ALESSANDRO SOUZA SANTOS

**Modelagem do escoamento de grãos agrícolas aplicada à
estratégia operacional nos terminais portuários da região Sudeste
do Brasil**

São Paulo

2015

ALESSANDRO SOUZA SANTOS

**Modelagem do escoamento de granéis agrícolas aplicada à
estratégia operacional nos terminais portuários da região Sudeste
do Brasil**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Área de Concentração:
Engenharia Naval e Oceânica

Orientador: Professor Doutor Marcos
Mendes de Oliveira Pinto

São Paulo

2015

ALESSANDRO SOUZA SANTOS

**Modelagem do escoamento de granéis agrícolas aplicada à
estratégia operacional nos terminais portuários da região Sudeste
do Brasil**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Área de Concentração:
Engenharia Naval e Oceânica

Orientador: Professor Doutor Marcos
Mendes de Oliveira Pinto

São Paulo

2015

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, de de 2015.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

Catlogação na publicação

Santos, Alessandro Souza

Modelagem do escoamento de granéis agrícolas aplicada à estratégia operacional nos terminais portuários da região sudeste do Brasil / A.S. Santos. -- versão corr. -- São Paulo, 2015. 159 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica.

1.Soja (Produção) 2.Transporte de carga 3.Logística 4.Terminais de transportes 5.Portos marítimos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica II.t.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Marina, pela paciência, compreensão, dedicação e incentivo em todo o período deste trabalho.

Ao Prof. Marcos Pinto por motivar e orientar o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Victor Hossoda pelas orientações e esclarecimentos precisos dispensados para o início deste trabalho.

Não posso me esquecer das colegas Kátia Burgos e da Lânia Camilo pelo apoio e orientação na Universidade.

À Vale S/A, pela oportunidade. Mas faço questão de relacionar os motivadores: Vinicius Fraga, Ricardo Gomes, Jorge Fernandes, Paulo Boguea, Elcy Bimbato e André Soares. Sei que as discussões para que eu conseguisse finalizar este mestrado foram calorosas. Muito obrigado!

RESUMO

O processo de crescimento da produção da soja e a necessidade de eficiência em seu escoamento, atrelado a um menor custo logístico total, demanda a elaboração de um planejamento operacional que delimite as áreas de influências dos portos, as *hinterlands*; e mantenha a estabilidade do mercado. Entretanto, o menor custo logístico total para escoamento da produção não é respeitado em alguns fluxos por conta de restrições de transporte multimodal. Em consonância a isso, os projetos futuros de implantação de novas rotas para o escoamento da produção, delimitadas por investimentos em transporte multimodal, instalação de novos portos e terminais de transbordo de carga, vem interferindo nessas áreas de influência aumentando a dinâmica do negócio. Este estudo possui como objetivo caracterizar a dinâmica das rotas de escoamento da produção, listar as suas interferências, mapear a discussão a respeito do conceito de *hinterlands* e apresentar metodologias para sua delimitação. O modelo proposto será aplicado a todos os portos que participaram do comércio exterior da soja em 2011, com destaque para o Píer 3, da Vale S/A. Como resultados esperados, deverão ser respondidos dois questionamentos fundamentais: 1) qual a importância do Píer 3, da Vale S/A, no que tange ao escoamento da safra agrícola brasileira, e na sua competitividade de custo logístico total? 2) O terminal será necessário no futuro?

Palavras chave: *Hinterland*. Crescimento da produção da soja. Custo logístico total. Área de influência portuária.

ABSTRACT

The growth process of soybean production and the need for efficiency in its flow, coupled to a lower total logistics costs, demand the development of an operational plan that demarcates the areas of influence of the ports, the *Hinterlands*, and maintain market stability. However, the lowest total logistics costs for production flow are not respected in some scenarios due to restrictions of the multimodal transportation. Correspondingly, future projects to implement new routes for the production flow, bounded by investments in multimodal transport, installation of new ports and terminals cargo transshipment, are interfering in these areas of influence increasing business dynamics. This study aims to characterize the dynamics of the flow of production routes, list their interference, map the discussion about the concept of hinterlands and present methodologies for its delimitation. The proposed model will be applied to all ports participating in the foreign trade of soybeans in 2011, with emphasis on the VALE S/A Pier 3. The expected results should answer two fundamental questions: 1) what is the importance of VALE S/A Pier 3 regarding the distribution of the Brazilian harvest, and the competitiveness of total logistics costs? 2) The terminal will be needed in the future?

Keywords: Hinterlands. Growth of soybean production. Total logistic costs. Ports influence area.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do Píer 3, da Vale S/A, no Complexo Portuário de Tubarão.....	20
Figura 2 -	Aplicação do método indutivo.....	24
Figura 3 -	Etapas da dissertação – visão geral.....	26
Figura 4 -	Ilha com hinterlands iguais para os portos.....	40
Figura 5 -	Distribuição da produção de soja por município do Brasil em 2011.....	54
Figura 6 -	Distribuição da produção de farelo de soja por município do Brasil em 2011.....	56
Figura 7 -	Distribuição da produção de óleo de soja por município do Brasil em 2011.....	57
Figura 8 -	Portos que movimentaram produtos do Complexo da Soja em 2011.....	62
Figura 9 -	Requisitos de avaliação das rodovias.....	63
Figura 10 -	Zoneamento dos municípios do Brasil.....	67
Figura 11 -	Centróides dos municípios produtores de soja em 2011.....	68
Figura 12 -	Mapa multimodal atual e futuro.....	69
Figura 13 -	Balanço de massa do Complexo da Soja do Brasil em 2011.....	74
Figura 14 -	Composição do custo logístico total.....	78
Figura 15 -	Área de influência dos portos brasileiros para o Complexo da Soja em 2011.....	96
Figura 16 -	Produção municipal de soja em 2011 e 2022.....	121
Figura 17 -	Produção municipal de farelo de soja em 2011 e 2022.....	123
Figura 18 -	Produção municipal de óleo de soja em 2011 e 2022.....	126
Figura 19 -	Área de influência dos portos brasileiros para o Complexo da Soja a partir de 2016.....	128

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Participação dos portos no comércio exterior do Complexo da Soja em 2011.....	21
Gráfico 2 -	Evolução da movimentação de grãos no Píer 3, da Vale S/A (milhões de toneladas).....	21
Gráfico 3 -	Participação das regiões brasileira na produção de soja em grãos em 2011.....	53
Gráfico 4 -	Participação das regiões brasileira na produção de farelo de soja em 2011.....	55
Gráfico 5 -	Participação das regiões brasileira na exportação de soja em grãos em 2011.....	58
Gráfico 6 -	Curva de frete rodoviário.....	82
Gráfico 7 -	Curva de frete rodoviário abaixo da média.....	83
Gráfico 8 -	Curva de frete rodoviário acima da média.....	84
Gráfico 9 -	Curva de frete ferroviário da ALL Malha Norte.....	85
Gráfico 10 -	Curva de frete ferroviário da ALL Malha Paulista.....	86
Gráfico 11 -	Curva de frete ferroviário da ALL Malha Sul e da Ferroeste.....	87
Gráfico 12 -	Curva de frete ferroviário da EFC.....	88
Gráfico 13 -	Curva de frete ferroviário da EFVM.....	88
Gráfico 14 -	Curva de frete ferroviário da FCA.....	89
Gráfico 15 -	Curva de frete ferroviário da FNS.....	90
Gráfico 16 -	Curva de frete ferroviário da MRS.....	90
Gráfico 17 -	Curvas de frete médio por modal de transporte.....	101
Gráfico 18 -	Expansão da capacidade de escoamento da produção de grãos no Brasil.....	112
Gráfico 19 -	Curva de frete ferroviário da Ferrovia Nova Transnordestina.....	116
Gráfico 20 -	Projeção da produção, consumo, exportação e importação da soja em grãos.....	120
Gráfico 21 -	Projeção da produção, consumo, exportação e importação de farelo de soja.....	123
Gráfico 22 -	Projeção da produção, consumo, exportação e importação de óleo de soja.....	125

Gráfico 23	Expansão da capacidade de escoamento da produção de grãos no Brasil <i>versus</i> projeção de exportação.....	132
Gráfico 24 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Santos.....	133
Gráfico 25 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Paranaguá.....	134
Gráfico 26 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Vitória.....	135
Gráfico 27 -	Balanço da oferta e demanda portuária de São Francisco do Sul	136
Gráfico 28 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Rio Grande.....	137
Gráfico 29 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Ilhéus.....	138
Gráfico 30 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Salvador (Aratu).....	139
Gráfico 31 -	Balanço da oferta e demanda portuária de São Luís (Itaqui).....	140
Gráfico 32 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Santarém.....	141
Gráfico 33 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Itacoatiara.....	142
Gráfico 34 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Belém.....	143
Gráfico 35 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Vila do Conde.....	144
Gráfico 36 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Pecém.....	144
Gráfico 37 -	Balanço da oferta e demanda portuária de Suape.....	145
Gráfico 38 -	Capacidade <i>versus</i> utilização dos portos de grãos em 2011.....	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Dez maiores UFs produtoras de soja do Brasil em 2011.....	53
Tabela 2 -	Dez maiores UFs produtoras de farelo de soja do Brasil em 2011.....	55
Tabela 3 -	Dez maiores UFs originadores da soja para a exportação no Brasil em 2011.....	58
Tabela 4 -	UFs produtoras de farelo de soja para a exportação no Brasil em 2011.....	59
Tabela 5 -	UFs produtores de óleo de soja para a exportação no Brasil em 2011.....	59
Tabela 6 -	Movimentação do comércio exterior dos principais complexos portuários em 2011.....	60
Tabela 7 -	Classificação da situação das rodovias, por tipo de gestão.....	63
Tabela 8 -	Matriz produção e consumo da soja em grãos no Brasil em 2011	75
Tabela 9 -	Matriz produção e consumo do farelo de soja no Brasil em 2011.	75
Tabela 10 -	Matriz produção e consumo do óleo de soja no Brasil em 2011...	76
Tabela 11 -	Mapeamento dos terminais de transbordo ou de cargas.....	80
Tabela 12 -	Denominação de custos dos fretes rodoviários.....	83
Tabela 13 -	Custo de navegação até Shangai, China.....	92
Tabela 14 -	Custo de pedágio.....	92
Tabela 15 -	Determinação do porto para escoamento da produção do município de Sorriso-MT.....	95
Tabela 16 -	Exportação realizada <i>versus</i> potencial de exportação de soja em grãos por complexo portuário (mil toneladas).....	97
Tabela 17 -	Exportação realizada <i>versus</i> o potencial de exportação de farelo de soja por complexo portuário (mil toneladas).....	98
Tabela 18 -	Exportação realizada <i>versus</i> o potencial de exportação de óleo de soja por complexo portuário (mil toneladas).....	98
Tabela 19 -	Lista dos terminais considerados para o cálculo de capacidade portuária para o comércio exterior de grãos no Brasil.....	99
Tabela 20 -	Capacidade portuária atual para o escoamento de grãos do Brasil.....	100

Tabela 21 -	Relação dos projetos de expansão da capacidade portuária de grãos.....	111
Tabela 22 -	Custo de navegação até Shangai, China, para os novos portos..	118
Tabela 23 -	Custo de pedágio para os novos portos.....	118
Tabela 24 -	Matriz de produção e consumo da soja em grãos em 2015.....	121
Tabela 25 -	Matriz de produção e consumo da soja em grãos em 2019.....	122
Tabela 26 -	Matriz de produção e consumo da soja em grãos em 2022.....	122
Tabela 27 -	Matriz de produção e consumo do farelo de soja em 2015.....	124
Tabela 28 -	Matriz de produção e consumo do farelo de soja em 2019.....	124
Tabela 29 -	Matriz de produção e consumo do farelo de soja em 2022.....	124
Tabela 30 -	Matriz de produção e consumo do óleo de soja em 2015.....	126
Tabela 31 -	Matriz de produção e consumo do óleo de soja em 2019.....	127
Tabela 32 -	Matriz de produção e consumo do óleo de soja em 2022.....	127
Tabela 33 -	Exportação realizada <i>versus</i> potencial de exportação, sem e com as novas rotas, para a soja em grãos, por complexo portuário (mil toneladas).....	129
Tabela 34 -	Exportação realizada <i>versus</i> potencial de exportação, sem e com as novas rotas, para o farelo de soja, por complexo portuário (mil toneladas).....	130
Tabela 35 -	Exportação realizada <i>versus</i> potencial de exportação, sem e com as novas rotas, para o óleo de soja, por complexo portuário (mil toneladas).....	131
Tabela 36 -	Utilização do volume não atendido por Santos por VIX e SFS.....	148

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
ALL	América Latina Logística
AML	Amazônia Legal
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTF	Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BR	Batalhão Rodoviário
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CAGR	Taxa Composta de Crescimento Anual (<i>Compound Annual Growth Rate</i>)
CCQ	Círculo de Controle de Qualidade
CFN	Companhia Ferroviária do Nordeste
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COREX	Corredor de Exportação
EFC	Estrada de Ferro Carajás
EFVM	Estrada de Ferro Vitória a Minas
Ferroeste	Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A.
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FAPRI	<i>Food and Agriculture Policy Research Institute</i>
FCA	Ferrovias Centro Atlântica
FNS	Ferrovias Norte Sul
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MaToPiBa	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
ONU	Organizações das Nações Unidas
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PDZ	Plano Diretor de Zoneamento
PIB	Produto Interno Bruto
PIL	Programa de Investimentos em Logística
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior

SFS	São Francisco do Sul
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
TECON	Terminal de Contêineres
TEG	Terminal Exportador do Guarujá
TEGRAM	Terminal de Grãos do Maranhão
TERFRON	Terminais Portuários Fronteira Norte
TGG	Terminal de Granéis do Guarujá
TGS	Terminal de Granéis Sólidos
TIA	Terminal Integrador de Araguari
TIPLAM	Terminal Integrador Portuário Luiz Antônio Mesquita
TMU	Terminal de Múltiplo Uso
TPB	Tonelagem de Porte Bruto
TPD	Terminal de Produtos Diversos
TUP	Terminais de Uso Privado
UF	Unidade da Federação
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
VIX	Vitória
VLI	Valor da Logística Integrada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVOS E RELEVÂNCIAS.....	20
1.2 METODOLOGIA	24
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	26
2 REVISÃO DA LITERATURA	29
2.1 <i>HINTERLANDS</i> – DEFINIÇÕES.....	32
2.2 CLASSIFICAÇÕES DAS <i>HINTERLANDS</i>	35
2.3 DETERMINAÇÃO DAS <i>HINTERLANDS</i>	39
2.4 FATORES RELEVANTES PARA DETERMINAÇÃO DAS <i>HINTERLANDS</i>	47
3 COMPLEXO DA SOJA BRASILEIRA	52
3.1 PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO	53
3.2 SELEÇÃO DOS COMPLEXOS PORTUÁRIOS	60
3.3 MAPEAMENTO DOS ACESSOS ATUAIS AOS PORTOS	63
3.3.1 Porto de Ilhéus	64
3.3.2 Porto de Manaus - Itacoatiara	64
3.3.3 Porto de Paranaguá	64
3.3.4 Porto de Rio Grande	64
3.3.5 Porto de Salvador - Aratu	65
3.3.6 Porto de Santarém	65
3.3.7 Porto de Santos.....	65
3.3.8 Porto de São Francisco do Sul	66
3.3.9 Porto de São Luís - Itaquí	66
3.3.10 Porto de Vitória - Vale S/A	66
3.4 DETERMINAÇÃO DA MALHA DE TRANSPORTE TERRESTRE	67
3.5 FORMULAÇÃO DA MATRIZ DE PRODUÇÃO E CONSUMO	70
3.6 DESTINO OBSERVADO DAS CARGAS	73

4 DETERMINAÇÃO DO DESTINO NATURAL DAS CARGAS.....	77
4.1 MAPEAMENTO DOS TERMINAIS DE TRANSBORDO OU DE CARGAS	80
4.2 DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS COM FRETES	81
4.2.1 Modal Rodoviário	81
4.2.2 Modal Ferroviário	84
4.2.3 Modal Hidroviário	91
4.2.4 Navegação	91
4.2.5 Pedágio e Tarifas Portuárias	93
4.3 APRESENTAÇÃO DO DESTINO NATURAL DAS CARGAS	94
4.4 CAPACIDADE PORTUÁRIA ATUAL	99
4.5 INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS	100
5 EFEITOS DAS NOVAS ROTAS NO DESTINO NATURAL DAS CARGAS.....	107
5.1 PERSPECTIVA DE CRESCIMENTO DA OFERTA PORTUÁRIA	108
5.1.1 Análises da Expansão da Oferta Portuária	109
5.1.2 Análise da Melhoria da Infraestrutura de Transporte Terrestre	113
5.1.2.1 Acesso aos Novos Portos.....	113
5.1.2.2 Melhoria da Infraestrutura de Transporte Terrestre	115
5.1.2.3 Novos Custos com Fretes	116
5.2 PROJEÇÕES DA DEMANDA PORTUÁRIA DO COMPLEXO DA SOJA	118
5.1.1 Critérios para a Determinação	118
5.1.2 Aplicação da Formulação da Matriz de Produção e Consumo das Cargas para as Projeções.....	119
5.1.2.1 Projeções para a Soja em Grãos.....	119
5.1.2.2 Projeções para Farelo de Soja	122
5.1.2.3 Projeções para Óleo de Soja.....	125
5.3 APRESENTAÇÃO DO DESTINO NATURAL DAS CARGAS – O EFEITO DAS NOVAS ROTAS.....	128
5.4 BALANÇO ENTRE A OFERTA E DEMANDA PORTUÁRIA	131

6 CONCLUSÕES	146
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
ANEXO	156

1 INTRODUÇÃO

A economia brasileira é a oitava maior do mundo, com um PIB¹ realizado de R\$ 4,143 trilhões em 2011 (IBGE, 2013). O agronegócio é responsável por 22,15% dessa riqueza, com uma safra de 166,2 milhões de toneladas de grãos, sendo a soja responsável por 40,0% de toda a produção. O Brasil, em 2011, ocupou a segunda posição no ranking mundial dos produtores e exportadores de soja, posição esta mantida até o presente, dezembro de 2014.

Nos Estados Unidos, maior produtor e exportador mundial da oleaginosa, a produção chegou ao seu limiar, principalmente pela priorização da produção de milho, destinada à fabricação de etanol. Dessa forma, a soja brasileira ganha espaço no cenário internacional.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, USDA, iniciou os registros mundiais de produção e exportação da soja em 1965, apresentando o próprio país como maior produtor e exportador. Os primeiros registros da produção brasileira destinada ao comércio exterior datam de 1978. Nesse ano, o Brasil representou 13% do total da produção mundial e 4% da exportação global. Desde então, os registros mostram que a produção de soja brasileira vem crescendo a cada ano, apresentando uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 4,7% e, atualmente, a soja brasileira representa 28% de toda a produção mundial. Para o comércio exterior, a participação brasileira é de 40%, com CAGR de 6,2% (USDA, 2012). Como parte integrante da cadeia produtiva do Complexo da Soja, o consumo apresenta crescimento anual no Brasil de 3,8% (ABIOVE, 2012), e este se volta para a indústria de processamento e refino de farelo e óleo de soja, componentes essenciais para a fabricação de ração animal e alimentação humana.

Para o Ministério da Agricultura do Brasil (MAPA, 2012), a produção de soja brasileira tem crescido a uma taxa anual de 5,8%. Já a FAPRI² (2011) registrou 5,7% de crescimento anual da produção brasileira da soja, bem como 7,8% de crescimento anual para a exportação da oleaginosa.

¹ PIB: é a soma de todas as riquezas produzidas no Brasil.

² FAPRI: Food and Agriculture Policy Research Institute.

Para sustentar o crescimento do comércio exterior da soja e seus derivados, destaca-se o crescimento da população mundial que passará dos sete bilhões de habitantes para nove bilhões em 2050 (UNFPA, 2012), aumentando assim a necessidade de infraestrutura de transporte, moradias e alimentação. Atrelado a isso, o comércio exterior se destaca devido à globalização, intensificada pela ascensão de economias emergentes, como China, Índia e Rússia, e que multiplica a importância do movimento de *commodities*, com especial destaque para o minério de ferro e da própria soja.

Outra questão importante ao cenário do comércio exterior brasileiro é a sua posição geográfica, estando mais próximo dos países mais populosos do mundo, como a China, sendo este, o maior importador da soja no mundo, o que torna o Brasil mais competitivo em relação aos Estados Unidos, considerando o escoamento da sua produção pelo Mississippi.

Nesse contexto, o consumo da soja se torna imperativo, seja para consumo interno, ou para o comércio exterior. Dessa maneira, para buscar a posição de líder na produção e exportação de soja no cenário internacional, além de abastecer o mercado interno, o crescimento da produção da soja no Brasil não se esgota apenas no aumento da área plantada, mas no aumento da produtividade, por novas tecnologias desenvolvidas em centros de excelência agrícola, estatais e privados, que acompanham o ritmo do processo produtivo.

Outros fatores fundamentais são destacados para que o Brasil mantenha níveis de crescimento como os referidos no início deste capítulo, destacando-se o clima e a disponibilidade de terras. Esses são pontos em que o Brasil se sobressai, sendo o quinto maior país em extensão territorial do mundo, de clima tropical, e apresentando formidável variedade de terreno, como o cerrado, a caatinga, a mata atlântica, entre outros. Além disso, possui terras não cultivadas e não habitadas, e detém cerca de 12% de todo recurso hídrico do Planeta, além de possuir regularidade da incidência das chuvas, importante para o desenvolvimento da soja.

Contudo, as suas dimensões continentais provocam custos logísticos consideráveis para o escoamento da produção, representando 14,3% do custo FOB³ do produto (CEPEA, 2013) - exemplo do transporte da produção do município de Sorriso–MT pelo porto de Paranaguá–PR por rodovia, desconsiderando os custos referentes aos gargalos na recepção deste modo em Paranaguá, podendo este resultado ser maior do que o apresentado (Anexo A).

Algumas causas podem explicar este entrave, tais como a baixa eficiência da infraestrutura de transporte terrestre para alguns portos, observada por filas de caminhões nos acessos aos portos, às limitações de capacidade dos portos e terminais portuários, incluindo as restrições de calados para atendimento de embarcações de maior porte, gerando enormes filas de espera para atracação dos navios e eventuais aumentos de *demurrage*, bem como restrições de armazenagem do produto.

De certa forma, o atendimento eficiente e de baixo custo das demandas de produtos para os portos deve partir da identificação da área de influência, ou seja, a definição das suas *hinterlands*. Isso orientará a escolha de oportunidades de desenvolvimento da logística de transportes e do setor portuário para o escoamento da produção do Complexo da Soja no Brasil com baixo custo e maior valor agregado ao produto. Para isso, essa dissertação mapeará os conceitos e metodologias aplicadas para as determinações das *hinterlands*, buscando o entendimento da dinâmica logística do escoamento da produção, considerando a demanda do produto, a tendência do transporte multimodal, com menor custo logístico total, e o mapeamento da demanda e da capacidade portuária, atual e futura.

³ FOB: *free on board*. Tipo de frete em que o comprador assume todos os riscos e custos de transporte da mercadoria, assim que ela é colocada a bordo do navio.

1.1 OBJETIVOS E RELEVÂNCIAS

O objetivo desta dissertação é mapear a área de influência atual e potencial, projetar a demanda de soja e seus derivados, para horizontes futuros a serem definidos, analisar a perspectiva de crescimento da oferta de capacidade portuária e desenvolver subsídios para tomada de decisão das operações do Terminal de Produtos Diversos - TPD, Píer 3, da Vale S/A, situada no Complexo Portuário de Tubarão, na cidade de Vitória/ES (Figura 1), considerando a dinâmica das áreas ou zonas de influência dos ports brasileiros para o escoamento da produção do Complexo da Soja.

Figura 1 - Localização do Píer 3, da Vale S/A, no Complexo Portuário de Tubarão

Fonte: produção do próprio autor (2013)

O Píer 3, da Vale S/A, atualmente, responde por 7,8% de todo o comércio exterior brasileiro para o Complexo da Soja, que, para este porto, considera os produtos como a soja em grãos, o farelo de soja e o óleo de soja (Gráfico 1). Paranaguá, Santos, Rio Grande e São Francisco do Sul se destacam como os principais concorrentes no comércio exterior dos produtos que compõem o Complexo da Soja no Brasil.

Gráfico 1 - Participação dos portos no comércio exterior do Complexo da Soja em 2011

Fonte: SECEX (2012)

A Vale S/A iniciou suas operações de embarque de grãos em navios em 1993, compartilhando o Píer 1 Sul de Minério de Ferro. Em 1998, o Píer 3 foi inaugurado e o seu histórico de exportação está apresentado no Gráfico 2, e este contempla produtos como a soja em grãos, o farelo de soja e milho.

Gráfico 2 - Evolução da movimentação de grãos no Píer 3, da Vale S/A (milhões de toneladas)

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Assim como nos demais portos do Brasil que participam do comércio exterior do agronegócio, os volumes exportados respeitam a sazonalidade de produção, ou seja, a safra. Para o Píer 3, da Vale S/A, a safra da soja é considerada no período de março a setembro, onde são demandados os maiores volumes para a exportação. Nos demais meses do ano, cabe ao departamento comercial buscar novas cargas para reduzir a ociosidade do porto.

Vale ressaltar, quanto ao Gráfico 2, que em 2011 as exportações do Píer 3 da Vale S/A foram afetadas pela restrição de transporte ferroviário, pois foram registrados vários acidentes em trechos importantes, além da baixa disponibilidade de vagões, atrasando o escoamento da safra por este porto. Em 2012, o mesmo porto igualou seu melhor resultado, o de 2010, exportando 5,3 milhões de toneladas de grãos. O resultado do ano de 2013 mostrou um diferencial na busca da redução da ociosidade do porto, ou seja, a sazonalidade neste ano praticamente não existiu. Nos meses em que era prevista, foram adicionados elevados volumes de milho para exportação devido à quebra de safra dos Estados Unidos e a priorização da utilização do milho para a fabricação de Etanol naquele país, além de serem firmados acordos comerciais de longo prazo com seus clientes, o que resultou em 541 mil toneladas exportadas de soja, milho e farelo de soja pela Vale S/A, na média mensal.

A partir de 2014, o Píer 3 da Vale S/A voltou a respeitar a sazonalidade do mercado, apresentando projeções de exportação em torno de 6,31 milhões de toneladas para o ano. Porém, a cada ano, as projeções de demanda para este porto são revisadas, e esta pode chegar a níveis muito maiores do que apresentam hoje. Dessa maneira, na busca de alternativas para manter e buscar aumentar a sua participação no mercado de grãos agrícolas do Brasil, o resultado da análise das áreas ou zonas de influência dos portos, obtidas, no caso deste estudo, através do menor custo logístico total, com a indicação de necessidades de investimentos na sua infraestrutura portuária e a diversificação das suas operações, torna-se importante para a Vale S/A.

Pensando nessas alternativas, a Vale S/A, na região nordeste do Brasil, aumentará sua capacidade de escoamento da produção de grãos em até 330%, saindo de 2,74 milhões de toneladas em 2012, para 11,76 milhões em 2017, com investimentos em terminais portuários, terminais de carregamento, de transbordo, ferrovias e armazenagem. Em consonância com o aumento da produção nacional de soja, em especial, a produção do Cerrado, o aumento da participação do Porto do Itaqui, operado pela Vale S/A, no escoamento da produção agrícola da região Centro-Oeste se torna evidente porque, teoricamente, este é o fluxo de escoamento mais econômico, devido à menor distância aparente entre região produtora e porto.

Essa mudança de patamar do Porto do Itaqui, atrelada às outras possibilidades de crescimento em exportação não mapeadas, geram risco para a continuidade das operações do Píer 3, da Vale S/A. Dessa maneira, para que as operações de graneis agrícolas deste porto se mantenham atrativas, é importante a elaboração dos cenários futuros de escoamento da produção de graneis agrícolas das regiões produtoras do Brasil, com o objetivo de entender a sua atratividade atual e de consolidar a continuidade do uso deste porto com granel agrícola ou propor a sua diversificação. Então, dois importantes questionamentos devem ser respondidos:

- Qual a importância do Píer 3, da Vale S/A, na necessidade de escoamento da safra agrícola brasileira, e na sua competitividade de custo logístico total?
- O terminal será necessário no futuro?

Para a elaboração deste estudo, o ano escolhido para avaliação de dados é o de 2011. Vale ressaltar que tal escolha não é relevante, pois o objetivo maior é desenvolver subsídios para tomada de decisão das operações do Terminal de Produtos Diversos - TPD, Píer 3, da Vale S/A, por intermédio de determinação de *hinterlands*, destacando eventuais entraves para o escoamento das produções atual e futura. Some-se a isto o dado fundamental de que este é o último ano em que se encontra a base de dados completa disponível para pesquisa e análise, considerando a produção, consumo e exportação dos produtos do Complexo da Soja.

1.2 METODOLOGIA

O método indutivo proposto por Lakatos e Marconi (1992) será utilizado como metodologia de pesquisa. Ele parte de dados particulares, suficientemente constatados, infere uma verdade geral ou universal não contida nas partes examinadas, levando a conclusões cujo conteúdo é mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

Uma característica fundamental é que o método se fundamenta em premissas, o que conduz a conclusões prováveis. Portanto, quando as premissas são verdadeiras, pode-se dizer que as conclusões também são, provavelmente, verdadeiras.

Dessa forma, algumas etapas são necessárias para a consecução do objetivo seguido neste método, sendo (Figura 2):

Fonte: produção do próprio autor (2013)

- Observação dos fatos ou fenômenos: observação e análise dos fatos ou fenômenos, com a finalidade de descobrir as causas de suas manifestações;
- Descoberta da relação entre eles (agrupamento): comparação dos fatos e os fenômenos com a finalidade de descobrir a relação entre eles;

- Generalização da relação (classificação): generalização da relação encontrada entre os fatos e os fenômenos semelhantes, muitos dos quais ainda não observamos e muitos, inclusive, inobserváveis.

A utilização da indução leva à formulação de dois questionamentos, que serão fundamentais para as respostas dos objetivos principais apresentadas na seção 1.1:

- Qual a justificativa para as inferências indutivas, ou seja, o ato de derivar conclusões a partir de fatos, informações e evidências disponíveis? Ou seja, temos expectativas e acreditamos que exista certa regularidade nas coisas, e por este motivo, o futuro será como o passado?
- Qual a justificativa para a crença de que o futuro será como o passado? A resposta é que pelas observações repetidas, feitas no passado, é gerada em nós a expectativa de regularidade no que se refere a fatos e fenômenos. Por este motivo, analisando dados de um mesmo gênero, estendem-se a todos as observações dos primeiros, através da constância das leis da natureza ou do princípio do determinismo.

Portanto, para a presente dissertação, são consideradas as seguintes etapas para o desenvolvimento:

- Investigar o escoamento atual da produção agrícola brasileira para o Complexo da Soja (elaboração de matriz produção e consumo do produto);
- Mapear as regiões atuais de influência das operações dos portos do Brasil, a partir dos municípios;
- Identificar os fatores que condicionam a atratividade dos fluxos de escoamento (região produtora até o porto), considerando distâncias entre região produtora e porto e o custo do transporte multimodal;
- Detalhar o aumento de capacidade de escoamento da produção das regiões brasileiras;
- Elaborar um cenário futuro do escoamento da produção agrícola;
- Aplicar o resultado do cenário futuro para gerar novos fluxos de escoamento para o Píer 3, da Vale S/A.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta seção é destinada a apresentar a estrutura desta dissertação, e a Figura 3 apresenta a divisão dos capítulos, e estes são subdivididos em seções, não destacadas na Figura 3, mas que serão seguidas durante o desenvolvimento do texto.

Figura 3 - Etapas da dissertação – visão geral

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Já exposto, o Capítulo 1 apresenta a importância do agronegócio na economia do Brasil, e o destaque da soja, como produto chave para o crescimento do comércio exterior brasileiro. Por sua vez, este capítulo descreve, também, a participação do Pier 3 da Vale S/A, no cenário de comércio exterior do agronegócio brasileiro, além de apresentar os objetivos e relevâncias para a necessidade de se ter um bom entendimento das formas, restrições e considerações para a obtenção das *hinterlands* dos portos. A importância do tema *hinterland* e a metodologia utilizada neste estudo também estão presentes neste capítulo.

Em seguida, o Capítulo 2 destaca-se pela revisão da literatura, que considera as definições e classificações para a determinação das *hinterlands*, além de listar as várias formas e fatores relevantes para a determinação das *hinterlands* encontradas na literatura.

O Capítulo 3 apresenta a evolução da produção e comércio exterior para os produtos que compõem o Complexo da Soja no Brasil. É considerado o histórico das regiões brasileiras, abertas, também, por UFs e municípios, sendo este último, o nível de detalhe escolhido para esta dissertação.

Através da exposição dos dados de comércio exterior, é possível selecionar os portos que participaram da exportação dos produtos que compõem o Complexo da Soja em 2011, ano base, embora não relevante, mas escolhido para as análises da dissertação, visto ser o último ano em que os dados de produção, exportação e consumo estavam disponíveis para consulta. Em seguida, para conhecer a logística de escoamento da produção de soja e seus derivados e suas restrições, é necessário mapear os acessos aos portos selecionados e a malha de transporte terrestre do Brasil. Por fim, e de suma importância ao desenvolvimento da dissertação, é apresentada a formulação matemática que determina o balanço entre a produção e o consumo dos produtos, além da forma e restrições para a obtenção de cada uma das parcelas que compõem a formulação.

Encerrando o capítulo, é apresentado o destino observado das cargas, sendo este o resultado das avaliações da base de dados do ano de 2011, gerando a *hinterland* real dos portos através da aplicação da formulação da matriz de produção e consumo das cargas.

A determinação do destino natural das cargas é apresentada no Capítulo 4. Neste capítulo, é exposto o modelo de custo logístico total a ser utilizado na dissertação. Este é o momento em que são determinadas as curvas de tarifas de frete de transporte terrestre, tarifas portuárias, pedágios e tarifas de navegação, em R\$/ton (reais por toneladas). Além disso, são listados os terminais de transbordos de cargas, e identificada a distância dos modais de transporte ferroviário, rodoviário, hidroviário ou uma mescla destes, que faz o transporte entre a origem da carga e os portos. Este modelo é aplicado aos municípios produtores de soja em 2011.

Em seguida, é apresentado o destino natural das cargas como resultado do modelo, ou seja, a *hinterland* potencial dos portos. Para se obter a comparação da *hinterland* real e a *hinterland* potencial dos portos, é realizada a interpretação dos resultados. Porém, se faz necessário apresentar a capacidade portuária atual para auxiliar na identificação dos gargalos de atendimento às demandas de produtos para a exportação, além das avaliações dos efeitos econômicos, a capacidade portuária, os gargalos de atendimentos aos modais de transporte, entre outros.

Partindo para a conclusão da dissertação, fechando a aplicação da metodologia apresentada no Capítulo 1, no Capítulo 5 são mapeados os projetos de melhoria operacional e a entrada de novos portos no cenário nacional de grãos, além da implantação e/ou melhoria no transporte terrestre, que delimitam novas rotas para o escoamento da produção brasileira.

Após a obtenção das projeções da demanda portuária do Complexo da Soja até 2022, como resultado parcial, é apresentado o destino natural das cargas considerando o efeito das novas rotas. Em seguida, é realizado o balanço da oferta e demanda portuária para as projeções, no qual são analisados os volumes demandados aos portos no longo prazo, e a sua capacidade futura. São identificados os volumes não atendidos pelos portos devido à restrição de capacidade.

Por fim, no capítulo 6, avalia-se a situação futura do porto da Vale S/A, em Vitória/ES, comparando os resultados de demanda e capacidade dos portos mais próximos a Vitória.

As referências utilizadas neste estudo estão listadas no Capítulo 7, e os anexos utilizados estão destacados em sequência.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo é destinado à abordagem dos conceitos de *hinterlands* dos portos, destacando as classificações, os métodos e os fatores que afetam a sua delimitação, além da importância do tema para as movimentações portuárias e a estabilidade da economia local e do país.

Mesmo não existindo um significado único (BICHOU; GRAY, 2005; TAN, 2007), a Lei 12.815/13 define o porto como um “bem público construído e aparelhado para atender às necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária [...]” (BRASIL, 2013).

A *United Nations Conference on Trade and Development* define um porto não apenas como uma ligação entre a terra e o mar, mas como uma região que pode acomodar complexos industriais, cidades e centros de distribuição a fim de atender às crescentes demandas dos clientes, tornando-se uma porta de entrada ou de saída para o mercado (UNCTAD, 2002). Bichou e Gray (2005) destacam os portos como entidades complexas e dinâmicas, muitas vezes diferentes uns dos outros, onde várias atividades são realizadas para atender a diferentes demandas.

Os portos brasileiros participam diretamente do desenvolvimento do país. Para Tovar e Ferreira (2006), a eficiência dos portos e o desenvolvimento econômico do país estão intrinsecamente relacionados. Ubogu; Ariyo e Mamman (2011) relacionam o crescimento e a prosperidade de uma nação com um sistema de transporte confiável e eficiente, e a relação entre porto e transporte terrestre deve ser tratada em conjunto.

A globalização alterou de forma radical a regra tradicional dos portos. Um porto que atendia a uma única região produtora passou a atender mais de uma região devido à multimodalidade de transporte (BIRD, 1971; HAYULTH, 1982; SLACK, 1993; NOTTEBOOM, 2008; LEE; SONG; DUCRUET, 2008; PIZZOLATO; SCARVADA; PAIVA, 2010; NOTTEBOOM, 2010; FERRARI; PAROLA; GATTORNA, 2011). Dessa maneira, a competitividade se torna evidente para a atração de cargas (McCALLA, 2008), e também flexível, devido às desregulamentações e as privatizações (BICHOU; GRAY, 2005).

Para Lee; Song e Ducret (2008) e Slack (1998) apud McCalla (1999), a globalização, a revolução do transporte, a integração logística e a consequente expansão da área do porto e suas *hinterlands* têm redefinido a regra funcional do porto na cadeia de suprimentos e têm gerado um novo padrão de distribuição de frete.

Portanto, para manter ou aumentar sua participação no mercado onde atuam, os portos buscam ofertar serviços além da operação do navio, atrelando o transporte terrestre, armazenagem e acessibilidade ao custo total envolvido (KONINGS, 2007; Van WINDEN; Van KLINK, 1998; Van KLINK; Van den BERG, 1998).

Para Van Klink e Van den Berg (1998), a intermodalidade⁴ estimula a abertura de mercados além das *hinterlands* tradicionais dos portos. Quanto melhor a conexão de um porto aos diferentes mercados internos, maior o potencial para ampliar sua área de atuação (FERRARI; PAROLA; GATTORNA, 2011).

A análise da área de atuação de um porto é um pré-requisito para o bom funcionamento, organização e planejamento dos sistemas portuários. Keisic; Komadina e Cisic (2000) inserem o conceito de área gravitacional como um dos pilares do desenvolvimento de um porto, agregado às operações de *marketing*. Para Velasco e Lima (1999), as questões de *marketing* e as questões administrativas são pilares principais para a crescente participação de um porto na movimentação de cargas e a consolidação de uma carteira sólida de clientes.

Este conceito visa estabelecer a dimensão e os limites do *hinterland* de um porto, cuja produção de bens é destinada à exportação ou importação, sendo o porto a região de ligação entre a terra e o transporte marítimo. Um porto e seu *hinterland* desempenham um papel cada vez mais importante na formação da cadeia de suprimentos, soluções de transportes e fornecedores de serviços logístico, e podem ser vistos como entidades interconectadas, com capacidade própria de atrair cargas, e com riscos de frustração dessa atração mútua. Então, a escolha do porto torna-se mais uma função do custo global e do desempenho do mesmo, do que propriamente a necessidade de se escoar ou receber uma produção (NOTTEBOOM, 2008; FERRARI; PAROLA; GATTORNA, 2011).

⁴ Intermodalidade: é a combinação do transporte de cargas e os modais rodoviário, ferroviário, hidroviário e marítimo (Van KLINK; Van den BERG, 1998).

A necessidade de eficiência operacional elevada com baixo custo faz com que a infraestrutura portuária e de transporte atual tornem-se precárias. Dessa forma, a discussão do desenvolvimento do setor portuário para atender ao crescimento das demandas e as necessidades dos clientes se faz necessária para o desenvolvimento do país (UNCTAD, 2002; BERTOLOTO; MELLO, 2011). Essa discussão deve envolver a necessidade de atração de cargas para os portos através da eliminação dos gargalos logísticos. Como consequência, Ubogu; Ariyo e Mamman (2011) observam que esses gargalos, seja de transporte terrestre ou de capacidade portuária, aumentam os custos para as empresas e os consumidores.

O tema *hinterland* tem recebido atenção especial nos últimos anos, devido às mudanças na logística, com os portos inseridos em ambientes muito flexíveis. Porém, o contexto tecnológico e comercial indica mudanças nos conceitos das *hinterlands*, sendo a fragmentação da cadeia de *commodities* global a mais relevante (NOTTEBOOM; RODRIGUE, 2007).

Bird (1971) e McCalla (2008) relacionam os fatores físico (infraestrutura), geográfico (localização) e comercial (*marketing*), como um conjunto necessário para um entendimento adequado do que são os portos. Considerada a agricultura, a decisão do melhor fluxo de escoamento da produção fica a cargo dos contratos firmados entre o produtor e o porto. Entretanto, este produtor se localiza distante do porto, necessitando de serviços de baixo custo e alta eficiência. Levada em conta a extensão territorial do Brasil, os fatores físico e geográfico são os que mais se destacam como influentes no resultado do custo, além da baixa qualidade da infraestrutura de transporte terrestre.

Um dos mais marcantes fenômenos observados na economia agrícola brasileira nas últimas décadas, e de forma acelerada nos anos mais recentes, é a verdadeira revolução em seu arranjo espacial. Os negócios agropecuários foram ocupando áreas de fronteiras, como o Norte e o Centro-Oeste, além de várias áreas do Nordeste, em geral em atividades que incorporam modernas tecnologias de produção. (CAIXETA FILHO, 1998)

Mayer (1957) apud Lee; Song e Ducruet (2008) enfatizam a necessidade de se investigar os custos de transporte ferroviário a partir de portos aos *hinterlands* como forma de competitividade. Kenyon (1970) apud Lee; Song e Ducruet (2008) sugerem que as explicações da concorrência entre os portos têm se expandido e incluem outros fatores, como os custos de mão de obra e produtividade, o acesso ferroviário e o acesso ao porto.

De maneira geral, o sucesso de um porto depende da abrangência da sua área de influência e dos motivadores que norteiam a decisão do transporte multimodal, com ofertas de serviços de baixo custo e com qualidade adequada (KONINGS, 2007).

2.1 HINTERLANDS – DEFINIÇÕES

A introdução do Capítulo 2 retratou a importância do tema *hinterland* para o desenvolvimento de uma região. Este capítulo é destinado a fornecer os conceitos para o tema *hinterland*.

O termo *hinterlândia*, na literatura brasileira, significa o território contíguo à costa marinha ou a um rio; interior. Região servida por um porto ou via navegável. A tradução desse termo para o inglês é definido como *hinterland*. A SEP (2014) define a *hinterland* ou *hinterlândia* como o potencial gerador de cargas do porto ou sua área de influência terrestre.

O conceito de *hinterland* é conhecido desde o início do Século XX e está em evidência, tanto na literatura acadêmica quanto por profissionais do mercado. Mesmo sem existir uma padronização em seu conceito, o desenvolvimento da *hinterland* representa oportunidades substanciais para o crescimento de uma região e melhoria da eficiência da distribuição de frete global.

Segundo Barke *et al* apud Rodrigue e Notteboom (2010), a *hinterland* de um porto foi definida, nos primeiros trabalhos divulgados sobre o tema, como a área pela qual a maior parte do comércio passa por um porto, e esta pode ser modificada por interferências do mercado.

Os artigos encontrados na literatura aplicam o conceito de *hinterland*, com maior frequência, nos portos centralizadores para o transporte de contêineres e na intermodalidade. De modo geral, as definições convergem para caracterizar a *hinterland* de um porto como a área de mercado do porto em terra, da qual ou para a qual o porto envia e recebe cargas, ou como o mercado efetivo de um porto, em que há venda de serviços e interação entre o porto e seus clientes (KESIC; KOMADINA; CISIC, 2000; DEGRASSI, 2001; NOTTEBOOM; RODRIGUE, 2007; RODRIGUE; NOTTEBOOM, 2010; PIZZOLATO; SCARVADA; PAIVA, 2010; FERRARI; PAROLA; GATTORNA, 2011).

Sargent (1938) apud Degrassi (2001), Boermann (1952) apud Degrassi (2001) e Morgan (1952) apud Degrassi (2001), definem a *hinterland* como a estrutura comercial da economia do porto. Sargent (1938) apud Degrassi (2001) simplifica a *hinterland* como a área ou local que serve o porto. Para Boermann (1952) apud Degrassi (2001), a combinação de uma *hinterland* e a sua rede de transporte terrestre é ideal para a compreensão da evolução comercial e econômica de um porto.

Van Cleef (1941) possui duas definições para o tema. A *hinterland* contínua é definida como sendo a área adjacente a um centro de comércio em que as atividades econômicas e culturais estão focadas em atender um centro primário; e a *hinterland* descontínua, que leva em consideração o fato de que algumas regiões estão intimamente ligadas economicamente a um centro primário, mas não necessariamente esta região tem interesse neste centro. O não reconhecimento destes dois tipos de *hinterland* pode ter sido a causa da confusão que tem dado origem a muitas definições e interpretações diferentes ao longo dos anos.

Bird (1971) apud Hayuth (1982) definem *hinterland* como uma área funcional atrás de um porto nos quais diferentes pontos internos estão ligados a um porto. Para o TCU (2006), a *hinterland* de um porto delimita o território situado atrás de uma costa marítima ou de um rio, e que pode ser considerada sempre com uma parte em terra e outra no litoral. Entretanto, a conceituação legal delimita a *hinterland* como o espaço físico em que os serviços portuários são demandados.

Van Klink e Van den Berg (1998); Van Winden e Van Klink (1998); Roso; Woxenius e Lumsden (2009); Yap e Lam (2006) defendem a *hinterland* como a área continental de produção e consumo dos fluxos de transporte através de um porto. Em outras palavras, é a região interior servida por um porto, tratada como a região de mercado, em que estratégias de marketing são necessárias para o conhecimento das suas delimitações.

Para Weigend (1958) apud Hayuth (1982) e Weigend (1958) apud Amoyaw (1999), a *hinterland* está inserida em um contexto geográfico, e pode ser definida como um espaço de terra organizado e desenvolvido, conectada com o porto por linhas de transportes, que recebe ou envia cargas pelo porto. McCalla (1999), entretanto, reforça que o aumento da concorrência por cargas, não ocorre somente no porto, mas também em suas áreas de influência, sendo esta concorrência baseada nas ofertas de serviços de transporte terrestre.

Para McCalla (1999); Haezendonck *et al* (2000); Keisic; Komandina e Cisic (2000), o conceito de *hinterland* está em foco nos últimos anos como sendo um termo redundante, sem significado, ou um conceito ajustado devido à intermodalidade. Entretanto, eles o definem como a área atrás do porto na qual são enviadas as importações ou se desenham as exportações, e essas áreas podem ser servidas por mais de um porto, sendo estes, concorrentes.

Tan (2007) estuda a evolução das cidades portuárias como um centro marítimo que serve a um comércio global, e caracteriza a *hinterland* de um porto como uma cidade portuária, e a define como um lugar onde bens e pessoas, assim como culturas e ideias são transferidos entre a terra e o mar, sendo esta impactada por questões políticas e culturais.

Hoare (1986) apud Lee; Song e Ducruet (2008) argumentam que o conceito de *hinterland* deve ser revisado e adaptado para as mudanças das sociedades avançadas no contexto de intermodalidade. Porém, para Slack (1993), a liberação das tarifas de frete contribuiu para a quebra do conceito tradicional de *hinterland*, fornecendo insegurança aos portos que, desta maneira, não possuem mais garantia de que as cargas geradas de seus municípios próximos sejam destinadas a eles.

Um elemento comum às definições de *hinterland* é o seu foco espacial. Notteboom e Rodrigue (2007) e Notteboom (2008) avaliam os motivos que impactam a *hinterland* do porto, reconsiderando o conceito próprio de *hinterland* como um espaço dinâmico, onde os fatores macroeconômicos, físicos e logísticos estão em jogo, ou como a área sobre a qual um porto atrai a maioria de seus negócios.

Notteboom (2008) e Ferrari; Parola e Gattorna (2011) definem uma *hinterland* como a área interna na qual um porto produz a maioria de seus negócios. Concretamente, a área de influência de um porto é a dispersão dos pontos das áreas internas ao porto de origem e/ou destino das cargas que gera fluxos de transporte. Em termos abstratos, o conceito tradicional de *hinterland* é concebido como a área delimitada por uma linha contínua em que possui influência econômica ao porto.

Lemierre apud Degrassi (2001) defendem o conceito de *hinterland* de um porto como o desenvolvimento das relações marítimas da área do porto, sem se importar com qualquer outro fator que possa ser considerado importante no cenário global.

A composição de uma *hinterland* pressupõe a existência de um ponto gerador de carga que, no caso desse estudo, são os municípios produtores de soja e seus derivados, que estão ligados ao ponto de destino da carga, os portos, por meio de infraestrutura de transporte terrestre. De acordo com o BNDES (2012), dificilmente a área de influência de um porto restringe-se a apenas um município.

2.2 CLASSIFICAÇÕES DAS *HINTERLANDS*

Os mais variados conceitos expostos na seção 2.1 classificam as *hinterlands* em duas formas básicas: a *hinterland* real ou de mercado, e a *hinterland* potencial de um porto. A primeira está relacionada à região fiel ao porto que recebe e envia cargas para um único porto. A outra se refere às regiões próximas em que é possível capturar cargas, considerando que essas regiões não movimentam cargas pelo porto em questão. Esta seção busca apresentar as diversas classificações encontradas na literatura para as *hinterlands*.

Elliott (1969) apud Degrassi (2001) e Tan (2007) destacam algumas tipologias para a *hinterland*, que incluem:

- *Hinterland* imediata: é a própria área portuária;
- *Hinterland* primária: é a área onde o porto e a cidade assumem um papel de comando e determinam a vida da área;
- *Hinterland* de commodities: é baseada na movimentação de mercadorias específicas, como o minério de ferro;
- *Hinterland* inferida: trata-se da hegemonia do porto sobre uma área particular, na medida em que satisfaz a demanda por importações.

Degrassi (2001) classifica as *hinterlands* como:

- *Hinterland* primária: abrange a *hinterland* imediata, assim como a área onde o porto e a cidade gerenciam o desenvolvimento econômico da região;
- *Hinterland* secundária ou competitiva: é definida por limitantes quantitativos. Por exemplo: a *hinterland* secundária de um porto é a região em que as movimentações de produtos são inferiores a 10.000 toneladas em certo período estabelecido;
- *Hinterland* vantajosa: é a região que utiliza o porto devido a gargalos em outros portos;
- *Hinterland* de commodities: está relacionada ao fluxo marítimo de mercadorias e bens específicos.

Para Waters (1974) apud Bichou e Gray (2005) as *hinterlands* se classificam por suas atividades portuárias:

- *Hinterland* dominante: é a região cuja movimentação de cargas da terra para o mar, e vice e versa, é realizada por transporte terrestre;
- *Hinterland* competitiva: é a região em que se capturam cargas que são originalmente movimentadas por outros portos;
- *Hinterland* não competitiva: é a região em que se capturam cargas não movimentadas dentro da sua *hinterland* dominante.

Keisic; Komandina e Cistic (2000) separam as *hinterlands* em três importantes áreas, sendo aplicadas dentro e fora de um país:

- Hinterland imediata: é a área adjacente à costa do porto, sendo esta sua parte mais segura, para a qual a concorrência se torna menos importante;
- Hinterland de mercado nacional: são áreas que gravitam em direção a dois ou mais portos dentro de um único país;
- Hinterland de mercado de trânsito: são áreas no exterior que têm possibilidades de utilizar portos de dois ou mais países.

Em respeito à complexidade do crescimento espacial do tema, Morgan (1952) apud Degrassi (2001) definem e classificam as *hinterlands*, como:

- Hinterland primitiva: é a área de total controle do porto, sem concorrências com outros portos;
- Hinterland de matérias-primas: envolve o transporte de cargas específicas, por exemplo, o minério de ferro, que envolve o transporte regular;
- Hinterland setorial: apresenta estrutura complexa, atendendo a diversos tipos de cargas, com oferta de serviços variados. Esta é dividida em dois subgrupos, discutida por Degrassi (2001), *hinterlands* primária e secundária.

Lemierre apud Degrassi (2001) classificaram a *hinterland* como sendo regional e supra regional, e as definem como:

- Hinterland regional: é definida como a *hinterland* natural, ou seja, é a área de desenvolvimento funcional de um porto;
- Hinterland supra regional: é a área de desenvolvimento funcional além da sua *hinterland* natural.

A relação espacial e funcional aplicada por Notteboom e Rodrigue (2007), classificam as *hinterlands* como:

- *Hinterland* macroeconômica: é destinada à procura por transportes. É tratada como um centro de distribuição, agindo como elemento de ligação entre o cliente e o porto, resultando em economia de aglomeração e especialização regional. Neste tipo, são Identificados os fatores que justificam a procura por transportes;
- *Hinterland* física: é destinada à oferta de transportes. Neste tipo, é avaliada a natureza e a extensão da oferta de transporte de um único ou vários modais, considerando a infraestrutura da rede de transporte e as *hinterlands* macroeconômicas;
- *Hinterland* logística: é destinada a construção dos fluxos. Neste tipo, considera-se a organização dos fluxos num contexto macroeconômico e físico existentes.

Esses três tipos de *hinterlands* estão sujeitos a estruturas espaciais e funcionais complexas (NOTTEBOOM; RODRIGUE, 2007; ROSO; WOXENIUS; LUMSDEN, 2009).

Ferrari; Parola e Gattorna (2011) exploram em seu texto a *hinterland* real ou mercado de um porto, e consideram esta como a região em que escoar ou enviar sua produção em um único porto; e a *hinterland* potencial, cujo fluxo atende a mais de um porto, sendo a escolha do porto uma questão de atratividade, sofrendo influências de questões de tecnologia, economia e da sociedade.

Pizzolato; Scarvada e Paiva (2010) dividem as *hinterlands* em duas regiões:

- Região de atuação atual de um porto: região que identifica o mercado de um porto, ou seja, determina a *hinterland* por meio de uma “fotografia” do seu mercado atual;
- Região de atuação potencial de um porto: identifica as regiões potenciais, com objetivo de análise de perspectiva de crescimento de atuação do porto.

Esses dois grupos podem se confundir em alguns momentos, pois as comparações das regiões de influência real e potencial de um porto são resultados de um conjunto único de análises.

Campos Neto *et al* (2009) atualizaram a versão proposta por Campos Neto e Santos (2006), e classificaram as *hinterlands* como primária, secundária e terciária, sendo a diferença entre elas, o montante referente ao valor monetário movimentado das áreas delimitadas.

2.3 DETERMINAÇÃO DAS *HINTERLANDS*

A pesquisa apresentou bibliografias que fornecem as mais variadas formas para se delimitar a *hinterland* de um porto, e que pode ser aplicada para a determinação das áreas de mercado (real) ou potencial. Entretanto, todos os autores se mostraram solidários quanto à importância do tema, sendo este bastante eficiente e de suma importância para auxiliar o planejamento do desenvolvimento portuário.

Para Morgan (1952) apud Degrassi (2001), a *hinterland* não atende a um modelo geográfico, como um método direto de encontrar oportunidades dentro de um território. Ao invés de uma linha singela, a *hinterland* deve ser generalizada a uma zona ou região em que se encontram oportunidades.

Em 1937, Morgan (1952) apud Degrassi (2001) obteve a *hinterland* de um porto ao delimitar a região em que os municípios ou locais movimentaram cargas entre 10.000 e 15.000 toneladas. Entretanto, esse é um modelo limitado, pois desconsidera fatores importantes na avaliação, tais como a eficiência do transporte terrestre e o desenvolvimento da produção de uma área.

Nevado e Soares (2009) reforçam a necessidade de se conhecer as movimentações potenciais dos clientes dos portos, a necessidade de escoamento em escala do cliente e as limitações financeiras envolvidas. De acordo com Campos Neto e Santos (2006), e Campos Neto *et al* (2009), esse tipo de análise pode ser orientado sob a lógica do menor custo, com o uso das mais eficientes e econômicas rotas logísticas na recepção e no escoamento de cargas.

Um método para se definir a *hinterland* do porto, é o de considerar as taxas de transporte das cargas do porto para o interior, ou vice versa. Nesta abordagem, as regiões ou lugares serão áreas de influência de um porto se o custo do fluxo de transporte entre eles for o mais barato.

Porém, essa *hinterland* pode mudar devido a desenvolvimentos da tecnologia, economia e sociedade, que impactam a demanda dos serviços portuários, bem como sobre os custos finais de transporte (Van WINDEN; Van KLINK, 1998; Van KLINK; Van den BERG, 1998; ROSO; WOXENIUS; LUMSDEN, 2009).

A aplicação dessa metodologia pode ser explicada através da Figura 4. Observa-se que há uma região com quatro portos (A, B, C e D) separados de forma equidistantes. Devido à ausência de barreiras naturais, os custos de transporte são considerados iguais para a mesma disponibilidade de meios de transporte e o mesmo volume e estrutura de carga no exterior. Como consequência, a *hinterland* de todos os portos tem uma área igual, e os portos, portanto, possuem *hinterlands* iguais.

Figura 4 - Ilha com *hinterlands* iguais para os portos

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Nas linhas divisórias entre *hinterlands* dos portos, os custos de transporte de ou para os portos são iguais. Ou seja, quando um dos portos é capaz de reduzir os custos de transporte terrestre, sua *hinterland* será ampliada à custa dos outros portos.

Como pontos de atenção, Van Winden e Van Klink (1998) e Van Klink e Van den Berg (1998) reforçam que, na prática, a delimitação das *hinterlands* de um porto é muito mais complicada do que a teoria prevê, devido à dificuldade em estimar os custos envolvidos. Os custos diretos não determinam a competitividade de um porto em direção a um mercado. É necessário incluir os custos referentes aos riscos e ao tempo, sendo o agrupamento de todos esses custos considerado como custo de transporte.

Entretanto, não é fácil medir os valores atribuídos ao risco e ao tempo. Dessa maneira, a utilização dos portos pode não estar atribuída a fatores de custo e de mercado, e sim a fatores históricos, psicológicos, políticos e pessoais, que resultam em um padrão de transporte que diverge do resultado do mercado perfeito.

A delimitação da *hinterland* de um porto através de custos de transporte indica a dimensão espacial da mesma. Entretanto, após o agrupamento dos locais que compõem essa *hinterland*, se faz necessária a inclusão dos volumes transportados de importação e exportação para estimar a demanda do porto. Para Van Klink e Van den Berg (1998), a *hinterland* potencial de um porto é obtida com a ponderação entre os volumes de importação e exportação com os custos de transporte envolvidos.

McCalla (1999) ordena os portos comparando as suas movimentações de produtos. São relacionados itens como a tonelagem de mercadoria referente ao fluxo de importação (porto receptor *versus* ponto recebedor) e exportação (ponto originador da mercadoria *versus* porto exportador), e a somatória desses itens gera a classificação do porto.

Campos Neto e Santos (2006) propôs uma metodologia cujo objetivo é identificar os produtos que são transacionados e os que possuem potencial de serem transacionados em um porto. As variáveis necessárias para esta modelagem envolvem a identificação do produto, os municípios de origem e destino, o preço do produto, a quantidade e o peso da transação, o modo pelo qual o produto ingressou ou deixou o país e os países de origem e destino da transação comercial.

O roteiro propôs alguns filtros, que foram usados em sequência, sendo:

- Selecionar os produtos com valor total movimentado igual ou superior a US\$ 4,5 milhões;
- Selecionar o montante de produtos com valores superiores a US\$ 15,0 milhões dentro do grupo obtido com os valores igual ou acima de US\$ 4,5 milhões;
- Identificar quais produtos possui em interesse comercial para o porto.

Após essa classificação, é possível identificar as regiões que destinam cargas para o porto, e classificar os diversos portos a serem analisados, através de variáveis como: porte, *hinterlands*, número de UFs operando no porto, participação do porto no PIB, quantidade de setores de atividade econômica, valor movimentado e valor agregado médio dos produtos movimentados pelos portos.

Devido à evolução do comércio exterior brasileiro, a retomada dos investimentos públicos e privados, abertura de novos portos, a necessidade de se manter o Brasil com destaque no cenário internacional, e motivados com a participação da movimentação de cargas nos portos brasileiros no PIB de 76,7% em 2007, US\$ 189,7 bilhões, Campos Neto *et al* (2009), atualizaram a metodologia proposta por Campos Neto e Santos (2006). Para esta revisão, a classificação dos portos baseia-se nas seguintes variáveis:

- Área geográfica de influência (*hinterlands*);
- Porte do porto (grande, médio ou pequeno);
- Participação do porto no comércio exterior do Brasil;
- Número de setores econômicos atendidos (acima de US\$ 100,0 milhões);
- Âmbito de atuação dos portos (nacional, regional ou local);
- Valor agregado médio dos produtos transacionados.

A diferença básica da versão de 2006 é que foi considerada a variável “participação do porto no comércio exterior” ao invés do PIB. Além disso, foi utilizada uma escala ponderada da aplicação do porto (nacional, regional ou local), ao invés do valor movimentado.

Estas variáveis foram quantificadas através de critérios estabelecidos, e adicionados pesos de acordo com sua importância no comércio exterior, e o somatório das variáveis gerou a classificação dos portos. Foram analisados os produtos que apresentarem valores totais de movimentação superiores a US\$ 10,0 milhões por ano.

Para a identificação da área de influência, foi considerada a importância dos portos, inclusive sua participação no comércio internacional, dentro da economia de cada estado. Desenvolveu-se um critério metodológico que incorpora a importância relativa dos portos no comércio exterior a cada UF. A classificação foi gerada pela somatória das exportações e importações de cada UF. Em seguida, foi gerada a participação de todo o porto na UF. Os portos com impacto igual e acima de 10% foram classificados como importantes.

Este tipo de avaliação apresentou um problema. Apesar da participação de todos os portos no comércio internacional da UF ser superior a 10%, os valores absolutos apresentados por alguns estados não foram significativos em termos do total movimentado pelo porto. Dessa forma, optou-se por um segundo critério, que considera a relevância, em termos de valor monetário, na balança comercial movimentada pelo porto. Neste caso, o critério de corte foram as UFs que movimentaram, pelo porto em análise, valores iguais ou superiores a US\$ 100 milhões.

A área de interseção dos dois critérios, isto é, a participação de todos os portos no comércio internacional da UF superior a 10% e valores movimentados por cada UF no porto, iguais ou superiores a US\$ 100 milhões, foi denominada de *hinterland* primária.

Pela relevância dos valores movimentados (maior ou igual a US\$ 100 milhões), as UFs, mesmo tendo uma participação inferior a 10% de seu comércio internacional em um porto, também podem ser consideradas como pertencentes à área de influência deste porto, denominada *hinterland* secundária.

Ao aplicar esta metodologia, ficou evidenciada a existência de UFs que, apesar de os valores movimentados serem inferiores aos US\$ 100 milhões, os percentuais de comércio exterior transacionado acima de 10% significavam impacto relevante nas economias estaduais. Dessa forma, consideram-se esses casos como pertencentes à área de influência dos portos, denominada de *hinterland* terciária.

Konings (2007) aplica um modelo de custo e receita marginal para demonstrar os benefícios potenciais referentes à reorganização da movimentação no porto de contêiner, separando os serviços de coleta e agrupamento de contêineres do envio às regiões interiores. No entanto, esse modelo é válido se os custos de coleta e agrupamento forem menores do que os custos de transporte. O problema neste caso é a diversidade de cargas e destinos, resultando em custos maiores de envio da carga.

Notteboom (1997) apud Fraser e Notteboom (2012) utiliza como técnica para a determinação de *hinterlands*, a análise da mudança de rede. Ou seja, examina um determinado grupo de portos a fim de obter uma visão detalhada sobre a dinâmica do rendimento portuário através da avaliação dos volumes transportados por todos os portos anualmente, e classifica os portos através da relação econômica do porto com a região em que este se encontra inserido. Dessa maneira, espera-se identificar o crescimento ou declínio da participação do porto em uma determinada economia.

Pizzolato; Scarvada e Paiva (2010) realizaram um estudo de caso para o porto de Rio Grande para obter a *hinterland* real e potencial, e usaram uma mescla das metodologias existentes adequadas à base de dados disponível para a movimentação de contêineres. Inicialmente obtiveram o município de origem da carga, subdividindo o estudo em quatro etapas:

- Levantamento das cargas exportadas em contêineres pelos municípios gaúchos;
- Identificação do mercado do porto por meio da análise das quantidades movimentadas;
- Identificação do *market share* do porto usando a metodologia de McCalla (1999) – estabelecimento das *hinterlands* em função da participação relativa do porto com o município gerador da carga;
- Metodologia própria para a identificação dos municípios potencialmente importantes em relação à atração de cargas, sem a necessidade de cálculo de custos.

Stupello (2011) determinou a área de influência dos portos por isocustos de transportes, ou seja, a área do porto é definida pelo agrupamento de locais no qual o frete é mínimo em relação aos portos concorrentes.

Keisic; Komandina e Cisic (2000) destacam quatro métodos para a determinação das *hinterlands* dos portos, sendo:

- Método geográfico ou geométrico;
- Método de tarifação em terra;
- Método baseado no custo real do transporte terrestre;
- Método baseado no custo total de transporte.

Estes métodos são baseados principalmente na análise de custos da rota de transporte, ou seja, o custo resultante da distância geográfica entre o porto e seu *hinterland*.

De acordo com Yeo; Roe e Dinwoodie (2008), a seleção do porto de exportação depende da distância entre origem e destino da carga, o volume anual de movimentação, horas de carregamento, média de horas de detenção do navio no porto, valor da mercadoria por tonelada e o custo de transporte por caminhão para o interior por quilômetro rodados.

Ferrari; Parola e Gattorna (2011) reforçam a delimitação das *hinterlands* como uma relação direta com a distância a ser percorrida pela carga em um modelo de interação espacial, através da movimentação de mercadorias, aplicado para importação ou exportação de cargas, entre origens e destinos dentro de um espaço geográfico. Ou seja, em um cenário de elevada competitividade entre os portos, a sua localização geográfica privilegiada em relação às rotas marítimas de maior fluxo, apresentando custos logísticos menores e maior eficiência, determina a quota de mercado da *hinterland* de um porto.

Os modelos de interação espacial são baseados no pressuposto de que os fluxos são uma função dos atributos de origem e destino das cargas, bem como as restrições dadas pela distância a ser percorrida pelas cargas. Dessa forma, dois requisitos são necessários para observação: a matriz do fluxo de tráfego e a matriz de distância desse tráfego.

A aplicação do modelo de interação espacial selecionou as regiões ao redor dos portos de Ligúria (Gênova, Savona e La Spezia), no norte da Itália, que representaram 23% do PIB da União. Estas áreas foram divididas em diferentes zonas para avaliar as peculiaridades regionais, bem como para entender a contribuição dada por cada região para as movimentações de contêineres aos portos individuais de Ligúria e nos portos concorrentes mais próximos.

Do ponto de vista metodológico para montagem das duas matrizes, utilizou-se o seguinte procedimento:

- Quanto ao fluxo de tráfego:
 - Delimitação preliminar de uma área geográfica de referência. Esta foi dividida em portos da Itália e portos estrangeiros (fora da Itália);
 - Cálculo do tráfego marítimo dentro da área selecionada;
 - Separação dos tráfegos entre os vários portos de acordo com a representatividade no PIB da região e do valor agregado das cargas;
- Quanto à distância:
 - Utilização do conceito de centróide para obtenção da distância euclidiana;
 - A distância entre *hinterlands* e os portos foi calculada usando a cidade mais densamente povoada como o centro de gravidade;
 - A distância resultante é a distância euclidiana entre os centróides dos portos e das cidades selecionadas.

Notteboom (2008) utiliza o conceito de *hinterland* contínua e descontínua de Van Cleef (1941) e as delimita pela distância euclidiana entre as regiões de recebimento ou envio de carga e o porto e, dessa forma, obtém os valores de movimentação real e potencial dos portos.

Notteboom (2010) comenta que o desenvolvimento de *hinterlands* distantes está atraindo cada vez mais atenção, porém, *hinterlands* locais ou imediatas continuam a ser a espinha dorsal de bases de carga dos portos. Estas *hinterlands* são resultados de grandes centros de consumo e produção e são delimitadas considerando o agrupamento de regiões próximas ao porto que movimentaram cargas, como por exemplo, locais com distâncias de até 100 km do porto. Dessa forma consegue-se obter a *hinterland* real do porto e, como consequência, considerando as maiores distâncias, as *hinterlands* potenciais.

Essa metodologia envolve o agrupamento e a classificação dos portos em relação ao seu volume movimentado, e as mudanças de suas *hinterlands* são visualizadas comparando as movimentações a cada ano para todos os portos.

Para todas as metodologias apresentadas é obrigatória a utilização de uma base de dados, sendo esta confiável ou não, mas que deve ser tratada e saneada. Ou seja, são necessários eventos realizados, tais como o volume de carga e o fluxo de escoamento do porto, valor agregado da carga movimentada pelo porto, custos de transporte, custos de transbordo, dentre outros, para a determinação das *hinterlands* dos portos (PIZZOLATO; SCAVRADA; PAIVA, 2010).

2.4 FATORES RELEVANTES PARA DETERMINAÇÃO DAS *HINTERLANDS*

Implicações na mudança da *hinterland* dos portos geram a necessidade de uma abordagem dinâmica, seja em estudos teóricos ou como base em uma política de formulação (BIRD, 1971). Então, são considerados fatores de avaliação, itens como valor agregado da carga, participação dos estados ou municípios no resultado do porto, seja em tonelada movimentada ou valor de receita, gargalos de transporte, eficiência operacional, ou qualquer outro ponto em que se achar válida a avaliação.

Morgan (1952) apud Degrassi (2001), assim como Bird (1971), pontuam as possíveis causas de mudanças de uma *hinterland*, tais como:

- A natureza dos produtos e a combinação de cargas devido à necessidade do mercado;
- A estrutura do transporte marítimo, no que diz respeito ao tamanho e tipo do navio, o número de empresas deste tipo de transporte, e a qualidade e quantidade dos equipamentos do porto;
- A influência de políticas econômicas.

De acordo com Keisic; Komandina e Cisic (2000), alguns outros fatores que impactam a delimitação das *hinterlands* devem ser considerados, sendo:

- Fatores além do alcance do próprio porto:
 - Estado de desenvolvimento econômico da sua *hinterland*;
 - Rotas de transporte terrestre;
 - Relações internacionais e políticas existentes.
- Fatores de domínio do próprio porto:
 - Capacidade e modernização;
 - Estado dos equipamentos;
 - Organização do trabalho.

Hayuth (1982) e Degrassi (2001) comentam em seus textos que as causas possíveis que contribuem para a mudança da delimitação das *hinterlands* podem estar relacionadas a causas naturais, tais como impactos por condições climáticas desfavoráveis, sazonalidades da oferta de mercadorias; fatores econômicos, explicados pelos fortes controles econômicos, através de regras e normas inflexíveis, favorecendo um porto em detrimento de outro; eventos políticos e desenvolvimento tecnológico - aplicação de tecnologias em infraestrutura de transporte e portuária para atender às novas necessidades de movimentações de mercadorias, em grandes lotes e elevada produtividade.

McCalla (2008) relaciona fatores geográficos que se tornam importantes para a decisão de se enviar cargas para um porto em detrimento de outro, tais como: características do local de instalação do porto e a localização do porto em relação a outro e as rotas de navegação que o porto dispõe a servir.

Notteboom (2010) concentra-se no tamanho da *hinterland* e no papel dos portos como *gateways* naturais sendo fatores que explicam o volume de tráfego portuário. Entretanto, a configuração da rede de serviços, como por exemplo, o tamanho do navio a ser atendido e a integração do sistema de transportes multimodal, são fatores que direcionam as cargas para um porto ou outro, influenciando a sua *hinterland*.

Notteboom e Rodrigue (2007) reforçam que a representação espacial convencional de *hinterlands* está sujeita a mudanças devido ao surgimento das cadeias de *commodities*, que impõem uma perspectiva mais ampla sobre oferta, demanda e os seus fluxos relacionados.

Alianças fortes através de contratos de longo prazo entre o porto e seus clientes, atreladas a um excelente planejamento operacional de carga e descarga de produtos, não interfere apenas na competitividade do porto, mas também na conquista de uma maior *hinterland* (NOTTEBOOM; RODRIGUE, 2007; NEVADO; SOARES, 2009).

Notteboom (2008) relaciona alguns atributos para a seleção de um porto na visão tradicional, sendo:

- Infraestrutura física e técnica (perfil de acessibilidade náutica, infraestrutura e equipamentos do porto, perfil de acessibilidade da *hinterland*);
- Localização geográfica;
- Eficiência dos portos;
- Frequência de atendimento a embarcações;
- Qualidade e custos dos serviços auxiliares, tais como praticagem, rebocadores e alfândega;
- Eficiência e custos da gestão e administração portuária;
- Disponibilidade, qualidade e custos das atividades de logística;

- Perfil de saúde, segurança e meio ambiente do porto;
- Reputação do porto;
- Confiabilidade, capacidade, frequência e custos de transporte multimodal das *hinterlands* para o porto.

Entretanto, estes atributos não devem estar orientados apenas para a visão do porto. As análises devem ser acrescidas a toda a rede de distribuição, o que torna a escolha do porto um custo global da rede. Dessa forma, o porto a ser escolhido para o escoamento ou recepção de mercadorias é aquele em que a função de custo seja minimizada.

Para Notteboom e Rodrigue (2007) e Notteboom (2008), fatores quantitativos ou qualitativos podem afetar a escolha do local para atendimento à rede logística, o que delimita o nível de serviço entre cliente e produto. Estes fatores, designados ao porto, são: centralização, acessibilidade, tamanho do mercado, reputação e experiência, custos de mão de obra, qualidade e produtividade nos serviços, políticas governamentais e planejamento.

Slack (1993) destaca que a localização de um porto e a oferta de um serviço logístico completo são vitais para a manutenção da carteira de clientes, com possibilidades de aumento da sua *hinterland*. Porém, destaca como ponto de atenção a eficiência portuária, sendo esta, quanto maior melhor, responsável pela atração de mercados mais distantes, desviando o tráfego das *hinterlands* tradicionais.

Para Hayuth (1982) e Notteboom (2010), a abordagem da centralização dos portos torna-se importante para a mudança das *hinterlands*, pautada na integração de fatores como preços e custos dos serviços, a velocidade e a distância do transporte, a frequência de atendimento das embarcações, a quantidade de mercadorias transportadas e a logística das commodities.

Roso; Woxenius e Lumsden (2009); Yap e Lam (2006) e Ferrari; Parola e Gattorna (2011) destacam que as *hinterlands* sofrem variações ao longo do tempo devido a resultados da evolução tecnológica, de ciclos econômicos, sazonalidades do mercado, gargalos na infraestrutura de transportes, mudanças na política de transportes e da necessidade da sociedade alocada ao entorno do porto. Uma *hinterland* mais ampla pode ser assegurada através da oferta de serviços de transportes de baixo custo e alta qualidade, adicionados à velocidade e à confiabilidade dos embarques para destinos no continente.

De acordo com Yeo; Roe e Dinwoodie (2008), a condição da *hinterland* aumenta na mesma proporção da competitividade de um porto. A condição da *hinterland* inclui mão de obra especializada em operações portuárias, tamanho e atividade econômica da *hinterland* e volume de cargas totais.

Para a UNCTAD (2002), a escolha do melhor sistema logístico é uma função da distância entre o porto e a sua *hinterland*, e este se torna um fator de mercado decisório para a escolha do porto para a movimentação de uma produção.

Porém, os gargalos para atendimentos aos modais de transportes, atrasos em carga e descarga de navios, trens, caminhões ou qualquer outro tipo de modal de transporte, são fatores que reduzem o fluxo da *hinterland* ao porto, e vice e versa, reduzindo o tamanho da sua *hinterland* (FERRARI; PAROLA; GATTORNA, 2011).

3 COMPLEXO DA SOJA BRASILEIRA

Como destacado na seção 1.3, o Capítulo 3 apresenta a evolução da produção e comércio exterior para os produtos que compõem o Complexo da Soja no Brasil. É considerado o histórico das regiões brasileiras, abertas, também, por UFs e municípios, sendo este último, o nível de detalhe escolhido para esta dissertação.

Através da exposição dos dados de comércio exterior, é possível selecionar os portos que participaram da exportação dos produtos que compõem o Complexo da Soja em 2011, ano base, embora não relevante, mas escolhido para as análises da dissertação, visto ser o último ano em que os dados de produção, exportação e consumo estavam disponíveis para consulta. Em seguida, para conhecer a logística de escoamento da produção de soja e seus derivados e suas restrições, é necessário mapear os acessos aos portos selecionados e a malha de transporte terrestre do Brasil. Por fim, e de suma importância ao desenvolvimento da dissertação, é apresentada a formulação matemática que determina o balanço entre a produção e o consumo dos produtos, além da forma e restrições para a obtenção de cada uma das parcelas que compõem a formulação.

Encerrando o capítulo, é apresentado o destino observado das cargas, sendo este o resultado das avaliações da base de dados do ano de 2011, gerando a *hinterland* real dos portos através da aplicação da formulação da matriz de produção e consumo das cargas.

3.1 PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO

Em 2011, o Brasil produziu 74,815 milhões de toneladas de soja em grãos (SIDRA, 2012). As regiões Centro-Oeste e Sul representaram 83,4% de toda a produção de soja em grãos neste ano. A região Centro-Oeste se destaca como a mais importante na produção da oleaginosa, representando 45,1% de toda a safra nacional, seguida pela região Sul, com 38,3% (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Participação das regiões brasileira na produção de soja em grãos em 2011

Fonte: SIDRA (2012)

As dez maiores UF's produtoras de soja do Brasil em 2011 estão apresentadas na Tabela 1, e representam 95,6% de toda a soja produzida no Brasil neste ano.

Tabela 1 - Dez maiores UF's produtoras de soja do Brasil em 2011

UF	Produção (mil toneladas)	Share (%)
Mato Grosso	20.800,54	27,8%
Paraná	15.457,91	20,7%
Rio Grande do Sul	11.717,55	15,7%
Goiás	7.703,98	10,3%
Mato Grosso do Sul	5.079,58	6,8%
Bahia	3.512,57	4,7%
Minas Gerais	2.940,86	3,9%
Maranhão	1.571,42	2,1%
Santa Catarina	1.490,55	2,0%
São Paulo	1.271,44	1,7%

Fonte: SIDRA (2012)

Mato Grosso, da região Centro-Oeste, se destaca como o maior produtor brasileiro de soja em 2011, com 20,8 milhões de toneladas produzidas, seguido por Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, com produções de 15,5, 11,7 e 7,7 milhões de toneladas, respectivamente.

A Figura 5 mostra o aglomerado dos municípios produtores de soja no Brasil em 2011. Destaca-se a concentração de municípios produtores nas regiões Centro-Oeste e Sul, as duas maiores produtoras de soja do país. Importante ressaltar que, dos 5.564 municípios brasileiros, 33,0% foram produtores de soja em 2011 (SIDRA, 2012).

Figura 5 - Distribuição da produção de soja por município do Brasil em 2011

Fonte: SIDRA (2012)

Parte da soja em grãos produzida é processada e se destina ao consumo, seja humano ou animal. Em 2011, 49,5% da soja em grãos foram processadas (ABIOVE, 2012), o que resultou na produção de farelo e óleo de soja, com destaque para a região Sul, com 42,8% de todo o farelo de soja produzidos, seguido pela região Centro-Oeste, com 37,0% (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Participação das regiões brasileira na produção de farelo de soja em 2011

Fonte: ABIOVE (2012)

Do total de 37,1 milhões de toneladas de soja em grãos processadas, 28,2 milhões de toneladas foram a produção de farelo de soja (ABIOVE, 2012). As dez maiores UFs produtoras de farelo de soja estão relacionadas na Tabela 2, com destaque para Paraná, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Goiás, representando 73,8% de toda a produção em 2011.

Tabela 2 - Dez maiores UFs produtoras de farelo de soja do Brasil em 2011

UF	Produção (mil toneladas)	Share (%)
Paraná	6.422,06	22,8%
Mato Grosso	5.352,97	19,0%
Rio Grande do Sul	5.233,42	18,6%
Goiás	3.775,13	13,4%
São Paulo	1.767,28	6,3%
Minas Gerais	1.729,27	6,1%
Mato Grosso do Sul	1.280,80	4,5%
Bahia	1.083,17	3,8%
Piauí	532,08	1,9%
Santa Catarina	389,56	1,4%

Fonte: ABIOVE (2012)

A representação e os níveis de produção dos municípios brasileiros referentes ao farelo de soja e óleo de soja para o ano de 2011 estão ilustrados nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

Figura 6 - Distribuição da produção de farelo de soja por município do Brasil em 2011

Fonte: ABIOVE (2012)

Através da Figura 6, observa-se a concentração da produção de farelo de soja nas regiões Centro-Oeste e Sul (ABIOVE, 2012). Estas regiões são as que concentram mais de 80% das empresas ativas de processamento do grão no Brasil.

Para o óleo de soja, essas duas regiões representam 66% do total da capacidade de refino do país (Figura 7). Em 2011, 7,3 milhões de toneladas do óleo de soja foram produzidos (ABIOVE, 2012). A diferença do processamento de soja em grãos, com a produção do farelo e do óleo de soja, é destinada ao estoque ou se refere às perdas geradas durante o processamento e movimentações. Para a extração do óleo de soja, destacam-se a produção do óleo refinado de soja e do biodiesel como os mais representativos.

Figura 7 - Distribuição da produção de óleo de soja por município do Brasil em 2011

Fonte: ABIOVE (2012)

Parte de toda a produção de soja em grãos, farelo de soja e óleo de soja são comercializadas e exportadas. O comércio exterior apresentou a exportação de 44,1% de toda a soja em grãos produzida em 2011, ou 32,973 milhões de toneladas (SECEX, 2012). Os destaques foram para as regiões Centro-Oeste e Sul, representando 40,9% e 40,3% de todo o comércio exterior brasileiro neste ano (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Participação das regiões brasileira na exportação de soja em grãos em 2011

Fonte: SECEX (2012)

As dez maiores UF's originadoras da soja para a exportação no Brasil em 2011, estão apresentadas na Tabela 3, e representam 96,3% de toda a soja exportada no Brasil neste ano.

Tabela 3 - Dez maiores UF's originadoras da soja para a exportação no Brasil em 2011

UF	Exportação (mil toneladas)	Share (%)
Mato Grosso	9.673,53	29,3%
Paraná	6.982,37	21,2%
Rio Grande do Sul	5.866,52	17,8%
Goiás	2.337,63	7,1%
Bahia	1.935,98	5,9%
Mato Grosso do Sul	1.391,71	4,2%
Maranhão	1.241,83	3,8%
São Paulo	984,01	3,0%
Tocantins	712,89	2,2%
Minas Gerais	622,99	1,9%

Fonte: SECEX (2012)

Mato Grosso, da região Centro-Oeste, se destaca como a maior UF originadora da soja para exportação no Brasil em 2011, com 29,3 milhões de toneladas exportadas. Em seguida, destacam-se Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, com produções exportadas de 21,2, 17,8 e 7,1 milhões de toneladas, respectivamente.

Já as exportações de farelo de soja, em 2011, foram da ordem de 14,355 milhões de toneladas, com a participação direta de 9 (nove) UFs. A Tabela 4 apresenta a classificação destas UFs, com Mato Grosso se destacando como a maior UF produtora do farelo de soja para a exportação, com 4,2 milhões de toneladas. Em seguida, com representatividade de 3,3, 3,1 e 1,4 milhões de toneladas, aparecem Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, respectivamente.

Tabela 4 - UFs produtoras de farelo de soja para a exportação no Brasil em 2011

UF	Exportação (mil toneladas) Share (%)	
Mato Grosso	4.152,50	28,9%
Paraná	3.313,29	23,1%
Rio Grande do Sul	3.115,85	21,7%
Goiás	1.439,62	10,0%
Bahia	843,70	5,9%
Santa Catarina	409,17	2,9%
Mato Grosso do Sul	392,77	2,7%
São Paulo	364,74	2,5%
Minas Gerais	323,51	2,3%

Fonte: SECEX (2012)

O óleo de soja, subproduto do processamento da soja em grãos para a obtenção do farelo de soja, resultou em 1,533 milhão de toneladas exportadas em 2011. A Tabela 5 apresenta a classificação das 10 (dez) UFs que participaram do comércio exterior de óleo de soja no Brasil em 2011, com Rio Grande do Sul se destacando como o maior produtor do óleo de soja para a exportação, com pouco mais de 0,48 milhão de toneladas. Em seguida, representando 0,48, 0,32 e 0,08 milhão de toneladas, aparecem Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, respectivamente.

Tabela 5 - UFs produtores de óleo de soja para a exportação no Brasil em 2011

UF	Exportação (mil toneladas) Share (%)	
Rio Grande do Sul	484,79	31,6%
Paraná	475,26	31,0%
Mato Grosso	316,26	20,6%
Mato Grosso do Sul	80,33	5,2%
Minas Gerais	77,29	5,0%
Santa Catarina	49,95	3,3%
São Paulo	25,98	1,7%
Goiás	18,06	1,2%
Bahia	3,76	0,2%
Rondônia	1,46	0,1%

Fonte: SECEX (2012)

A base de dados das exportações brasileiras foi obtida do sistema de informação e controle, AliceWeb⁵ (SECEX, 2012).

3.2 SELEÇÃO DOS COMPLEXOS PORTUÁRIOS

A pesquisa realizada no sistema AliceWeb do SECEX (2012) resulta em uma base de dados em que é possível obter a matriz de porto exportador e UF de origem da carga, e esta seção destina-se a apresentar os portos que participaram do comércio exterior dos produtos que compõem o Complexo da Soja em 2011.

Os complexos portuários que delimitam a análise deste estudo são definidos através de consultas das movimentações históricas do comércio exterior, e estes são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Movimentação do comércio exterior dos principais complexos portuários em 2011

Porto (SECEX, 2012)	Soja (ton)	Farelo (ton)	Óleo (ton)
SANTOS - SP	9.225.715	2.678.791	122.376
PORTO DE PARANAGUA - PR	6.924.317	4.540.115	643.235
PORTO DE RIO GRANDE - RS	5.755.691	3.078.595	481.450
SAO FRANCISCO DO SUL - SC	2.609.398	1.393.951	164.941
SAO LUIS - PORTO - MA	2.514.376	-	-
VITORIA - PORTO - ES	2.452.879	1.378.628	-
SALVADOR - PORTO - BA	1.525.901	863.701	-
MANAUS - PORTO - AM	1.086.216	419.162	119.378
SANTAREM - PA	789.584	-	-
ILHEUS - BA	89.029	-	-
SAO PAULO - AEROPORTO - SP	0	-	0
PONTA PORA - AEROPORTO - MS	0	0	-
GUAIRA - PR	0	-	-
SANTANA DO LIVRAMENTO - RODOVIA - RS	-	1.890	-
URUGUAIANA - RODOVIA - RS	-	201	-
ASSIS BRASIL - AC	-	132	-
CORUMBA - RODOVIA - MS	-	2	-
CORUMBA - AEROPORTO - MS	-	-	0
GUAJARA-MIRIM - RODOVIA - RO	-	-	0
ITAJAI - SC	-	-	408
CHUI - RS	-	-	1.347
Total	32.973.107	14.355.169	1.533.135

Fonte: SECEX (2012)

⁵ O Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior, denominado AliceWeb, da Secretaria de Comércio Exterior, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, foi desenvolvido visando modernizar as formas de acesso e a sistemática de disseminação das estatísticas brasileiras de exportações e importações. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br/>> (SECEX, 2012).

A pesquisa junto ao SECEX (2012) foi delimitada pelo NCM de cada produto, UF e Porto, sendo:

- Soja em grãos:
 - NCM 12010090 - Outros grãos de soja, mesmo triturados;
- Farelo de soja:
 - NCM 23040090 - Bagaços e outros resíduos sólidos, da extração do óleo de soja;
 - NCM 23040010 - Farinhas e "pellets", da extração do óleo de soja;
- Óleo de soja:
 - NCM 15071000 - Óleo de soja, em bruto, mesmo degomado;
 - NCM 15079090 - Outros óleos de soja.

Algumas definições são importantes para o delineamento da pesquisa no banco de dados do SECEX (2012), sendo:

- Via de transporte: na exportação, é a modalidade utilizada para o transporte da mercadoria a partir do último local de embarque para o exterior. De acordo com o estabelecido no âmbito dos países do MERCOSUL, o Brasil adota as seguintes modalidades de transporte: marítima, fluvial, lacustre, aérea, postal, ferroviária, rodoviária, tubo-conduto, linha de transmissão e meios próprios (SECEX, 2012).
- Porto: na exportação, é o porto ou localidade onde ocorre o efetivo embarque da mercadoria, ou seja, o último local habilitado do território nacional de onde a mercadoria é destinada ao exterior (SECEX, 2012).

Após agrupamento do banco de dados, do conjunto preliminar de portos obtidos, foram excluídos os portos apontados como exportação por aeroporto e rodovia, estes representando menos que 0,01% de todo o comércio exterior de soja farelo de soja e óleo de soja em 2011.

Os portos destacados a seguir também foram excluídos do estudo:

- Uruguaiana - RS é a fronteira do Brasil com a Argentina, e sua transferência foi realizada por rodovia;
- Santana do Livramento – RS e Chuí - RS, possuem fronteira com o Uruguai, excluído pela mesma situação de Uruguaiana;
- Assis Brasil, no Acre, é a divisa com o Peru, e Guaíra – PR, com o Paraguai, e ambos movimentaram apenas farelo de soja por rodovia;
- Itajaí somente movimentou óleo de soja em 2011, e seu volume está sendo considerado junto com o porto de São Francisco do Sul.

A localização dos 10 portos que representam 99,99% de todo o comércio exterior do Complexo da Soja em 2011 é apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Portos que movimentaram produtos do Complexo da Soja em 2011

Fonte: SECEX (2012)

3.3 MAPEAMENTO DOS ACESSOS ATUAIS AOS PORTOS

Esta seção se propõe a apresentar o relato dos acessos atuais aos portos selecionados para este estudo, baseado nos estudos e registros da ANTAQ (2013), BNDES (2012), e na rede de transporte multimodal, com destaque para as rodovias, ferrovias e hidrovias. Fez-se necessário mapear a situação das rodovias que compõem os acessos aos Portos, de acordo com a CNT (2012), pois foram observados valores de frete diferentes para cada região brasileira.

De forma geral, a CNT (2012) considera 95.707 km de rodovias no Brasil, sendo 32% de rodovias estaduais, e 68% de rodovias federais, e estas rodovias são avaliadas de acordo com a Figura 9:

Fonte: CNT (2012)

Os resultados apresentados pela CNT (2012) retratam que 84% das rodovias são administradas pelo poder público, e apenas 16%, pelo poder privado, por intermédio de concessões, similar às ferrovias. A Tabela 7 retrata as condições das rodovias concedidas (privadas) e pública.

Tabela 7 - Classificação da situação das rodovias, por tipo de gestão

Gestão	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Extensão km
Concedida	0,1%	1,7%	11,5%	42,0%	44,7%	15.392
Pública	10,8%	23,8%	37,6%	24,6%	3,2%	80.315

Fonte: CNT (2012)

A seguir, é mapeado o acesso aos portos selecionados para este estudo.

3.3.1 Porto de Ilhéus

Situado na Ponta do Malhado, em Ilhéus, litoral sul da Bahia. Possui acesso rodoviário pela rodovia estadual BA-262, encontrando a BR-101 pelas rodovias BA-415 e BR-415 em Itabuna-BA. Não há acesso ferroviário a este porto. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

3.3.2 Porto de Manaus - Itacoatiara

Situado na margem esquerda do Rio Negro, na cidade de Manaus-AM, cerca de 13 km do Rio Solimões, o Porto de Manaus possui acesso rodoviário formado pelas rodovias AM-010, interligando Manaus a Itacoatiara, e pelas rodovias BR-174 e BR-319. Não há acesso ferroviário, e o acesso fluvial se faz pelo Rio Negro. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada ruim (CNT, 2012).

3.3.3 Porto de Paranaguá

Localizado na cidade de Paranaguá, no estado do Paraná, região Sul do Brasil, possui acesso rodoviário pela BR-277, ligando Paranaguá a Curitiba, e pela BR-116, pelas rodovias PR-408, PR-410 e PR-411. O acesso ferroviário é controlado pela ALL - América Latina Logística Malha Sul, formando o corredor ferroviário Paraná-Santa Catarina, com 2,2 mil km de extensão. Não possui acesso fluvial. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada boa (CNT, 2012).

3.3.4 Porto de Rio Grande

No estado do Rio Grande do Sul, está localizado na margem direita do canal do norte, ligando a Lagoa dos Patos ao Oceano Atlântico. O acesso ao Porto é estabelecido pelo modal rodoviário, através da BR-392 e da BR-101, direcionando para a BR-471 e BR-116, e interligando-se à BR-293. No modal ferroviário, é atendida pela ALL – América Latina Logística Malha Sul. O acesso fluvial é atendido pelo Rio Guaíba, através da Hidrovia do Sul. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada boa (CNT, 2012).

3.3.5 Porto de Salvador - Aratu

Esse Porto está localizado na Baía de Todos os Santos, na enseada do Coboto, próximo à entrada do canal do Cotegipe, em frente à costa leste da Ilha da Maré, no município de Candeias, a 50 km de Salvador. Possui acesso rodoviário pela rodovia federal BR-324, que encontra a BR-101, BR-110 e BR-116. O acesso ferroviário é realizado pela Ferrovia Centro Atlântica, malha leste. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

3.3.6 Porto de Santarém

O Porto de Santarém está localizado no estado do Pará, na margem direita do Rio Tapajós, próximo à confluência do Rio Amazonas, na cidade de Santarém. O acesso rodoviário é realizado pela rodovia BR-163, ligando Cuiabá a Santarém. Outra rodovia importante de acesso é a BR-230. Existem ainda outras duas rodovias de acesso, a PA-054 e a PA-431. Não há acesso ferroviário. Já o seu acesso fluvial é realizado pelo Rio Tapajós, que forma um canal de acesso natural, com dimensões de 3,1 km de comprimento, largura de 1,8 km, e profundidade de 15 metros. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

3.3.7 Porto de Santos

Está localizado no litoral do estado de São Paulo, limitado pelas ilhas de São Vicente e Santo Amaro, na cidade de Santos. Possui acesso rodoviário pela SP-055, a rodovia Padre Manoel da Nóbrega, e pelo sistema Anchieta-Imigrantes (ECOVIAS), SP-150 (via Anchieta) e SP-160 (Rodovia dos Imigrantes), Piaçaguera-Guarujá e BR-101 Rio-Santos. O acesso ferroviário é realizado pela MRS, FCA e ALL Malha Paulista, além do acesso hidroviário, realizado pela Hidrovia Tietê – Paraná. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada boa (CNT, 2012).

3.3.8 Porto de São Francisco do Sul

O Porto de São Francisco do Sul está situado no estado de Santa Catarina, na cidade de São Francisco do Sul, na parte Leste da baía da Babitonga. O acesso rodoviário é regulado pela rodovia federal BR-280, interceptando a BR-101, a 34 km do Porto, e a BR-116, em Mafra-SC. A ALL Malha Sul realiza o acesso ferroviário. Não há acesso hidroviário. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

3.3.9 Porto de São Luís - Itaqui

Localizado no estado do Maranhão, na cidade de São Luís, na baía de São Marcos, próximo ao limite da região Nordeste. O seu acesso rodoviário se dá através da rodovia BR-135, que encontra a BR-222, BR-316, BR-230, BR-226 e BR-010, além da rodovia estadual MA-230. O fluxo ferroviário compreende a EFC – Estrada de Ferro Carajás, com 809 km, a FNS – Ferrovia Norte-Sul, com 215 km de extensão, e a CFN – Companhia Ferroviária do Nordeste, com 453 km, ligando São Luís-MA a Teresina-PI, seguindo por Altos-PI, estendendo-se até a cidade de Parnaíba-PI. O acesso fluvial é realizado através dos Rios Mearim, Pindaré, dos Cachorros e Grajaú, que possuem pequena profundidade. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

3.3.10 Porto de Vitória - Vale S/A

O Porto de Vitória considerado para este estudo é administrado pela Vale S/A. O Porto é denotado de Berço 3, e faz parte do Terminal de Produtos Diversos, inserido ao Complexo Portuário de Tubarão, em Vitória, no estado do Espírito Santo. O acesso rodoviário é feito pelas BR-262 e BR-101, e ES-080. Já o seu acesso ferroviário, é feito pela EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas, sendo interligada pela FCA, que consolida o corredor Centro-Sudeste da VLI. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

3.4 DETERMINAÇÃO DA MALHA DE TRANSPORTE TERRESTRE

Para a determinação das áreas de influência atual e potencial dos portos para o Complexo da Soja, foi considerado o zoneamento definido pelo IBGE (2011) para os 5.565 municípios brasileiros, conforme pode ser observado pela Figura 10. Esses municípios definiram a zona de transporte junto aos portos.

Figura 10 - Zoneamento dos municípios do Brasil

Fonte: IBGE (2011)

Cada município produtor é representado por um centróide⁶ (FERRARI; PAROLA; GATTORNA, 2011), o qual se conecta à rede viária por meio de ligações, os acessos, permitindo a identificação dos caminhos a serem percorridos pela carga, da sua origem, ao destino. Estes centróides são observados na Figura 11.

Figura 11 - Centróides dos municípios produtores de soja em 2011

Fonte: produção do próprio autor (2013)

⁶ O centróide pode ser definido como o centro geométrico de um polígono, e podem ser calculadas pela média da localização dos vértices que definem seu contorno (BONHAM-CARTER, 1994).

A Figura 12 apresenta a rede multimodal atual e futura do Brasil, de acordo com o Ministério dos Transportes (2013), sendo este o modelo de conexão dos diversos centróides dos municípios em estudo a um trecho da rede de transporte existente.

Figura 12 - Mapa multimodal atual e futuro

Fonte: MT⁷ (2013)

⁷ Ministério dos Transportes.

A utilização do mapa multimodal fornecido pelo Ministério dos Transportes se deve ao fato da impossibilidade de se obter o mapa da malha de transporte individual e atual para os modais ferroviário, rodoviário e hidroviário. Entretanto, este mapa fornece informações do Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT, apresentando a malha de transporte atual e futura, não sendo destacados na Figura 12, pois a ideia fundamental é apresentar de forma visual as vias de transporte do Brasil.

3.5 FORMULAÇÃO DA MATRIZ DE PRODUÇÃO E CONSUMO

A matriz de produção e consumo dos produtos que compõem o Complexo da Soja, resultado do balanço de massa da cadeia produtiva, determinará o destino das cargas, e leva em consideração, como eventos fundamentais, a produção e a exportação, como origem e consumo das cargas. Entretanto, se faz necessário discutir as etapas de importação, processamento, transferências interestaduais da produção, perdas do produto durante a movimentação, estoques e uso do grão para plantio, no nível de município, UF, regiões e país, para que se obtenha o equilíbrio entre as parcelas.

A análise dos eventos é baseada em consultas a fontes que controlam a movimentação da soja e seus derivados no Brasil e no mundo, sendo necessária a avaliação e investigação da veracidade dos dados, reduzindo, portanto, a margem de erro dos resultados obtidos. Todas as parcelas foram determinadas utilizando o menor zoneamento proposto pelo IBGE, o município. Dessa maneira, é possível o agrupamento e se encontrar os resultados no nível de UF e região.

O resultado esperado para a determinação do balanço de massa da cadeia produtiva é o equilíbrio entre essas parcelas, ou seja:

$$Origem = Consumo$$

A origem dos produtos é determinada considerando:

$$Origem = P - PE + I + TR + \Delta E$$

Sendo:

- P : produção;
- PE : perdas durante a movimentação e uso do grão para plantio;
- I : importação;
- TR : transferência interestadual (recebimento do produto);
- ΔE : Variação de estoque.

O consumo, por sua vez, é calculado considerando:

$$Consumo = C + E + TE$$

Sendo:

- C : consumo;
- E : exportação;
- TE : transferência interestadual (envio do produto).

A seguir são apresentadas as formas de obtenção de cada uma das parcelas da equação do balanço de massa da cadeia produtiva. A parcela P da equação, referente à produção da soja, está disponível no nível de país, região, UF, microrregião e município no IBGE, e é obtida por consulta ao banco de dados SIDRA. Para o farelo e óleo de soja, a ABIOVE disponibilizou a parcela da produção de soja que foi destinada ao processamento, parcela C , além dos resultados referentes à produção de farelo e óleo de soja, todas agrupadas a nível Brasil.

A ABIOVE (2012) disponibiliza a capacidade de processamento e refino das empresas ativas no nível de UF. A participação de cada UF na capacidade total de processamento foi multiplicada pela parcela de soja processada do Brasil. Dessa maneira, é obtida a parcela de processamento de cada UF. Como não foi possível identificar o município de instalação das empresas de processamento em cada UF, considera-se que todos os municípios que produziram soja em 2011 e que estão inseridos nas UFs que possuem empresas de processamento ativas, também participaram do processamento da soja no Brasil.

Por intermédio das parcelas de produção de farelo e óleo de soja do Brasil disponibilizada pela ABIOVE, é calculada a relação entre essas parcelas com o total de soja em grãos processada já apresentada. A proporção, resultado da relação entre a produção de farelo de soja com o total de soja processada, e da relação entre a produção de óleo de soja e o total de soja processada, no nível Brasil, foi replicada para o nível de UF e município. O resultado matemático da produção do farelo e óleo de soja e o processamento da soja em grãos gera a parcela de perdas durante a movimentação. Atrelado a esse resultado, a diferença entre a produção da soja em grãos com a exportação da soja em grãos e o processamento, gera o uso do grão para plantio, e a somatória desses dois resultados é o que denominamos de *PE*.

Como podem existir UFs que possuem empresas de processamento e refino e que, dessa maneira, produziram farelo e óleo de soja, mas que não participaram da produção de soja em grãos no Brasil identifica-se, portanto, a necessidade da transferência de soja em grãos para estas UFs, obtendo as parcelas *TR* e *TE*. O resultado negativo do balanço de massa indica UFs que necessitam receber produtos, o que é denominado de UF receptora. A UF doadora é aquela em que o resultado do balanço de massa é positivo. A UF doadora escolhida em relação a uma UF receptora é aquela em que a distância rodoviária entre as capitais das UFs é a menor. Embora existam *softwares* específicos para geração desse resultado, para este estudo foi realizada aproximação utilizando o *software* Excel. Não foi levada em consideração a precisão nas transferências, pois apenas é interessante a manutenção dos valores de exportação por município para a soja, farelo e óleo de soja.

A parcela *I* (importação), e a parcela *E* (exportação), foram obtidas em consultas ao SECEX no nível de UF, para a soja, farelo e óleo de soja. Dessa maneira, criou-se a relação entre importação e produção, e exportação e produção, para todos os produtos, no nível de UF, e estas proporções foram replicadas aos municípios da UF correspondente. Esta restrição também foi observada por Campos Neto e Santos (2006), e Campos Neto, Filho, Romminger e Ferreira (2009).

De acordo com o SECEX (2012):

A Unidade da Federação exportadora, para efeito de divulgação estatística de exportação, é a Unidade da Federação onde foram cultivados os produtos agrícolas, extraídos os minerais ou fabricados os bens manufaturados, total ou parcialmente, independente da sede da empresa exportadora. O estado produtor é aquele no qual foi completada a última fase do processo de fabricação para que o produto adote sua forma final (conceito de origem). Independe da sede da empresa exportadora.

O motivo da utilização desta premissa é que, de acordo com o SECEX (2012), tanto na exportação quanto na importação, os dados de volume movimentado são creditados para os municípios-sede (domicílio fiscal) das empresas que realizaram as operações, e não para os municípios produtores, como é necessário para obtenção do balanço de massa entre produção e consumo nesta dissertação.

Como premissa fundamental, para a obtenção do volume exportado por município, foi considerada que todos os municípios produtores são também exportadores.

Para a variação de estoque (ΔE), os dados são obtidos pela ABIOVE.

3.6 DESTINO OBSERVADO DAS CARGAS

Nesta etapa, será aplicada a formulação apresentada na seção 3.5 e são geradas matrizes de produção e consumo dos produtos que compõem o Complexo da Soja para as movimentações realizadas em 2011. Este resultado é que denominamos de *hinterland* real dos portos.

Por intermédio do banco de dados obtido para os eventos de produção, exportação, importação, consumo e perdas, para o ano de 2011, foi possível a criação de uma tabela base para a elaboração da matriz de produção e consumo para os produtos que compõem o Complexo da Soja, utilizando a formulação apresentada na seção 3.5.

A apresentação da matriz de produção e consumo do Complexo da Soja está em nível de região do país, mas o seu racional foi construído considerando o menor nível de local referente à produção, que é o município, função do zoneamento aqui adotado com base em IBGE (2011).

A Figura 13 mostra o balanço entre produção e consumo do Complexo da Soja no Brasil em 2011, resultado esse que mostra a aplicação da formulação matemática apresentada na seção 3.5.

Figura 13 - Balanço de massa do Complexo da Soja do Brasil em 2011

Fonte: SIDRA, SECEX, ABIOVE (2012)

Observa-se que, do total de soja em grãos produzido, 44% foram destinados ao mercado externo e 50% ao processamento, os outros 6% ao plantio, estoques ou gerou perda durante as movimentações. Das 37.050 mil toneladas de soja processada, 76% resultaram na produção de farelo de soja e 20% na produção de óleo de soja. Cerca de 51% do farelo de soja produzidos no Brasil foram exportados, e 49% consumidos no Brasil. Para o óleo de soja, 21% foram destinados ao comércio exterior, e 79% foram consumidos no Brasil.

Por intermédio do mapeamento dos municípios produtores e exportadores de soja em grãos, foi possível criar a Tabela 8, que se refere à matriz produção e consumo da soja produzida no Brasil em 2011.

Tabela 8 - Matriz produção e consumo da soja em grãos no Brasil em 2011

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	17.413	434	-	1.996	449	13.476	33.768
Sul	-	15.384	-	-	-	13.282	28.666
Nordeste	-	-	2.864	-	-	3.364	6.228
Sudeste	-	-	-	2.605	-	1.607	4.212
Norte	-	-	-	-	697	1.244	1.941
Importação	10	31	-	<1	-		
Consumo Regional	17.423	15.849	2.864	4.601	1.146		

Fonte: SIDRA, SECEX, ABIOVE (2012) e produção do próprio autor (2013)

A produção e a exportação apresentadas na Tabela 8 são resultados das pesquisas realizadas junto ao SIDRA (2012) e ao SECEX (2012), respectivamente. A linha da tabela referente ao Consumo Regional é a somatória das células internas da tabela, e representa o uso da soja em grãos para plantio, as importações realizadas, o estoque e o consumo, dentro das próprias regiões.

A matriz gerada para os 28,2 milhões de toneladas de farelo de soja produzidos no Brasil em 2011 é apresentada na Tabela 9. Para este produto, 51% foram exportados, e a região Centro-Oeste representa 37% de toda a produção deste produto, exportando 42%. A região Sul, representou 43% da produção, exportando 48%.

Tabela 9 - Matriz produção e consumo do farelo de soja no Brasil em 2011

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	4.424	-	-	-	-	5.985	10.409
Sul	-	5.207	-	-	-	6.838	12.045
Nordeste	-	-	916	-	-	844	1.760
Sudeste	-	-	-	2.808	-	688	3.497
Norte	-	-	-	-	447	-	447
Importação	-	25	-	<1	-		
Consumo Regional	4.424	5.232	916	4.601	447		

Fonte: SIDRA, SECEX, ABIOVE (2012) e produção do próprio autor (2013)

A matriz gerada para o óleo de soja (Tabela 10), cerca de 20% do óleo produzido no Brasil em 2011 foi destinada ao comércio exterior. As regiões Centro-Oeste, com 37% de produção e 27% de exportação, e a região Sul, com 43% da produção nacional, exportando 66%, tiveram os maiores destaques em 2011.

Tabela 10 - Matriz produção e consumo do óleo de soja no Brasil em 2011

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	2.284	-	-	-	-	415	2.698
Sul	-	2.112	-	-	-	1.010	3.122
Nordeste	-	-	452	-	-	4	456
Sudeste	-	-	-	803	-	103	906
Norte	-	-	-	-	114	1	116
Importação	-	<1	-	<1	-		
Consumo Regional	2.284	2.112	452	4.601	114		

Fonte: SIDRA, SECEX, ABIOVE (2012) e produção do próprio autor (2013)

4 DETERMINAÇÃO DO DESTINO NATURAL DAS CARGAS

A determinação do destino natural das cargas é apresentada no Capítulo 4, assim como já destacado na seção 1.3. Neste capítulo, é exposto o modelo de custo logístico total a ser utilizado na dissertação, e é o momento em que são determinadas as curvas de tarifas de frete de transporte terrestre, tarifas portuárias, pedágios e tarifas de navegação, em R\$/ton (reais por toneladas). Além disso, são listados os terminais de transbordos de cargas, e identificada a distância dos modais de transporte ferroviário, rodoviário, hidroviário ou uma mescla destes, que faz o transporte entre a origem da carga e os portos. Este modelo é aplicado aos municípios produtores de soja em 2011.

Em seguida, é apresentado o destino natural das cargas como resultado do modelo, ou seja, a *hinterland* potencial dos portos. Para se obter a comparação da *hinterland* real e a *hinterland* potencial dos portos, é realizada a interpretação dos resultados. Porém, se faz necessário apresentar a capacidade portuária atual para auxiliar na identificação dos gargalos de atendimento às demandas de produtos para a exportação, além das avaliações dos efeitos econômicos, a capacidade portuária, os gargalos de atendimentos aos modais de transporte, entre outros.

De acordo com a metodologia exposta na seção 1.2, a modelagem para a elaboração dos fluxos de transporte entre produção e exportação será realizada por indução. Ou seja, o município produtor e o porto exportador são considerados como os extremos da cadeia produtiva, e a escolha do melhor fluxo de transporte é influenciada pelo resultado do menor custo logístico total.

O modelo de custo logístico proposto nesta dissertação foi discutido por Van Winden e Van Klink (1998); Van Klink e Van den Berg (1998); Keisic; Komandina e Cisic (2000); Yeo; Roe e Dinwoodie (2008); Roso; Woxenius e Lumsden (2009); Stupello (2011); Ferrari; Parola e Gattorna (2011). Porém, na prática, os custos diretos não determinam a atratividade relativa do porto em direção a apenas um determinado mercado. Os custos relacionados a riscos e tempo também devem ser considerados juntamente com os custos diretos, e esses estão incluídos no conceito de custos de transporte.

Nesta etapa, há o tratamento dos demais custos logísticos (operação portuária, pedágios e navegação), e não haverá preocupação com a capacidade ou viabilidade dos portos, ou seja, será gerado o fluxo mais natural para o escoamento da produção. Dessa forma, cada município exporta por somente um porto. Não foram levados em consideração os gargalos operacionais de alguns terminais, como Paranaguá e Santos, por exemplo, para o recebimento de carga pelo modal rodoviário.

Martins *et al* (2005) expõe que a minimização do custo total logístico refere-se à soma dos custos de produção, estoque, armazenagem, transporte e distribuição. Diferentemente do que Martins *et al* (2005) propôs, o custo total logístico, determinante para a modelagem do fluxo multimodal, compõe-se de (Figura 14):

Figura 14 - Composição do custo logístico total

Fonte: produção do próprio autor (2013)

O custo de transporte multimodal (rodoviário, ferroviário, hidroviário ou interação destes modais) refere-se ao transporte da carga do município produtor até o porto exportador. Este transporte pode conter paradas em terminais de transbordo de cargas.

Não foram considerados os custos de plantio e colheita da soja.

Como resultado do modelo, serão definidas as áreas de influência potencial dos portos brasileiros, considerando a demanda de produção dos municípios, e a sua tendência de escoamento, levando em conta o menor custo total logístico para o transporte multimodal, incluindo os custos de navegação.

Para cada município produtor do Complexo da Soja serão realizadas comparações entre diversas possibilidades de fluxo para o escoamento da produção, considerando o de menor custo logístico total, como influência ao porto em análise.

É necessário o atendimento de algumas etapas para a determinação do destino de escoamento das cargas e construção das áreas de influência potenciais dos portos, sendo:

- Seleção dos complexos portuários (resultado da seção 3.2);
- Mapeamento dos acessos atuais aos portos (resultado da seção 3.3);
- Mapeamento dos terminais de transbordo ou de cargas;
- Determinação dos custos com fretes.

4.1 MAPEAMENTO DOS TERMINAIS DE TRANSBORDO OU DE CARGAS

A combinação entre os modos de transportes da rede multimodal é realizada por terminais de transbordos ou de carga. Por meio de pesquisas de mercado e consulta em bibliografias referentes ao transporte multimodal do Brasil, foi possível mapear os terminais de transbordo de carga, específicos para os produtos que compõem o Complexo da Soja, sendo esta etapa de fundamental importância para a decisão de escolha do melhor fluxo de escoamento da produção dos produtos. O mapeamento é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Mapeamento dos terminais de transbordo ou de cargas

Município	Eixo de ligação
Porto Franco - MA Palmeirante - TO	Ferrovia Norte Sul - Estrada de Ferro Carajás - Porto de Itaqui
Pirapora - MG Araguari - MG Uberlândia - MG Santa Luzia - MG	Ferrovia Centro-Atlântica - Estrada de Ferro Vitória a Minas - Porto de Vitória
Rondonópolis - MT Alto Araguaia - MT Alto Taquari - MT Chapadão do Sul - MS	ALL Malha Sul - ALL Malha Paulista - Ferrovia Centro Atlântica - Estrada de Ferro Vitória a Minas - Porto de Vitória, Porto de Santos, Porto de Paranaguá e Porto de São Francisco do Sul
Pederneiras - SP São Simão - SP	ALL Malha Paulista - ALL Malha Sul - MRS - Porto de Santos, Porto de Paranaguá e Porto de Vitória
Maringá - PR Londrina - PR Cascavel - PR Ponta Grossa - PR	ALL Malha Sul - ALL Malha Paulista - FERROESTE - Ferrovia Centro Atlântica - Estrada de Ferro Vitória a Minas - Porto de Vitória, Porto de Santos, Porto de Paranaguá, Porto de São Francisco do Sul e Porto do Rio Grande
Passo Fundo - RS Carazinho - RS Santo Ângelo - RS Ijuí - RS Cruz Alta - RS Júlio de Castilhos - RS	ALL Malha Sul - ALL Malha Paulista - Porto de Santos, Porto de Paranaguá, Porto de São Francisco do Sul e Porto do Rio Grande
Presidente Epitácio - SP Três Lagoas - MS São Simão - GO	Hidrovia Tietê-Paraná - Porto de Santos
Porto Velho - RO Rio Grande - RS	Hidrovia Amazonas - Solimões - Hidrovia do Madeira - Porto de Itacoatiara e Porto de Santarém Hidrovia do Sul - Porto do Rio Grande

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Além disso, a pesquisa se delongou na obtenção da distância dos trechos ferroviários e hidroviários, sendo estes obtidos das seguintes maneiras:

- Ferroviária: disponíveis pela ANTF, considerando os trechos disponíveis no documento Pesquisa CNT de Ferrovias 2011 (CNT, 2011), e pela ANTT, através dos documentos de acordos das concessões de cada ferrovia e contatos com as concessionárias;

- Hidrovia: disponíveis pela ANTAQ, considerando os trechos disponíveis no relatório de Transportes de cargas nas Hidrovias Brasileiras 2011.

4.2 DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS COM FRETES

O custo por tonelada transportada não é linear, uma vez que considera a variação dos modais de transportes disponíveis, entre outras variáveis. Foram considerados os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário, como os possíveis para a movimentação de soja no Brasil. A curva média de função frete é escolhida do resultado da maior correlação da base de dados (R^2), de acordo com cada modo especificado, e esta foi baseada em dados obtidos de diversas fontes controladoras e pesquisas de mercado, sendo elas:

- Banco de dados do SIFRECA⁸ (2013);
- Tabela de fretes máximos ferroviários da ANTT (2013);
- Tabela de frete hidroviário da ANTAQ (2013);
- Pesquisas junto às empresas de transporte multimodal e terminais portuários.

4.2.1 Modal Rodoviário

Para determinação das curvas características dos custos com fretes rodoviários, foram utilizadas as seguintes bases de dados e características:

- SIFRECA (2013): distâncias entre origem da carga e porto exportador da carga, custos de fretes e pedágios para a soja;
- TIA – Terminal Integrador de Araguari da VLI: registros de pesagens dos caminhões que transportam soja e farelo de soja.

⁸ O SIFRECA (Sistema de Fretes Agrícolas faz parte da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), ligado ao Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Universidade de São Paulo (USP).

Após tratamento dos dados, é possível a obtenção dos fretes rodoviários, em reais por tonelada, em função da distância percorrida, em quilômetros (Gráfico 6).

A partir do Gráfico 6, devido a um desvio padrão de R\$ 41,54/toneladas, considerado elevado para esta dissertação, foi proposta uma classificação de custos relacionada ao valor do frete e a situação das rodovias, com objetivo de indicar valores de frete mais próximo dos praticados. Dessa forma, a base de dados foi dividida em duas, considerando valores acima e abaixo da média de R\$ 67,57/toneladas da base de dados original. A classificação de custos proposta em relação à situação das rodovias é:

- Rodovias com classificação ótima e boa – utilização da equação representativa dos dados abaixo da média;
- Rodovias com classificação regular, ruim e péssima – utilização da equação representativa dos dados acima da média.

A classificação geral das rodovias de acesso aos portos está baseada no relatório da CNT (2012), por UF. A seção 3.3 apresentou o mapeamento dos acessos aos portos selecionados nesta dissertação, onde foi possível identificar as rodovias que atendem aos portos. Dessa maneira, a classificação dos acessos rodoviários a cada porto baseou-se na condição individual das rodovias, sendo a rodovia mais representativa de acesso ao porto a que apontou a situação geral das rodovias que atendem a determinado porto.

A Tabela 12 apresenta a aplicação da classificação de custos utilizada nos portos selecionados para este estudo.

Tabela 12 - Denominação de custos dos fretes rodoviários

Acesso ao Porto	Situação	Equação
Aratu e Ilhéus	Regular	acima da média
Itacoatiara	Ruim	acima da média
Paranaguá	Bom	abaixo da média
Rio Grande	Bom	abaixo da média
Santarém	Regular	acima da média
Santos	Bom	abaixo da média
São Francisco do Sul	Regular	acima da média
São Luis	Regular	acima da média
Vitória	Regular	acima da média

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Como resultado da Tabela 12, os Gráficos 7 e 8 representam a curva característica de cada uma da classificação de custos apresentada, acima e abaixo da média, e a sua equação representativa para os fretes rodoviários (Fr), em R\$/toneladas, relacionados com a distância percorrida (x), em km:

Gráfico 7 - Curva de frete rodoviário abaixo da média

Fonte: produção do próprio autor (2013)

A equação representativa para fretes abaixo da média é:

$$Fr = 1,3495 x^{0,5856}$$

Fonte: produção do próprio autor (2013)

A equação representativa para fretes acima da média é:

$$Fr = 0,0000 x^2 + 0,0231 x + 61,2082$$

4.2.2 Modal Ferroviário

Para determinação das curvas características dos custos com fretes ferroviários, foram utilizados os valores extraídos da ANTT (2013), representando o frete máximo autorizado a ser praticado pelas concessionárias. As ferrovias utilizadas foram:

- ALL – América Latina Logística Malha Norte S.A;
- ALL – América Latina Logística Malha Paulista S.A;
- ALL – América Latina Logística Malha Sul S.A;
- EFC – Estrada de Ferro Carajás;
- EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas;
- FCA – Ferrovia Centro Atlântica S.A;
- Ferroeste – Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A;
- FNS – Ferrovia Norte Sul;
- MRS⁹ Logística S.A.

⁹ A MRS Logística é uma concessionária que controla, opera e monitora a Malha Sudeste da Rede Ferroviária Federal.

Dessa maneira, foi possível criar a equação característica de cada ferrovia, considerando a relação de valor de frete por quilômetro percorrido da base de dados obtida. A curva característica individual para cada ferrovia foi criada a fim de obter uma melhor aderência aos custos de frete máximos por concessão, e destacar as diferenças de cobrança entre elas.

Como mencionado no início da seção 4.2, a curva média de função frete é escolhida do resultado da maior correlação da base de dados (R^2). A seguir são apresentadas as curvas características para cada ferrovia selecionada.

O Gráfico 9 apresenta a curva característica da ALL – América Latina Logística Malha Norte S.A.

Fonte: ANTT (2013) e produção do próprio autor (2013)

A partir do Gráfico 9, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a ALL Malha Norte ($Ff_{ALL\ norte}$), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{ALL\ norte} = -0,000010 x^2 + 0,094418 x + 9,514664$$

A curva característica da ALL – América Latina Logística Malha Paulista S.A está apresentada no Gráfico 10.

Fonte: ANTT (2013) e produção do próprio autor (2013)

A partir do Gráfico 10, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a ALL Malha Paulista ($Ff_{ALL\ paulista}$), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{ALL\ paulista} = 0,0000002 x^3 - 0,0003794 x^2 + 0,3297082 x - 0,1360511$$

O Gráfico 11 apresenta a curva característica da ALL – América Latina Logística Malha Sul S.A e da Ferroeste. Estas duas ferrovias possuem os mesmos valores de frete para a mesma distância no relatório da ANTT (2013).

Fonte: ANTT (2013) e produção do próprio autor (2013)

A partir do Gráfico 11, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a ALL Malha Sul e Ferroeste ($Ff_{ALL\ sul+Ferroeste}$), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{ALL\ sul+Ferroeste} = -0,000009 x^2 + 0,091526 x + 9,223411$$

O Gráfico 12 apresenta a curva característica da EFC – Estrada de Ferro Carajás.

Fonte: ANTT (2013) e produção do próprio autor (2013)

A partir do Gráfico 12, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a EFC (Ff_{EFC}), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{EFC} = -0,000006 x^2 + 0,049447 x + 11,264647$$

O Gráfico 13 apresenta a curva característica da EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas.

Fonte: ANTT (2013) e produção do próprio autor (2013)

A partir do Gráfico 13, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a EFVM (Ff_{EFVM}), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{FCA} = -0,000007 x^2 + 0,075253 x + 12,764017$$

O Gráfico 14 apresenta a curva característica da FCA - Ferrovia Centro Atlântica S.A.

A partir do Gráfico 14, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a FCA (Ff_{FCA}), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{FCA} = -0,000006 x^2 + 0,071546 x + 14,775448$$

O Gráfico 15 apresenta a curva característica da FNS – Ferrovia Norte Sul.

A partir do Gráfico 15, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a FNS (Ff_{FNS}), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{FNS} = 0,051690 x + 16,459100$$

O Gráfico 16 apresenta a curva característica da MRS Logística S.A.

A partir do Gráfico 16, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a MRS (Ff_{MRS}), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (x), em km. Ou seja,

$$Ff_{MRS} = -0,000004 x^2 + 0,058727 x + 8,883199$$

As tarifas contemplam os custos com transbordos do modal rodoviário para o ferroviário ou hidroviário, armazenagens nos terminais integradores, carregamento e transporte ferroviário, até o terminal de destino.

4.2.3 Modal Hidroviário

A utilização do transporte hidroviário interior no Brasil ainda é bastante modesto, relacionado com os demais modais. De acordo com a ANTAQ (2011), este modo representou cerca de 20,7% do volume transportado pelo modal ferroviário, obtendo um crescimento de 5,14% ao ano. Em 2011, a soja em grãos representou 9,80% de toda a mercadoria transportada por hidrovia. O farelo de soja representou 1.64%.

A ANTAQ (2012) divulgou a estimativa de frete hidroviário, em R\$/toneladas.km, para granel sólido agrícola:

- Curta distância (<1000 km): 0,055 (variando de 0,053 a 0,057);
- Longa distância (>1000 km): 0,017 (variando de 0,016 a 0,017).

4.2.4 Navegação

O comércio marítimo é vital para a economia global, possuindo uma frota mercante com capacidade de transportar inimagináveis tipos de produtos, como grão, minério de ferro, petróleo, combustíveis, veículos e até pessoas. Porém, o mercado de frete de navegação é bastante complexo e volátil, com operadores portuários, armadores e afretadores a mercê de flutuações das taxas, sendo estas flutuações provenientes de diversos fatores, tais como abastecimento da frota, demanda de produtos, sazonalidades de mercado, bunker, rotas de transporte e necessidade do mercado.

O custo de navegação foi estimado utilizando o aluguel médio diário de embarcações fornecido pela The Baltic Exchange (2013), obtido da seguinte maneira:

- Navio tipo: Panamax;
- Volume por navio: 74.000 toneladas;
- Velocidade média de navegação: 10 nós;
- Aluguel médio diário, referência do dia 24 de dezembro de 2013: USD 14.556;
- Destino da carga: Shanghai;
- Rotas utilizadas:
 - Cabo da Boa Esperança: Aratu, Ilhéus, Paranaguá, Rio Grande, Santos, São Francisco do Sul e Vitória;
 - Canal do Panamá. Itacoatiara, Santarém e São Luís.

A pesquisa da rota a ser utilizada foi realizada pelo site vesseltracker.com que considera a rota mais curta entre dois pontos. Importante reforçar que a escolha dessa fonte secundária de pesquisa foi respaldada em conversas realizadas com pessoas e empresas que trabalham diretamente com navegação e afretamentos, entretanto, a mesma pode ser questionada em fóruns específicos sobre o tema.

O custo de navegação foi obtido através de simulações do transporte do navio tipo para o porto de Shanghai, e o resultado é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Custo de navegação até Shanghai, China

Porto Origem	Custo (R\$/ton)
Aratu	22,65
Ilhéus	22,40
Itacoatiara	22,20
Paranaguá	22,87
Rio Grande	22,79
Santarém	23,38
Santos	22,73
São Francisco do Sul	22,98
São Luís	23,08
Vitória	22,34

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Não foram consideradas possíveis reduções no frete marítimo proveniente do tamanho das embarcações e do aproveitamento total ou parcial dos porões.

4.2.5 Pedágio e Tarifas Portuárias

O preço total adotado no porto para a operação de descarga de vagões ou caminhões de soja ou farelo de soja, armazenamento e embarque em navios, é de R\$ 12,00/toneladas. Este valor foi considerado como uniforme para todos os portos selecionados na seção 3.2 desta dissertação, pois os dados disponíveis para consulta não são classificados de uma forma similar, onde é possível comparar a eficiência de cada porto. Além disso, este valor sofre variações nos períodos de safra, ou de acordo com os contratos firmados entre as prestadoras de serviços portuários e seus clientes, não sendo este dado aberto a consulta. Dessa forma, a escolha de um porto em detrimento de outro é resultado da avaliação dos custos rodoviário, ferroviário, hidroviário, de navegação e pedágios.

Para os custos com pedágio, foram utilizados dados da ABCR (2014). Com auxílio do mapeamento dos acessos rodoviários dos portos, foi possível consultar o valor do pedágio por rodovia e utilizado um pedágio médio por tonelada no modelo. Foi considerado o peso médio de 35,92 toneladas por carreta, o mesmo utilizado para a obtenção das curvas de frete rodoviário. Os custos com pedágio estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Custo de pedágio

Acesso ao Porto	Pedágio (R\$/ton)
Aratu e Ilhéus	0,66
Itacoatiara	
Paranaguá	1,31
Rio Grande	0,90
Santarém	
Santos	1,34
São Francisco do Sul	0,84
São Luis	
Vitória	0,55

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Importante ressaltar que os valores das tarifas apresentados não sofreram ajustes por índices federais, estaduais ou municipais.

4.3 APRESENTAÇÃO DO DESTINO NATURAL DAS CARGAS

O potencial de exportação dos portos em 2011 é resultado da apresentação do destino natural das cargas. A distância percorrida pela carga utilizada para a determinação do destino da mesma, considerando a alocação otimizada dos fluxos de transporte (menor custo logístico total), independe da capacidade portuária, e foram obtidas de acordo com a disponibilidade de informações:

- Rodoviária: disponíveis pelo Via Fácil (www.viafacil.com.br), considerando pesquisa da rota mais rápida, dando preferência às rodovias principais, porém, esta pode não ser a melhor fonte de pesquisa a ser considerada em fóruns específicos sobre o assunto;
- Ferroviária: disponíveis pela ANTF, considerando os trechos disponíveis no documento Pesquisa CNT de Ferrovias 2011 (CNT, 2011), e pela ANTT, através dos documentos de acordos das concessões de cada ferrovia e contatos com as concessionárias;
- Hidrovia: disponíveis pela ANTAQ, considerando os trechos disponíveis no relatório de Transportes de cargas nas Hidrovias Brasileiras 2011.

A determinação do Porto para a exportação da produção municipal partiu da comparação das diversas possibilidades de escoamento, sendo escolhido o fluxo de menor custo logístico total – transporte multimodal, transbordo e armazenagem de cargas, movimentação portuária e navegação. Ou seja, a partir de um município produtor, são identificadas as possibilidades de escoamento da sua produção, que considera o escoamento direto pelos modais rodoviário, ferroviário ou hidroviário, ou uma combinação desses modos, dessa forma, o município é área de influência de um porto se o custo total calculado é o menor, comparado aos demais fluxos.

Como exemplo de aplicação do modelo de decisão, pela Tabela 15, observa-se que o município de Sorriso-MT é área de influência do porto de Santarém, no Pará, pois possui o menor custo total logístico calculado.

Tabela 15 - Determinação do porto para escoamento da produção do município de Sorriso-MT

Origem	Porto	Vias utilizadas	Distância (km)			Frete (R\$/ton)			Frete Total (R\$/t)
			Rodoviária	Ferroviária	Hidroviária	Rodoviária	Pedágio	Navegação	
Sorriso - MT	Santos - SP	Alto Araguaia	840	1.297	-	69,58	-	22,73	208,19
Sorriso - MT	Santos - SP	BR-163, BR-364, BR-365, BR-153, SP-310, SP-330, SP-348 e SP-160	2.141	-	-	120,38	1,34	22,73	156,45
Sorriso - MT	Santos - SP	BR-163, BR-364, ALL Malha Norte, ALL Malha Paulista e MRS	637	1.547	-	59,21	-	22,73	211,63
Sorriso - MT	Santos - SP	BR-163, BR-364, Hidrovia Tietê-Paraná e ALL Malha Paulista	1.221	442	655	86,64	-	22,73	180,18
Sorriso - MT	Santos - SP	BR-163, BR-364, BR-365, FCA e ALL Malha Paulista	1.517	933	-	98,38	-	22,73	207,97
Sorriso - MT	Santarém - PA	BR-163, BR-230 e BR-163	1.352	-	-	116,23	-	23,38	151,60
Sorriso - MT	Santarém - PA	MT-338, MT-220, MT-174, MT-364 e Hidrovia do Madeira	1.715	-	1.676	139,05	-	23,38	240,93
Sorriso - MT	Itacoatiara - AM	MT-338, MT-220, MT-174, MT-364 e Hidrovia do Madeira	1.715	-	1.116	139,05	-	22,20	230,22
Sorriso - MT	Itacoatiara - AM	BR-163, BR-364, MT-255, BR-364, BR-319 e AM-010	2.873	-	-	234,90	-	22,20	269,10
Sorriso - MT	Vitória - ES	BR-163, BR-364, BR-365, FCA e EFVM	1.517	1.649	-	126,16	-	22,34	254,03
Sorriso - MT	Vitória - ES	BR-163, BR-364, BR-365, BR-262, BR-259 e ES-060	2.685	-	-	216,93	0,55	22,34	251,82
Sorriso - MT	Paranaguá - PR	BR-163, BR-364, GO-178, BR-153 e BR-277	2.531	-	-	132,78	1,31	22,87	168,95

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Essa avaliação é replicada a cada município que produziu soja no ano de 2011 até que seja fechada às avaliações a todos os municípios e gerada a *hinterland* potencial dos portos, ou seja, as suas áreas ou zonas de influência.

O resultado das áreas de influência dos portos, referente à movimentação do Complexo da Soja, em 2011, é mostrado na Figura 15.

Figura 15 - Área de influência dos portos brasileiros para o Complexo da Soja em 2011

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Os resultados comparativos da exportação realizada em 2011 e o potencial de exportação para cada porto são retratados na Tabela 16.

Tabela 16 - Exportação realizada *versus* potencial de exportação de soja em grãos por complexo portuário (mil toneladas)

Complexo Portuário	Exportação 2011	Potencial Exportação	Pot/Exp
Santos	9.225,7	12.103,1	+31%
Paranaguá	6.924,3	8.622,3	+25%
Rio Grande	5.755,7	5.403,5	-6%
São Francisco do Sul	2.609,4	-	-100%
São Luís	2.514,4	1.930,2	-23%
Vitória	2.452,9	0,1	-100%
Salvador	1.525,9	1.727,6	+13%
Itacoatiara	1.086,2	41,1	-96%
Santarém	789,6	2.807,5	+256%
Ilhéus	89,0	337,8	279%

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Os volumes resultados de todos os portos apresentados na Tabela 16, referentes ao potencial de exportação, são resultados da somatória dos volumes exportados de cada município, respeitando a escolha do município que possui o menor custo logístico total para exportação de um porto específico.

A análise dos volumes de soja efetivamente movimentados pelos principais portos indica que existem cerca de 2,9 e 1,7 milhões de toneladas em potencial de carga a ser captada por Santos e Paranaguá, respectivamente, e 0,5 milhão de tonelada em Salvador (Aratu) e Ilhéus. Por outro lado, São Francisco do Sul, São Luís (Itaqui), Vitória e Itacoatiara (Manaus), movimentaram volumes significativamente maiores do que seu potencial. Santarém possui potencial de demanda de exportação muito superior à movimentação realizada, cerca de 2,0 milhões de toneladas. Particularmente, São Francisco do Sul, mesmo apresentando movimentação de 2,6 milhões de toneladas em 2011, o resultado do modelo apontou potencial de exportação zero em função de este porto apresentar classificação do acesso rodoviário regular, a qual considera custos de frete rodoviário mais elevado, motivo por que não há área pintada no gráfico para este porto.

Para o farelo de soja, a Tabela 17 apresenta os resultados do potencial de exportação, e a exportação realizada por todos os portos em 2011.

Tabela 17 - Exportação realizada versus o potencial de exportação de farelo de soja por complexo portuário (mil toneladas)

Complexo Portuário	Exportação 2011	Potencial Exportação	Pot/Exp
Santos	4.540,1	5.325,4	+17%
Paranaguá	3.078,6	4.134,6	+34%
Rio Grande	2.678,8	2.869,9	+7%
São Francisco do Sul	1.394,0	-	-100%
Vitória	1.378,6	0,1	-100%
Salvador	863,7	696,5	-19%
Itacoatiara	419,2	-	-100%
São Luis	-	3,1	+100%
Santarém	-	1.178,3	+100%
Ilhéus	-	147,2	100%

Fonte: produção do próprio autor (2013)

O resultado da análise indica que Santarém possui potencial de exportação de farelo de soja de 1,2 milhão de toneladas, entretanto não movimentou esse produto em 2011, assim como São Luis (Itaqui) e Ilhéus. Paranaguá possui potencial de captura de carga de 1,1 milhão de toneladas, acima da movimentação realizada. O complexo portuário de Santos segue o mesmo caminho, e se mostrou com maior potencial relacionado à sua real movimentação em 2011, assim como Rio Grande, enquanto que o inverso ocorreu nos portos de Salvador (Aratu), Vitória, São Francisco do Sul e Itacoatiara.

Para o óleo de soja, os resultados do destino natural da carga são representados na Tabela 18.

Tabela 18 - Exportação realizada versus o potencial de exportação de óleo de soja por complexo portuário (mil toneladas)

Complexo Portuário	Exportação 2011	Potencial Exportação	Pot/Exp
Santos	643,2	390,8	-39%
Paranaguá	481,5	601,9	+25%
Rio Grande	164,9	446,5	+171%
São Francisco do Sul	122,4	-	-100%
Vitória	119,4	0,0	-100%
Salvador	-	3,1	+100%
Itacoatiara	-	0,2	+100%
São Luis	-	0,2	+100%
Santarém	-	89,7	+100%
Ilhéus	-	0,7	100%

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Santos, São Francisco do Sul e Vitória exportaram maior volume do que o seu potencial, diferente de Paranaguá, Rio Grande e Santarém, que possuem potencial ainda não capturado.

4.4 CAPACIDADE PORTUÁRIA ATUAL

A necessidade de se ter a capacidade de movimentação dos portos que atendem à demanda de grãos do Brasil se deve a identificação dos gargalos que afetam o atendimento às movimentações das demandas de produto ao porto, e o entendimento dos motivos pelos quais o destino natural das cargas não é respeitado.

Como orientador a esta dissertação, foi utilizado o resultado da análise de capacidade portuária realizada pelo BNDES (2012), a qual é definida pelo valor mais restritivo entre a capacidade de cais e de armazenagem. Esta análise considera os seguintes produtos, por utilizarem terminais e armazenagens compatíveis: soja, milho, farelo de soja, arroz e trigo.

Foram analisados 15 terminais dedicados, e 60% dos terminais estão operando com nível de serviço inadequado. Os terminais considerados estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Lista dos terminais considerados para o cálculo de capacidade portuária para o comércio exterior de grãos no Brasil

Porto
Berço 201 - Paranaguá
Berço 206 - Paranaguá
COREX - Paranaguá
COREX - Santos
COREX - São Francisco do Sul
Tergrasa Navios - Rio Grande
TEG - Santos
TGG - Santos
TGS - Santarém
TUP Bianchini - Rio Grande
TUP Bunge - Rio Grande
TUP Cotegipe - Aratu
TUP Termasa - Rio Grande
TUP Vale Tubarão - Vitória
Vale 105 - Itaquí

Fonte: BNDES (2012)

Para os resultados agregados, de acordo com o BNDES (2012), a capacidade portuária para o escoamento da produção de grãos brasileira é de 60,4 milhões de toneladas ao ano (Mt/a), equivalente a 7,5% da capacidade portuária total de 796 milhões de toneladas ao ano (Mt/a), e esta é apresentada na Tabela 20.

Tabela 20 - Capacidade portuária atual para o escoamento de grãos do Brasil

Porto	Capacidade (Mt/a)	
Total	60,4	100%
Paranaguá	14,9	25%
Rio Grande	14,4	24%
Santos	10,3	17%
Aratu	4,8	8%
Vitória	4,8	8%
São Francisco do Sul	3,9	6%
Itacoatiara	3,1	5%
Itaqui	2,1	3%
Santarém	1,1	2%
Ilhéus	1,0	2%

Fonte: BNDES (2012)

A região Sul se destaca com 55% da capacidade de escoamento da produção, apresentando Paranaguá e Rio Grande com 88% da capacidade total desta região. A região Sudeste representa 25% da capacidade portuária total brasileira, com destaque para Santos, com 68% da capacidade regional e 17% da capacidade total do Brasil. As regiões Norte e Nordeste representam juntas, 20% de toda a capacidade de grãos do Brasil.

4.5 INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Nesta etapa, serão analisados os resultados do destino observado (*hinterland* real) e natural (*hinterland* potencial) das cargas. Serão consideradas as avaliações dos fretes aplicados, a capacidade portuária, os gargalos de atendimento aos modais de transportes, as condições das rodovias, dentre outros.

O Gráfico 17 resume as curvas de frete médio obtido para cada um dos modais de transporte, sem considerar a possibilidade de combinação dos mesmos apresentados nas seções 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3.

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Observa-se a tarifa do modal rodoviário a mais elevada em relação aos demais modos. Para que se tenha maior utilização dos demais modais de transporte em relação ao modal rodoviário, equilibrando os custos com frete apresentados no Gráfico 17, há de considerar a necessidade da regulação das tarifas de frete e melhoria na infraestrutura de transporte terrestre. Observa-se que o modal rodoviário possui, em média, a maior tarifa em R\$/toneladas.km, cerca de 39% maior do que a tarifa ferroviária regulada pela ANTT (2013). A tarifa praticada pelo transporte hidroviário é a mais barata, entretanto, a baixa capacidade e eficiência deste modo restringe seu crescimento.

As tarifas reguladas pela ANTT (2013) para o modal ferroviário sofrem variações junto ao mercado. Durante as pesquisas, identificaram-se descontos variáveis de acordo com a distância do município originador da carga até o terminal de transbordo e, conseqüentemente, ao porto. Em conversas informais junto aos exportadores de soja e seus derivados, e com as concessionárias, esses descontos concedidos tem como objetivo a captura de cargas do modal rodoviário que seriam destinadas diretamente ao porto, e devido à própria concorrência entre as concessionárias.

A pesquisa realizada junto às concessionárias identificou que as mesmas registram suas tarifas individuais junto a ANTT (2013), porém, esse dado não se torna público. Entretanto, foram observados fortes indícios de que essas tarifas não retratam a tarifa máxima regulada e publicada pela ANTT, e não foram divulgados os valores percentuais dos descontos concedidos pelas concessionárias, porém, foi exposto que esses descontos, além de sofrerem variações quanto a distância entre o município de origem da carga até o terminal de transbordo, sofrem também variações de acordo com a necessidade do mercado e período de safra.

A pesquisa informal mostrou que, para uma mesma distância, são aplicadas diferentes tarifas de frete, o que justifica os descontos concedidos para a atração de cargas. Essas diferenças de valor de frete para uma mesma distância são determinadas nos contratos com clientes e podem sofrer variações relacionadas à demanda total de volume contratada para cada cliente.

Pelo resultado apresentado na seção 4.3 (Figura 15), observa-se que o complexo portuário de Santos apresenta tendência natural de atração de carga, por estar mais próximo aos municípios produtores, e também pelo desenvolvimento histórico da sua malha ferroviária, privilegiando o acesso a este porto (BNDES, 2012), além da sua excelente malha rodoviária.

Como exemplo, Araguari e Uberlândia, ambos situados no estado de Minas Gerais, são municípios influentes do porto de Santos, porém, a sua produção é destinada ao porto de Vitória (Vale S/A), motivada pela enorme concorrência do modal ferroviário daquele trecho, composto pela FCA e EFVM, controladas pela Vale S/A, a qual pratica fretes muito competitivos em função da sua política comercial, incluindo o custo portuário, de transbordo e armazenamento em suas negociações (BNDES, 2012), além de realizar contratos de movimentação de longo prazo.

Outras questões que fortalecem a atratividade de carga para o porto de Vitória provêm das saturações de capacidade dos portos de Santos e Paranaguá. Devido a essas saturações, Vitória, que possui maior calado para atracação de navios em relação a esses dois complexos, e maior eficiência operacional, faz com que a capacidade disponível dos portos se torne mais valiosa do que as tarifas especificamente, eliminando a questão da localização e área de influência. Os sistemas com capacidade terão demanda inevitavelmente, enquanto perdurar a sobre oferta em relação à capacidade.

Além das questões de capacidade, outros aspectos da prestação de serviços da Vale S/A que favorecem a atratividade de carga podem ser listados:

- Sistema integrado (terminal de carregamento, ferrovia e porto) – dessa forma há a cadência no escoamento de grãos dado que a colheita é feita num período concentrado do ano;
- Política comercial - a política comercial da ferrovia traz mais segurança, pois os contratos não variam da mesma forma que o mercado rodoviário que tem alta volatilidade;
- Capacidade do sistema - o sistema integrado tem uma boa capacidade de escoamento, sobretudo o porto que tem calado para operar navios de grande porte e desempenho operacional de carregamento de alto nível, acima dos demais terminais;
- Mais eficiência - O sistema integrado gera menos ineficiência comparado aos sistemas de Santos e Paranaguá que enfrentam grandes filas de caminhões e de navios gerando custos extras altíssimos.

Quanto às variações apresentadas entre o potencial de exportação e a exportação realizada na Tabela 15, alguns fatores podem ser listados como possíveis causas que as sustentam:

- Elevada ocupação dos portos, retratada pela restrição de capacidade e competição de escoamento e recebimento entre outros produtos (Anexo B);
- Elevado custo de frete rodoviário para algumas rotas, devido à falta de investimento em infraestrutura de acesso aos portos;
- Competitividade na tarifa de frete de transporte terrestre, absorvendo maior demanda, como é o exemplo da Vale S/A, que consegue absorver cargas de áreas que não são de sua influência (Anexo C);
- Estratégia logística das empresas, quando se envolvem nas diversas etapas do transporte e passam a utilizar terminais próprios (Ex.: a *trader* ADM, com seu novo terminal em Barcarena, no Pará), captando cargas fora de sua área natural de influência;
- Limitações de acesso terrestre para alguns portos, como exemplo, a falta de acesso ferroviário e péssima qualidade do acesso rodoviário para o porto de Santarém;
- Elevada movimentação em alguns portos, devido às principais empresas exportadoras disporem de instalações próprias nos portos;
- Inclusão do custo portuário na negociação de transporte multimodal e redução da tarifa ferroviária, cobrindo o custo do transporte completo por modal rodoviário, aumentando a movimentação dos portos, o que é o caso da Vale S/A;
- Contratos de longo prazo, com objetivos de manutenção da carteira de clientes.

A questão da competitividade de frete de transporte terrestre apresentada no Anexo C mostra que o fluxo de escoamento da produção não respeita o menor custo logístico total. Com a aplicação de descontos em fretes ferroviários, e com condições de rodovias ruins e restrições de capacidade de alguns portos (Anexo B), atrelada à necessidade de escoamento contínuo da produção sustentada por contratos de longo prazo, podem ser consideradas como justificativas para o desvio da demanda. Ou seja, o “melhor caminho” para o escoamento da produção pode ser comparada a uma *commodity*, pois são suscetíveis às necessidades de mercado, e obedecem a uma logística própria de comercialização (CAMPOS NETO e SANTOS, 2006).

Agregado aos motivos destacados para a soja em grãos, alguns outros podem ser relacionados à movimentação do farelo de soja:

- 43% da capacidade de processamento de soja em grãos (somente empresas ativas) no Brasil se concentram nos estados de Paraná (23%) e Rio Grande do Sul (19%) (ABIOVE, 2012);
- Não há terminal público para movimentação de farelo de soja no Complexo Portuário de Santos (BNDES, 2012);
- Paranaguá e São Francisco do Sul recebem, portanto, parte da demanda potencial de Santos que não é atendida;
- Vitória exporta o farelo de soja em função dos acordos comerciais entre as empresas exportadoras.

Por fim, a avaliação do comércio exterior para o óleo de soja apontou que 21% de toda a sua produção em 2011 foi destinada a outros países. Ou seja, a maior parte do óleo de soja produzido é para o consumo interno, e outra parte é destinada à produção de biodiesel (MAPA, 2012), combustível este que vem sendo bastante discutido no Brasil. As UFs com maior capacidade de refino são Paraná (20%), Mato Grosso (18%), Goiás (16%), Minas Gerais (8%), Rio Grande do Sul (7%) e Bahia (6%) (ABIOVE, 2012).

Em Paranaguá, a explicação para os volumes realizados superiores aos potenciais, reside na maior disponibilidade de tanques para armazenamento, enquanto que em Santos há uma maior competição com produtos químicos (BNDES, 2012). O potencial de exportação do porto de Itacoatiara, em Manaus, é baixo, pois neste estado não possui empresas de refino (ABIOVE, 2012).

5 EFEITOS DAS NOVAS ROTAS NO DESTINO NATURAL DAS CARGAS

Assim como exposto na seção 1.3, no Capítulo 5, são mapeados os projetos de melhoria operacional e a entrada de novos portos no cenário nacional de grãos, além da implantação e/ou melhoria no transporte terrestre, que delimitam novas rotas para o escoamento da produção brasileira.

Após a obtenção das projeções da demanda portuária do Complexo da Soja até 2022, como resultado parcial, é apresentado o destino natural das cargas considerando o efeito das novas rotas. Em seguida, é realizado o balanço da oferta e demanda portuária para as projeções, no qual são analisados os volumes demandados aos portos no longo prazo, e a sua capacidade futura. São identificados os volumes não atendidos pelos portos devido à restrição de capacidade.

O resultado esperado desta etapa é a identificação da quantidade de carga que será destinada a cada porto selecionado nesta dissertação, para os horizontes de 2015, 2019 e 2022, e a oferta de informações para a conclusão. Dessa forma, é necessária a obtenção das projeções de volume de produção e exportação do Brasil para esses horizontes, o mapeamento dos projetos de melhoria da eficiência na capacidade portuária e a implantação de novos portos, da aplicação da formulação do balanço de massa entre produção e consumo das cargas.

A presente dissertação se utilizou do método indutivo, apresentada na seção 1.2, como metodologia de pesquisa. Os Capítulos 3 e 4 apresentaram a aplicação da metodologia, onde foram apresentados os históricos de produção e exportação da soja e seus derivados no Brasil. Em seguida, foram considerados a produção e o consumo como os extremos da cadeia produtiva, concebida e aplicada a formulação do balanço de massa das cargas, e obtida a matriz de produção e consumo dos produtos e a *hinterland* real dos portos. Esta é a fase onde foram observados os fatos ou fenômenos, através de um banco de dados especificado, e descoberta a relação entre eles e a causa das suas manifestações.

Por fim, foi criado o modelo de menor custo logístico total com objetivo de obter a *hinterland* natural dos portos e, fechando a aplicação do método, foram comparadas as duas formas de *hinterlands* encontradas, buscando entender as suas diferenças e divergências, validando o método escolhido. Nesta seção, o modelo será aplicado para o futuro na busca de justificativas para a crença de que ele será como o passado.

5.1 PERSPECTIVA DE CRESCIMENTO DA OFERTA PORTUÁRIA

Observa-se nas seções anteriores que o Brasil possui extrema necessidade de se capacitar e se qualificar para atender ao mercado externo de grãos agrícolas. Dessa forma, para que a oferta de capacidade portuária cresça, são consideradas nos estudos as perspectivas de crescimento e/ou melhoria das condições de infraestrutura terrestre (ferrovias, rodovias e hidrovias), armazenagem, além da atenção na capacidade portuária. Portanto, considera-se que esta expansão possa ser respaldada considerando dois importantes vetores:

- Projetos de expansão e/ou novos portos e terminais portuários;
- Melhorias nas instalações portuárias existentes, com consequente aumento de produtividade, que considera a melhoria de processos ou substituição de equipamentos.

Porém, os direcionadores para o crescimento da oferta de capacidade portuária não se atêm aos dois pontos destacados acima. Podem-se listar outras formas, por exemplo, a redução das perdas de produto ocorrida durante sua movimentação, investimentos próprios para melhoria de processo ou equipamentos, além de trabalhos específicos em planejamento e programação das atividades de carga e descarga de produtos e armazenagem. Por outro lado, entende-se que essas alternativas são específicas dos portos, sendo direcionadas e tratadas internamente nas empresas, por exemplo, através de planejamento anual da produção, projetos de Seis Sigma e CCQ. Como essas questões não são divulgadas pelos portos, não serão objeto deste estudo.

Por conseguinte, a infraestrutura portuária, tida como canal de acesso e berço de atracação, é também fator que limita sua capacidade. A concorrência dos canais de acesso aos portos, atrelada à eficiência do porto, geram filas para atendimento aos navios, aumentando a ociosidade dos berços de atracação além dos custos de *demurrage* dos navios.

Além disso, a profundidade dos berços de atracação e do canal de acesso e bacia de evolução limita o tamanho dos navios a serem atendidos. Como essas questões estão relacionadas à dragagem de aprofundamento e de manutenção dos berços de atracação, sendo este um tema bastante específico, com inferências de recursos financeiros fortes e riscos ambientais, este tema não será abordado neste estudo.

Portanto, o objetivo desta seção, considerando as ressalvas mencionadas nos parágrafos anteriores, é estudar as possibilidades de aumento da oferta portuária contemplando os projetos de expansão da capacidade portuária atual e/ou novos portos no Brasil.

5.1.1 Análises da Expansão da Oferta Portuária

As capacidades atuais e futuras para o escoamento da safra brasileira de grãos foram obtidas por consultas ao BNDES (2012), Plano Diretor de Zoneamento (PDZ) dos portos e projetos divulgados pelas empresas. Não foi possível obter as capacidades específicas para a soja e farelo de soja. Portanto, como esses produtos são concorrentes do milho, trigo e arroz, e podem se utilizar dos mesmos equipamentos e armazéns, as capacidades disponíveis referem-se ao agrupamento destes produtos, denominados genericamente de “grãos”.

A pesquisa apresentou informações de diversos tipos para os projetos de expansão e/ou novos portos, com detalhamentos variados e prazos de implantação diferenciados, devido, principalmente, aos seus níveis de maturidade. Dessa forma, espera-se que o incremento da capacidade portuária dependa diretamente da efetividade desses projetos.

Entretanto, uma variação nos prazos finais para a implantação efetiva destes pode ser considerada, mas não utilizada nesta dissertação, devido a desentendimentos nas etapas de elaboração e planejamento do projeto, imprevistos na execução, atrasos nas concessões, bloqueio ou falta de disponibilidade dos recursos financeiros necessários, licenciamentos ambientais, entre outros.

Foram contemplados projetos em fase de execução, ou seja, projetos que já iniciaram a sua fase de implantação ou que estão em fase iminente de iniciar a sua execução; ou projetos em fase de planejamento, ou seja, projetos que não iniciaram sua fase de implantação por falta de maturidade seja por motivos de licenciamentos ambientais, por falta de recursos financeiros ou qualquer outro mais específico a ser tratado pela própria empresa gestora do projeto.

O resultado dessa pesquisa e a lista dos projetos considerados para a expansão da capacidade portuária de grãos no Brasil é apresentada na Tabela 21. Este resultado apresenta aumento de capacidade de 150,46 milhões de toneladas até 2030, entretanto, a presente dissertação se limita às análises até 2022, com aumento de capacidade de 129,06 milhões de toneladas.

Tabela 21 - Relação dos projetos de expansão da capacidade portuária de grãos

Região	Complexo Portuário	Novos Terminais e Projetos de Expansão	Adição de Capacidade*
Nordeste	Aratu - TUP Cotegipe	Expansão	6,7
Nordeste	Ilhéus - Porto Sul	Novo	7,7
Nordeste	Itaqui - TEGRAM	Novo	12,9
Nordeste	Itaqui - Berço 98	Novo	5,7
Nordeste	Pecém	Expansão	6,7
Nordeste	Suaape - TECON (Cais 4)	Expansão	8,5
Norte	Belém - TUP Outeiro	Novo	18,0
Norte	Vila do Conde - TMU2	Novo	8,8
Norte	Vila do Conde - TUP Terfron	Novo	1,8
Norte	Itacoatiara - Hermasa	Novo	2,5
Norte	Santarém - TUP Cargill	Expansão	2,5
Norte	Santarém - TUP Maggi	Novo	3,7
Sudeste	Santos - Conceiçãozinha	Expansão	8,9
Sudeste	Santos - Prainha	Expansão	4,1
Sudeste	Santos - Vicente de Carvalho	Expansão	4,1
Sudeste	Santos - Brites	Expansão	2,0
Sudeste	Santos - Complexo dos Bagres	Expansão	3,2
Sudeste	Santos - TIPLAM	Novo	5,0
Sudeste	Vitória - TUP Manabi	Novo	0,2
Sul	Paranaguá - Corex "T" e "F"	Novo	28,7
Sul	Rio Grande - TUP Bianchini	Expansão	5,5
Sul	São Francisco do Sul - Berço 402 (Corex)	Novo	3,3

*Capacidade estimada em milhões de toneladas ao ano.

Fonte: BNDES (2012) e produção do próprio autor (2013)

Se todos os projetos apresentados na Tabela 21 forem concluídos com êxito, respeitando os cronogramas de implantação, a capacidade de escoamento da produção de grãos do Brasil aumentará 2,1 vezes entre 2011 (60,4 milhões de toneladas) e 2022 (189,5 milhões de toneladas).

O Gráfico 18 representa a capacidade dos complexos portuários considerando os incrementos de capacidade potenciais listados na Tabela 20, partindo do seu patamar atual de 60,4 milhões de toneladas. Em 2030, a capacidade de escoamento da safra brasileira chegará a 210,9 milhões de toneladas, 2,5 vezes a capacidade atual.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

A análise do Gráfico 18, para o horizonte até 2022, mostra a região nordeste com crescimento de capacidade previsto em 32%. As regiões norte e sul se posicionam com a mesma proporção de crescimento, com 25% cada uma, seguidas pela região sudeste, com 18%. O TEGRAM, em Itaqui, com 12,2 milhões de toneladas ao ano, é o destaque da região nordeste. Além disso, Porto Sul, em Ilhéus, com 7,7 milhões de toneladas, Pecém, com 6,7 milhões de toneladas, e Suape, com 8,5 milhões de toneladas se destacam como novas rotas para o escoamento da produção brasileira.

Para a região norte, o destaque é o TUP de Outeiro, em Belém, com adição de 18,8 milhões de toneladas de capacidade. Além disso, Vila do Conde, com 10,6 milhões de toneladas, e Santarém, com 6,2 milhões de toneladas, adicionam 16,8 milhões de capacidade a esta região.

A região Sul terá destaque com a entrada dos berços “T” e “F” no corredor de exportação de Paranaguá. Atrelado à sua reorganização no atendimento às embarcações ofertadas, esta região projeta aumentar a sua capacidade de escoamento da produção em 28,7 milhões de toneladas até 2030.

Para a região Sudeste, os incrementos de capacidade estão ligados diretamente ao Complexo Portuário de Santos, que aumentará em 27,3 milhões de toneladas a sua capacidade atual de escoamento da safra de grãos brasileira até 2030.

5.1.2 Análise da Melhoria da Infraestrutura de Transporte Terrestre

A seção 5.1.1 apresentou, além da melhoria na capacidade portuária atual, a entrada de novos portos, localizados em regiões que não participam do Comércio Exterior do Complexo da Soja atual, sendo eles:

- TUP Outeiro, em Belém-PA;
- Berço 102, em Pecém-CE;
- TECON (Cais 4), em Suape-PE;
- TMU2 e TUP Terfron, em Vila do Conde-PA.

Esta seção destina-se ao mapeamento dos acessos desses novos portos e da melhoria da malha de transporte terrestre, seja devido a adequações na malha rodoviária atual, a entrada de novas vias rodoviárias, ou a inserção de novas ferrovias. Esta etapa se faz necessária para a classificação das tarifas de frete de transporte terrestre e identificação de novas rotas a serem aplicadas no modelo de menor custo logístico total para o cenário futuro.

5.1.2.1 Acesso aos Novos Portos

O relato dos acessos atuais aos novos portos selecionados na seção 5.1.1 está baseado em estudos e registros da ANTAQ (2013) e BNDES (2012), além da rede de transporte multimodal. Assim como destacado na seção 3.3, fez-se necessário mapear a situação das rodovias que compõem os acessos aos Portos, de acordo com a CNT (2012) para que seja aplicado o modelo de menor custo logístico total.

5.1.2.1.1 Porto de Belém e Vila do Conde

Atualmente não há acesso ferroviário para o porto de Belém e Vila do Conde. O acesso rodoviário é realizado pela rodovia BR-316 até o município de Marituba, conectando-se a Alça Viária que permite ligação com a PA-151 e PA-150, seguindo pelas rodovias PA-483 e PA-481. Outra possibilidade de acesso rodoviário é pela BR-010, rodovia federal conhecida como Belém – Brasília. O acesso hidroviário é realizado pelo Rio Pará, que se comunica ao Rio Amazonas e ao Rio Tocantins, ligando a região Norte à região Centro-Oeste do Brasil. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

5.1.2.1.2 Porto de Pecém

O Porto de Pecém está localizado no estado do Ceará e possui como principal rodovia de acesso, a rodovia federal BR-222, que faz conexão com as rodovias BR-020 e BR-116. A partir das rodovias federais, a conexão com a região portuária é realizada com a rodovia estadual CE-422. O acesso ferroviário é realizado pela ferrovia Transnordestina Logística, com um ramal de cerca de 22 quilômetros. Este porto não possui acesso hidroviário. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada regular (CNT, 2012).

5.1.2.1.3 Porto de Suape

Localizado no litoral Sul do Estado de Pernambuco, entre a foz dos rios Ipojuca e Massangana, o Porto de Suape possui acesso rodoviário pela rodovia estadual PE-028 e PE-060, que encontra a BR-101 no município do Cabo de Santo Agostinho – PE e com a rodovia estadual AL-101. Outro acesso direto se dá através da BR-232, que se inicia em Recife e parte rumo ao interior de Pernambuco. O acesso ferroviário é realizado pela ferrovia EF-101, operada pela Transnordestina Logística. Não há acesso hidroviário a este porto. A situação geral das rodovias de acesso a este Porto é considerada boa (CNT, 2012).

5.1.2.2 Melhoria da Infraestrutura de Transporte Terrestre

O mapeamento da melhoria da infraestrutura de transporte terrestre é realizado com base no PAC 2 (2014) e no PIL (2014), ambos programas do governo federal, e que possuem compromisso de realizar a infraestrutura que eleva a competitividade do País. Para o PIL (2014), a ampla e moderna rede de infraestrutura logística, a logística eficiente e a modicidade tarifária são imperativas para o desenvolvimento acelerado e sustentável.

Os investimentos destacados nestes programas possuem *status* de “concluído”, “em execução”, “em licitação” e “ação preparatória”, além de estudos de viabilidade técnica e ambiental. Entretanto, somente para os investimentos com *status* “concluído” e “em execução” é que se identificam os prazos de implantação final. Dessa maneira, para a presente dissertação, as simulações para a obtenção das áreas de influência futuras são realizadas somente com os projetos já implantados (concluídos) e com os que estão em fase de conclusão de implantação.

O resultado da análise da melhoria da infraestrutura terrestre para acesso aos portos selecionados na seção 3.2, e os novos portos selecionados na seção 5.1.2, estão destacados a seguir:

- Ilhéus - implantação da Ferrovia Integração Oeste-Leste em 2016;
- Itaqui - ampliação da Ferrovia Norte-Sul em 2015 (no futuro, e sem data de implantação, essa ferrovia ligará o porto de Belém e Vila do Conde a Ferrovia Transnordestina e a Ferrovia Integração Oeste-Leste, além da FCA e MRS, para destinação das cargas para Santos e Paranaguá);
- Pecém e Suape - implantação da Ferrovia Nova Transnordestina em 2016;
- Santarém – melhoria na BR-163 e BR-230, saindo da condição regular para boa em 2015;
- São Francisco do Sul – melhoria na BR-280, BR-470 e BR-282, saindo da condição regular para boa em 2016;
- Vitória – melhoria na BR-101, saindo da condição regular para boa em 2016.

Com a entrada das novas ferrovias, são listados novos terminais de transbordo ou de cargas, sendo eles:

- Eliseu Martins-PI: integração da Ferrovia Nova Transnordestina;
- Barreiras-BA e Correntina-BA: integração da Ferrovia de Integração Oeste-Leste;
- Palmas-TO, Uruaçu-GO e Anápolis-GO: integração da Ferrovia Norte Sul.

Dessa maneira, é possível a reclassificação dos custos com fretes para os fluxos gerados para o escoamento da produção dos produtos do Complexo da Soja, com objetivo de destacar as rotas mais econômicas.

5.1.2.3 Novos Custos com Fretes

Partindo das mesmas premissas para os fretes ferroviários apresentadas na seção 4.2.2, para determinação das curvas características dos custos com fretes, foram utilizados os valores extraídos da ANTT (2013), representando o frete máximo autorizado a ser praticado pelas concessionárias. A curva característica da Ferrovia Nova Transnordestina está apresentada no Gráfico 19.

Gráfico 19 - Curva de frete ferroviário da Ferrovia Nova Transnordestina

Fonte: ANTT (2013) e produção do próprio autor (2013)

A partir do Gráfico 19, obtém-se a equação representativa para os fretes ferroviários para a Ferrovia Nova Transnordestina ($Ff_{Transnordestina}$), em R\$/toneladas, relacionados à distância percorrida (d), em km. Ou seja,

$$Ff_{Transnordestina} = -0,000009 x^2 + 0,095993 x + 19,952448$$

Para a Ferrovia de Integração Oeste-Leste, de acordo com o contrato de concessão entre a ANTT e a VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., a tabela de referências das tarifas prevista para a concessão será estabelecida através de termo aditivo ao contrato de concessão. Entretanto, esta tabela ainda não foi divulgada, dessa maneira, para o frete desta ferrovia, será igualada a curva de frete gerada para a Ferrovia Nova Transnordestina para efeitos de simulação da nova área de influência dos portos. Para a Ferrovia Norte Sul, mantém-se a curva de frete gerada na seção 4.2.2.

Em relação as melhorias das rodovias listadas na seção 5.1.2.2, é utilizada a denominação de custos apresentada na seção 4.2.1. Dessa maneira, os custos de frete rodoviário para os portos de Santarém, São Francisco do Sul e Vitória, nesta etapa, estão inseridas na classificação de rodovias ótima e boa, portanto, é utilizada a equação representativa do frete para os dados abaixo da média.

Quanto aos custos com navegação e pedágio, é mantida a relação aplicada nas seções 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente, e os resultados, para os novos portos, são apresentados nas Tabelas 22 e 23.

Tabela 22 - Custo de navegação até Shanghai, China, para os novos portos

Porto Origem	Custo (R\$/ton)
Belém	22,65
Vila do Conde	22,67
Pecém	23,42
Suape	22,61

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Tabela 23 - Custo de pedágio para os novos portos

Acesso ao Porto	Pedágio (R\$/ton)
Belém	
Vila do Conde	
Pecém	1,14
Suape	0,55

Fonte: produção do próprio autor (2014)

5.2 PROJEÇÕES DA DEMANDA PORTUÁRIA DO COMPLEXO DA SOJA

Nesta seção, são construídas as matrizes de produção e consumo para os produtos do Complexo da Soja para cada um dos horizontes futuros de 2015, 2019 e 2022, representando o curto, médio e longo prazos. Foram utilizadas as fontes do Ministério da Agricultura e Abastecimento Agropecuário (MAPA, 2012) como base para as projeções de produção e exportação e, com auxílio de fontes da ABIOVE, USDA, dentre outras, foi possível a obtenção das demais parcelas que compõem a formulação do balanço entre a produção e o consumo apresentada na seção 3.5.

5.1.1 Critérios para a Determinação

As projeções para o Complexo da Soja foram estimadas relacionando as projeções de safra fornecidas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento Agropecuário (MAPA, 2012) e as expansões da fronteira agrícola. Para cada produto, foram concebidas as matrizes produção e consumo referente a cada um dos horizontes futuros.

Considera-se como ponto de partida, a safra de grãos de 2011, registrada no sistema SIDRA (2012), que contém a base de dados para a produção, área plantada e produtividade. Não foi considerada a entrada de novos municípios produtores, pois se trata de uma informação dinâmica, com mudanças na quantidade de municípios produtores a cada safra. Como exemplo, em 2011, dos 5.656 municípios registrados no IBGE, 1.831 (32,4%) foram produtores de soja. Em 2010, esse número foi de 1.800 (31,8%), e em 2009, de 1.765 (31,2%), o que altera as áreas de influências e potencias de exportação dos portos.

A partir da base de dados da produção de cada município em 2011, para as projeções de produção, considerou-se a relação da área plantada de cada município com a produtividade, medida em toneladas por hectares, projetada pelo MAPA (2012), até 2022.

Entretanto, fez-se necessário limitar a área plantada por município, observando as limitações de área disponível para plantio por bioma (EMBRAPA, 2014), ou seja, a relação entre área plantada e a área total do município não pode ultrapassar a relação entre a área disponível para plantio e a área total do município. Essa distribuição foi necessária, pois não foi possível determinar a localização exata das novas unidades produtoras, capaz de explicar os volumes projetados.

As áreas legalmente disponíveis para a atividade agrícola foram estimadas seguindo o cálculo da reserva legal, excluindo as áreas de preservação permanente (EMBRAPA, 2014). A lista das áreas disponíveis, por bioma, é encontrada no ANEXO D.

5.1.2 Aplicação da Formulação da Matriz de Produção e Consumo das Cargas para as Projeções

Definidos os critérios de projeções para os produtos, esta seção disponibiliza as matrizes de produção e consumo dos produtos do Complexo da Soja para os anos de 2015, 2019 e 2022.

Essas projeções foram elaboradas utilizando como referência o documento “Projeções do Agronegócio: Brasil 2011/12 a 2021/22”, divulgado pelo Ministério da Agricultura (MAPA, 2012), onde se notam as projeções de produção, consumo e exportação, para os produtos considerados nesta dissertação. Estas projeções foram estimadas no nível de município. Alguns outros documentos também foram avaliados para as projeções da safra brasileira, tais como a USDA (2013), FAPRI (2011) e FIESP (2012). Especificamente para o farelo e óleo de soja, foram consultados os históricos da ABIOVE (2012).

5.1.2.1 Projeções para a Soja em Grãos

Projeta-se uma expansão da área plantada para os estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, denominada de MaToPiBa (MAPA, 2012), ocupando áreas de cerrado brasileiro, cujas áreas eram ocupadas por pastagens ou ainda estavam desocupadas (BNDES, 2012).

O MAPA (2012), ainda ressalta que a expansão da fronteira agrícola será beneficiada pela substituição de lavouras em locais onde não há terras disponíveis para serem incorporadas.

Dessa forma, os resultados de produção devem passar de 74,8 milhões de toneladas em 2011, para 88,9 milhões de toneladas em 2022 (crescimento de 19%). A área plantada deverá crescer 21%, passando de 24 para 29 mil hectares, enquanto o consumo se apresentará estável.

Em razão dessas projeções, as exportações apresentarão crescimento de 44% até 2022. A evolução temporal pode ser visualizada pelo Gráfico 20.

Gráfico 20 - Projeção da produção, consumo, exportação e importação da soja em grãos

Fonte: produção do próprio autor (2013)

A base de dados obtida para as projeções apresentada pelo Gráfico 20 estão representadas na Figura 16, para os anos de 2011 e 2022. É possível identificar forte influência da produção das regiões Sul e Centro Oeste na produção, e o avanço da fronteira agrícola na região dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Figura 16 - Produção municipal de soja em 2011 e 2022

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Fechando as análises de projeções para este produto, as Tabelas 24, 25 e 26, a seguir, apresentam a matriz de produção e consumo dos volumes produzidos, consumidos e de comércio exterior associado a cada uma das regiões do país, para os anos de 2015, 2019 e 2022.

Tabela 24 - Matriz de produção e consumo da soja em grãos em 2015

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	12.080	900	-	1.976	475	13.972	29.403
Sul	-	13.243	-	-	-	14.373	27.615
Nordeste	-	-	4.729	902	-	8.426	14.057
Sudeste	-	-	-	1.228	-	955	2.183
Norte	957	-	-	-	74	2.162	3.192
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Regional	13.037	14.143	4.729	4.601	549		

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Tabela 25 - Matriz de produção e consumo da soja em grãos em 2019

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	12.911	1.655	-	2.120	507	15.940	33.134
Sul	-	13.524	-	-	-	15.205	28.728
Nordeste	-	-	5.210	812	-	9.468	15.490
Sudeste	-	-	-	1.474	-	1.186	2.660
Norte	1.014	-	-	-	83	2.462	3.559
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Regional	13.925	15.178	5.210	4.601	590		

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Tabela 26 - Matriz de produção e consumo da soja em grãos em 2022

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	14.046	2.137	-	2.231	32	17.393	35.838
Sul	-	13.812	-	-	-	15.878	29.690
Nordeste	-	-	5.556	762	-	10.254	16.571
Sudeste	-	-	-	1.637	-	1.347	2.984
Norte	1.056	-	-	-	88	2.685	3.829
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Total	15.102	15.949	5.556	4.630	120	47.556	88.913

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Os resultados das análises apontam que, em 2011, as regiões Sul e Centro-Oeste representam cerca de 83% de toda a produção nacional, e a sua participação será mantida em torno dos 74% no período de projeção. Em contrapartida, a região nordeste aumentará a sua participação, passando de 8% para 19%.

5.1.2.2 Projeções para Farelo de Soja

Segundo o MAPA (2012) e o BNDES (2012), por possuir objetivos de exportação com maior valor agregado, o farelo de soja mostra um dinamismo moderado nos próximos anos, apresentando pequena queda do seu comércio exterior, mas retomando os patamares de 14,0 milhões de toneladas até 2022.

Para este produto, as projeções foram baseadas e sustentadas nas informações das esmagadoras ativas, relacionadas pela ABIOVE (2012). Para a projeção, mantiveram-se as premissas de localidade das esmagadoras atuais, respeitando a sua capacidade operacional. O Gráfico 21 mostra a evolução temporal da produção, consumo e comércio exterior para o farelo de soja.

Gráfico 21 - Projeção da produção, consumo, exportação e importação de farelo de soja

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Observa-se que, mesmo os níveis de exportação se mantendo estáveis, retomando aos 14,0 milhões de toneladas, a produção terá um crescimento discreto de 2%, e o consumo chega a 11% no período de projeção.

A base de dados obtida para as projeções apresentada pelo Gráfico 21 estão representadas na Figura 17, para os anos de 2011 e 2022.

Figura 17 - Produção municipal de farelo de soja em 2011 e 2022

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Os resultados, assim como apontado pela ABIOVE (2012), mostram a concentração da produção nas regiões Sul e Centro-Oeste, representando 80% da capacidade de processamento do Brasil. As Tabelas 27, 28 e 29, a seguir, apresentam a matriz de produção e consumo dos volumes produzidos, consumidos e de comércio exterior associado a cada uma das regiões do país, para os anos de 2015, 2019 e 2022.

Tabela 27 - Matriz de produção e consumo do farelo de soja em 2015

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	4.229	-	-	-	-	5.166	9.395
Sul	-	4.969	-	-	-	5.903	10.872
Nordeste	-	-	860	-	-	728	1.589
Sudeste	-	-	-	2.562	-	594	3.156
Norte	-	-	-	-	403	-	403
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Regional	4.229	4.969	860	4.601	403		

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Tabela 28 - Matriz de produção e consumo do farelo de soja em 2019

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	4.689	-	-	-	-	5.429	10.118
Sul	-	5.505	-	-	-	6.203	11.708
Nordeste	-	-	946	-	-	765	1.711
Sudeste	-	-	-	2.774	-	624	3.399
Norte	-	-	-	-	434	-	434
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Regional	4.689	5.505	946	4.601	434		

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Tabela 29 - Matriz de produção e consumo do farelo de soja em 2022

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	5.033	-	-	-	-	5.629	10.662
Sul	-	5.906	-	-	-	6.431	12.338
Nordeste	-	-	1.009	-	-	793	1.803
Sudeste	-	-	-	2.934	-	647	3.581
Norte	-	-	-	-	457	-	457
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Total	5.033	5.906	1.009	2.934	457	13.501	28.841

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Os resultados das análises apontam que, em 2011, as regiões Sul e Centro-Oeste representam cerca de 80% de toda a produção nacional, e 89% na participação no comércio exterior. Essas proporções deverão se manter durante o período de projeção.

5.1.2.3 Projeções para Óleo de Soja

A produção do óleo de soja está vinculada à produção do farelo, e também mostra um dinamismo moderado nos próximos anos. O comércio exterior deste produto deve se reduzir sensivelmente a partir de 2012, mantendo-se, porém, em 1,3 a 1,5 milhão de toneladas anuais. Entretanto, a relação entre consumo e produção, passará dos 79% em 2011 para 81% em 2022, aumento respaldado em função de que a maior parte do óleo é destinada ao consumo humano e a outra parte é destinada à produção do biodiesel (MAPA, 2012 e ABIOVE, 2012).

O Gráfico 22 mostra a evolução temporal da produção, consumo e comércio exterior para o óleo de soja.

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Estimulado pela produção de farelo de soja, o óleo de soja também terá um crescimento de produção discreto, em torno de 1% até 2022, e o seu consumo, atrelado ao aumento da proporção de consumo *versus* produção, crescerá 3% respectivamente.

A base de dados obtida para as projeções apresentada pelo Gráfico 22 está representada na Figura 18, para os anos de 2011 e 2022.

Figura 18 - Produção municipal de óleo de soja em 2011 e 2022

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Os resultados, assim como apontado pela ABIOVE (2012), apontam maior distribuição da produção das regiões brasileiras, com 39% na região Centro-Oeste, 27% na região Sul e 26% na região Sudeste, e essa proporção se manterá durante os anos de projeção.

As Tabelas 30, 31 e 32 apresentam a matriz de produção e consumo dos volumes produzidos, consumidos e de comércio exterior associado a cada uma das regiões do país, para os anos de projeção.

Tabela 30 - Matriz de produção e consumo do óleo de soja em 2015

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	2.038	-	-	-	-	352	2.390
Sul	-	1.908	-	-	-	857	2.765
Nordeste	-	-	401	-	-	3	404
Sudeste	-	-	-	715	-	88	803
Norte	-	-	-	-	101	1	103
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Regional	2.038	1.908	401	4.601	101		

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Tabela 31 - Matriz de produção e consumo do óleo de soja em 2019

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	2.213	-	-	-	-	362	2.575
Sul	-	2.098	-	-	-	883	2.980
Nordeste	-	-	432	-	-	3	436
Sudeste	-	-	-	775	-	90	865
Norte	-	-	-	-	109	1	110
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Regional	2.213	2.098	432	4.601	109		

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Tabela 32 - Matriz de produção e consumo do óleo de soja em 2022

Volume (mil ton)	Centro-Oeste	Sul	Nordeste	Sudeste	Norte	Exportação	Produção
Centro-Oeste	2.342	-	-	-	-	371	2.713
Sul	-	2.235	-	-	-	905	3.140
Nordeste	-	-	455	-	-	3	459
Sudeste	-	-	-	819	-	92	911
Norte	-	-	-	-	115	1	116
Importação	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Total	2.342	2.235	455	819	115	1.373	7.340

Fonte: produção do próprio autor (2013)

5.3 APRESENTAÇÃO DO DESTINO NATURAL DAS CARGAS – O EFEITO DAS NOVAS ROTAS

Esta seção destina-se à apresentação do destino natural das cargas com o efeito da implantação das novas rotas. O resultado das áreas de influência dos portos, para o ano base de 2011, referente à movimentação do Complexo da Soja, com a interferência das novas rotas, é mostrado na Figura 19. Importante ressaltar que o ano de 2016 refere-se à data em que os projetos relacionados na seção 5.1 estarão implantados; então, os resultados da Figura 19 refletem a aplicação do modelo de menor custo logístico total para o ano de 2016. Dessa maneira, a área de influência até 2015 é a mesma apresentada na seção 4.3.

Figura 19 - Área de influência dos portos brasileiros para o Complexo da Soja a partir de 2016

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Os resultados comparativos da exportação realizada em 2011, o potencial de exportação para cada porto, sem e com a implantação das novas rotas, são retratados na Tabela 33.

Tabela 33 - Exportação realizada versus potencial de exportação, sem e com as novas rotas, para a soja em grãos, por complexo portuário (mil toneladas)

Complexo Portuário	Exportação 2011	Potencial Exportação	Pot/Exp	Potencial Exportação com Novas Rotas	Pot/Exp
Santos	9.225,7	12.103,1	+31%	7.246,8	-21%
Paranaguá	6.924,3	8.622,3	+25%	7.212,1	+4%
Rio Grande	5.755,7	5.403,5	-6%	5.026,9	-13%
São Francisco do Sul	2.609,4	-	-100%	1.859,4	-29%
São Luis	2.514,4	1.930,2	-23%	1.430,8	-43%
Vitória	2.452,9	0,1	-100%	37,0	-98%
Salvador	1.525,9	1.727,6	+13%	1.727,6	+13%
Itacoatiara	1.086,2	41,1	-96%	5,4	-100%
Santarém	789,6	2.807,5	+256%	7.543,0	+855%
Ilhéus	89,0	337,8	+279%	337,8	+279%
Belém	-	-	0%	295,9	+100%
Pecém	-	-	0%	-	0%
Suape	-	-	0%	-	0%
Vila do Conde	-	-	0%	250,3	+100%

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Os volumes resultados de todos os portos apresentados na Tabela 32, referentes ao potencial de exportação, sem e com as novas rotas, foram originados pela somatória dos volumes exportados de cada município, respeitando a escolha do município que possui o menor custo logístico total para exportação de um porto específico.

A análise dos volumes potenciais de soja em grãos, sem e com a implantação das novas rotas, indica que Santos é o porto que mais perde, com redução de 5,0 milhões de toneladas em seu potencial. No mesmo caminho, estão os portos de Paranaguá, São Luis (Itaqui), Rio Grande e Itacoatiara, com 1,4, 0,5, 0,4 e menos do que 0,1 milhão de toneladas, respectivamente. Por outro lado, Santarém é o porto mais beneficiado, com aumento de 4,7 milhões de toneladas em seu potencial de exportação. No mesmo contexto, São Francisco do Sul, Belém, Vila do Conde e Vitória, crescem o seu potencial em 1,9, 0,3, 0,3 e menos do que 0,1 milhão de toneladas, respectivamente. Salvador (Aratu) e Ilhéus mantiveram seus potenciais de exportação inalterados. Pecém e Suape não apresentaram regiões potenciais.

Para o farelo de soja, a Tabela 34 apresenta os resultados do potencial de exportação, sem e com as novas rotas, e a exportação realizada por todos os portos em 2011.

Tabela 34 - Exportação realizada *versus* potencial de exportação, sem e com as novas rotas, para o farelo de soja, por complexo portuário (mil toneladas)

Complexo Portuário	Exportação 2011	Potencial Exportação	Pot/Exp	Potencial Exportação com Novas Rotas	Pot/Exp
Santos	4.540,1	5.325,4	+17%	3.364,9	-26%
Paranaguá	3.078,6	4.134,6	+34%	3.237,3	+5%
Rio Grande	2.678,8	2.869,9	+7%	2.669,9	0%
São Francisco do Sul	1.394,0	-	-100%	1.131,8	-19%
Vitória	1.378,6	0,1	-100%	19,2	-99%
Salvador	863,7	696,5	-19%	696,5	-19%
Itacoatiara	419,2	-	-100%	-	-100%
São Luis	-	3,1	+100%	8,4	+100%
Santarém	-	1.178,3	+100%	3.079,9	+100%
Ilhéus	-	147,2	+100%	147,2	+100%
Outros	2,2	-	-100%	-	-100%
Belém	-	-	0%	-	0%
Pecém	-	-	0%	-	0%
Suape	-	-	0%	-	0%
Vila do Conde	-	-	0%	-	0%

Fonte: produção do próprio autor (2013)

O resultado da análise para o farelo de soja indica que Santarém é o porto de maior aumento no seu potencial de exportação, com 1,9 milhão de toneladas. Com impacto significativo, o porto de São Francisco do Sul se insere no fluxo de exportação de farelo de soja, com potencial de 1,1 milhão de toneladas. Vitória e São Luis (Itaqui) aumentaram a sua participação em menos de 0,1 milhão de toneladas, cada. Salvador (Aratu), Ilhéus e Itacoatiara não sofreram alterações em seus potenciais. Para as novas rotas mapeadas, Belém, Vila do Conde, Pecém e Suape, nenhum porto apresentou potencial de exportação para o farelo de soja.

Para o óleo de soja, os resultados do potencial de exportação, sem e com as novas rotas, e a exportação realizada por todos os portos em 2011, são apresentados na Tabela 35.

Tabela 35 - Exportação realizada *versus* potencial de exportação, sem e com as novas rotas, para o óleo de soja, por complexo portuário (mil toneladas)

Complexo Portuário	Exportação 2011	Potencial Exportação	Pot/Exp	Potencial Exportação com Novas Rotas	Pot/Exp
Santos	643,2	390,8	-39%	235,3	-63%
Paranaguá	481,5	601,9	+25%	478,8	-1%
Rio Grande	164,9	446,5	+171%	415,4	+152%
São Francisco do Sul	122,4	-	-100%	159,1	+30%
Vitória	119,4	0,0	-100%	4,6	-96%
Salvador	-	3,1	+100%	3,1	+100%
Itacoatiara	-	0,2	+100%	0,0	+100%
São Luis	-	0,2	+100%	0,1	+100%
Santarém	-	89,7	+100%	236,0	+100%
Ilhéus	-	0,7	+100%	0,7	+100%
Outros	1,8	-	-100%	-	-100%
Belém	-	-	0%	-	0%
Pecém	-	-	0%	-	0%
Suape	-	-	0%	-	0%
Vila do Conde	-	-	0%	-	0%

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Santos, Paranaguá, Rio Grande, Itacoatiara e São Luis (Itaqui), perderam seus potenciais para a exportação de óleo de soja. Em contrapartida, Santarém e São Francisco do Sul aumentaram as suas participações para este produto. Os demais portos não sofreram alterações em suas participações.

5.4 BALANÇO ENTRE A OFERTA E DEMANDA PORTUÁRIA

Esta seção destina-se a identificar os volumes não atendidos pelos portos no período de projeção, através da comparação entre os volumes potenciais para a exportação e a capacidade portuária.

A presente dissertação trata apenas das projeções e modelagem dos fluxos para os produtos que compõem o Complexo da Soja. Como mencionado na seção 4.4, não foi possível obter as capacidades específicas para a soja e farelo de soja independente. Portanto, como esses produtos são concorrentes do milho, trigo e arroz, podendo se utilizar dos mesmos equipamentos portuários e armazéns, as capacidades disponíveis referem-se ao grupo denominado “grãos”. Dessa forma, houve a necessidade de se obter as projeções dos demais produtos que compõem o sistema grãos delimitado neste estudo.

As projeções do milho, trigo e arroz, foram obtidas pelo relatório de projeções do MAPA (2012) para a exportação e importação. Porém, foi necessário identificar os portos que assim o fizeram. Dessa maneira, em consulta ao SECEX (2012), foi possível obter a relação de portos que movimentaram esses produtos em 2011, ano base deste estudo. As relações entre volume movimentado de cada porto obtida pelo SECEX (2012) e a movimentação total de cada produto, foi mantida para as projeções.

As comparações entre oferta e demanda portuária foram limitadas até o ano de 2022, ano final em que as projeções dos produtos do Complexo de Grãos estão disponíveis pelo MAPA (2012). Agregando todas as propostas de crescimento da capacidade portuária, esta, para escoamento da safra de grãos, em 2015, já estará em 20,5 milhões de toneladas maior do que a projeção de exportação (Gráfico 23), e esta se mantém maior do que a demanda até 2022.

Gráfico 23 - Expansão da capacidade de escoamento da produção de grãos no Brasil versus projeção de exportação

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Por intermédio da avaliação individual da demanda de produto para a exportação e a capacidade portuária, é possível obter o volume não atendido para todos os portos durante o período de projeção.

O Gráfico 24 apresenta o resultado da avaliação do balanço entre a oferta e demanda portuária para o Complexo Portuário de Santos. A capacidade atual deste complexo é de 10,3 milhões de toneladas, com uma demanda de 19,9 milhões de toneladas em 2011. A partir de 2015, Santos começa a aumentar sua capacidade, porém, este complexo reduzirá sua demanda a partir de 2016 devido à entrada das novas rotas mapeadas neste estudo. A sua capacidade portuária será de 36,1 milhões de toneladas em 2022, entretanto, a sua demanda limita-se a 20,2 milhões de toneladas.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Paranaguá possui capacidade portuária atual de 14,9 milhões de toneladas. Este complexo portuário terá falta de capacidade em 2014 e 2015, com uma demanda chegando a 15,7 milhões de toneladas em 2015. Dessa forma, o volume não atendido neste período pode ser capturado por outros complexos portuários. A entrada das novas rotas em 2016 faz com que a demanda para este porto se reduza e, dessa maneira, Paranaguá atenderá 100% da sua demanda de produtos até 2022 (Gráfico 25), com sua capacidade portuária chegando a 43,6 milhões de toneladas neste ano.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Vitória, em 2011, capturou demanda não atendida em outros portos, e atenderá 100% da sua demanda até 2022. A sua capacidade portuária atual é de 4,8 milhões de toneladas, e esta se mantém superior à sua demanda até 2022, e chegará a 5,0 milhões de toneladas a partir de 2016. Dessa forma, Vitória pode ser classificada como um porto que recebe cargas dos portos que não atendem sua demanda total (Gráfico 26). Com a entrada das novas rotas em 2016, Vitória passará de 1,0 para 1,3 milhão de toneladas de demanda até 2022.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

São Francisco do Sul, em 2011, capturou demanda não atendida em outros portos, e atenderá 100% da sua demanda até 2022. A sua capacidade portuária atual é de 3,9 milhões de toneladas, e esta se mantém superior à sua demanda até 2022. Dessa forma, pode ser classificado como um porto que recebe cargas dos portos que não atendem sua demanda total (Gráfico 27). A sua capacidade portuária será de 7,2 milhões de toneladas em 2022. Com a entrada das novas rotas em 2016, São Francisco do Sul passará de 0,6 para 3,8 milhões de toneladas de demanda até 2022.

Gráfico 27 - Balanço da oferta e demanda portuária de São Francisco do Sul

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Rio Grande possui capacidade portuária atual de 14,4 milhões de toneladas. Mesmo tendo aumento de capacidade a partir de 2023, não representado nesta seção, este porto atende 100% da sua demanda no período de projeção (Gráfico 28). A sua capacidade portuária será de 14,4 milhões de toneladas em 2022 e a sua demanda oscila em torno dos 10,0 milhões de toneladas anuais.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Ilhéus possui capacidade portuária atual de 1,0 milhão de toneladas. Entretanto, este porto possui demanda 63% acima da sua capacidade. A falta de capacidade desse porto se mantém até 2017, e o volume não atendido, deverá ser direcionado a outros portos. A partir de 2018, este porto atenderá 100% da sua demanda de produtos (Gráfico 29). A sua capacidade portuária será de 8,7 milhões de toneladas em 2022 e, com a entrada das novas rotas, a demanda para este porto chega a 1,9 milhão de toneladas.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Salvador (Aratu) possui capacidade atual de 4,8 milhões de toneladas, e utilizou apenas 61% da sua capacidade em 2011. A sua demanda oscila em 4,2 milhões de toneladas até 2015 e, com a entrada das novas rotas a partir de 2016, esta demanda chega ao patamar de 5,4 milhões de toneladas. Este porto aumentará sua capacidade em duas etapas fundamentais, em 2017 e 2019, chegando a 11,5 milhões de toneladas em 2022, não apresentando problemas, portanto, para atender a demanda potencial (Gráfico 30).

Gráfico 30 - Balanço da oferta e demanda portuária de Salvador (Aratu)

Fonte: produção do próprio autor (2014)

São Luís movimentou 35% a mais do que sua capacidade em 2011. Este porto possui capacidade portuária atual de 2,1 milhões de toneladas e não atenderá sua demanda até 2014. A partir de 2015, terá três fases de crescimento de capacidade: 2015, com 6,4 milhões de toneladas, 2016, com 12,1 milhões de toneladas, e 2019, chegando a 16,4 milhões de toneladas. A sua demanda anual oscila em torno das 4,6 milhões de toneladas, e esta se mantém até 2022, mesmo com a entrada das novas rotas. Dessa forma, este porto pode ser classificado, também, como um porto que recebe cargas dos portos que não atendem a demanda total (Gráfico 31).

Gráfico 31 - Balanço da oferta e demanda portuária de São Luís (Itaqui)

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Santarém possui 1,1 milhão de toneladas de capacidade portuária atual. A sua demanda atual, até 2015, oscila em torno dos 3,9 milhões de toneladas. A partir de 2016, com a entrada das novas rotas, a demanda para o porto de Santarém será de 11,9 milhões de toneladas já em 2015, chegando a 13,7 milhões de toneladas em 2022. Mesmo com aumento de capacidade em 2014, este porto não atenderá a sua demanda a partir de 2016, se mantendo com falta de capacidade até 2022. Dessa maneira, o volume não atendido por este porto é capturado por outros com capacidade disponível. (Gráfico 32).

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Itacoatiara possui capacidade portuária atual de 3,1 milhões de toneladas, e esta aumentará para 5,6 milhões de toneladas em 2016, e se manterá até 2022. Esse porto também é uma opção de recepção de cargas dos demais portos que possuem falta de capacidade, visto que a sua demanda é de 0,8 milhão de toneladas até 2022 (Gráfico 33).

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Os portos de Belém, Pecém, Suape e Vila do Conde não movimentaram produtos do Complexo da Soja em 2011, entretanto, nas pesquisas realizadas para identificar a oferta de crescimento da capacidade portuária, estes portos aparecem como oportunidades. Em 2014, Belém já inicia suas operações, ofertando 3,0 milhões em capacidade portuária, chegando a 9,0 milhões em 2022. A demanda para este porto oscila em 0,1 milhão de toneladas, chegando a 0,6 milhão de toneladas em 2022 com a entrada das novas rotas (Gráfico 34). Portanto, este se torna mais um porto que pode capturar cargas de portos que não atendem à sua demanda total de produtos.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Importante comentar que os projetos do PAC 2 (2014) e do PIL (2014) contemplam melhoria da malha ferroviária para Belém, Pecém, Suape e Vila do Conde, entretanto, estes projetos ainda não estão contratados para sua implantação, sendo este um dos motivos pelo qual a área de influência desses portos foi pequena.

Para Vila do Conde, em 2015, a sua oferta de capacidade portuária será de 6,2 milhões de toneladas, chegando a 10,6 milhões em 2022. A sua demanda, a partir de 2016, com a entrada das novas rotas, chega a 0,9 milhão de toneladas em 2022 (Gráfico 35).

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Pecém inicia sua oferta de capacidade portuária em 2016 (Gráfico 36), com 6,7 milhões de toneladas anuais, se mantendo até 2022. Porém, mesmo com a entrada das novas rotas, em 2016, este porto terá demanda de produtos inferior a 0,1 milhão de toneladas até 2022.

Fonte: produção do próprio autor (2014)

Suape ofertará 8,4 milhões de toneladas de capacidade portuária em 2015, se mantendo até 2022. Similar a Pecém, mesmo com a entrada das novas rotas, em 2016, este porto terá demanda de produtos de 0,3 milhão de toneladas até 2022 (Gráfico 37).

Fonte: produção do próprio autor (2014)

6 CONCLUSÕES

As conclusões desta dissertação serão apresentadas neste capítulo. A abordagem será realizada em duas etapas. Na primeira, serão discutidas as questões gerais para a obtenção das *hinterlands* dos portos, com apresentações das restrições e cuidados a serem tomados para a captura de resultados consistentes, respeitando os limites das informações necessárias disponíveis. A segunda destina-se a responder às questões referente ao porto de Vitória, o Píer 3, da Vale S/A.

Para o desenvolvimento do setor portuário, a determinação das *hinterlands* se mostra importante, pois é possível identificar a participação atual e potencial de um porto no crescimento de uma região. Porém, algumas questões constatadas neste estudo devem ser consideradas para as análises:

- É obrigatória a utilização de uma base de dados disponível em fontes secundárias, que deve ser tratada para a obtenção de um melhor resultado das *hinterlands*;
- A consideração da possibilidade de descontos praticados pelos ofertantes de transporte terrestre é de fundamental importância. Nesse estudo, foi mostrado que os valores de frete regulados pela ANTT (2013) não são aderentes aos praticados pela concessionária em algumas rotas especificadas;
- A cobrança de frete de transporte terrestre é sazonal, ou seja, é mais barato o custo de transporte na entressafra, e mais alto na safra, devido à alta demanda de produtos e às limitações na quantidade de empresas de transporte terrestre;
- A quantidade de municípios produtores de soja é variada ano a ano, o que gera áreas de influências diferenciadas. Então, a base de dados a ser escolhida deve levar em consideração fatores de mercado pontuais, por exemplo, as crises econômicas.

Os resultados das áreas de influência obtidos para os portos brasileiros mostram que o fluxo de escoamento da produção não respeita o menor custo logístico total. Este resultado é denominado de custo logístico total aparente, e é uma variação que não representa o fluxo de escoamento natural da produção. Para sustentação desse resultado, alguns gargalos são listados:

- Restrições no transporte multimodal atual, como rodovias em situações precárias e ferrovias sem mobilidade;
- Gargalos de recebimento de cargas pelo modal rodoviário em alguns portos brasileiros, o que eleva o custo de frete em relação ao preço FOB da mercadoria (Anexo A);
- Despreparo de alguns portos em receber cargas no modal ferroviário;
- Capacidade portuária restrita, não atendendo à necessidade dos exportadores em se ter escoamento contínuo com elevada eficiência e grande escala;
- Falta de infraestrutura de armazenagem.

Então, através da avaliação dos resultados do balanço entre a oferta e demanda portuária apresentados na seção 5.4, é possível identificar a importância do Píer 3, da Vale S/A, no cenário do comércio exterior do Brasil.

Santos mantém falta de capacidade até 2015, então, o volume não atendido por este porto pode ser desviado para Vitória, Paranaguá ou São Francisco do Sul. Entretanto, como Paranaguá já opera com utilização elevada do seu porto (Anexo B), e terá falta de capacidade entre 2014 e 2015, o volume não atendido em Paranaguá pode ser direcionado à Vitória ou São Francisco do Sul. Ilhéus mantém falta de capacidade portuária até 2017. O volume não atendido por este porto pode ser desviado para Aratu e Vitória.

A Tabela 36 calcula a utilização do volume não atendido por Santos e Paranaguá por Vitória (VIX) e São Francisco do Sul (SFS).

Tabela 36 - Utilização do volume não atendido por Santos por VIX e SFS

Resumo	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Capacidade de VIX	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Capacidade de SFS	3,9	3,9	3,9	3,9	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Capacidade de VIX + SFS	8,7	8,7	8,7	8,7	12,0	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Volume não atendido por Santos	9,6	12,3	13,2	13,1	12,2	-	-	-	-	-	-	-
Volume não atendido por Paranaguá	-	-	-	0,2	0,8	-	-	-	-	-	-	-
Volume não atendido por VIX e SFS	0,9	3,6	4,5	4,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: produção do próprio autor (2013)

Como resultados da análise da Tabela 35, Vitória terá demanda de produto, e atenderá a sua capacidade sem concorrência, até 2015, pois a soma da capacidade de VIX com SFS é menor do que o volume não atendido em Santos e Paranaguá.

Entretanto, em 2015, ano que SFS terá adição de capacidade, a participação da Vale S/A no mercado depende da qualidade e eficiência da sua prestação de serviços logístico integrado (transporte ferroviário, armazenagem e embarque no porto) e a prática de políticas de descontos em tarifas ferroviárias.

A partir de 2016, caso a Vale S/A não tenha firmado contratos de longo prazo com seus clientes, deverá buscar novos negócios para o seu Píer 3. Dessa maneira, uma alternativa é a procura de novas cargas, tais como farelo de algodão, trigo e açúcar, demandas estas já apresentadas a este porto, ou até mesmo retomar a movimentação de produtos segregados, como farelos de soja especiais, o que já aconteceu no passado. Este porto possui atratividade específica ao seu berço de atracação, que possui elevada eficiência operacional e capacidade de receber navios de até 150.000 TPB, com calado superior ao de Santos e Paranaguá, o que deve facilitar as negociações comerciais de carga.

Porém, orienta-se a Vale S/A a considerar algumas outras questões não mapeadas neste estudo para a tomada de decisão de suas operações futuras. Então, é importante remodelar as áreas de influência do Píer 3 agregando nas análises:

- A aplicação do modelo de menor custo logístico total para todos os produtos que participam do Complexo de Grãos do Brasil;
- A interferência da dragagem - tamanho do calado do porto - para a oferta de serviços portuários;
- A interferência do tamanho do navio, e utilização total ou parcial do mesmo, na capacidade portuária, através de análises de produtividade e redução de manobras de atracação;
- A eliminação dos gargalos de atendimento rodoviário de Santos e Paranaguá, utilizando os custos de frete próximos à realidade;
- A aplicação de perdas de produto durante as movimentações;
- Decompor o custo logístico total considerando a oferta de serviços logísticos completos (transporte, armazenagem e embarque de cargas), atualizando os custos;
- Inserção do frete de retorno rodoviário e ferroviário, além de navios, para outras cargas, com objetivo de redução do frete;
- A atualização das obras destacadas no PAC e no PIL;
- Atualização das bases de dados e curvas médias de frete utilizadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCR – Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias. **Serviços. Tarifas de Pedágio.** Disponível em: <<http://www.abcr.org.br/TarifasPedagio/TarifaPedagio.aspx>>. Acesso em: 24 Jan 2014.

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Estatística Mensal do Complexo da Soja.** São Paulo, Dez 2012. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php>>. Acesso em: 28 Dez 2012.

_____. **Capacidade Instalada de Processamento de Oleaginosas.** São Paulo, Dez 2012. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php>>. Acesso em: 28 Dez 2012.

_____. **Capacidade Instalada de Refino e Enlatamento de Óleos.** São Paulo, Dez 2012. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php>>. Acesso em: 28 Dez 2012.

AMOYAWI, B. K. B. **The hinterland concept and port development in Ghana.** Winnipeg: Universidade de Manitoba, 1999, 194 p. Originalmente apresentada como tese de mestrado, Universidade de Manitoba, 1999.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Transporte de Cargas nas Hidrovias Brasileiras em 2011.** Brasília, Ago 2012.

_____. **Navegação Interior – Informativo Trimestral.** Brasília, Jul 2012.

_____. **Portos. Principais Portos.** Brasília, 2013

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Infraestrutura. Concessões.** Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/5262/Concessoes.html>>. Acesso em: 12 Ago 2013.

BERTOLOTO, R. F.; MELLO, J. C. C. B. S. Eficiência de portos e terminais privativos brasileiros com características distintas. **Journal of Transport Literature.** São José dos Campos, v. 5, n. 2, p. 4-21, 2011.

BICHOU, K.; GRAY, R. A critical review of conventional terminology for classifying seaports. **Transportations Research Part A: Policy and Practice.** Devon, v. 39, n. 1, p. 75-92, 2005.

BIRD, J. Seaports and seaport terminals. **Journal of Transport Economics and Policy.** London, v. 6, n. 1, p. 87-89, 1971.

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento. **Análise e Avaliação da Organização Institucional e da Eficiência de Gestão do Setor Portuário Brasileiro.** São Paulo: Booz & Company, vol. 1, 2012.

_____. **Análise e Avaliação da Organização Institucional e da Eficiência de Gestão do Setor Portuário Brasileiro.** São Paulo: Booz & Company, vol. 2, 2012.

BRASIL (País). Lei nº 12.815, de 5 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. Brasília, 5 Jun 2013.

CAIXETA FILHO, J. V. Sistema de informações de fretes para cargas agrícolas: concepção e aplicações. **Revista Brasileira de Aeroinformática**. Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 41-52, 1998.

CAMPOS NETO, C. A. S.; SANTOS, M. B. **Comércio internacional: metodologia para atração de cargas – estudo de caso do porto de Santos**. Brasília: IPEA, 2006.

CAMPOS NETO, C. A. S.; FILHO, B. P.; ROMMINGER, A. E.; FERREIRA, I. M. **Portos Brasileiros 2009: ranking, área de influência, porte e valor agregado médio dos produtos movimentados**. Brasília: IPEA, 2009.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio**. Departamento de Economia, Administração e Sociologia – DEAS, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 26 Ago 2013.

_____. **Informações de Mercado**. Departamento de Economia, Administração e Sociologia – DEAS, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/agromensal/2013/09_setembro/Soja.htm>. Acesso em: 25 Set 2013.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de Ferrovias 2011**. Brasília, 2011.

_____. **Pesquisa CNT de rodovias 2012: relatório gerencial**. Brasília, 2012.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos, safra 2013/2013, décimo primeiro levantamento**. Brasília. 2013.

_____. **Brasil – Série Histórica de Produção**. Brasília. 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em 19 Abr 2014.

DEGRASSI, S. **The seaport network Hamburg**. Hamburgo: Universidade de Hamburgo, 2001, 387 p. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade de Hamburgo, 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Monitoramento por Satélite. **Alcance Territorial da Legislação Ambiental e Indigenista**. Campinas, 2014. Disponível em: <<http://www.alcance.cnpm.embrapa.br/conteudo/resultados.htm#4>>. Acesso em: 05 Fev 2014.

FAPRI – Food and Agriculture Policy Research Institute. **World Agricultural Outlook Database**. Iowa, Mai, 2011. Disponível em: <<http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>>. Acesso em: 24 Dez 2012.

FERRARI, C.; PAROLA, F.; GATTORNA, E. Measuring the quality of port hinterland accessibility: the Ligurian case. **Transport Policy**. Genova, v. 18, n. 2, p. 382-391, 2011.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Outlook Brasil 2022. Projeções para o Agronegócio**. São Paulo, 2012.

FRASER, D.; NOTTEBOOM, T. Gateway and hinterland dynamics: the case of the southern African container port system. **International Association of Maritime Economists Conference**. Taiwan, 2012.

HAEZENDONCK, E.; PISION, G.; ROUSSEUW, P.; STRUYF, A.; VERBEKE, A. The competitive advantage of seaports. **International Journal of Maritime Economics**. Antwerp, v. 2, n. 2, p. 69-82, 2000.

HAYUTH, Y. Intermodal transportation and the hinterland concept. **Tijdschrift voor economische en sociale geografie**. Haifa, v. 73, n. 1, p. 13-21, 1982.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília. Perfil dos municípios brasileiros 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2011/default.shtm>>. Acesso em: 24 Dez 2012.

_____. Brasília. Banco de Dados Agregados. Contas Nacionais Contas Econômicas. Contas Econômicas trimestrais. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/cnt/default.asp?t=3&z=t&o=15&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em: 05 Mai 2013.

KESIC, B.; KOMADINA, P.; CISIC, D. **Towards the unified theory of the port gravitational areas introducing information centrality factors**. Croácia: Universidade de Rijeka, 2000.

KONINGS, R. Opportunities to improve container barge handling in the port of Rotterdam from a transport network perspective. **Journal of Transport Geography**. Delft, v. 15, n. 6, p. 443-454, 2007.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis. São Paulo: Atlas, 1992. 2 ed.

LEE, S-W.; SONG, D-W.; DUCRUET, C. A tale of Asia's world ports: the spatial evolution in global hub port cities. **Geoforum**. Philadelphia, v. 39, n. 1, p. 372-385. 2008.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2011/12 a 2021/22**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 2012.

_____. **Estatísticas e dados básicos de economia agrícola.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Economia Agrícola. Coordenação Geral de Análises Econômicas. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Pasta%20de%20Janeiro%20-%202014.pdf>. Acesso em: 06 Mai 2014.

MARTINS, R. S.; REBCHI, D.; PRATI, C. A.; CONTE, H. Decisões estratégicas na logística do agronegócio: compensação de custos transporte-armazenagem para a soja no estado do Paraná. **Revista de Administração Contemporânea.** Curitiba, v. 9, n. 1, p. 53-78, 2005.

McCALLA, R. J. Global change, local pain: intermodal seaport terminals and their service areas. **Journal of Transport Geography.** Philadelphia, v. 7, p. 247-254. 1999.

_____. Container transshipment at Kingston, Jamaica. **Journal of Transport Geography.** Philadelphia, v. 16, p. 182-190. 2008.

MT – Ministério dos Transportes. **Mapas e Geoinformações. Mapa Multimodal.** Ministério dos Transportes. Secretaria de Política Nacional de Transportes – SPNT. Departamento de Informações em Transporte – DEINT. Coordenação Geral de Sistemas de Informações Georreferenciadas (CGSIG). Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/public/arquivo/arq1368556971.pdf>>. Acesso em: 27 Ago 2013.

NOTTEBOOM, T.; RODRIGUE, J-P. Re-assessing port-hinterland relationships in the context of global commodity chains. In: WANG, J. *et al.* **Ports-cities in global supply chains.** London, 2007.

NOTTEBOOM, T. The relationship between seaports and the intermodal hinterland in light of global supply chains: European challenges. **International Transport Forum - Ports-Competition and Hinterland Connections.** Antwerp, 2008.

NOTTEBOOM, T. E. Concentration and the formation of multi-port gateway regions in the European container port system: an update. **Journal of Transport Geography.** Antwerp, v. 18, n. 4, p. 567-583, 2010.

NEVADO, P. P.; SOARES, J. M. A logística na internacionalização dos portos marítimos. **Revista Ibero-Americana de Estratégia.** São Paulo, v. 8, n. 2, p. 135-160, 2009.

PAC 2 - PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/>>. Acesso em: 29 Set 2014.

PIL - PROGRAMA DE INVESTIMENTOS EM LOGÍSTICA. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.logisticabrasil.gov.br/>>. Acesso em: 29 Set 2014.

PIZZOLATO, N. D.; SCARVADA, L. F.; PAIVA, R. Zonas de influência portuárias – *hinterlands*: conceituação e metodologias para sua delimitação. **Gestão & Produção.** São Carlos, v. 17, n. 3, p. 553-566, 2010.

RODRIGUE, J-P.; NOTTEBOOM, T. Foreland-based regionalization: integrating intermediate hubs with port hinterlands. **Research in Transportation Economics**. Philadelphia, v. 27, n. 1, p. 19-29, 2010.

ROSO, V.; WOXENIUS, J.; LUMSDEN, K. The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland. **Journal of Transport Geography**. Göteborg, v. 17, n. 5, p. 338-345, 2009.

SECEX – Secretaria de Comércio Exterior. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **AliceWeb – Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. Exportação NCM Brasileira**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 28 Dez 2012.

SEP – Secretaria de Portos. **Glossário portuário**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.portosempapel.gov.br/sep/glossario-portuario/termo123>>. Acesso em: 10 Abr 2014.

SLACK, B. Pawns in the game: ports in a global transportation system. **Growth and Change**. Kentucky, v. 24, p. 579-588, 1993.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal (anos 1990 a 2011)**: tabela 1612, área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura temporária. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>>. Acesso em: 24 Dez 2012.

SIFRECA – Sistema de Informações de Fretes. **Anuário 2012**. Piracicaba, Jan 2013. Disponível em: <<http://esalqlog.esalq.usp.br/files/biblioteca/606.pdf>>. Acesso em: 03 Abr 2013.

STUPELLO, B. Área de influência dos portos: o custo do frete determinando o destino das cargas. In: _____. **Perspectiva de desenvolvimento da infraestrutura de transportes para o escoamento da produção agrícola da região Centro-Oeste do Brasil: um exercício de planejamento estratégico de transportes**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011, cap. 4, p. 113. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2011.

TAN, T. Y. Port cities and hinterlands: a comparative study of Singapore and Calcutta. **Political Geography**. Singapore, v. 26, n. 7, p. 851-865, 2007.

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Projeto de apoio à modernização e o fortalecimento institucional do Tribunal de Contas da União – aperfeiçoamento do controle externo da regulação. Produto 3. Relatório sobre fiscalização da regulação econômico-financeira: setor portuário**. Brasília, 2006.

THE BALTIC EXCHANGE. **Baltic Exchange Panamax Index**. 2013. Disponível em: <<http://www.balticexchange.com>>. Acesso em 24 Dez 2013.

TOVAR, A. C. A.; FERREIRA, G. C. M. A infraestrutura portuária brasileira: o modelo atual e perspectivas para seu desenvolvimento sustentável. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 25, p. 209-230, 2006.

UBOGU, A. E.; ARIYO, J. A.; MAMMAN, M. Port-hinterland trucking constraints in Nigeria. **Journal of Transport Geography**. Kaduna State, v. 19, n. 1, p. 106-114, 2011.

UNCTAD - UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Commercial development of regional ports as logistics centers**. New York, 2002.

UNFPA – Fundo de População das Nações Unidas. **Relatório sobre a Situação da População Mundial 2012**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.unfpa.org.br/Arquivos/swop2012.pdf>>. Acesso em: 06 Set 2013.

USDA – United States Department of Agriculture. **Economic Research Service. Agriculture Baseline Database**. Washington, DC, 2013. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/data-products/agricultural-baseline-database/custom-queries.aspx>>. Acesso em: 10 Mar 2013.

_____. **Foreign Agriculture Service**. Washington, DC, 2013. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/psd Query .aspx](http://www.fas.usda.gov/psdonline/psd%20Query.aspx)>. Acesso em: 18 Mar 2013.

Van CLEEF, E. Hinterland and umland. **Geographical Review**. Ohio, v. 31, n. 2, p. 308-311, 1941.

Van KLINK, H. A.; Van der BERG, G. C. Gateways and intermodalism. **Journal of Transport Geography**. Rotterdam, v. 6, n. 1, p. 1-9, 1998.

Van WINDEN, W; Van KLINK, H. A. **Towards a new hinterland orientation for Rotterdam: the entrepreneurial port**. In: Congress of the European Regional Science Association. Vienna, 38 ed., 1998.

VELASCO, L. O. M.; LIMA, E. T. As novas empresas mundiais de navegação determinam a evolução dos portos. **Revista BNDES**, n. 11, 1999.

YAP, W. Y.; LAM, J. S. L. Competition dynamics between container ports in East Asia. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**. Singapore, v. 40, n. 1, p. 35-51, 2006.

YEO, G. T.; ROE, M.; DINWOODLE, J. Evaluating the competitiveness of container ports in Korea and China. **Transportations Research Part A: Policy and Practicie**. Plymouth, v. 42, n. 6, p. 910-921, 2008.

ANEXO

ANEXO A – Impacto do frete rodoviário no preço FOB da soja

Foi utilizado os dados do CEPEA (2013), e exemplificado o escoamento da produção de soja do município de Sorriso–MT ao porto de Paranaguá-PR. Os resultados estão apresentados na memória de cálculo a seguir:

- Indicador de preços da soja (média mensal): R\$ 70,81/saca de 60 kg;
- Preço da tonelada da soja: R\$ 1.180,17;
- Custo de frete rodoviário de Sorriso a Paranaguá: R\$ 168,95 (resultado do modelo deste estudo);
- Relação de frete rodoviário com preço FOB da soja: 14,3%.

ANEXO B – Utilização Portuária

O BNDES (2012) definiu as capacidades dos portos pelo valor mais restritivo entre as capacidades de cais e de armazenamento, atrelada a um nível de serviço, como por exemplo, a fila média de espera no porto. A capacidade de cais não é definida com uma ocupação de 100% (teórico) do berço, mas sim por uma ocupação que considera um nível de serviço desejado¹⁰, sendo que a utilização de um cais é calculada levando-se em consideração o valor dessa capacidade “ideal”. O somatório das capacidades das instalações de um determinado complexo portuário define o que é chamado de capacidade do complexo.

A capacidade portuária definida para o Complexo de Grãos é de 60,4 milhões de toneladas, cerca de 8% da capacidade portuária do Brasil (BNDES, 2012). A utilização total dos portos em 2011, considerando apenas os produtos do Complexo da Soja, foi de 102% (Gráfico 38).

Fonte: BNDES (2012) e produção do próprio autor (2013)

¹⁰ Um berço 100% ocupado implica em uma fila infinita de navios aguardando atendimento, o que causa prejuízos para os operadores portuários em geral. Uma taxa de ocupação para um nível de serviço desejado (menor que 100%) busca um ponto de equilíbrio entre o uso dos ativos de cais e o tamanho da fila de navios. Essa taxa de ocupação para nível de serviço adequado varia de acordo com a configuração do cais e da carga movimentada (BNDES *et al*, 2012).

ANEXO C - Competitividade na tarifa de frete de transporte terrestre da Vale S/A

Origem	Transbordo (rodo-ferro)	Destino	Rodoviária	Ferroviária	Hidrovia	Frete Total (R\$/ton)	1ª Opção	2ª Opção	Modelo
Brasília - DF	Araguari - MG	Vitória - ES	390	1.649	-	106.74	Vitória	Vitória	Santos
Brasília - DF		Santos - SP	1.081	-	-	132.60			
Brasília - DF	Araguari - MG	Santos - SP	390	933	-	157.53			
Brasília - DF		Ilhéus - BA	1.307	-	-	145.06			
Brasília - DF	Pirapora - MG	Vitória - ES	535	1.431	-	118.36			
Brasília - DF		Santarém - PA	2.461	-	-	205.26			
Brasília - DF		Santos - SP	1.082	-	-	132.66			
Brasília - DF	Araguari - MG	Santos - SP	390	933	-	157.48	Vitória	Vitória	Santos
Buritis - MG	Pirapora - MG	Vitória - ES	394	1.431	-	107.07			
Buritis - MG	Pirapora - MG	Salvador - BA	394	1.100	-	140.60			
Buritis - MG	Araguari - MG	Vitória - ES	542	1.649	-	118.90			
Buritis - MG		Santos - SP	1.234	-	-	141.78			
Buritis - MG	Pirapora - MG	Santos - SP	394	1.918	-	201.82			
Buritis - MG		Ilhéus - BA	1.181	-	-	137.67			
Buritis - MG		Salvador - BA	1.482	-	-	155.24	Vitória	Vitória	Santos
Campo Alegre de Goiás - GO	Araguari - MG	Vitória - ES	151	1.649	-	83.74			
Campo Alegre de Goiás - GO	Pirapora - MG	Vitória - ES	521	1.431	-	117.25			
Campo Alegre de Goiás - GO		Santarém - PA	2.694	-	-	216.14			
Campo Alegre de Goiás - GO		Santos - SP	843	-	-	117.45			
Campo Alegre de Goiás - GO	Araguari - MG	Santos - SP	151	933	-	134.53			
Campo Novo do Parecis - MT		Santarém - PA	1.949	-	-	180.13	Vitória	Santarém	Santos
Campo Novo do Parecis - MT		Paranaguá - PR	2.323	-	-	199.44			
Campo Novo do Parecis - MT	Maringá - PR	Paranaguá - PR	1.725	662	-	212.04			
Campo Novo do Parecis - MT	Londrina - PR	Paranaguá - PR	1.751	640	-	212.22			
Campo Novo do Parecis - MT	Araguari - MG	Vitória - ES	1.491	1.649	-	179.23			
Campo Novo do Parecis - MT	Pirapora - MG	Vitória - ES	1.916	1.431	-	201.82			
Campo Novo do Parecis - MT		Santos - SP	2.130	-	-	189.92			
Campo Novo do Parecis - MT	Rondonópolis - MT	Santos - SP	612	1.547	-	217.76			
Campo Novo do Parecis - MT	Alto Araguaia - MT	Santos - SP	815	1.297	-	218.11			
Campo Novo do Parecis - MT	São Simão - GO	Santos - SP	1.196	442	655	197.03			
Paracatu - MG	Araguari - MG	Vitória - ES	366	1.649	-	104.67	Vitória	Vitória	Santos
Paracatu - MG	Pirapora - MG	Vitória - ES	303	1.431	-	99.12			
Paracatu - MG		Santos - SP	1.024	-	-	129.08			
Paracatu - MG	Pirapora - MG	Santos - SP	303	1.918	-	193.88			
Paracatu - MG		Ilhéus - BA	1.208	-	-	139.24			
Patrocínio - MG	Araguari - MG	Vitória - ES	153	1.649	-	83.97	Vitória	Vitória	Santos
Patrocínio - MG	Pirapora - MG	Vitória - ES	317	1.431	-	100.37			
Patrocínio - MG		Santarém - PA	2.954	-	-	227.99			
Patrocínio - MG		Santos - SP	769	-	-	112.49			
Patrocínio - MG	Araguari - MG	Santos - SP	153	933	-	134.76			
Primavera do Leste - MT		Santos - SP	1.667	-	-	166.05	Vitória	Santos	Santos
Primavera do Leste - MT	Rondonópolis - MT	Santos - SP	120	1.547	-	173.74			
Primavera do Leste - MT	Araguari - MG	Vitória - ES	1.034	1.649	-	152.44			
Primavera do Leste - MT		Santarém - PA	1.999	-	-	182.65			
São José do Rio Claro - MT		Itacoatiara - AM	2.720	-	-	216.19	Santarém	Vitória	Santos
São José do Rio Claro - MT		Santarém - PA	1.571	-	-	160.16			
São José do Rio Claro - MT		Paranaguá - PR	2.247	-	-	195.78			
São José do Rio Claro - MT	Araguari - MG	Vitória - ES	1.416	1.649	-	175.00			
São José do Rio Claro - MT	Pirapora - MG	Vitória - ES	1.840	1.431	-	197.92			
São José do Rio Claro - MT		Santos - SP	2.055	-	-	186.15			
São José do Rio Claro - MT	Rondonópolis - MT	Santos - SP	537	1.547	-	212.11			
Sinop - MT	Araguari - MG	Vitória - ES	1.542	1.649	-	182.03	Santarém	Vitória	Santarém
Sinop - MT	Pirapora - MG	Vitória - ES	2.025	1.431	-	207.41			
Sinop - MT		Santarém - PA	1.271	-	-	143.26			
Sinop - MT		Santos - SP	2.235	-	-	195.08			
Sinop - MT	Araguari - MG	Santos - SP	1.597	933	-	235.81			
Sorriso - MT	Alto Araguaia - MT	Santos - SP	840	1.297	-	219.76	Santarém	Vitória	Santarém
Sorriso - MT		Santos - SP	2.141	-	-	190.45			
Sorriso - MT	Rondonópolis - MT	Santos - SP	637	1.547	-	219.57			
Sorriso - MT	São Simão - GO	Santos - SP	1.221	442	655	198.50			
Sorriso - MT	Araguari - MG	Santos - SP	1.517	933	-	231.42			
Sorriso - MT		Santarém - PA	1.352	-	-	147.98			
Sorriso - MT	Porto Velho - RO	Santarém - PA	1.715	-	1.676	234.43			
Sorriso - MT	Porto Velho - RO	Itacoatiara - AM	1.715	-	1.116	223.72			
Sorriso - MT		Itacoatiara - AM	2.873	-	-	223.16			
Sorriso - MT	Araguari - MG	Vitória - ES	1.517	1.649	-	180.63			
Sorriso - MT		Paranaguá - PR	2.531	-	-	209.36			

ANEXO D – Áreas legalmente disponíveis para a atividade agrícola

BIOMA	Área (km²)	UCE/UCFITI		Reserva Legal %	Área de Reserva Legal		APP Líquida		Área Disponível	
		(km²)	%		(km²)	%	(km²)	%	(km²)	%
AMAZÔNIA	4.195.296,00	1.947.972,00	46,43	0,80	1.798.644,00	42,87	782.854,00	18,66	(334.174,00)	(7,97)
CAATINGA	844.062,00	50.500,00	5,98	0,20	158.713,00	18,80	60.002,00	7,11	57.618,00	6,81
CERRADO (fora de AML)	1.275.908,00	72.510,00	5,65	0,20	240.678,00	18,86	176.555,00	13,84	78.157,00	6,12
CERRADO (dentro da AML)	755.390,00	140.353,00	18,58	0,35	215.263,00	28,50	77.666,00	10,28	302.108,00	40,04
MATA ATLÂNTICA	1.118.353,00	70.695,00	6,32	0,20	209.532,00	18,74	180.220,00	16,11	657.907,00	58,83
PAMPA	176.131,00	6.209,00	3,53	0,20	33.984,00	19,29	21.606,00	12,27	11.431,00	6,49
PANTANAL (dentro da AML)	607.870,00	3.263,00	0,53	0,20	11.505,00	1,89	57.524,00	9,46	(11.505,00)	(1,89)
PANTANAL (fora da AML)	88.950,15	2.833,00	3,18	0,20	17.223,00	19,36	86.117,00	96,82	(17.223,00)	(19,36)
TOTAL	8.514.877,00	2.294.343,00	26,95		2.685.542,00	31,54	1.442.544,00	16,94	2,00	

UF	ÁREA (km²)	UCE/UCFITI		Reserva Legal %	Área Reserva Legal		APP Líquida		Área Disponível	
		(km²)	%		(km²)	%	(km²)	%	(km²)	%
Acre	168.830,00	77.276,00	45,77	0,80	73.243,00	43,38	29.744,00	17,62	(11.433,00)	(6,77)
Amapá	28.697,00	344,00	1,20	0,20	5.671,00	19,76	2.961,00	10,32	19.722,00	68,72
Amazonas	141.346,00	76.976,00	54,46	0,80	51.496,00	36,43	22.168,00	15,68	(9.294,00)	(6,58)
Bahia	1.572.366,00	739.901,00	46,99	0,80	666.772,00	42,41	294.803,00	18,75	(128.110,00)	(8,15)
Ceará	571.220,00	37.740,00	6,61	0,20	106.686,00	18,68	56.276,00	9,85	370.508,00	64,86
DF	5.771,00	5.210,00	90,28	0,20	1.120,00	1,94	152,00	2,63	297,00	5,14
Esprito Santo	46.633,00	1.381,00	2,96	0,20	9.050,00	19,41	10.010,00	21,47	26.191,00	56,16
Goiás	337.435,00	17.194,00	5,10	0,20	64.048,00	18,98	47.406,00	14,05	208.786,00	61,87
Maranhão (bioma Amazônia e AML)	112.927,00	46.315,00	41,01	0,80	53.289,00	47,19	21.272,00	18,84	(7.949,00)	(7,04)
Maranhão (bioma Cerrado e AML)	150.395,00	18.285,00	12,16	0,35	46.239,00	30,74	19.956,00	13,27	65.916,00	43,83
Maranhão (bioma Pampa)	68.248,00	14.777,00	21,65	0,20	10.694,00	15,67	4.959,00	7,27	37.819,00	55,41
Mato Grosso (bioma Amazônia e AML)	477.177,00	104.933,00	21,99	0,80	297.785,00	62,41	132.261,00	27,72	(57.812,00)	(12,12)
Mato Grosso (bioma Cerrado e AML)	357.060,00	63.386,00	17,75	0,35	102.786,00	28,79	30.762,00	8,62	160.126,00	44,85
Mato Grosso (bioma Pampa)	607.870,00	3.263,00	0,53	0,20	11.505,00	1,89	57.524,00	9,46	(11.505,00)	(1,89)
Mato Grosso do Sul	264.433,00	13.678,00	5,17	0,20	50.151,00	18,97	23.443,00	8,87	177.162,00	67,00
Mato Grosso do Sul (bioma Pampa)	88.950,00	2.833,00	3,19	0,20	17.223,00	19,36	86.117,00	96,81	(17.223,00)	(19,36)
Minas Gerais	587.558,00	20.298,00	3,45	0,20	113.452,00	19,31	111.108,00	18,91	342.700,00	58,33
Pará	1.236.021,00	675.713,00	54,67	0,80	448.246,00	36,27	202.816,00	16,41	(90.754,00)	(7,34)
Paraná	58.319,00	829,00	1,42	0,20	11.498,00	19,72	4.143,00	7,10	41.849,00	71,76
Paraná	197.322,00	18.303,00	9,38	0,20	35.763,00	18,12	24.499,00	12,42	118.554,00	60,08
Paraná	100.993,00	5.502,00	5,45	0,20	19.096,00	18,91	7.952,00	7,87	68.441,00	67,77
Pernambuco	253.436,00	26.048,00	10,28	0,20	45.478,00	17,94	24.715,00	9,75	157.195,00	62,03
Piauí	439.118,00	6.082,00	1,38	0,20	7.567,00	1,73	8.394,00	1,91	2.187,00	0,49
Rio de Janeiro	514.559,00	16,00	0,03	0,20	10.909,00	19,99	3.886,00	7,14	397.39,00	77,84
Rio Grande do Norte	277.952,00	8.468,00	3,05	0,20	53.897,00	19,39	39.286,00	14,13	176.301,00	63,43
Rio Grande do Sul	237.765,00	109.566,00	46,08	0,80	102.559,00	43,13	42.028,00	17,68	(16.388,00)	(6,89)
Roraima	223.594,00	116.758,00	52,22	0,80	85.468,00	38,22	39.290,00	17,57	(17.922,00)	(8,02)
Santa Catarina	94.371,00	3.672,00	3,89	0,20	18.140,00	19,22	20.127,00	21,33	52.432,00	55,56
São Paulo	246.455,00	11.546,00	4,69	0,20	46.982,00	19,06	31.858,00	12,93	156.069,00	63,33
Sergipe	242.537,00	201,00	0,08	0,20	4.467,00	1,82	1.634,00	7,25	16.235,00	72,04
Tocantins (bioma Amazônia e AML)	242.882,00	31.300,00	12,89	0,80	19.175,00	7,89	6.360,00	2,61	(1.566,00)	(0,64)
Tocantins (bioma Cerrado e AML)	251.686,00	58.126,00	23,09	0,35	67.746,00	26,92	23.109,00	9,18	102.705,00	40,81
TOTAL	8.514.877,00	2.294.343,00	26,95		2.685.542,00	31,54	1.442.544,00	16,94	2.453.900,00	28,84