremundo Soares - Nossa Senhora de Gracas, Salgueiro - PE, 56000-000, Brasil",
    "Avenida Monsenhor Ângelo Sampaio, 218 - Vila Eduardo, Petrolina - PE, Brasil",
    "Avenida Osvaldo Cruz, 2185, Arcoverde - PE, Brasil",
    "Serra Talhada - PE, Brasil",
    "Avenida Congresso Eucarístico Internacional, 853 - Santa Cruz, Carpina - PE, Brasil"
  ],
  "origin_addresses" : [
    "Avenida Historiador Pereira da Costa, 299-459 - Centro, Cabo de Santo Agostinho - PE, Brasil"
  ],
  "rows" : [
    {
      "elements" : [
        {
          "distance" : {
            "text" : "34,8 km",
            "value" : 34759
          },
          "duration" : {
            "text" : "36 minutos",
            "value" : 2132
          },
          "status" : "OK"
        },
        {
          "distance" : {
            "text" : "30,9 km",
            "value" : 30943
          },
          "duration" : {
            "text" : "33 minutos",
            "value" : 1969
          },
          "status" : "OK"
        },
        {
          "distance" : {
            "text" : "29,2 km",
            "value" : 29151
          },
          "duration" : {
            "text" : "32 minutos",
            "value" : 1934
          },
          "status" : "OK"
        }
      ]
    }
  ]
}
```

```

"status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "27,9 km",
    "value" : 27917
  },
  "duration" : {
    "text" : "28 minutos",
    "value" : 1689
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "26,9 km",
    "value" : 26929
  },
  "duration" : {
    "text" : "27 minutos",
    "value" : 1621
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "36,5 km",
    "value" : 36513
  },
  "duration" : {
    "text" : "44 minutos",
    "value" : 2617
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "34,6 km",
    "value" : 34593
  },
  "duration" : {
    "text" : "40 minutos",
    "value" : 2374
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "23,3 km",
    "value" : 23272
  },
  "duration" : {
    "text" : "24 minutos",
    "value" : 1442
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "142 km",
    "value" : 141675
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 hora 56 minutos",
    "value" : 6955
  },
  "status" : "OK"
}

```



```

},
{
  "distance": {
    "text": "190 km",
    "value": 189754
  },
  "duration": {
    "text": "2 horas 36 minutos",
    "value": 9368
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "203 km",
    "value": 202770
  },
  "duration": {
    "text": "2 horas 52 minutos",
    "value": 10342
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "61,6 km",
    "value": 61611
  },
  "duration": {
    "text": "56 minutos",
    "value": 3386
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "124 km",
    "value": 124387
  },
  "duration": {
    "text": "1 hora 48 minutos",
    "value": 6496
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "521 km",
    "value": 520653
  },
  "duration": {
    "text": "7 horas 14 minutos",
    "value": 26060
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "719 km",
    "value": 718822
  },
  "duration": {
    "text": "10 horas 4 minutos",
    "value": 36239
  },
  "status": "OK"
},
},

```

```
{
  "distance": {
    "text": "263 km",
    "value": 262510
  },
  "duration": {
    "text": "3 horas 37 minutos",
    "value": 13015
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "422 km",
    "value": 421582
  },
  "duration": {
    "text": "5 horas 52 minutos",
    "value": 21130
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "79,7 km",
    "value": 79665
  },
  "duration": {
    "text": "1 hora 9 minutos",
    "value": 4169
  },
  "status": "OK"
}
]
"status": "OK" }
```

APÊNDICE E – EXTENSÕES RODOVIÁRIAS: P2 – C01 A C18

Este apêndice apresenta a saída JSON (*JavaScript Object Notation*) para as extensões rodoviárias entre o Porto de Suape e as 18 concessionárias da *Volkswagen* no estado de Pernambuco.

```
{
  "destination_addresses" : [
    "Avenida Caxangá, 3217 - Madalena, Recife - PE, Brasil",
    "Rua Cosme Viana, 342 - Afogados, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Engenheiro Domingos Ferreira, 1910 - Boa Viagem, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, 1043 - Imbiribeira, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Antônio Tórres Galvão, 283 - Imbiribeira, Recife - PE, 51160-330, Brasil",
    "Avenida Beberibe, 692 - Beberibe, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Governador Agamenon Magalhães, 3830 - Santo Amaro, Recife - PE, Brasil",
    "Avenida Airton Senna da Silva, 1670 - Piedade, Jaboatão dos Guararapes - PE, Brasil",
    "Avenida José Pinheiro dos Santos, 658 - Agamenon Magalhães, Caruaru - PE, 55032-640, Brasil",
    "BR-232, Belo Jardim - PE, Brasil",
    "Avenida Euclídes Dourado, 100 - Heliópolis, Garanhuns - PE, 55295-610, Brasil",
    "Rua Pernambuco, 45, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil",
    "Rua João Ferreira Lima da Silva, 14 - Centro, Timbaúba - PE, 55870-000, Brasil",
    "Avenida Coronel Veremundo Soares - Nossa Senhora de Gracas, Salgueiro - PE, 56000-000, Brasil",
    "Avenida Monsenhor Ângelo Sampaio, 218 - Vila Eduardo, Petrolina - PE, Brasil",
    "Avenida Osvaldo Cruz, 2185, Arcoverde - PE, Brasil",
    "Serra Talhada - PE, Brasil",
    "Avenida Congresso Eucarístico Internacional, 853 - Santa Cruz, Carpina - PE, Brasil"
  ],
  "origin_addresses" : [ "Unnamed Road, Pernambuco, 55590-000, Brasil" ],
  "rows" : [
    {
      "elements" : [
        {
          "distance" : {
            "text" : "50,9 km",
            "value" : 50859
          },
          "duration" : {
            "text" : "46 minutos",
            "value" : 2774
          },
          "status" : "OK"
        },
        {
          "distance" : {
            "text" : "47,0 km",
            "value" : 47043
          },
          "duration" : {
            "text" : "44 minutos",
            "value" : 2611
          },
          "status" : "OK"
        },
        {
          "distance" : {
            "text" : "45,3 km",
            "value" : 45251
          },
          "duration" : {
            "text" : "43 minutos",
            "value" : 2577
          }
        }
      ]
    }
  ]
}
```

```
"status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "44,0 km",
    "value" : 44016
  },
  "duration" : {
    "text" : "39 minutos",
    "value" : 2331
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "43,0 km",
    "value" : 43028
  },
  "duration" : {
    "text" : "38 minutos",
    "value" : 2264
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "52,6 km",
    "value" : 52612
  },
  "duration" : {
    "text" : "54 minutos",
    "value" : 3260
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "50,7 km",
    "value" : 50693
  },
  "duration" : {
    "text" : "50 minutos",
    "value" : 3016
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "39,4 km",
    "value" : 39372
  },
  "duration" : {
    "text" : "35 minutos",
    "value" : 2084
  },
  "status" : "OK"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "156 km",
    "value" : 156090
  },
  "duration" : {
    "text" : "2 horas 10 minutos",
    "value" : 7818
  },
  "status" : "OK"
}
```

```
},
{
  "distance": {
    "text": "204 km",
    "value": 204169
  },
  "duration": {
    "text": "2 horas 51 minutos",
    "value": 10231
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "217 km",
    "value": 217185
  },
  "duration": {
    "text": "3 horas 7 minutos",
    "value": 11205
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "76,0 km",
    "value": 76026
  },
  "duration": {
    "text": "1 hora 11 minutos",
    "value": 4249
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "140 km",
    "value": 140487
  },
  "duration": {
    "text": "1 hora 59 minutos",
    "value": 7138
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "535 km",
    "value": 535068
  },
  "duration": {
    "text": "7 horas 29 minutos",
    "value": 26924
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "733 km",
    "value": 733237
  },
  "duration": {
    "text": "10 horas 18 minutos",
    "value": 37102
  },
  "status": "OK"
},
}
```

```
{
  "distance": {
    "text": "277 km",
    "value": 276925
  },
  "duration": {
    "text": "3 horas 51 minutos",
    "value": 13879
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "436 km",
    "value": 435998
  },
  "duration": {
    "text": "6 horas 7 minutos",
    "value": 21993
  },
  "status": "OK"
},
{
  "distance": {
    "text": "95,8 km",
    "value": 95765
  },
  "duration": {
    "text": "1 hora 20 minutos",
    "value": 4812
  },
  "status": "OK"
}
]
},
"status": "OK"
}
```

APÊNDICE F – PLANILHA DE CUSTOS RODOVIÁRIOS

Este apêndice apresenta a planilha de custos rodoviários, elaborada através do método de custos médios desagregados, a partir dos dados de pesquisa.

ITEM	DESCRIÇÃO	ÍNDICE	VALOR
A PREÇOS DE INSUMOS - VEÍCULO			
A.1	Preço do veículo novo, com pneus	Pcp	R\$ 347.000,0000
A.2	Valor de revenda do veículo com N anos de uso	Vc	R\$ 120.000,0000
A.3	Seguro obrigatório do veículo	Csc	R\$ 110,3800
A.4	IPVA	Ipc	R\$ 10.410,0000
A.5	Valor do pneu novo do veículo	Ppn	R\$ 1.119,9000
A.6	Recapagem do veículo	Pre	R\$ 335,9700
A.7	Câmara do veículo	Pca	R\$ 89,0000
A.8	Preço de uma lavagem do veículo	Pla	R\$ 65,0000
A.9	Preço de uma lubrificação do veículo	Plu	R\$ 40,0000
A.10	Preço do litro do combustível	Plc	R\$ 2,3950
A.11	Preço do óleo para caixa de mudanças	Pcm	R\$ 17,2300
A.12	Preço do óleo para eixo traseiro	Pct	R\$ 20,5800
A.13	Preço do óleo do sistema de direção	Psd	R\$ 27,3000
A.14	Preço do óleo de motor	Pom	R\$ 16,0000
B PREÇOS DE INSUMOS - CARROCERIA TIPO CEGONHA			
B.1	Preço da carroceria sem pneus	Pe	R\$ 170.000,0000
B.2	Valor de revenda da carroceria	Ve	R\$ 80.000,0000
B.3	Seguro obrigatório da carroceria	Cse	R\$ 110,3800
B.4	Valor do pneu da carroceria	Ppn	R\$ 1.119,9000
B.5	Recapagem da carroceria	Pre	R\$ 335,9700
B.6	Câmara da carroceria	Pca	R\$ 89,0000

B.7	Preço de uma lavagem da carroceria	Plae	R\$ 75,0000
B.8	Preço de uma lubrificação da carroceria	Plue	R\$ 35,0000

C	COEFICIENTES DE CONSUMO
----------	--------------------------------

C.1	VEÍCULO
------------	----------------

C.1.1	Índice médio de recapagens	Imr	2,3000	
C.1.2	Rodagem de pneu novo do veículo	npn	100.000,0000	km
C.1.3	Rodagem de pneu usado do veículo	npr	90.000,0000	km
C.1.4	Número de pneus do veículo	Qpc	10,0000	
C.1.5	Intervalo para lavagem do veículo	Ila	10.000,0000	km
C.1.6	Intervalo para lubrificação do veículo	Ilu	10.000,0000	km
C.1.7	Consumo médio de combustível	Aml	2,5000	km / l
C.1.8	Capacidade de óleo - caixa de mudança	Qcm	13,0000	litros
C.1.9	Capacidade de óleo - eixo traseiro	Qct	19,0000	litros
C.1.10	Capacidade de óleo - sistema de direção	Qsd	2,0000	litros
C.1.11	Capacidade de óleo - motor	Qto	33,8000	litros
C.1.12	Intervalo para troca de óleo da caixa de mudança	Icm	20.000,0000	km
C.1.13	Intervalo para troca de óleo do eixo traseiro	Ict	20.000,0000	km
C.1.14	Intervalo para troca de óleo do sistema de direção	Isd	40.000,0000	km
C.1.15	Intervalo para troca de óleo de motor	Ito	10.000,0000	km
C.1.16	Intervalo para complementação do óleo do motor	Ico	1.000,0000	km
C.1.17	Complementação de óleo para o motor	Qco	3,0000	litros
C.1.18	Índice de manutenção do veículo	Imc	0,0100	
C.1.19	Intervalo médio entre manutenções do veículo	Mac	10.000,0000	km

C.2	CARROCERIA
------------	-------------------

C.2.1	Índice médio de recapagens da carroceria	Imre	2,3000	
C.2.2	Rodagem de pneu novo da carroceria	npne	90.000,0000	km
C.2.3	Rodagem de pneu usado da carroceria	npre	85.000,0000	km

C.2.4	Número de pneus da carroceria	Qpe	8,0000	
C.2.5	Intervalo para lavagem da carroceria	Illae	10.000,0000	km
C.2.6	Intervalo para lubrificação da carroceria	Illue	10.000,0000	km
C.2.7	Índice de manutenção da carroceria	Ime	0,0050	
C.2.8	Intervalo médio entre manutenções da carroceria	Mae	10.000,0000	km

D DADOS DE OPERAÇÃO

D.1	Quilometragem mensal por veículo	QME	20.000,0000	km
D.2	Dias de operação por mês	NDO	24,0000	dias
D.3	Horas de operação por dia	NHD	16,0000	h
D.4	Capacidade de carga líquida no veículo	CCV	19,5000	t
D.5	Índice de aproveitamento	IAV	50,0000	%
D.6	Período de uso do veículo trator e carroceria	nc	5,0000	anos
D.7	Taxa de juros	j	10,0000	%
D.8	Salário mensal médio do motorista	Sm	R\$ 3.993,0000	
D.9	Número de motoristas por veículo	Nt	2,0000	
D.10	Encargos sociais	Es	63,4000	%
D.11	Relação entre custos indiretos e diretos	IDI	20,0000	%

E CUSTOS FIXOS

E.1 VEÍCULO TRATOR				
E.1.1	Custo mensal da depreciação do veículo	Cdc	R\$ 3.596,6833	/ mês
E.1.2	Custo mensal de remuneração do capital do veículo	Rcc	R\$ 1.235,0000	/ mês
E.1.3	Custo mensal de salário de operação	Cso	R\$ 13.049,1240	/ mês
E.1.4	Custo mensal do licenciamento do veículo	Clc	R\$ 876,6983	/ mês
E.1.5	Custo fixo mensal do veículo	Cfc	R\$ 18.757,5057	/ mês
E.2 CARROCERIA TIPO CEGONHA				
E.2.1	Custo mensal de depreciação da carroceria	Cde	R\$ 1.500,0000	/ mês

E.2.2	Custo mensal de remuneração da carroceria	Rce	R\$ 1.165,0227	/ mês
E.2.3	Custo mensal do licenciamento da carroceria	Cle	R\$ 9,1983	/ mês
E.2.4	Custo fixo mensal da carroceria	Cfe	R\$ 2.674,2210	/ mês
F	CUSTOS VARIÁVEIS			
F.1	VEÍCULO TRATOR			
F.1.1	Custo total com pneus	Cpc	R\$ 0,0712	/ km
F.1.2	Custo de manutenção do veículo	Cmc	R\$ 0,3349	/ km
F.1.3	Custo de lavagem e lubrificação do veículo motor	Cll	R\$ 0,0105	/ km
F.1.4	Custo de combustível	Ccq	R\$ 0,9580	/ km
F.1.5	Custo de óleo lubrificante	Coq	R\$ 0,1342	/ km
F.1.6	Custo variável por quilômetro do veículo	Cvc	R\$ 1,5088	/ km
F.2	CARROCERIA TIPO CEGONHA			
F.2.1	Custo total com pneus da carroceria	Cpe	R\$ 0,0613	/ km
F.2.2	Custo de manutenção da carroceria	Cme	R\$ 0,0850	/ km
F.2.3	Custo de lavagem e lubrificação da carroceria	Clle	R\$ 0,0110	/ km
F.2.4	Custo variável por quilômetro da carroceria	Cve	R\$ 0,1573	/ km
G	CUSTOS DIRETOS FINAIS			
G.1	Custo fixo mensal do veículo e carroceria	CFM	R\$ 21.431,7267	/ mês
G.2	Custo variável por quilômetro do veículo e carroceria	CVQ	R\$ 1,6661	/ km
G.3	Custo direto operacional mensal	CDM	R\$ 54.753,4408	/ mês
H	CUSTO INDIRETO OPERACIONAL	CIM	R\$ 10.950,6882	/ mês
I	CUSTO OPERACIONAL FINAL			
I.1	Custo operacional total mensal	COM	R\$ 65.704,1290	/ mês
I.2	Custo operacional total por quilômetro rodado	COQ	R\$ 3,2852	/ km
I.3	Custo operacional total por dia trabalhado	COD	R\$ 2.737,6720	/ por dia
I.4	Custo operacional total por hora trabalhada	COH	R\$ 171,1045	/ por hora
I.5	Custo total da tonelada transportada por quilômetro	CTQ	R\$ 0,3369	/ t*km

APÊNDICE G – PLANILHA DE CUSTOS FERROVIÁRIOS

Este apêndice apresenta a planilha de custos ferroviários, a partir dos dados de pesquisa.

FRETE FERROVIÁRIO

Trecho Boa Vista Nova/SP - Cabo/PE		
FAIXAS QUILOMÉTRICAS		R\$/CONTÊINER.KM
ATÉ 400		0,159151883
DE 401 a 800		0,143198936
DE 801 a 1600		0,111293042
DE 1601 em diante		0,079827664
PARCELA FIXA R\$/T		19,76025747
Distância Ferroviária (km):	3.909,99	Tarifa em R\$/T
Distância Tarifária (km):	3.925,00	415,33
	Carretas	60,00
	Peso	14,85
	Frete - Ida	370.059,03

Trecho Cabo/PE - Boa Vista Nova/SP		
FAIXAS QUILOMÉTRICAS		R\$/CONTÊINER.KM
ATÉ 400		0,159151883
DE 401 a 800		0,143198936
DE 801 a 1600		0,111293042
DE 1601 em diante		0,079827664
PARCELA FIXA R\$/T		19,76025747
Distância Ferroviária (km):	3.909,99	Tarifa em R\$/T
Distância Tarifária (km):	3.925,00	415,33
	Roadrailer	60,00
	Peso	3,50
	Frete - Volta	87.219,30

Frete Total	457.278,33
--------------------	-------------------

PLANILHA DE EQUIPAMENTOS RODOFERROVIÁRIOS

A DADOS DE ENTRADA				
A.1	Preço do equipamento - <i>roadrailer</i>	Prr	R\$	112.455,0000
A.2	Preço de venda do <i>roadrailer</i> após <i>nc</i> anos	Vrr	R\$	33.736,0000
A.3	Número de <i>roadrailer</i>	Nrr		180,0000
A.4	Preço do equipamento - <i>caboose</i>	Pca	R\$	100.980,0000

A.5	Preço de venda do <i>caboose</i> após <i>nc</i> anos	Vca	R\$	35.000,0000	
A.6	Número de <i>caboose</i>	Nca		3,0000	
A.7	Período de uso do <i>roadrailer</i> e do <i>caboose</i>	nc		15,0000	anos
A.8	Taxa de juros	j		10,0000	%
A.9	Salário de segurança ferroviário	Ss	R\$	2.000,0000	/ mês
A.10	Número mensal de seguranças	Ns		4,0000	/caboose
A.11	Encargos sociais	Es		63,4000	%

B CUSTOS OPERACIONAIS

B.1 ROADRAILER

B.1.1	Custo mensal de depreciação do <i>roadrailer</i>	Cdr	R\$	437,3278	/ mês
B.1.2	Custo de remuneração do capital	Rcr	R\$	359,2333	/ mês
B.1.3	Custo de capital do <i>roadrailer</i>	CCr	R\$	796,5611	/ mês
B.1.4	Custo de capital mensal - <i>roadrailer</i>	CCmr	R\$	143.381,0000	/ mês
B.1.5	Custo de capital anual - <i>roadrailer</i>	Ccar	R\$	1.720.572,0000	/ ano

B.2 CABOOSE

B.2.1	Custo mensal de depreciação do <i>caboose</i>	Cdc	R\$	366,5556	/ mês
B.2.2	Custo de remuneração do capital	Rcc	R\$	302,9667	/ mês
B.2.3	Custo de capital do <i>caboose</i>	CCc	R\$	669,5222	/ mês
B.2.4	Custo de capital mensal - <i>caboose</i>	CCmc	R\$	2.008,5667	/ mês
B.2.5	Custo de capital anual - <i>caboose</i>	Ccac	R\$	24.102,8000	/ ano
B.2.6	Custo mensal com segurança ferroviária	CS	R\$	470.592,0000	/ ano

C CUSTOS FINAIS

C.1	Custos anuais totais	CT	R\$	2.215.266,8000	/ mês
-----	----------------------	----	-----	----------------	-------

APÊNDICE H – PLANILHA DE CUSTOS MARÍTIMOS

Este apêndice apresenta a planilha de custos operacionais marítimos, de navegação e de atracação nos portos, elaborada através do método de custos médios desagregados, a partir dos dados de pesquisa.

ITEM	DESCRIÇÃO	ÍNDICE	VALOR
A DADOS DE ENTRADA			
A.1	Valor estimado da embarcação	VN	R\$ 96.164.383,00
A.2	Custo de manutenção e de reparos	CAMR	1,50 % Vn / ano
A.3	Custo de seguro do casco	CAS	R\$ 2,00 % Vn / ano
A.4	Consumo de combustível no mar	CHFOm	R\$ 40,00 t / dia
A.5	Consumo de combustível no porto	CHFOp	17,10 % CHFOm
A.6	Preço do óleo diesel marítimo	PHFO	R\$ 519,75 / t
A.7	Horas de operação do navio por dia	HOP	24,00 horas
A.8	Número de automóveis transportados	NVT	1.000,00 veículos
A.9	Dias de operação por ano	DOP	244,00 dias
A.10	Vida útil do navio	n	20,00 anos
A.11	Valor do navio após N anos	vr	32,00 %
A.12	Taxa de juros	j	10,00 %
A.13	Custo anual da tripulação	CAT	R\$ 405.000,00 / ano
A.14	Outras despesas (comunicação, registros, viagens, etc.)	CAOD	R\$ 202.500,00 / ano
A.15	Custo anual de material de bordo	CAMB	R\$ 216.000,00 / ano
A.16	Custo anual total com óleo lubrificante	CALT	R\$ 540.000,00 / ano
A.17	Custo total com óleo lubrificante no mar	CALM	90,00 % CALM
A.18	Custo total com óleo lubrificante no porto	CALP	10,00 % CALM
A.19	Custo de aquisição do sistema de monitoramento	CAE	R\$ 4.000,00
A.20	Custo médio mensal da transmissão de dados	CMT	R\$ 1.055,00 / mês

B CUSTO PORTUÁRIO DIÁRIO

B.1	Depreciação diária do navio	dd	R\$ 8.957,78	/ dia
B.2	Remuneração de capital diário	rd	R\$ 17.836,52	/ dia
B.3	Custo diário de capital	CC	R\$ 26.794,30	/ dia
B.4	Custo dos salários da tripulação	CT	R\$ 1.109,59	/ dia
B.5	Custo diário com outras despesas	COD	R\$ 554,79	/ dia
B.6	Custo diário com manutenção e reparos	CMR	R\$ 3.951,96	/ dia
B.7	Custo diário com material de bordo	CMB	R\$ 885,25	
B.8	Custo diário com seguro do casco	CS	R\$ 5.269,28	/ dia
B.9	Custo diário com combustível no mar	CCM	R\$ 20.790,00	/ dia
B.10	Custo diário com combustível no porto	CCP	R\$ 3.555,09	/ dia
B.11	Custo diário com óleo lubrificante no mar	CLM	R\$ 1.991,80	/ dia
B.12	Custo diário com óleo lubrificante no porto	CLP	R\$ 221,31	/ dia
B.13	Custo diário de aquisição do sistema de monitoramento	CDAE	R\$ 10,96	/ dia
B.14	Custo diário de transmissão de dados	CDT	R\$ 35,17	/ dia
B.15	Custo diário de monitoramento	CSM	R\$ 46,13	/ dia
B.16	Custo diário do navio no mar	CDM	R\$ 61.393,10	/ dia
B.17	Custo diário do navio no porto	CDP	R\$ 42.387,69	/ dia

APÊNDICE I – CAPACIDADE DE TRÁFEGO NO TRECHO DA FCA

Este apêndice apresenta a capacidade de tráfego declarada pela FCA, em sua Declaração de Rede à ANTT, no ano de 2015, elaborada pelo autor.

Trechos Ferroviários		Capacidade de Tráfego (Nº de Trens por Dia)		
Estação A	Estação B	Instalada	Vinculada	Ociosa
Boa Vista Nova	Paulínia	19,3	8,3	11
Paulínia	Jaguariúna	15,5	9,4	6,1
Jaguariúna	Guedes	10,5	9,4	1,1
Guedes	Posse de Ressaca	10,5	9,4	1,1
Posse de Ressaca	Martim Francisco	22,2	9,4	12,8
Martim Francisco	Mogi-Mirim	22,2	9,4	12,8
Mogi-Mirim	Mogi-Guaçu	23,4	9,4	14
Mogi-Guaçu	Estiva Mogiana	10,6	9,4	1,2
Estiva Mogiana	Mato Seco	10,6	9,4	1,2
Mato Seco	Aguai	10,4	9,2	1,2
Aguai	Orindiúva	10,1	8,7	1,4
Orindiúva	Lagoa Branca	10,1	8,7	1,4
Lagoa Branca	Casa Branca	12,6	8,7	3,9
Casa Branca	Coronel Corrêa	9,9	8,7	1,2
Coronel Corrêa	Tambaú	9,9	8,7	1,2
Tambaú	Santos Dumont	9,6	8,7	0,9
Santos Dumont	São Simão	13,7	8,7	5
São Simão	Canaã	9,9	8,7	1,2
Canaã	Cravinhos	9,9	8,7	1,2
Cravinhos	Evangelina	10,7	8,7	2
Evangelina	Ribeirão Preto	11,2	8,7	2,5
Ribeirão Preto	Jardinópolis	11,6	8,1	3,5
Jardinópolis	Coronel Pereira Lima	21,9	8,1	13,8
Coronel Pereira Lima	Orlândia	14,4	8,1	6,3
Orlândia	São Joaquim da Barra	10	8,1	1,9
São Joaquim da Barra	Guará	17,7	8	9,7
Guará	Ituverava	18,6	7,1	11,5
Ituverava	Aramina	7,8	7	0,8
Aramina	Valefértil	18,7	7	11,7
Valefértil	Babaçu	17,5	6,3	11,2
Babaçu	Uberaba	11,4	6,3	5,1
Uberaba	Batuíra	1	0	1
Batuíra	Almeida Campos	1	0	1
Almeida Campos	Zelândia	1	0	1
Zelândia	Alpercatas	1	0	1
Alpercatas	Itaipu	1	0	1

Trechos Ferroviários		Capacidade de Tráfego (Nº de Trens por Dia)		
Estação A	Estação B	Instalada	Vinculada	Ociosa
Itaipu	Ibitimirim	1	0	1
Ibitimirim	Bunge Araxá	1	0	1
Bunge Araxá	Araxá	1,6	0	1,6
Araxá	Tamanduapava	1,6	0	1,6
Tamanduapava	Estevão Lobo	1,6	0	1,6
Estevão Lobo	Ibiá	1,6	0	1,6
Ibiá	Jacarandá	15,2	4,8	10,4
Jacarandá	Tobati	5,5	4,8	0,7
Tobati	Pratinha	5,5	4,8	0,7
Pratinha	Itamarati	5,5	4,8	0,7
Itamarati	Campos Altos	7,5	4,8	2,7
Campos Altos	Uruburetama	7,5	4,8	2,7
Uruburetama	Tigre	7	4,8	2,2
Tigre	Tapiraí	7	4,8	2,2
Tapiraí	Matinha	5,5	4,8	0,7
Matinha	Bambuí	5,5	4,8	0,7
Bambuí	Abacaxis	5,5	4,8	0,7
Abacaxis	Franklin Sampaio	5,3	4,8	0,5
Franklin Sampaio	Engenheiro Ademar	5,3	4,8	0,5
Engenheiro Ademar	Garças de Minas	5,3	4,8	0,5
Garças de Minas	Carlos Bernardes	8,9	5,2	3,7
Carlos Bernardes	Luciânia	18,4	5,2	13,2
Luciânia	Lagoa Prata	18,4	5,2	13,2
Lagoa Prata	José Lage	17,4	5,2	12,2
José Lage	Martins Guimarães	9,8	5,2	4,6
Martins Guimarães	Ped. Ferreira	9,8	5,2	4,6
Ped. Ferreira	Santo Amaro do Monte	9,1	5,2	3,9
Santo Amaro do Monte	Francisco Brás	9,1	5,2	3,9
Francisco Brás	Amadeu Lacerda	6,7	5,2	1,5
Amadeu Lacerda	Djalma Dutra	6,7	5,2	1,5
Djalma Dutra	Santo Antonio dos Campos	6,3	5,2	1,1
Santo Antonio dos Campos	Divinópolis	6,3	5,2	1,1
Divinópolis	Hélio Torres	6,3	5,7	0,6
Hélio Torres	Carmo do Cajuru	6,4	5,7	0,7
Carmo do Cajuru	Amoras	6,4	5,7	0,7
Amoras	Angicos	6,4	5,7	0,7
Angicos	Engenheiro Gordilho	6,4	5,7	0,7
Engenheiro Gordilho	Santanense	10,5	5,7	4,8
Santanense	Padre Eustáquio	10,5	5,7	4,8
Padre Eustáquio	Silva Oliveira	8,5	6,5	2
Silva Oliveira	Azurita	8,5	6,5	2
Azurita	Mateus Leme	12,6	6,5	6,1

Trechos Ferroviários		Capacidade de Tráfego (Nº de Trens por Dia)		
Estação A	Estação B	Instalada	Vinculada	Ociosa
Mateus Leme	Juatuba	12,6	6,5	6,1
Juatuba	Vianópolis	7,3	6,5	0,8
Vianópolis	Betim	7,3	6,5	0,8
Betim	Couto e Silva	7,3	6,5	0,8
Couto e Silva	Embiruçu	10,2	6,6	3,6
Embiruçu	Bernardo Monteiro	10,2	7,7	2,5
Bernardo Monteiro	Eldorado	19,3	7,7	11,6
Eldorado	Calafate	10	7,6	2,4
Calafate	Belo Horizonte	10,2	8	2,2
Belo Horizonte	Horto Florestal	14,5	8	6,5
Horto Florestal	Carvalho de Brito	14,4	8	6,4
Carvalho de Brito	General Carneiro	14,4	8	6,4
General Carneiro	Pedreira Rio das Velhas	19,3	6,7	12,6
Pedreira Rio das Velhas	Capitão Eduardo	19,3	5,4	13,9
Capitão Eduardo	Carreira Comprida	13,4	5,4	8
Carreira Comprida	Ribeirão da Mata	11,3	5,1	6,2
Ribeirão da Mata	Vespasiano	11,3	5,1	6,2
Vespasiano	Nova Granja	16,5	5,1	11,4
Nova Granja	Doutor Lund	12,3	4,4	7,9
Doutor Lund	Pedro Leopoldo	13,2	3,8	9,4
Pedro Leopoldo	Wilson Lobato	13,2	3,8	9,4
Wilson Lobato	Matozinhos	11,9	3,2	8,7
Matozinhos	Prudente de Moraes	11,9	2,5	9,4
Prudente de Moraes	Sete Lagoas	15,7	1,6	14,1
Sete Lagoas	Silva Xavier	1,8	1,6	0,2
Silva Xavier	Araçaí	1,8	1,6	0,2
Araçaí	Cordisburgo	1,8	1,6	0,2
Cordisburgo	Mascarenhas	1,8	1,6	0,2
Mascarenhas	Curvelo	2,2	1,6	0,6
Curvelo	Osório de Almeida	2,2	1,6	0,6
Osório de Almeida	Corinto	2,2	1,6	0,6
Corinto	Aporá	4,8	0,6	4,2
Aporá	Augusto de Lima	4,8	0,6	4,2
Augusto de Lima	Buenópolis	7,3	0,6	6,7
Buenópolis	Joaquim Felício	7,8	0,6	7,2
Joaquim Felício	Bueno de Prado	2,8	0,6	2,2
Bueno de Prado	Engenheiro Dolabela	2,8	0,6	2,2
Engenheiro Dolabela	Engenheiro Navarro	2,7	0,6	2,1
Engenheiro Navarro	Bocaiúva	2,7	0,6	2,1
Bocaiúva	Engenheiro Pires de Albuquerque	2,7	0,6	2,1
Engenheiro Pires de Albuquerque	Glaucilândia	3,9	0,6	3,3

Trechos Ferroviários		Capacidade de Tráfego (Nº de Trens por Dia)		
Estação A	Estação B	Instalada	Vinculada	Ociosa
Glaucilândia	Montes Claros	3,9	0,6	3,3
Montes Claros	Canaci	1,4	1,2	0,2
Canaci	Engenheiro Zander	1,4	1,2	0,2
Engenheiro Zander	Orion	1,4	1,2	0,2
Orion	Messias Lopes	1,4	1,2	0,2
Messias Lopes	Janaúba	1,4	1,2	0,2
Janaúba	Tocandira	1,4	1,2	0,2
Tocandira	Pai Pedro	1,4	1,2	0,2
Pai Pedro	Catuti	4,7	1,2	3,5
Catuti	Monte Azul	4,7	1,2	3,5
Monte Azul	Mamona	11	0,2	10,8
Mamona	Espinosa	11	0,2	10,8
Espinosa	Urandi	11	0,2	10,8
Urandi	Engenheiro Omar	3,6	0,2	3,4
Engenheiro Omar	Licínio de Almeida	3,6	0,6	3
Licínio de Almeida	Palmeiras	3,6	1,2	2,4
Palmeiras	Caculé	3,6	1,2	2,4
Caculé	Rio Antônio	2,7	1,2	1,5
Rio Antônio	Malhado de Pedras	2,7	1,2	1,5
Malhado de Pedras	Catiboaba	2,7	1,2	1,5
Catiboaba	Brumado	2,7	1,2	1,5
Brumado	Cimbasa	2,7	1,2	1,5
Cimbasa	Umburanas	2,6	1,2	1,4
Umburanas	Ourives	2,6	1,2	1,4
Ourives	Tanhaçu	2,6	1,2	1,4
Tanhaçu	Francisco Souza	2,8	1,2	1,6
Francisco Souza	Contendas	2,8	1,2	1,6
Contendas	Sincorá	2,9	1,2	1,7
Sincorá	Jequi	2,9	1,2	1,7
Jequi	Iramaia	3,7	1,2	2,5
Iramaia	Queimadinhos	3,7	1,2	2,5
Queimadinhos	Tamburi	4,2	1,2	3
Tamburi	Pedreira de João Amaro	4,2	1,2	3
Pedreira de João Amaro	João Amaro	4,2	1,2	3
João Amaro	Iacu	7,9	1,2	6,7
Iacu	Lagedo Alto	2,2	1,2	1
Lagedo Alto	Itatim	2,2	1,2	1
Itatim	Castro Alves	2	1,2	0,8
Castro Alves	Petim	2	1,2	0,8
Petim	Engenheiro Eurico Macedo	2	1,2	0,8
Engenheiro Eurico Macedo	Salvador Pinto	2	1,2	0,8
Salvador Pinto	São Félix	6,2	1,2	5

Trechos Ferroviários		Capacidade de Tráfego (Nº de Trens por Dia)		
Estação A	Estação B	Instalada	Vinculada	Ociosa
São Félix	Cachoeira	6,2	1,2	5
Cachoeira	Conceição de Feira	12	1,2	10,8
Conceição de Feira	Engenheiro Burity	9,9	1,2	8,7
Engenheiro Burity	Afligidos	9,9	1,2	8,7
Afligidos	Santo Amaro	1,8	1,2	0,6
Santo Amaro	Traripe	1,8	1,2	0,6
Traripe	Buranhem	1,8	1,2	0,6
Buranhem	Becan	1,8	1,2	0,6
Becan	Candeias	1,8	1,2	0,6
Candeias	Massuí	1,9	1,2	0,7
Massuí	Porto de Aratu	1,9	1,2	0,7
Porto de Aratu	Eng. Araújo Lima	1,9	1,2	0,7
Eng. Araújo Lima	Passagem dos Teixeiras	1,9	1,2	0,7
Passagem dos Teixeiras	Mapele	1,9	1,2	0,7
Mapele	Simões Filho	4,4	0,2	4,2
Simões Filho	Goes Calmon	4,4	0,2	4,2
Goes Calmon	Parafuso	4,4	0,2	4,2
Parafuso	Camaçari	4,4	0,2	4,2
Camaçari	Copec	4,4	0,2	4,2
Copec	Dias D'ávila	8	0,2	7,8
Dias D'ávila	Amado Bahia	8	0,2	7,8
Amado Bahia	Mata de São João	8	0,2	7,8
Mata de São João	Pojuca	9,1	0,2	8,9
Pojuca	Irapuí	9,1	0,2	8,9
Irapuí	Santiago	14,3	0,8	13,5
Santiago	Catu	14,3	0,8	13,5
Catu	Pau Lavrado	13	0,8	12,2
Pau Lavrado	Sítio Novo	13	0,8	12,2
Sítio Novo	São Francisco	11	0,8	10,2
São Francisco	Sauípe	5,4	0	5,4
Sauípe	Coty	5,4	0	5,4
Coty	Lagoa Redonda	5,4	0	5,4
Lagoa Redonda	Esplanada	5,4	0	5,4
Esplanada	Acajutiba	6,5	0	6,5
Acajutiba	Rio Real	5,2	0	5,2
Rio Real	Itabaianinha	5	0	5
Itabaianinha	Boquim	4,8	0	4,8
Boquim	Salgado	5,8	0	5,8
Salgado	Rita Cacete	4,4	0	4,4
Rita Cacete	Aracajú	4,4	0	4,4
Aracajú	Riachuelo	6,5	0	6,5
Riachuelo	Rosário Catete	1,9	0	1,9

Trechos Ferroviários		Capacidade de Tráfego (Nº de Trens por Dia)		
Estação A	Estação B	Instalada	Vinculada	Ociosa
Rosário Catete	Murta	1,9	0	1,9
Murta	Propriá	1,9	0	1,9

APÊNDICE J – LEGISLAÇÕES SOBRE TRANSPORTE DE CARGAS

Este apêndice apresenta os principais decretos, leis e resoluções relacionados aos setores de transporte de cargas pelos modos rodoviário, ferroviário e aquaviário marítimo, elaborado pelo autor a partir de ANTT (2015b) e ANTAQ (2015).

Legislação	Ementa
Lei 12.667/2012 (Lei Ordinária) de 15 de junho de 2012	Altera a Lei nº 11.442/2007 e revoga a Lei nº 6.813, de 10 de julho de 1980, para determinar, no caso do transporte de produtos perigosos, a observância de legislação federal específica.
Lei 11.442/2007 (Lei Ordinária) de 05 de janeiro de 2007	Dispõe sobre o transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração e revoga a Lei nº 6.813 de 10 de julho de 1980.
Lei nº 9611 de 19 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre o Transporte Multimodal de Cargas e dá outras providências.
Lei nº 9277 de 10 de maio de 1996	Autoriza a União a delegar aos municípios, aos estados da Federação e ao Distrito Federal a administração e exploração de rodovias e portos federais.
Lei nº 9074 de 07 de julho de 1995	Estabelece normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências.
Resolução nº 3761 de 20 de dezembro de 2011	Estabelece procedimentos para apresentação do Plano Trienal de Investimentos (PTI) à Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) pelas concessionárias de serviço público de transporte ferroviário de cargas, institui os critérios de análise, define a aplicação de penalidades e dá outras providências.
Resolução nº 3745 de 07 de dezembro de 2011	Altera a Resolução nº 3.056/2009, que dispõe sobre o exercício da atividade de transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração e estabelece procedimentos para inscrição e manutenção no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas (RNTRC).
Resolução nº 3743 de 25 de novembro de 2011	Dá nova redação ao artigo 20 do Anexo à Resolução ANTT nº 3.695, de 14 de julho de 2011, que dispõe sobre o regulamento das operações de direito de passagem e de tráfego mútuo do subsistema ferroviário federal.
Resolução nº 3731 de 19 de outubro de 2011	Altera dispositivo da Resolução nº 3.658 de 19 de abril de 2011.
Resolução nº 3696 de 14 de julho de 2011	Aprova o Regulamento para pactuar com as metas de produção por trecho e com metas de segurança para as concessionárias de serviço público de transporte ferroviário de cargas.
Resolução nº 3695 de 14 de julho de 2011	Aprova o Regulamento das operações de direito de passagem e de tráfego mútuo, visando a integração do Sistema Ferroviário Nacional.
Resolução nº 3694 de 14 de julho de 2011	Aprova o Regulamento dos usuários dos serviços de transporte ferroviário de cargas.

Legislação	Ementa
Resolução nº 3658 de 19 de abril de 2011	Regulamenta o art. 5º-A da Lei nº 11.442, de 5 de janeiro de 2007, que “dispõe sobre o transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros mediante remuneração e revoga a Lei nº 6.813, de 10 de julho de 1980”.
Resolução nº 3543 de 07 de julho de 2010	Estabelece procedimentos e prazos a serem adotados pelas concessionárias prestadoras de serviço público de transporte ferroviário para registro de bens, investimentos e projetos associados junto à ANTT.
Resolução nº 3145 de 20 de maio de 2009	Altera o disposto no art. 41 da Resolução ANTT nº 3056, de 12 de março de 2009.
Resolução nº 3056 de 12 de março de 2009	Dispõe sobre o exercício da atividade de transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração, estabelece procedimentos para inscrição e manutenção no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas (RNTRC) e dá outras providências.
Resolução nº 2695 de 13 de maio de 2008	Estabelece procedimentos a serem seguidos pelas concessionárias de serviços públicos de transporte ferroviário na obtenção de autorização da ANTT para execução de obras na malha objeto da concessão.
Resolução nº 2502 de 19 de dezembro de 2007	Dispõe sobre o Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF), o Cadastro Ferroviário Nacional (CAFEN), o Registro de Informações de Fiscalização (RIF) e o Sistema de Acompanhamento do Desempenho das Concessionárias de Serviços Públicos de Transportes Ferroviários (SIADÉ), e dá outras providências.
Resolução nº 2495 de 13 de dezembro de 2007	Determina que as concessionárias do Serviço Público de Exploração da Infraestrutura Rodoviária Federal e as concessionárias do Serviço Público de Transporte Ferroviário de Cargas e Passageiros, ou exploração da infraestrutura ferroviária, prestem informações trimestrais e anuais e dá outras providências.
Resolução nº 2493 de 13 de dezembro de 2007	Regulamenta a comprovação de regularidade fiscal das concessionárias do Serviço Público de Exploração da Infraestrutura Rodoviária Federal e das concessionárias do Serviço Público de Transporte Ferroviário de Cargas e Passageiros, reguladas pela ANTT.
Resolução nº 1603 de 29 de agosto de 2006	Estabelece critérios e procedimentos para o acompanhamento do treinamento de pessoal operacional e administrativo, próprio ou de terceiros, das concessionárias do Serviço público de Transporte Ferroviário de Cargas e de Passageiros.
Resolução nº 1187 de 09 de novembro de 2005	Dispõe sobre os procedimentos de execução de obras e serviços pelas concessionárias nas rodovias federais reguladas pela ANTT.
Resolução nº 794 de 22 de novembro de 2004	Dispõe sobre a habilitação do Operador de Transporte Multimodal, de que tratam a Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, e o Decreto nº 1.563, de 19 de julho de 1995.
Decreto nº 5276 de 19 de novembro de 2004	Altera os artigos 2º e 3º do Decreto nº 3.411, de 12 de abril de 2000, que regulamenta o Transporte Multimodal de Cargas, instituído pela Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.
Decreto nº 3411 de 12 de abril de 2000	Regulamenta a Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre o Transporte Multimodal de Cargas, altera os Decretos nº 91.030, de 5 de março de 1985, e nº 1.910, de 21 de maio de 1996, e dá outras providências.

Legislação	Ementa
Decreto nº 1832 de 04 de março de 1996	Aprova o Regulamento dos Transportes Ferroviários.
Decreto nº 1563 de 19 de julho de 1995	Dispõe sobre a execução do Acordo de Alcance Parcial para a facilitação do transporte multimodal de mercadorias, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, de 30 de dezembro de 1994.
Decreto nº 1945 de 28 de junho de 1996	Dispõe sobre a Comissão Federal de Transportes Ferroviários (COFER) e dá outras providências.
Decreto nº 94002 de 04 de fevereiro de 1987	Dispõe sobre a concessão de obra pública, para construção, conservação e exploração de rodovias e obras rodoviárias federais, e dá outras providências.
Lei 12.815 de 05 de junho de 2013	Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis nº 5.025, de 10 de junho de 1966, nº 10.233, de 5 de junho de 2001, nº 10.683, de 28 de maio de 2003, nº 9.719, de 27 de novembro de 1998, e nº 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e nº 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis nº 11.314, de 3 de julho de 2006, e nº 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências.
Lei 11.518 de 05 de setembro de 2007	Acresce e altera dispositivos das Leis nº 10.683, de 28 de maio de 2003, nº 10.233, de 5 de junho de 2001, nº 10.893, de 13 de julho de 2004, nº 5.917, de 10 de setembro de 1973, nº 11.457, de 16 de março de 2007, e nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, para criar a Secretaria Especial de Portos, e dá outras providências (Lei dos Portos).
Lei 11.314 de 03 de julho de 2006	Altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, que dispõe sobre o regime jurídico dos servidores públicos civis da União, das autarquias e das fundações públicas federais; altera a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, que dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre; cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Lei dos Portos).
Lei nº 10.893 de 13 de julho de 2004	Dispõe sobre o adicional ao frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM) e o Fundo da Marinha Mercante (FMM) e dá outras providências.
Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e de outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
Lei nº 9.611 de 19 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre o transporte multimodal de cargas.
Lei nº 7.652 de 03 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre o registro da propriedade marítima e dá outras providências.
Lei nº 9.537 de 11 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional (LESTA).

Legislação	Ementa
Lei nº 9.432 de 08 de janeiro de 1997	Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências.
Decreto – Lei nº 37 de 18 de novembro de 1966	Dispõe sobre o imposto de importação, reorganiza os serviços aduaneiros e dá outras providências.
Decreto 8.033 de 27 de junho de 2013	Regulamenta o disposto na Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, e as demais disposições legais que regulam a exploração de portos organizados e de instalações portuárias.
Decreto nº 4.543 de 26 de dezembro de 2002	Regulamenta a administração das atividades aduaneiras e a fiscalização, o controle e a tributação das operações de comércio exterior (artigos 210 e 211 – proteção à bandeira brasileira).
Decreto nº 4.136 de 20 de fevereiro de 2002	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis em casos de infração às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, previstas na Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências.
Decreto nº 3.411 de 12 de abril de 2000	Regulamenta a Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre o transporte multimodal de cargas.
Decreto nº 25.403 de 02 de julho de 1999	Desonera do ICMS os insumos para a indústria naval.
Decreto nº 2.596 de 18 de maio de 1998	Regulamenta a Lei nº 9.537, de 10 de setembro de 1997, que dispõe sobre a LESTA.
Decreto nº 2.256 de 17 de junho de 1997	Regulamenta o Registro Especial Brasileiro (REB) para embarcações de que trata a Lei nº 9.432 de 8 de janeiro de 1997.
Decreto nº 666 de 2 de julho de 1969	Institui a obrigatoriedade de transporte em navio de bandeira brasileira e dá outras providências.