

Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Departamento de Administração

MAYUMI PACHECO HAMAOKA

**Análise do potencial de demanda para exportação pelo  
Porto do Itaquí**

Brasília – DF

2018

MAYUMI PACHECO HAMAOKA

**Análise do potencial de demanda para exportação pelo  
Porto do Itaqui**

Monografia apresentada ao  
Departamento de Administração como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Administração.

Professor Orientador: Doutora Sílvia  
Araújo dos Reis

Brasília – DF

2018

Hamaoka, Mayumi Pacheco.

Análise do Potencial de Demanda para exportação pelo Porto do Itaqui. / Mayumi Pacheco Hamaoka. – Brasília, 2018.

97 f. : il.

Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília, Departamento de Administração, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Silvia Araújo dos Reis, Departamento de Administração.

1. Transporte marítimo. 2. Modelagem Matemática. 3. Exportação. 4. Agronegócio.

**MAYUMI PACHECO HAMAOKA**

**Análise do potencial de demanda para exportação pelo  
Porto do Itaqui**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de  
Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília da  
aluna

**Mayumi Pacheco Hamaoka**

Doutora, Sílvia Araújo dos Reis  
Professor-Orientador

Doutora, Patricia Guarnieri,  
Professor-Examinador

Doutor, Victor Rafael R. Celestino,  
Professor-Examinador

Brasília, 03 de julho de 2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade educacional que tive durante a minha vida e pelas pessoas abençoadas que cruzaram a minha jornada. Muito obrigada a minha família que sempre me motiva a alcançar voos maiores e dar o melhor de mim. Espelho-me em vocês mamãe, papai e irmãzinha. Muito obrigada ao meu namorado que esteve sempre ao meu lado nos dias mais difíceis dessa entrega, me ajudando, apoiando e trabalhando junto comigo.

Obrigada por todos os aprendizados, choques de realidade, momentos passados que jamais esquecerei e portas que só foram abertas graças à oportunidade de estar aqui, Universidade de Brasília. Agradeço aos ensinamentos e amigos que conheci na empresa júnior, AD&M Consultoria, e aos projetos enriquecedores desenvolvidos.

Obrigada a Universidade Federal do Maranhão que me acolheu durante a mobilidade e me abriu os olhos para outra visão de Brasil e ensino. Espero ajudar no crescimento de estudos e desenvolvimento de artigos que aprimorem o nordeste brasileiro com esse trabalho. Agradeço as empresas em que tive o privilégio de trabalhar e que me engrandeceram no âmbito profissional e pessoal. Agradecimento especial a todos aqueles que me ensinaram imensamente a ser uma profissional mais preparada e uma pessoa melhor.

Agradeço imensamente a minha orientadora Sílvia Araújo dos Reis que me apoiou e sempre acreditou no meu trabalho. Obrigada pela paciência, auxílio, e todos os ensinamentos transmitidos nesse período de orientação!

Por fim, obrigada leitor. O objetivo desse trabalho sempre foi à busca de mais conhecimento e transmissão de aprendizados em reconhecimento às oportunidades que obtive até aqui. Espero que aprecie e obtenha bons frutos desse trabalho!

## **RESUMO**

O Brasil possui uma vasta extensão litorânea pela qual transitam produtos de diversas categorias para exportação por meio dos portos, responsável por mais de 80% do volume movimentado nas exportações de 2017. Uma das categorias que mais se destaca na produção, cultivo, e extração brasileira para o comércio exterior são os produtos e serviços gerados pelo agronegócio. Este trabalho propõe um modelo matemático de programação linear habilitado a encontrar uma demanda potencial para o Porto do Itaqui, localizado no Estado do Maranhão, na movimentação de três produtos do agronegócio com base nos dados de oferta e demanda do ano de 2017. Para encontrar a solução ótima foram coletados dados como: as distâncias entre os pontos de origem e portos, e a distância entre portos e países de destino medidos em quilômetros; a oferta e demanda dos produtos selecionados especificados em mil quilogramas líquidos. Para o estudo foram obtidos dados governamentais divulgados pelo MDIC, análise documental de estudos realizados com dados portuários pelo IPEA e pesquisas bibliográficas de diversas autorias. Após a coleta dos dados foi possível validar a modelagem matemática de transportes montada para o problema de fluxo multiprodutos por meio do *software* Lingo de versão 17.0. Foi observado por meio dos resultados que muitos portos ficaram responsáveis por mais de um produto, sendo importante uma análise posterior sobre as suas capacidades de escoamento e infraestrutura. Além disso, foi possível pontuar que nove portos não obtiveram resultado para nenhum dos produtos nesse modelo, o que pode sugerir futuras aplicações do modelo para outras categorias de produtos e para análise do potencial de demanda desses portos específicos. Em relação ao potencial de demanda do Porto do Itaqui foi possível analisar a viabilidade de um produto que não fora transacionado pelo porto no ano de 2017 e que, segundo resultados ótimos obtidos pelo modelo, seria interessante a transação para o Porto, responsável por 1% do total movimentado pelos países analisados. Porém, a partir do modelo definido, um dos produtos obteve valores de volume movimentado inferior ao real exportado em 2017. O Porto do Itaqui em 2017 foi responsável pela transação de 8% das exportações de sementes para os países de estudo e pelo modelo foi possível avaliar o potencial de demanda de 3% do total. O modelo é de fácil aplicabilidade para usuários finais, e sua utilização pode ser aproveitada para diferentes produtos, podendo trazer uma otimização dos recursos na movimentação e aumentando a produtividade com incremento na eficiência.

Palavras-chave: Transporte Marítimo. Modelagem Matemática. Exportação. Agronegócio.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Acre

AHs - Administrações Hidroviárias

AL - Alagoas

Alice Web - Análise das Informações de Comércio Exterior

AM - Amazonas

ANA - Agência Nacional das Águas

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância sanitária

AP - Amapá

APs - Autoridades portuárias

BA - Bahia

BAN - Bangladesh

CADE - Conselho Administrativo da Defesa Econômica

CAPs - Conselho de Autoridades Portuárias

CC - Casa Civil da Presidência da República

CE - Ceará

CGU - Controladoria Geral da União

CHN – China

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CODOMAR - Companhia Docas do Maranhão

CONIT - Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte

CPs - Capitânicas dos Portos

DAS - Secretaria da Defesa Agropecuária

DF - Distrito Federal

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DPC - Diretoria de Portos e Costas

EGY - Egito

EMAP – Empresa Maranhense de Administração Portuária

ES - Espírito Santo

GO - Goiás

HK - Hong Kong

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IRI - Irã

JPN - Japão

KSA - Arábia Saudita

MA - Maranhão

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

Marinha - Marinha do Brasil

MC - Ministério das Cidades

MD - Ministério da Defesa

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MF - Ministério da Fazenda

MG - Minas Gerais

MJ - Ministério da Justiça

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MME - Ministério de Minas e Energia

MPF - Ministério Público Federal

MPOG - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

MS - Mato Grosso do Sul

MT - Mato Grosso

MT - Ministério dos Transportes

NED - Países Baixos (Holanda)

OGMOs - Órgãos Gestores de Mão de obra

PA - Pará

PB - Paraíba

PE - Pernambuco

PF - Polícia Federal

PI - Piauí

PNLP – Plano Nacional de Logística Portuária

PR - Paraná

PR - Presidência da República

RFB - Receita Federal do Brasil

RJ - Rio de Janeiro

RN - Rio Grande do Norte

RO - Rondônia

RR - Roraima



RS - Rio Grande do Sul

RUS - Rússia

SC - Santa Catarina

SDE - Secretaria de Direito Econômico

SE - Sergipe

SEAE - Secretaria de Acompanhamento Econômico

SEP - Secretaria Especial de Portos da Presidência da República

SP - São Paulo

SPU - Secretaria do Patrimônio da União

TCU - Tribunal de Contas da União

TO – Tocantins

UAE - Emirados Árabes Unidos

UF – Unidade Federativa

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	09
1.1	Contextualização .....	09
1.2	Formulação do problema .....	10
1.3	Objetivo Geral .....	10
1.4	Objetivos Específicos .....	10
1.5	Justificativa .....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1	Logística .....	13
2.1.1	Custos e Infraestrutura Logística Brasileira .....	14
2.1.2	Transportes .....	16
2.2	Sistema Portuário Brasileiro .....	18
2.2.1	Infraestrutura Portuária .....	20
2.2.2	Porto do Itaquí .....	22
2.3	Mercado Externo .....	24
2.3.1	Exportações no setor portuário .....	26
2.4	Pesquisa Operacional .....	27
2.4.1	Modelo Matemático e Aplicação .....	28
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA .....	33
3.1	Tipo e descrição geral da pesquisa .....	34
3.2	Caracterização da organização, setor ou área .....	34
3.3	Caracterização dos instrumentos de pesquisa .....	35
3.4	Delimitação das análises de dados .....	35
3.5	Procedimentos de coleta de dados .....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	56
	REFERÊNCIAS .....	58
	ANEXOS .....	63
	Anexo A – Critérios para classificação dos Portos brasileiros .....	63
	Anexo B – Ranking dos Portos brasileiros .....	64
	Anexo C – Mercadorias SH 02 dígitos, detalhadas por SH 04 .....	65

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A cadeia da agricultura engloba aspectos internos da produção e inclui aqueles que trabalham indiretamente com o mercado, como os fornecedores de insumos agrícolas; aqueles que processam e manufaturam os produtos; transportam e vendem os produtos agrícolas. O agronegócio é formado por essa cadeia e por aqueles envolvidos nesse processo (MENDES, 2007).

O agronegócio compreendeu mais de 30% do PIB nacional (MENDES, 2007), possuindo um grande impacto na balança comercial brasileira. Há um foco grande nas transações exteriores e a valorização do transporte logístico e investimentos em infraestrutura nesses meios (MONIÉ, 2011). Estudos como o de Barros (2013), sobre a classificação dos portos de acordo com critérios delimitados para análise sobre investimentos e retornos de obras do governo nessa área demonstram a importância do tema.

Na visão de transportes marítimos enfoca-se em dois quesitos principais de distâncias: distância física e distância econômica (MAIA, 2004). A distância física representa a quilometragem entre origem e destino; e a econômica refere-se aos custos envolvidos nessa transação (MAIA, 2004). Para esse estudo específico as distâncias físicas serão o principal ponto de observação.

O foco dado à pesquisa destina-se ao porto específico do Maranhão, sendo o sexto porto de maior representatividade brasileira em quesitos monetários de exportação por vias marítimas no ano de 2016, segundo dados do MDIC. A localização do porto é favorável a exportações para os mercados da Europa, Ásia, e Estados Unidos. Suas vias de acesso são pelos meios rodoviários (BR-135 e BR-222); ferroviários (Estrada de Ferro Carajás - EFC, Ferrovia Norte-Sul - FNS e Companhia Ferroviária do Nordeste – CFN); e hidroviários.

O propósito dessa pesquisa é estimar a demanda potencial de exportação do porto do Itaqui sob a perspectiva de distâncias entre pontos. A estimativa da demanda portuária pode auxiliar no planejamento de ações de melhoria no porto, em questões de infraestrutura; na destinação de produtos a países; e na melhor distribuição interna das origens dos produtos para exportação.

## **1.2 Formulação do problema**

O problema da pesquisa surge da necessidade de análise do potencial de demanda para exportação em um porto específico. As pesquisas recentes respondem a questionamentos sobre a produtividade da área portuária, ou análise de intermodais para exportação de produtos específicos, como o exemplo da dissertação de Gonçalves (2008).

O Plano Nacional de Logística (PNLP, 2015) realizou algumas estimativas sobre a projeção de demanda para o Cluster portuário do Maranhão, composto somente pelo porto do Itaqui em São Luis - MA. Neste plano estão previstas demandas de pouco mais de 50% de crescimento entre os anos de 2015 e 2025 (LABTRANS – UFSC, 2016), para o Porto do Itaqui. Porém, não há uma análise aprofundada sobre o potencial de mercado que este porto possui. Com essa pesquisa será possível obter informações complementares aos estudos já realizados para que a economia e melhoria do sistema portuário ocorram com mais efetividade.

Segundo Santos (2012) é essencial uma boa estruturação do problema, com objetivos, alternativas de ação e restrições bem especificadas. Sendo assim, o trabalho propõe-se a responder a seguinte pergunta e objetivos expostos nas seções seguintes. Qual o potencial de demanda dos principais produtos exportados pelo Brasil através do Porto do Itaqui localizado no Maranhão?

## **1.3 Objetivo Geral**

Essa pesquisa tem por objetivo principal estimar o potencial de demanda dos principais produtos exportados pelo Brasil pelo Porto do Itaqui.

## **1.4 Objetivos Específicos**

- a) Delimitar três produtos mais expressivos na exportação brasileira no agronegócio;
- b) Definir as origens internas dos produtos delimitados;

- c) Definir os destinos de exportação dos produtos delimitados;
- d) Delimitar os portos brasileiros apropriados para o estudo;
- e) Elencar a solução ótima para exportações dos três produtos delimitados.

## 1.5 Justificativa

Os problemas de transportes, custos logísticos e armazenamento são tópicos cruciais que interferem diretamente nos valores de exportação de produtos brasileiros. Na pesquisa de CNI (1995) foram apontados três principais problemas no sistema portuário brasileiro: ineficiência; insegurança; custos elevados. Esses continuam sendo tópicos abordados por estudos de sistema portuário no Brasil.

Com o intuito de auxiliar no estudo da eficiência logística, a pesquisa analisou a demanda potencial do porto do Itaqui especificamente e relatará dados de outros portos sobre oferta e demanda de origens brasileiras e destinos externos que poderão auxiliar na análise do panorama do Brasil. A pesquisa possui vários dados e informações, que poderá auxiliar em futuros estudos de demandas para outros produtos.

As exportações brasileiras no agronegócio impactam diretamente na balança comercial. (PEROBELLI; JUNIOR; VALE; CUNHA, 2017) Com o detalhamento dos resultados obtidos pela pesquisa será possível observar as transações exportadas entre os portos por diferentes origens e destinos de acordo com os produtos delimitados para análise.

O estudo busca estimar o potencial de demanda para o Porto do Itaqui por meio da modelagem matemática. Prever a demanda exige alguns passos fundamentais antes que os cálculos sejam realizados, para isso é preciso: um estudo sobre o setor a ser avaliado para análise da demanda; uma avaliação sobre todas as informações que implicam na escolha do meio de transportes; e um estudo do sistema, que possibilita averiguar as diversas variáveis que impactam sobre a escolha do transporte (VIEIRA; NOVAES; PASSAGLIA, 2012). Nesse trabalho foi possível embasar no referencial teórico estudos bibliográficos sobre os meios e informações que interferem na análise da previsão de demanda de produtos.

O Porto do Itaqui abrange diferentes setores de mercado, e é o sexto colocado entre os portos brasileiros de maior impacto nas exportações por valores

monetários (SECRETARIA DOS PORTOS, 2016). Uma análise mais profunda sobre o porto poderá auxiliar no planejamento de demanda e redução nas distâncias físicas entre localidades produtoras e destinos de exportação, ajudando no crescimento de estudos sobre transportes marítimos no Brasil.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico embasou a pesquisa em fundamentos e conceitos responsáveis já estudados por diversos autores na área de estudo. Para isso, foram buscadas em diferentes fontes, como: livros, artigos científicos, teses e dissertações, as atualizações no campo de estudos no sistema de transporte aquaviário e impactos voltados ao objetivo da pesquisa.

Prodanov (2013) explora sobre a importância do universo teórico como base para explicação das interpretações da pesquisa. Assim como embasamento para os resultados desenvolvidos no trabalho, a revisão de literatura revela aquilo que já foi estudado sobre o tema e problema específicos da pesquisa (SILVA; MENEZES, 2005).

Nesse capítulo foram analisados alguns estudos sobre o panorama do sistema portuário e do modal marítimo no Brasil, além de sua influência na economia. O foco da pesquisa centra-se nas exportações pelo modal marítimo em um determinado porto, portanto as discussões abrangem o tema no cenário brasileiro e no porto de estudo.

### 2.1 Logística

A Logística tem por responsabilidade projetar e administrar sistemas que controlem o transporte e a posição geográfica de estoques e produtos pelo menor custo total (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2014). A magnitude de um estudo que aborde o panorama completo de localização e custos em transportes logísticos gerais é incalculável para um trabalho desse porte, por isso o enfoque é dado por posições geográficas portuárias priorizando a otimização dos recursos e posições geográficas.

O lugar (onde) também é considerado, na concepção de Ballou (2006), como encargo de investigação do campo logístico. Além disso, o tempo (quando) também é uma variável de análise para o autor. Os produtos e serviços, por outro lado, são fontes de estudo da logística somente se identificados juntamente ao tempo e lugar.

O processo logístico por sua vez é o caminho entre os mercados fornecedores e os mercados consumidores, enquanto os recursos incluídos na operação geram o resultado oferecido ao cliente (AMARAL, 2012). Os processos logísticos são divididos em três processos para Faria (2013), sendo eles: abastecimento; planta; e distribuição. Para fins deste estudo serão analisados os processos logísticos de distribuição, observando a solução ótima do fluxo dos produtos de suas origens aos seus destinos pelos portos brasileiros.

A logística se distribui em diversos ramos, composta por partes de um sistema, o âmbito desse trabalho retoma o tópico de transporte dentro da cadeia logística. Para melhor entendimento do ciclo completo da logística, segundo o Council of Supply Chain Management Professionals<sup>1</sup> (2018), os componentes são:

“gerenciamento de transporte de entrada e saída, gerenciamento de frota, armazenamento, manuseio de materiais, atendimento de pedidos, projeto de redes de logística, gerenciamento de inventário, planejamento de oferta / demanda e gerenciamento de provedores de serviços de logística de terceiros. Em graus variados, a função de logística também inclui fornecimento e aquisição, planejamento e programação de produção, embalagem e montagem e atendimento ao cliente.”

O papel do transporte na logística influencia diretamente na eficiência da cadeia de suprimentos, segundo Nogueira (2018) a distribuição dos produtos está presente do início ao fim da cadeia de suprimentos transportando as mercadorias dos produtores aos consumidores finais. A influência dos transportes está ligada a qualidade do serviço, tempo de entrega, custos do sistema logístico (NOGUEIRA, 2018).

### **2.1.1 Custos e Infraestrutura Logística Brasileira**

Os custos constituem um dos principais focos de estudo da logística. Para Faria (2013), o conceito inclui os gastos incorridos nos processos logísticos durante o fluxo de materiais e bens, dos fornecedores à fabricação; nos processos de produção; e na entrega do bem ao cliente, incluindo também o custo de pós-venda.

Os custos logísticos representaram, para economia dos Estados Unidos (EUA), 8,6% do produto interno bruto (PIB) em 2004 segundo pesquisas de Wilson

---

<sup>1</sup> Disponível em <<https://cscmp.org/>>.



(WILSON, 2005 apud NOVAES, 2007, p. 50). Porém, esses custos reduziram 37% no período de 1984 a 2004 nos EUA. Vários motivos são observados por Novaes (2007), incluindo o uso de Tecnologia, melhor aproveitamento dos recursos e o aumento da multimodalidade no transporte de cargas. No Brasil, segundo a Confederação Nacional de Transportes<sup>2</sup> esses custos representaram 12,7% do PIB brasileiro em 2015. Dados atualizados dos Estados Unidos, auditados pelo 27th Annual State of Logistics Report, revelam que os custos logísticos em 2014 foram de 7,91% do PIB.

Sob uma perspectiva do modal aquaviário, Ballou (2006) enfatiza os custos predominantes por esse meio de transporte. Em sua análise os custos dominantes estão relacionados às operações nos terminais portuários, uma vez que a carga e descarga nesse processo são muito dispendiosas, dependentes ainda da utilização de equipamentos mecanizados atrelados a infraestrutura portuária.

Em virtude da complexidade do tema de infraestrutura logística, vários estudos retratam o tema sob diferentes ângulos. Os trabalhos podem ser classificados em alguns grupos de estudos. Infraestrutura logística de transportes, analisado por Marchetti; Ferreira (2012) no estudo sobre a situação atual da logística e perspectivas da infraestrutura de transporte; investimentos na infraestrutura logística, como analisado por Barros (2013); influência da infraestrutura sob o enfoque de um produto específico, uvas de mesa produzidas no Vale São Francisco estudado por Freires (2010); impactos da infraestrutura na logística, como estudado por Wanke; Hijjar (2009) sobre as percepções da logística portuária pela visão de exportadores.

No ponto de vista do transporte brasileiro é possível elencar alguns obstáculos que dificultam a logística de cargas em meios ferroviários e rodoviários. Para Reis (2013), o transporte ferroviário é insuficiente para atender a grande demanda, especialmente de grãos no país, ao passo que o transporte rodoviário possui inconvenientes em relação ao custo altamente volátil e a baixa credibilidade de transportadoras no cumprimento de prazos e contratos. Em relação à infraestrutura portuária, Pontes; Do Carmo; Porto (2009) afirma que os principais gargalos ocorrem por um dos fatores primordiais da logística: tempo, extremamente elevado em filas de espera para carregamento e descarregamento de navios e frotas terrestres.

---

<sup>2</sup> Dados disponíveis no site [www.cnt.org.br](http://www.cnt.org.br).

Um dos problemas expostos no trabalho de Reis (2007) expõe o escoamento como ponto de atenção para o agronegócio em virtude dos gargalos da cadeia logística. Em Kussano (2010) são analisadas algumas dificuldades de escoamento e armazenagem da soja em épocas de safra, tornando o processo moroso e com maiores custos. A disponibilidade e qualidade da armazenagem têm uma importante contribuição para a adequação da sazonalidade agrícola.

Outro problema relacionado à gestão de transportes no Brasil inclui a carência de ferramentas e sistemas computacionais acessíveis para planejamento e execução do trabalho das transportadoras. (VIEIRA; NOVAES; PASSAGLIA, 2012)

### **2.1.2 Transportes**

Segundo Ballou (2006) o transporte de mercadorias é um componente do sistema logístico e possui algumas atividades principais em seu escopo. A seleção do modal e determinação de roteiros são uma delas e se inserem no tópico da pesquisa.

O transporte de mercadorias representa uma das maiores despesas dentro da logística empresarial (BALLOU, 2011). Os custos na área de transporte são definidos pelas despesas com a movimentação entre dois pontos, manutenção e gerenciamento do estoque em trânsito (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

A movimentação desse estoque pode ocorrer por diferentes modais, os básicos classificados por Bowersox; Closs (2001) são: ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Cada modal possui suas vantagens e desvantagens em relação a tempo de entrega, custos, facilidade de entrega ao consumidor final (WANKE, 2010).

O modal aquaviário é responsável por movimentar grandes volumes de carga a longas distâncias, porém possui a baixa velocidade como desvantagem (NOGUEIRA, 2012). Dentro dessa esfera aquaviária é possível analisar outras modalidades, segundo Nogueira (2012) se descreve como: marítimo - que se caracteriza por navegação costeira ou oceânica; cabotagem – realizada entre portos do território brasileiro, longo curso – responsável pela transação de mercadorias entre portos brasileiros e estrangeiros, fluvial – navegação entre rios e canais, e lacustre – realizada via lagos.

Observando os dados de anos anteriores pela via marítima nas exportações brasileiras, constata-se um declínio do ano de 2013 a 2016, revertido com um crescimento expressivo no ano de 2017 em valores monetários. Além disso, esse modal é responsável por mais de 80% da arrecadação nas exportações no ano de 2017, confirmando sua importância diante de outros meios de exportação.

Tabela 1 – Exportação movimentada por modais entre os anos de 2013 e 2017

Via	2017	2016	2015	2014	2013
Marítima	\$ 181.244.352.299,00	\$ 148.857.967.353,00	\$ 156.080.991.999,00	\$ 187.381.273.973,00	\$ 195.773.824.422,00
Rodoviária	\$ 14.652.215.161,00	\$ 12.354.313.267,00	\$ 13.297.097.338,00	\$ 14.490.052.834,00	\$ 16.902.708.830,00
Aérea	\$ 12.130.370.370,00	\$ 11.063.738.568,00	\$ 10.345.302.905,00	\$ 11.122.125.147,00	\$ 11.331.634.369,00
Meios Próprios	\$ 5.266.014.321,00	\$ 5.845.095.850,00	\$ 6.022.349.446,00	\$ 6.265.655.195,00	\$ 6.596.887.708,00
Via não declarada	\$ 2.761.159.864,00	\$ 5.716.579.589,00	\$ 3.890.561.360,00	\$ 4.082.221.359,00	\$ 9.526.120.955,00
Fluvial	\$ 1.526.395.902,00	\$ 1.196.441.635,00	\$ 1.235.955.981,00	\$ 1.415.464.194,00	\$ 1.557.795.457,00
Ferroviária	\$ 148.697.944,00	\$ 179.740.355,00	\$ 243.059.154,00	\$ 338.201.678,00	\$ 342.173.562,00
Postal	\$ 9.971.216,00	\$ 21.524.188,00	\$ 19.006.401,00	\$ 5.890.451,00	\$ 2.429.417,00

Fonte: Alice Web, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) (2018).

Valores em US\$ FOB<sup>3</sup>.

O modal aquaviário se destaca no Brasil pela vasta extensão litorânea que o país possui, permitindo maior disponibilidade para a movimentação de cargas por esse meio. Esse modal pode ser delimitado por diferentes frentes, uma delas é a navegação interior (Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2013), na qual o transporte nacional ou internacional de produtos é feito por hidrovias (rios, lagos, canais, lagoas, baías, angras, enseadas, áreas marítimas consideradas abrigadas). O estudo focará na navegação de longo curso, definida pela Antaq como aquela que realiza transporte entre portos brasileiros e estrangeiros por meio de vias marítimas, representando 75% do total movimentado em 2015 (Plano Nacional de Logística Portuária, 2015).

Ao se tratar de portos como um tema de estudo, foram analisados especificamente os portos públicos organizados que são responsáveis pela movimentação de passageiros, movimentação e armazenagem de mercadorias e estão sob jurisdição de autoridade portuária brasileira (Secretaria Nacional de Portos, 2015).

<sup>3</sup> Preço FOB (*Free on Board*): atribui as despesas do transporte, como frete e seguro, ao comprador da mercadoria.

## 2.2 Sistema Portuário Brasileiro

O porto é um elemento primordial no desempenho de funções de transporte. Ele é o conector entre diversos modais, e o motor de desenvolvimento local e regional no âmbito econômico e social de seu entorno (PAVÓN, 2003). Sendo assim, seu estudo é indispensável para um enriquecimento no campo de pesquisa e na melhoria do sistema portuário brasileiro.

Os portos públicos organizados são de propriedade da União e responsáveis pela prestação de serviço público de movimentação portuária. São geridos por agentes públicos (federal ou delegado<sup>4</sup>), e a maior parte de seus serviços é prestada por operadores portuários<sup>5</sup> privados (BOOZ E COMPANY, 2012). Em suma, a Lei 12.815/2013 prevê em seu art. 2º, inciso I, a definição de porto organizado:

I - porto organizado: bem público construído e aparelhado para atender a 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.

Atualmente, 50% dos portos organizados são administrados por empresas controladas pela União, e respondem por praticamente 70% da movimentação em portos organizados (Booz E Company, 2012), o Porto do Itaqui no Maranhão está entre esses portos.

Analisando a gestão portuária do sistema brasileiro, são elencadas algumas autoridades, órgãos e instituições responsáveis pela organização do sistema portuário brasileiro, cada uma com suas diretrizes e finalidades a serem alcançadas.

O estudo realizado pela Booz E Company (2012) formatou a organização hierárquica do setor portuário ilustrada na Figura 1, as principais instituições a se destacar nesse sistema são: CONIT (Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte); SEP (Secretaria Especial de Portos da Presidência da República);

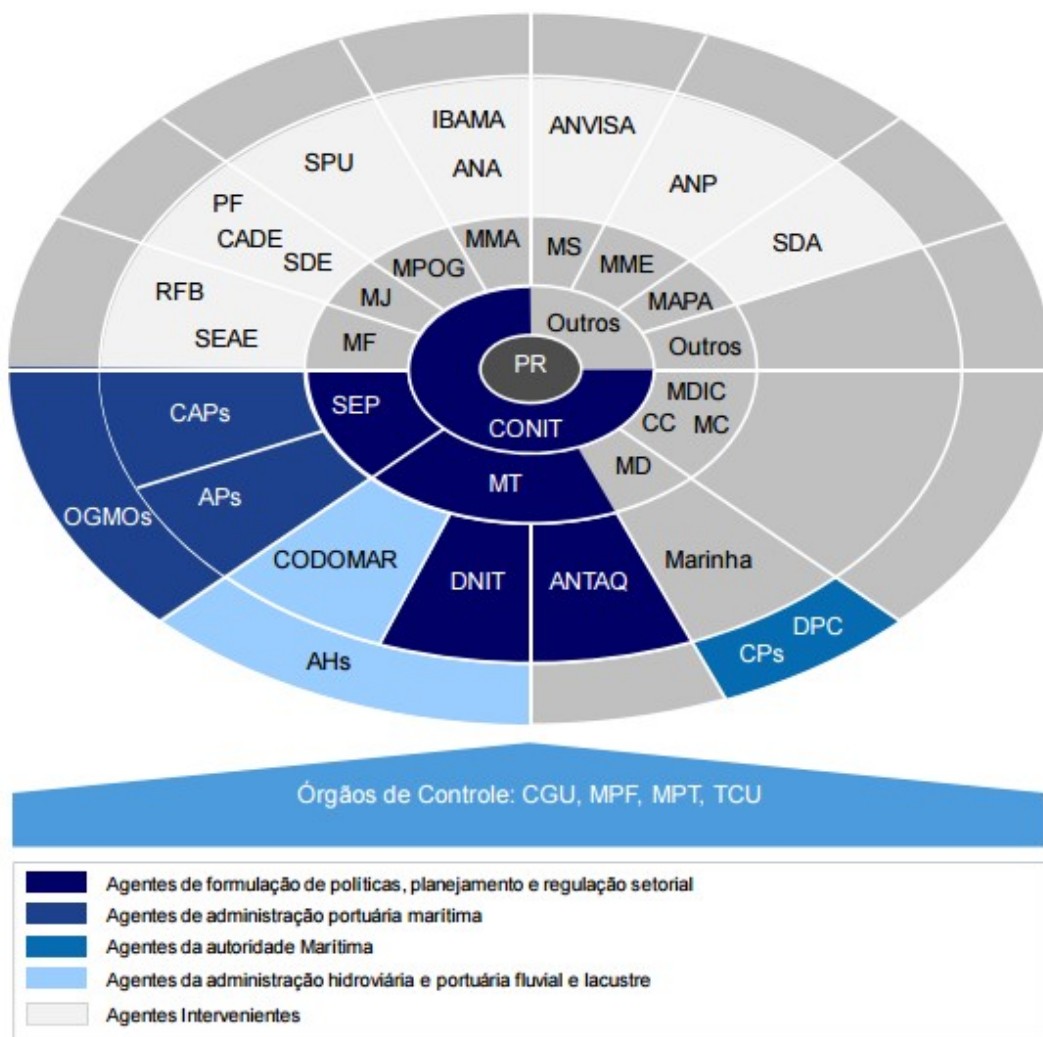
---

<sup>4</sup> Exceção do Porto de Imituba, que é gerido por um agente privado.

<sup>5</sup> A Lei 12.815/2013 prevê em seu artigo 3º, inciso XIII, a definição de operador portuário, como: pessoa jurídica pré-qualificada para exercer as atividades de movimentação de passageiros ou movimentação e armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes de transporte aquaviário, dentro da área do porto organizado.

MT (Ministério dos Transportes); ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários); e DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

Figura 1 – Organização Hierárquica das instituições responsáveis pela gestão portuária



Fonte: Booz E Company, 2012.

Conforme a Figura 1, no estudo da Booz E Company (2012) foi analisada a política de gestão de outros portos internacionais de magnitude elevada e constatou-se que a maioria deles possui planejamento e gestão centralizada no Ministério dos Transportes, sem a atuação de setores específicos para o modal marítimo.

Além disso, o governo da Bélgica<sup>6</sup>, França<sup>7</sup> e Holanda<sup>8</sup> possuem como responsabilidade atuar com investimentos na infraestrutura portuária (participação

<sup>6</sup> Porto de Antuérpia: Segundo maior porto da Europa

variável nos investimentos a depender da situação); infraestrutura de acesso; regulação e fiscalização de atividades; planejamento e políticas. Fonte?

Os portos brasileiros possuem algumas defasagens se comparados às instalações de outros países sendo primordial a atuação de investimentos nesse setor, considerando o alto percentual de exportações por esse meio. Segundo Monié (2011) os serviços brasileiros são relativamente precários e os custos são muito elevados em relação ao padrão mundial, em sua pesquisa o autor cita diversos problemas no campo operacional que dificultam a operação portuária.

O próximo tópico explica especificamente sobre todos os portos organizados brasileiros, suas características, assim como seus principais produtos e países com quem mantêm transações comerciais. Com isso, foi possível analisar adequadamente o investimento e foco realizado para a manutenção das operações de tais portos.

### **2.2.1 Infraestrutura Portuária**

O Brasil é formado por 37 portos organizados (Secretaria Nacional de Portos, 2015), sendo 18 deles delegados e 19 administrados por Companhia Docas. O foco dessa pesquisa será direcionado na classificação dos portos organizados que realizam operações por via marítima, logo não serão considerados para análise os seguintes Portos fluviais: Porto de Estrela (RS); Porto de Cachoeira do Sul (RS); Porto de Porto Velho (RO).

Os dados de todos os portos foram retirados da plataforma Alice Web (MDIC), utilizando o filtro de vias marítimas. Os portos organizados de Pelotas (RS); Vila do Conde (PA); Antonina (PR); Barra do Riacho (ES); Angra dos Reis (RJ); Forno/Arraial do Cabo (RJ); e Laguna (SC), não possuía informações disponibilizadas pelo MDIC, tampouco dados confiáveis pelos meios de comunicação dos órgãos responsáveis. Por esse motivo, o número de Portos organizados analisados reduziu para vinte e sete e serão detalhados na metodologia desse trabalho.

---

<sup>7</sup> Porto de Le Havre: Nono maior porto da Europa

<sup>8</sup> Roterdã: Maior porto europeu e quarto maior do mundo; IJ muiden: Porto Privado Regional

No estudo de Wanke; Hijjar (2009) foram analisadas respostas obtidas por 101 questionários enviados para os maiores exportadores brasileiros, suas conclusões sobre o cenário da infraestrutura portuária destacaram o problema de escoamento e acesso aos portos como principais dificuldades nas transações de mercadorias por esse meio.

Analisando a infraestrutura portuária, no estudo de Barros (2013), foi constatado que com investimentos realizados no porto de Santos, através de políticas governamentais, ocorreu uma elevação no patamar no qual se encontrava de acordo com critérios pré-determinados na pesquisa, tendo os pilares e aprimoramento da classificação do IPEA. Porém, essa realidade não é comprovada em todos os portos do país.

A classificação do IPEA (2009) utilizou as seguintes variáveis como as de maior relevância para os portos brasileiros: porte (grande, médio ou pequeno), hinterlândia<sup>9</sup>, participação no comércio internacional do Brasil, setores de atividades, classificação no âmbito de atuação (regional, nacional ou local), e valor agregado médio dos produtos movimentados.

Cada variável possui um peso e a pontuação varia de acordo com o maior impacto do porto em determinada categoria. Com esses quesitos foi possível analisar e elencar os portos em posições de maior importância, de acordo com os critérios definidos pelo estudo do IPEA<sup>10</sup>.

O porto do Itaquí alcançou a décima quarta posição geral entre os portos organizados do Brasil. Foi o último da colocação no quesito de portos de grande porte, e apresentou números muito baixos nas outras características. Porém, é um dos portos que mais se destaca no cenário brasileiro, sendo o 6º maior exportador em quesitos monetários e o primeiro em relação ao peso de cargas movimentadas analisando dados de 2016 (AliceWEB – MDIC).

---

<sup>9</sup> Área de passagem entre a origem e a destinação da carga utilizando o porto, é definida por relações econômicas, comerciais e geográficas. (Cole e Villa, 2006)

<sup>10</sup> Critérios de avaliação e *ranking* dos portos brasileiros detalhados no anexo.

## 2.2.2 Porto do Itaqui

O Porto do Itaqui ou Porto de São Luís localiza-se no Estado do Maranhão e entrou em operação em 1972 com a construção de um cais de 637 metros. Atualmente, o porto possui seis berços<sup>11</sup> (100, 101, 102, 103, 104, 105) e um píer petroleiro (106), estando o outro em obras e fora de operação. Na tabela 2 é possível observar a descrição da infraestrutura desse porto.

Tabela 2 – Infraestrutura do Porto do Itaqui

Berço	Estado de Conservação	Profundidade (M)	Medida do Calado Máximo (M)	Tipos de Navios
100	Novo	15	14,5	Granéis Sólidos e Carga Geral
101	Reformado	12	11,5	Granéis Sólidos e Carga Geral
102	Regular	12	11,5	Granéis Sólidos, Granéis Líquidos e Carga Geral
103	Regular	15	14,5	Granéis Sólidos e Carga Geral
104	Regular	13	12,5	Granéis Líquidos e Carga Geral
105	Regular	18	17,5	Granéis Sólidos
106	Regular	19	18,5	Granéis Líquidos
108	Em obra	19	18,5	Granéis Líquidos

Fonte: Site do Porto do Itaqui – Infraestrutura, 2017.

A Tabela 2 engloba os principais detalhes sobre os tipos de produtos transitados pelo porto e detalha sobre a profundidade de cada berço, ponto importante para a escolha de um porto a depender do tamanho do navio e mercadoria que transporta.

O Porto do Itaqui possui diversos pontos de acesso, sendo eles: hidroviários; e terrestres (rodovias, ferrovias, dutovias, e correias transportadoras). Apesar da diversidade de vias de acesso ao porto, o valor em quesito de hinterlândias ainda é pequeno na participação de outros Estados na exportação pelo meio marítimo.

<sup>11</sup> Os berços são uma parte do cais em que os navios podem atracar para operar, ou seja, embarcar e desembarcar cargas em segurança. (ANTAQ, 2009).



Na hinterlândia primária<sup>12</sup>, possui somente dois Estados: Pará (US\$ 6.371.874.503,00<sup>13</sup>), e o próprio Maranhão (US\$ 2.063.357.476,00). Em relação à Hinterlândia secundária<sup>14</sup>, o Mato Grosso (US\$ 276.446.329,00) é o único Estado que se enquadra com pouco mais de 2% do comércio internacional destinado as exportações pelo porto do Itaqui. E em quesitos de hinterlândia terciária<sup>15</sup> nenhum Estado conseguiu alcançar um mínimo de 10% das transações internacionais pelo Porto de São Luís. Em comparação aos estudos do IPEA em 2007 houve uma troca do Estado de São Paulo como hinterlândia secundária para o Estado do Mato Grosso.

Os cinco principais países destino de exportação dos produtos que saem do Porto do Itaqui foram a China, Países Baixos (Holanda), Malásia, Alemanha, e Japão, analisando as exportações totais de 2016 pelos dados do MDIC. Apesar da proximidade e relevância dada aos Estados Unidos no Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto do Itaqui, somente 3,6% do valor monetário exportado, percentual de exportação por países de destino retirados da base de dados Alice Web (MDIC) no período de 2016, são relativos às transações com os Estados Unidos, enquanto 40% do valor total exportado pelo Porto do Itaqui possuem a China como consumidora final.

Os produtos que são mais exportados por esse meio são do grupo: Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens; Minérios, escórias e cinzas; Produtos químicos inorgânicos; compostos inorgânicos ou orgânicos de metais preciosos, de elementos radioativos, de metais das terras raras ou de isótopos, de acordo com dados retirados pela plataforma AliceWeb para exportação no ano de 2016.

O Itaqui é o sexto Porto com maior relevância em questões monetárias para o País, demonstrando sua importância diante desse mercado (AliceWeb, 2017). Na figura 2 é possível observar as movimentações em quantidade e valor monetário desde o ano de 2012 a 2016. Essa pesquisa possui o intuito de analisar e estudar

---

<sup>12</sup> A participação de cada porto no comércio internacional da UF deve ser superior a 10% e os valores movimentados por UF iguais ou superiores a US\$ 100 milhões.

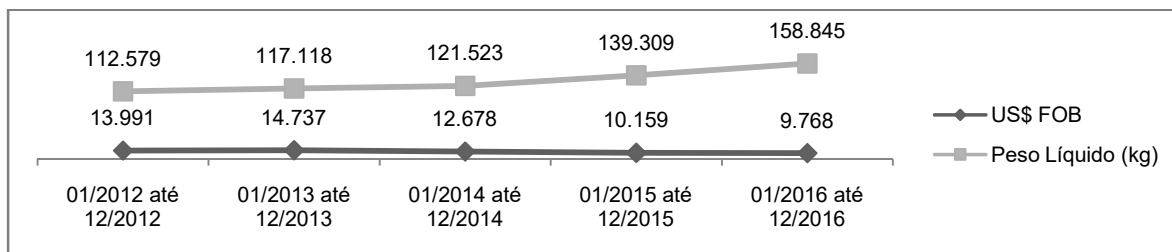
<sup>13</sup> Valores relativos a cargas exportadas pelo Porto do Maranhão advindo dos respectivos estados no ano de 2016 (Jan a Dez).

<sup>14</sup> Valores movimentados maiores ou iguais a US\$ 100 milhões.

<sup>15</sup> Participação de cada porto no comércio internacional da UF deve ser superior a 10% e valores movimentados abaixo de US\$ 100 milhões.

mais sobre as características desse Porto para um futuro aprimoramento no sistema portuário brasileiro. Na Figura 2 seguem os valores comparados por período.

Figura 2 - Movimentações pelo Porto do Itaqui por via marítima (Valores em Bilhões)



Fonte: Alice Web, 2017. Adaptação da autora.

A Figura 2 ilustra o crescimento da quantidade movimentada por esse Porto desde o ano de 2012. Os valores demonstram-se positivos ao analisar a quantidade movimentada em peso por esse Porto, porém o valor monetário total diminuiu. A redução da quantidade monetária movimentada pelo Porto inclui principalmente, a baixa no valor de mercado dos minérios na economia, um dos principais produtos transitados pelo Porto do Itaqui.

## 2.3 Mercado externo

A demanda pode ser definida pelo volume total que seria comprado por alguns determinantes, como: um grupo definido de consumidores; uma área geográfica específica, em um período de tempo definido (KOTLER, 1988). Sua previsão é essencial para um bom planejamento e execução de ações correspondente as necessidades, para Betarelli (2011) a previsão na área de transportes pode auxiliar na visão antecipada de gargalos e facilitar a execução de soluções, como investimentos e melhorias em infraestrutura de transportes.

Kotler (1988) defende que o Potencial total de mercado é a quantidade máxima a ser vendida em unidades ou valor monetário que se pode estimar para qualquer empresa no período especificado, com certo nível de esforço de marketing do setor dentro das condições ambientais. Por outro lado, a demanda de mercado é o volume total comprado por consumidores delimitados em uma área definida com um tempo específico sob efeitos de um programa de marketing definido.

Sendo assim, conclui-se que a pesquisa visa estimar o Potencial de demanda do Porto do Itaqui, pois a esse método não serão implementados programas específicos de marketing e considerados para análise. Serão analisados os mercados, origens e principais produtos para que se alcance o resultado do potencial de mercado desejado.

Segundo O'Loughlin (1967), existem três razões principais pelas quais os países realizam trocas comerciais: por não conseguirem produzir alguns bens; por não produzirem de uma maneira tão eficiente e com menores custos alguns bens como outros países; e por escolha do próprio comércio em não produzir um bem em prol de outro, preferindo assim, importar certos produtos.

Para que essas trocas sejam realizadas os países focam em seus produtos principais e mercados que pode atingir. O Brasil é o vigésimo quinto país com maior exportação do mundo, de acordo com dados da OMC (Organização Mundial do Comércio). O país manteve sua posição no ranking em relação ao ano de 2015, apesar da queda do PIB entre os anos de 2015 e 2016. Analisando o PIB brasileiro de 2016, constata-se que aproximadamente 7,4% dessas transações foram realizadas por vias marítimas (AliceWeb, 2017).

Entre os países que mais demandam mercadorias brasileiras estão: China, Estados Unidos, Espanha, Índia, Países Baixos (Holanda), Chile, Malásia, Taiwan, Japão, e Coréia do Sul (Alice Web, 2017). Esses países são os maiores consumidores brasileiros analisando exportações por todas as vias (Alice Web, 2017).

Em relação ao ranking de produtos, não há dúvidas sobre as mercadorias mais exportadas no Brasil no ano de 2017, segundo dados do MDIC (2018). As cinco categorias que obtiveram valores monetários mais expressivos foram: Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens (Código 12)<sup>16</sup>; Minérios, escórias e cinzas (Código 26); Combustíveis minerais, óleos minerais e produtos da sua destilação; matérias betuminosas; ceras minerais (Código 27); Carnes e miudezas, comestíveis (Código 02); Açúcares e produtos de confeitaria, (Código 17).

---

<sup>16</sup> O Brasil utiliza a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) para categorizar mercadorias, esse padrão é baseado no Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias (SH). A nomenclatura pode ser composta de até 08 dígitos. Os 02 dígitos definem o capítulo, sendo o grupo de mercadorias mais abrangente do sistema; o grupo de 04 dígitos representa a posição, sendo o nível adequado de aprofundamento para esse estudo.

Os estados que mais exportaram mercadorias no ano de 2017 foram: São Paulo; Minas Gerais; Rio de Janeiro; Paraná; e Rio Grande do Sul. O Maranhão encontra-se como décimo terceiro estado de maior exportação considerando a relevância monetária que possuem, esses valores consideram as exportações por todos os modais e caracterizam o valor total de exportação brasileira em dólares no período de 2017. Considerando a soma de todos os estado o valor é de aproximadamente 211 bilhões de dólares exportados por todos os Estados brasileiros segundo dados do MDIC no ano de 2017.

### **2.3.1 Exportações no setor portuário**

A atividade portuária brasileira está em franco crescimento desde o início dos anos 2000 (MONIÉ, 2011). As mudanças no setor relacionadas à legislação e modernização dos portos auxiliaram nesse aumento de participação do setor. Betarelli (2007) destaca que o modal de transporte marítimo foi classificado como modal chave em relação às exportações para China, Nafta<sup>17</sup> e União Européia. Além disso, em relação à evolução por natureza de cargas, os dados indicam uma progressão dos diferentes segmentos (MONIÉ, 2011).

Estudos direcionados à demanda das exportações, como em Betarelli (2011); Reis (2013); e Fleury (2005), sobre os modais rodoviário, ferroviário, fluvial, aéreo e marítimo no Brasil corroboram para novas decisões de planejamento. Os planejadores públicos estão preocupando-se com mais atenção às interações e efeitos das exportações por diferentes modais. O que modifica a forma de se planejar e investir diante do cenário mercadológico.

Com essa análise, é importante destacar o nível de eficiência do setor portuário para que haja um aumento de exportações por tais portos. Portos eficientes minimizam a permanência do navio<sup>18</sup>, melhoram o desempenho operacional, a qualidade da infra-estrutura existente e o grau de segurança associado à operação (FIGUEIREDO, 2001).

O Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) foi traçado em 2015 e possui objetivos, metas e indicadores para mensuração da evolução do setor no

---

<sup>17</sup> Os modais rodoviários e fluviais também foram considerados chave para exportação para o Nafta.

<sup>18</sup> Soma da espera para atracação, tempo de operação e tempo para liberação do navio.

sistema brasileiro. O plano prevê objetivos de capacidade; gestão e economia; operações; e meio ambiente e logística. Com a finalidade de incentivar e direcionar as ações para o cumprimento dos indicadores, como alcançar margens positivas de operação e líquida em todos os portos. Posteriormente, espera-se um aumento na exportação, que tem como slogan “+ Brasil no Mundo”, através de investimentos na infraestrutura e melhoria em processos definidos no PNLN.

## 2.4 Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional surge no ímpeto de resolver problemas que envolvem a melhor alocação de recursos, a fim de obter o máximo de eficiência possível, surgindo nos primórdios da Segunda Guerra Mundial utilizada por militares (HILLIER, 2013). O modelo matemático é um sistema que auxilia a solucionar problemas de transportes e as principais ferramentas utilizadas para a resolução são o método simplex e de pontos interiores (ARENALES, 2007).

Segundo Andrade (2015) a resolução para o problema de transportes é muito requisitado na área da Pesquisa Operacional, pois inclui o planejamento da rede logística de distribuição de produtos. Dentro dos problemas de transportes existem os problemas de transporte com transbordo que se caracterizam pela necessidade de cada fonte ou origem necessitar de um ponto intermediário para fornecer as mercadorias e transitá-las até o destino (ANDRADE, 2015), para análise do trabalho foi necessária uma resolução utilizando-se os problemas de transbordo. No caso de estudo, os portos foram os pontos intermediários de ligação entre as origens (Estados) aos destinos (Países).

Estudando a categoria de problemas de transporte, existem dois tipos diferentes de Problemas de Fluxo multiprodutos diferenciados por Silva (2007) em nó-arco; ou arco-rota. O arco-rota apresenta menos restrições ao problema, porém exige que os caminhos já estejam pré-delimitados, enquanto o nó-arco não necessita de caminhos pré-definidos. Para esse estudo, a modelagem utilizada foi embasada nos problemas de fluxo multiprodutos arco-rota, utilizando programação matemática por já possuírem dados sobre as rotas traçadas.

Para esse modelo são utilizadas formas de minimização de distâncias desses transportes para que haja menor impacto no transporte logístico da cadeia no geral.

Na especificidade da pesquisa é importante delimitar os pontos de origens, os pontos de destino que ofertam produtos para o mercado exterior, e os portos de estudo. Todos os dados coletados serão especificados na metodologia.

### 2.4.1 Modelo matemático e aplicação

O modelo utilizado para estimar o potencial de demanda do Porto do Itaqui foi um modelo matemático de programação linear, baseado na categoria de transportes como Problema de Fluxo Multiprodutos.

Esse problema considerou a oferta dos produtos “carnes” (código 02), “sementes” (código 12), e “açúcares” (código 17) nos estados brasileiros que os exportam e a demanda por esses produtos nos dez principais países compradores. As capitais dos estados foram consideradas como ponto de origem, os portos brasileiros como pontos de escoamento desses produtos para os países de destino final.

O modelo desenvolvido busca a minimização das distâncias percorridas para o transporte dos múltiplos produtos, entre cada par origem (capital brasileira) - destino (capital do país exportador), passando pelos portos brasileiros. Os resultados possibilitam a observação do potencial de demanda do Porto do Itaqui em detrimento a outros portos nos quesitos definidos. A tabela 3 resume as principais definições utilizadas na modelagem matemática segundo Longaray (2013).

Tabela 3 – Definições Pesquisa Operacional

<b>Objetivo do modelo</b>	Função matemática que indica o que se quer alcançar com determinada decisão
<b>Restrições</b>	Expressam as relações matemáticas existentes entre as variáveis do problema e as limitações identificadas no cenário do processo decisório
<b>Função Objetivo</b>	Parte do modelo que explicita o que se pretende
<b>Minimização</b>	O quanto se quer diminuir alguma coisa, por exemplo, despesas ou custos

Fonte: Adaptação da autora (2018). Definições de Longaray (2013).

Os índices do modelo estão indicados na Tabela 4, os parâmetros na Tabela 5 e as variáveis na Tabela 6.

Os índices definidos pelo modelo são:

Tabela 4 – Índices do Modelo

Índices	
i	Origem
j	Porto
k	Destino
p	Produto

Fonte: Autora (2018).

Os parâmetros descritos correspondem aos seguintes significados:

Tabela 5 – Parâmetros do Modelo

Parâmetros	
$D_{ij}$	Distância entre origem e porto
$D_{jk}$	Distância entre porto e destino
$O_p$	Oferta do Produto
$D_p$	Demanda do Produto

Fonte: Autora (2018).

Tabelas 6 – Variáveis do Modelo

Variáveis de Decisão	
$F_{ijp}$	Volume movimentado no fluxo entre origem e porto por produto
$F_{jkp}$	Volume movimentado no fluxo entre porto e destino por produto

Fonte: Autora (2018).

A função objetivo do modelo caracteriza-se por:

Quadro 1 – Função Objetivo do Modelo

$$\text{Min} \sum_{ijp} D_{ij} F_{ijp} + \sum_{jkp} D_{jk} F_{jkp}$$

As restrições do modelo são definidas por:

Quadro2 – Restrição da Demanda

$$\sum_j F_{jkp} = D_{kp} \quad \forall (p \in P)$$

Quadro 3 – Restrição da Oferta

$$\sum_j F_{ijp} \leq O_{ip} \quad \forall (i \in I, p \in P)$$

Quadro 4 – Restrição do Fluxo

$$\sum_i F_{ijp} = \sum_k F_{ikp} \quad \forall (j \in J, p \in P)$$

Através dos dados coletados foi possível aplicar o modelo de programação linear proposto para o problema de fluxo de multiprodutos. O software escolhido para aplicação computacional do modelo foi o *software* Lingo – versão 17.0. Os resultados foram obtidos em 0,45 segundos com um computador Intel Core i3, 2.0 GHz com 4GB de memória RAM.

Tabela 7 – Desempenho computacional do *software* Lingo

Quantidade considerada para os Índices	Quantidade de Variáveis	Tempo de resolução
i = 27 j = 27 k = 10 p = 3	3024	0.45 segundos

Fonte: Autora (2018).

Para aplicação do modelo no *software* foram inclusos todos os dados coletados, expostos na metodologia. A ilustração 1 reflete a exata aplicação no software. Nas ilustrações retiradas do modelo aplicado no *software* não foi possível capturar todos os dados, porém todos os dados utilizados foram descritos na metodologia detalhadamente.



### Ilustração 1 - Aplicação do Modelo no *software Lingo*: índices e parâmetros

```

SETS:
ORIGEM: OC,OS,OA;
PORTO: FLUXO;
DESTINO: DC,DS,DA;
!Carne;
ARCO1 (ORIGEM,PORTO): DISTANCIA1, FLUXO1;
ARCO2 (PORTO,DESTINO): DISTANCIA2, FLUXO2;
!Semente;
ARCO3 (ORIGEM,PORTO): DISTANCIA3, FLUXO3;
ARCO4 (PORTO,DESTINO): DISTANCIA4, FLUXO4;
!Acucar;
ARCO5 (ORIGEM,PORTO): DISTANCIA5, FLUXO5;
ARCO6 (PORTO,DESTINO): DISTANCIA6, FLUXO6;
ENDSETS

DATA:
ORIGEM= AC AL AP AM BA CE DF ES GO MA MT MS MG
PORTO= Manaus Salvador Natal Santana Niteroi Santarem Pranagua
DESTINO= China HongKong Russia ArabiaSaudita Emirados Egito Ira
DISTANCIA1= 1400 4479 4727 2677 3902 2133 3771 3603 3895 3850 4093 3668
4682 585 544 3552 2090 3008 2956 2568 2083 3054 3615 2618 240 259
2115 2980 3035 20 3631 564 3574 3491 3624 3653 3896 3556 2977 2942
3 4860 4708 2658 4283 2114 4151 3983 4276 4230 4473 4049 4650 4615
4863 3 1092 3503 1640 2959 2506 2118 1633 2604 3165 2169 788 807
4198 1189 526 3068 2593 2524 3540 3199 2586 3638 4199 3265 831 785
3426 1449 2405 3008 1174 2464 1457 1116 1167 1555 2116 1181 2106 2126
4454 1046 2129 4337 503 3793 1429 1033 520 1527 2088 960 1825 1844
3246 1646 2603 3023 1311 2479 1352 1011 1304 1450 2011 1077 2304 2324
3536 1597 1416 2406 3080 1862 3357 3016 3073 3456 4016 3082 1595 1560
2347 2515 3471 2314 1938 1770 1806 1638 1931 1885 2128 1704 3172 3192

```

Fonte: Autora. *Software Lingo* utilizado em maio de 2018.

A ilustração 2 retrata os dados de distância entre origem e portos; portos e países de destino aplicados na modelagem do *software*. Todas as distâncias detalhadas estão contidas nas tabelas 13, 14 e 15 da metodologia.

## Ilustração 2 - Aplicação do Modelo no software Lingo: Dados

The screenshot shows the Lingo software interface with a menu bar (File, Edit, Solver, Window, Help) and a toolbar. The main window displays two data tables. The first table, labeled 'DISTANCIA2=', contains 15 rows and 12 columns of numerical data. The second table, labeled 'DISTANCIA3=', contains 15 rows and 12 columns of numerical data. The data represents distances between various ports and origins/destinations.

DISTANCIA2=											
29193	27510	18185	16151	19865	14229	20183	31232	23494	12451		
25219	23537	16592	14555	18053	12631	18372	27295	20494	10855		
25663	24000	15572	13540	17253	11616	17572	27713	20911	9840		
27347	25663	13683	14372	18085	12449	18403	29325	21715	10875		
24609	22928	17964	15933	17324	14009	17642	26560	19765	12232		
28424	26741	17416	15383	19096	13460	19415	30464	22726	11682		
24789	23106	18844	16344	17483	14890	17801	26719	19924	13112		
24680	22998	18426	16366	17507	14470	17826	26752	19946	12694		
24615	22931	17968	15936	17327	14012	17646	26563	19768	12236		
24900	23217	18955	16455	17594	15001	17913	26830	20035	13223		
24337	22654	19535	15940	17079	15579	17400	26324	19479	13801		
24809	23128	18555	16496	17637	14599	17955	26882	20076	12823		
25450	23767	15849	13818	17531	11894	17850	27419	20609	10117		
25489	23806	15742	13710	17424	11788	17742	27443	20644	10012		
23983	22302	19596	15694	16835	15640	17153	26067	19276	13864		
24620	22937	17481	15449	17407	13525	17725	26645	19846	11749		
26911	25228	16196	14162	17876	12238	18194	28902	21505	10462		
26198	24515	15714	13679	17392	11756	17711	28189	21385	9979		
24424	22741	18911	16133	17274	14955	17592	26510	19713	13179		
24995	23311	16872	14833	17838	12910	18151	27111	20278	11132		
25235	23552	16603	14572	18070	12647	18389	27310	20511	10871		
24419	22735	19040	16040	17179	15085	17498	26413	19579	13307		
25943	24259	15568	13534	17248	11612	17566	27886	21076	9836		
24535	22852	18127	16096	17366	14172	17685	26602	19761	12395		
27545	25861	16537	14503	18216	12581	18535	29584	21846	10803		
25532	23848	15635	13603	17316	11681	17635	27550	20759	9903		
25432	23748	16092	14059	18146	12134	18464	27378	20587	10358		

DISTANCIA3=															
1400	4479	4727	2677	3902	2133	3771	3603	3895	3850	4093	3668	5137	5157		
4682	585	544	3552	2090	3008	2956	2568	2083	3054	3615	2618	240	259	3846	1624
2115	2980	3035	20	3631	564	3574	3491	3624	3653	3896	3556	2977	2942	4111	3723
3	4860	4708	2658	4283	2114	4151	3983	4276	4230	4473	4049	4650	4615	4688	4459
4863	3	1092	3503	1640	2959	2506	2118	1633	2604	3165	2169	788	807	3397	1175
4198	1189	526	3068	2593	2524	3540	3199	2586	3638	4199	3265	831	785	4431	2162
3426	1449	2405	3008	1174	2464	1457	1116	1167	1555	2116	1181	2106	2126	2347	1266
4454	1046	2129	4337	503	3793	1429	1033	520	1527	2088	960	1825	1844	2320	7
3246	1646	2603	3023	1311	2479	1352	1011	1304	1450	2011	1077	2304	2324	2243	1418

Fonte: Autora. Software Lingo utilizado em maio de 2018.

O objetivo do modelo, suas restrições e os dados de ofertas e demandas por produtos; estão expostas na ilustração 3.

## Ilustração 3 - Aplicação do Modelo no software Lingo: Função Objetivo e Restrições

The screenshot shows the Lingo software interface with a menu bar (Lingo Model - Lingo1) and a toolbar. The main window displays the objective function and constraints for a model. The objective function is defined as the sum of distances multiplied by fluxes for six arcs. The constraints are defined for each origin and destination, ensuring that the total flux leaving an origin equals the total flux entering a destination.

```

OC = 12419 0 0 0 48343 270 325691 38679 3141611 43290 3207972 2251041 2391002
OS = 33319 0 0 0 27199465 1334573 2095519 1062942 44011338 14226666 139941748
OA = 0 1235200 0 0 0 454 0 0 3276307 0 0 3673212 12606876 0

DC= 6517579 7391917 4917299 6330950 3302692 3147833 1371474 4398001 314 1383122;
DS= 537970416 1 10802435 2753768 1327 1095439 12471092 4837282 1 16153816;
DA= 3341906 14585 4948802 13962674 22838100 15741686 7258154 9851 28372841 385494;

ENDDATA

MIN = @SUM(Arco1(I,J):Distancia1(I,J)*Fluxo1)+@SUM(Arco2(J,K):Distancia2(J,K)*Fluxo2(J,K))+
@SUM(Arco3(I,J):Distancia3(I,J)*Fluxo3)+@SUM(Arco4(J,K):Distancia4(J,K)*Fluxo4(J,K))+
@SUM(Arco5(I,J):Distancia5(I,J)*Fluxo5)+@SUM(Arco6(J,K):Distancia6(J,K)*Fluxo6(J,K));

@FOR(Origem(I):@SUM(Porto(J):Fluxo1(I,J))<=OC(I));
@FOR(Origem(I):@SUM(Porto(J):Fluxo3(I,J))<=OS(I));
@FOR(Origem(I):@SUM(Porto(J):Fluxo5(I,J))<=OA(I));

@FOR(Destino(K):@SUM(Porto(J):Fluxo2(J,K))=DC(K));
@FOR(Destino(K):@SUM(Porto(J):Fluxo4(J,K))=DS(K));
@FOR(Destino(K):@SUM(Porto(J):Fluxo6(J,K))=DA(K));

@FOR(Porto(J):@SUM(Origem(I):Fluxo1(I,J))=@SUM(Destino(K):Fluxo2(J,K)));
@FOR(Porto(J):@SUM(Origem(I):Fluxo3(I,J))=@SUM(Destino(K):Fluxo4(J,K)));
@FOR(Porto(J):@SUM(Origem(I):Fluxo5(I,J))=@SUM(Destino(K):Fluxo6(J,K)));

END

```

Fonte: Autora. Software Lingo utilizado em maio de 2018.

### 3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

A metodologia científica surge da necessidade de explicar a natureza e seus fenômenos a partir de métodos concretos de estudo. Muitos caminhos foram percorridos antes para descobrir os melhores meios de se alcançar a verdade, a partir de conhecimentos filosóficos, religiosos e míticos que buscavam em suas bases as explicações para os acontecimentos (LAKATOS, MARCONI; 2010).

Para Lakatos; Marconi (2010) o método busca alcançar um resultado final (conhecimentos válidos e verdadeiros) com segurança e economia através de atividades sistemáticas e racionais delimitando o passo a passo e desenvolvimento a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Para uma correta análise metodológica desse estudo é necessário explicitar as principais diferenças entre a *Design Science Research*; o Estudo de Caso tradicional; e a Pesquisa-Ação tradicional. Em relação aos objetivos a *Design Science Research* e a Pesquisa-Ação se aplicam ao cenário estudado. A primeira objetiva alcançar soluções para os problemas práticos, enquanto a Pesquisa-Ação busca resolver ou explicar problemas de um sistema específico gerando conhecimento para a prática e teoria (LACERDA; DRESCH; PROENÇA; JUNIOR, 2013).

Entretanto, este estudo se inclui principalmente na *Design Science Research* pela obtenção de resultados a partir de modelos e métodos e não pela ação, como classificado na Pesquisa-Ação (LACERDA; DRESCH; PROENÇA; JUNIOR, 2013). A abordagem utilizada foi quantitativa com aplicação dos dados obtidos na modelagem matemática por um *software*.

Este capítulo tem como objetivo conceituar e definir os métodos utilizados na pesquisa, a fim de tornar o estudo legítimo e justificar os meios utilizados para o alcance do resultado final. Assim como é dito por Silva e Menezes (2005), a metodologia é o caminho determinado para a execução da pesquisa do início ao fim.

### 3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

As pesquisas podem ser classificadas de diversas formas, a observar-se o critério que mais necessita de enfoque. Os critérios utilizados para classificação das pesquisas são delimitados a partir de sua área de conhecimento, sua finalidade, objetivos gerais e métodos empregados (GIL, 2010).

Analisando pelo viés dos objetivos gerais da pesquisa, o presente estudo classifica-se como pesquisa descritiva. De modo que descreve as peculiaridades do sistema portuário brasileiro e do Porto do Itaqui (GIL, 2010). O caso prático envolvido na pesquisa é a exploração dos dados do Porto do Itaqui e suas variáveis de rota influenciando um potencial de mercado a ser delimitado ao final da pesquisa por meio de modelagem matemática e otimização de rotas.

Para embasar o assunto foram realizadas pesquisa bibliográfica e documental sobre o tema portuário no sistema logístico de transporte brasileiro. Além disso, pesquisas documentais, relatórios do governo com dados de exportação, utilização do Google APIs para mapeamento das distâncias internas entre origens e portos também apoiaram a elaboração do trabalho. Para aplicação do modelo selecionado para estimar o potencial de demanda foi utilizado um *software Lingo*, especializado para solucionar modelos de otimização.

Como definido por Gil (2010) essa pesquisa caracteriza-se como pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa seguindo modelos matemáticos com análise de dados das distâncias, ofertas e demandas das origens e destinos. Após a pesquisa foi aplicado o modelo matemático definido para análise dos resultados no Porto do Itaqui.

### 3.2 Caracterização do setor ou área

O objeto de estudo dessa pesquisa foi o Porto do Itaqui no Maranhão. Seu histórico começa pela necessidade dos franceses que habitavam as terras maranhenses no período de 1612, em utilizar um cais portuário para transporte de pessoas e mercadorias, no momento era conhecido como Porto de São Luís.

Após dois decretos foram permitidas obras para início da construção de uma instalação portuária bem equipada e que suprisse as necessidades da comunidade. É inaugurado então, o Porto do Itaqui em 1939. O Porto do Maranhão, até 2001, era administrado pela Companhia das Docas do Maranhão (CODOMAR) que transferiu a responsabilidade para a Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP).

Alguns fatores interessantes a serem destacados pelo setor foram os números alcançados em anos anteriores em relação, principalmente a movimentação de cargas, como visto em capítulos anteriores. Em 2015, houve um recorde histórico de toneladas movimentadas, e um crescimento de 21% em movimentação<sup>19</sup>.

Além de possuir um alto nível de movimentação, a variedade de acessos ao Porto é diversificada, por meios rodoviários, ferroviários e fluviais, trazendo uma vantagem em multimodais para a área e maior possibilidade de intercâmbio de cargas.

### **3.3 Caracterização dos instrumentos de pesquisa**

Os instrumentos da pesquisa foram retirados da Base de Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) através do site AliceWeb. Assim como a análise de documentos de fontes governamentais sobre os portos organizados brasileiros. Para a mensuração de distâncias foi utilizado o programa Google APIs<sup>20</sup> que coleta as informações através da base de dados do Google Maps.

### **3.4 Delimitação das análises de dados**

A amostra é uma parcela, convenientemente selecionada da população, e que podem influenciar legitimamente os resultados da população total (MARCONI,

---

<sup>19</sup> Em anexo (A ao D) estão as tabelas fornecidas pelo site da EMAP com as quantidades de cargas movimentadas por quantidade e categoria de produtos.

<sup>20</sup> <https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/intro#DistanceMatrixResponses>

LAKATO; 2012). Essas amostras podem ser divididas em dois principais ramos, amostras não-probabilísticas que são derivadas de amostras acidentais; amostras probabilísticas identificadas através de sorteios e delimitadas conforme o intuito da pesquisa (GIL, 2010).

O estudo se utilizará de uma amostra por conveniência para delimitar a escolha dos países de destino das mercadorias especificadas. O projeto envolve a estimativa de demanda para exportação de três produtos pelo Porto do Itaqui (MA) sob a análise de distâncias internas (origens), estados que produzem/ extraem/ ou cultivam os produtos especificados, e os países (destinos) que demandam esses produtos. Para isso, serão utilizados alguns métodos de amostragem para definição: dos três produtos escolhidos; dos pontos internos para cálculo de distâncias; e dos países de destino dos produtos.

A principal base de dados escolhida para a análise das exportações foi o Sistema Alice Web (Análise das Informações de Comércio Exterior)<sup>21</sup>. *Online* e gratuitamente, o sistema foi desenvolvido pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO) para utilização da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) e melhor disseminação de informações de exportação para o público e o governo.

A amostra de produtos escolhida foi delimitada pela análise dos cinco grupos de produto de maior relevância monetária exportados no período de janeiro a dezembro de 2017 por via marítima. Os dados retirados do Sistema Alice Web, são categorizados por Códigos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), o formato utilizado para essa análise será o código de dois dígitos<sup>22</sup>.

Os cinco produtos de maior expressividade monetária representam 50% das exportações brasileiras por via marítima, e 82% do volume exportado. Os números demonstram a importância do agronegócio nas exportações brasileiras, três produtos desse setor estão como principais representantes do comércio externo, totalizando 27% de todas as exportações brasileiras realizadas por via marítima.

---

<sup>21</sup> Disponível em [aliceweb.mdic.gov.br](http://aliceweb.mdic.gov.br)

<sup>22</sup> O Brasil utiliza a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) para categorizar mercadorias, esse padrão é baseado no Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias (SH). A nomenclatura pode ser composta de até 08 dígitos, incluindo a definição detalhada da mercadoria. Para fins desse estudo será utilizado o SH de 02 dígitos, sendo o grupo de mercadorias mais abrangente do sistema.

Tabela 8 – *Ranking* dos cinco produtos mais exportados em 2017

Código	Descrição	US\$ FOB	% US\$ FOB	Kg Líquido	% Kg Líquido
12	Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens	\$ 25.144.460.360	14%	66148770434	10%
26	Minérios, escórias e cinzas	\$ 21.988.565.970	12%	385366990690	58%
27	Combustíveis minerais, óleos minerais e produtos da sua destilação; matérias betuminosas; ceras minerais	\$ 18.135.276.280	10%	56483272541	8%
02	Carnes e miudezas, comestíveis	\$ 13.373.171.709	7%	6013518273	1%
17	Açúcares e produtos de confeitaria	\$ 11.412.980.955	6%	28544019041	4%
Subtotal		\$ 90.054.455.274	50%	542556570979	82%
Total geral		\$ 179.578.376.837	100%	664674086030	100%

Fonte: Autora. Adaptação: Sistema Alice Web, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por via marítima, dos produtos SH 02 dígitos.

O produto minérios, escórias e cinza (código 26) foi desconsiderado, ainda que tenha maior significância que os produtos 02 e 17, por ser um bem comercializado por poucas empresas no Brasil, com detenção de terminais portuários exclusivos. Em relação aos combustíveis minerais, óleos minerais e produtos da sua destilação; matérias betuminosas; cereais minerais (Código 27) com 10% das transações externas, também retirado do critério de análise pelo mesmo motivo supracitado e por depender de transporte dutoviário presente em pontos internos específicos.

O ponto focal da pesquisa voltou-se para produtos do agronegócio, setor de forte influência econômica nos índices de trocas comerciais brasileira. Os três produtos mais relevantes no sistema de exportações brasileiro em 2017, segundo dados retirados do sistema Alice Web, foram: Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens (Código 12); Carnes e miudezas, comestíveis (Código 02); e Açúcares e Produtos de Confeitaria (Código 17).

Para aplicação do modelo matemático e análise das três categorias de produtos foi necessária a coleta dos dados de oferta desses produtos por estados brasileiros que os produzem/ cultivam / extraem, totalizando uma quantia de aproximadamente 721 bilhões de quilogramas líquidos movimentados no ano de 2017 para os produtos delimitados. Na tabela 9 estão explicitados os dados

ofertados nos Estados por produtos, todos os dados foram coletados através da plataforma AliceWeb no ano de 2018.

Tabela 9 – Oferta dos Produtos por Estados em 2017

UF	Estado	"Carnes" (02)	"Sementes" (12)	"Açúcares" (17)	Total Kg Líquido
AC	ACRE	12.419	-	-	12.419
AL	ALAGOAS	-	-	1.235.200	1.235.200
AP	AMAPA	-	33.319	-	33.319
AM	AMAZONAS	-	-	-	0
BA	BAHIA	48.343	27.199.465	-	27.247.809
CE	CEARA	270	1.334.573	454	1.335.297
DF	DISTRITO FEDERAL	325.691	2.095.519	-	2.421.209
ES	ESPIRITO SANTO	38.679	1.062.942	-	1.101.621
GO	GOIAS	3.141.611	44.011.338	3.276.307	50.429.256
MA	MARANHAO	43.290	14.226.666	-	14.269.956
MT	MATO GROSSO	3.207.972	139.941.748	-	143.149.720
MS	MATO GROSSO DO SUL	2.251.041	30.587.427	3.673.212	36.511.680
MG	MINAS GERAIS	2.391.002	23.964.895	12.606.876	38.962.773
PA	PARA	797.172	8.218.464	-	9.015.636
PB	PARAIBA	9.966	692	65.688	76.345
PR	PARANA	9.380.969	98.873.714	5.589.976	113.844.659
PE	PERNAMBUCO	15.660	20.492	113.063	149.214
PI	PIAUI	-	7.034.242	-	7.034.242
RJ	RIO DE JANEIRO	1.040	-	-	1.040
RN	RIO GRANDE DO NORTE	-	-	1.109	1.109
RS	RIO GRANDE DO SUL	5.560.254	120.039.961	3.143	125.603.358
RO	RONDONIA	1.227.655	3.673.698	-	4.901.353
RR	RORAIMA	-	257.240	-	257.240
SC	SANTA CATARINA	6.982.419	16.232.397	-	23.214.816
SP	SAO PAULO	3.093.749	31.033.867	70.309.066	104.436.681
SE	SERGIPE	-	-	-	0
TO	TOCANTINS	231.980	16.242.918	-	16.474.899
Total geral		38.761.182	586.085.577	96.874.093	721.720.852

Fonte: Autora. Adaptação: Sistema ALICE, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por via marítima, dos produtos SH 02 dígitos, por UF, em cem Kg Líquidos.

Na Tabela 9 a descrição dos itens está por estados brasileiros e suas siglas respectivas, porém para a delimitação das origens foram escolhidas as capitais de todos os estados brasileiros como ponto central de cálculo. As capitais são a referência das Unidades Federativas de produção/extração/cultivo do estado para os produtos delimitados.

Na base de dados do Sistema Alice Web, os dados emitidos dos produtos por UFs são de acordo com a sua produção/extração/cultivo, diferentemente do cálculo realizado por Municípios que geram dados de exportação relativos ao domicílio fiscal da empresa exportadora e não à sua produção naquele município específico. Com o intuito de mensurar a demanda é necessário que os dados sobre as UFs sejam relativos à sua origem de produção/extração/cultivo, e não ao



domicílio fiscal da empresa. Por isso, foram consideradas as capitais para pontos de origens.

O método utilizado para a escolha de portos no exterior que representaram o ponto de destino para o modelo matemático de transportes foi modelo não probabilístico, intencional (MARCONI, LAKATOS; 2012). Esse modelo é influenciado pelo objetivo do pesquisador em definir elementos representativos da população em geral. Um dos tópicos metodológicos da pesquisa é qualificar as melhores distâncias dos portos para o mercado externo. Para isso foram selecionados os dez países que mais influenciaram na economia de exportação brasileira por via marítima no ano de 2017 com dados<sup>23</sup> divulgados pelo MDIC através do portal Alice Web, como detalhado na Tabela 10.

Tabela 10 – *Ranking* geral dos dez países compradores dos produtos definidos

Países	Total	
	US\$ FOB	%
China*	\$ 22.073.308.258	44%
Hong Kong*	\$ 2.014.709.603	4%
Rússia	\$ 1.969.834.945	4%
Arábia Saudita	\$ 1.843.786.293	4%
Emirados Árabes Unidos	\$ 1.503.296.008	3%
Egito	\$ 1.381.762.165	3%
Irã	\$ 1.322.275.313	3%
Japão	\$ 1.098.007.835	2%
Bangladesh	\$ 1.081.618.337	2%
Países Baixos (Holanda)*	\$ 989.204.479	2%
Subtotal	\$ 35.277.803.236	71%
Total geral (código 02; 12; 17)	\$ 50.021.480.074	100%

Fonte: Autora. Adaptação: Sistema Alice Web, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por países, por via marítima, dos produtos SH 02 total (Código 02; 12; e 17). \*Foram retirados do cálculo os valores de “Consumo de Bordo”<sup>24</sup>, e “Reexportação”<sup>25</sup>.

Os dez destinos escolhidos por amostragem foram aqueles que mais se destacaram nas exportações em valores monetários em relação aos três produtos

<sup>23</sup> Dados de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, utilizando o filtro de países destino da exportação por via marítima retirados através do site AliceWeb.

<sup>24</sup> As exportações referentes a mercadorias destinadas a consumo de bordo navios não são calculadas em nenhuma UF específica (Metodologia ALICE), por isso não entra para análise desse estudo. (Metodologia ALICE)

<sup>25</sup> “Ato ou efeito de reexportar uma mercadoria para o país de origem, com processo regular e autorização da autoridade aduaneira. O termo reexportação refere-se ao fato do país importar produtos e exportá-los em seguida” (Metodologia ALICE). Por não agregar nenhum transporte interno ou produção/exploração/cultivo em alguma UF brasileira, esse item foi retirado do cálculo.

escolhidos para análise. É possível observar na Tabela 10 que esses países representam 71% do total de exportação dos produtos de estudo: Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens (Código 12); Carnes e miudezas, comestíveis (Código 02); e Açúcares e Produtos de Confeitaria (Código 17). Sendo eles: China; Hong Kong; Rússia; Arábia Saudita; Emirados Árabes Unidos; Egito; Irã; Japão; Bangladesh; e Países Baixos (Holanda). Os dez países totalizaram 71% de exportação total no produto “carnes”; 87% de exportação total no produto “grãos”; e 33% do valor monetário representado na exportação de “açúcares”.

O produto “açúcares” (Código 17) não possui alto percentual de expressão monetária total nas exportações dos dez países selecionados, como demonstrado na tabela seis. Porém o percentual de exportação desse produto é dividido entre vários países diferentes, sendo necessária a delimitação da amostra em apenas dez países escolhidos com maior percentual total nos três produtos.

Para um nível maior de detalhes, foram inclusos os dados da Tabela 11 com os valores monetários e respectivos percentuais para os dez países selecionados de acordo com os três produtos.

Tabela 11 - *Ranking* dos dez principais países compradores por produtos

Países	Código 02		Código 12		Código 17	
	US\$ FOB	%	US\$ FOB	%	US\$ FOB	%
China*	\$ 1.790.649.539	13%	\$ 20.147.600.937	80%	\$ 134.649.148	1%
Hong Kong*	\$ 2.013.805.710	15%	\$ 282	0%	\$ 856.346	0%
Rússia	\$ 1.296.436.978	10%	\$ 477.529.277	2%	\$ 195.868.690	2%
Arábia Saudita	\$ 1.179.365.123	9%	\$ 104.698.042	0%	\$ 559.723.128	5%
Emirados Árabes Unid	\$ 631.662.162	5%	\$ 139.250	0%	\$ 871.494.596	8%
Egito	\$ 749.835.315	6%	\$ 39.598.148	0%	\$ 592.328.702	5%
Irã	\$ 565.170.723	4%	\$ 469.123.717	2%	\$ 287.980.873	3%
Japão	\$ 915.872.838	7%	\$ 181.210.395	1%	\$ 924.602	0%
Bangladesh	\$ 45.777	0%		0%	\$ 1.081.571.646	9%
Países Baixos (Holanda)*	\$ 419.387.924	3%	\$ 547.025.415	2%	\$ 22.791.140	0%
Subtotal	\$ 9.562.232.089	71%	\$ 21.966.925.463	87%	\$ 3.748.188.871	33%
Total geral	\$ 13.373.269.330	100%	\$ 25.200.628.793	100%	\$ 11.447.581.951	100%

Fonte: Autora. Adaptação: Sistema Alice Web, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por países, por via marítima, dos produtos SH 02 detalhada (Código 02; 12; e 17). \*Foram retirados do cálculo os valores de “Consumo de Bordo”; e “Reexportação”.

Os dados de demanda por país de destino, configurados na Tabela 11, foram retirados da plataforma AliceWeb considerando os valores de exportação dos três produtos no período de janeiro a dezembro de 2017 e será utilizada para aplicação da modelagem matemática.

Tabela 12 – Demanda dos Produtos por Países em 2017

Países	"Carnes" (02)	"Sementes" (12)	"Açúcares" (17)	Total Kg Líquido
Arábia Saudita	6.330.950	2.753.768	13.962.674	23.047.392
Bangladesh	314	1	28.372.841	28.373.156
China	6.517.579	537.970.416	3.341.906	547.829.901
Egito	3.147.833	1.095.439	15.741.686	19.984.958
Emirados Árabes Unidos	3.302.692	1.327	22.838.100	26.142.119
Hong Kong	7.391.917	1	14.585	7.406.503
Irã	1.371.474	12.471.092	7.258.154	21.100.720
Japão	4.398.001	4.837.282	9.851	9.245.134
Países Baixos (Holanda)	1.383.122	16.153.816	385.494	17.922.432
Rússia	4.917.299	10.802.435	4.948.802	20.668.537
<b>Total geral</b>	<b>38.761.182</b>	<b>586.085.577</b>	<b>96.874.093</b>	<b>721.720.852</b>

Fonte: Autora. Adaptação: Sistema ALICE, Base de exportação no período de 01/2017 a 12/2017, por via marítima, dos produtos SH 02 dígitos, por UF, em Cem Kg Líquidos.

Para facilidade de visualização os valores de demanda da Tabela 12 foram divididos por cem, tornando alguns valores como as demandas de Hong Kong e Bangladesh próximo de zero para o produto “sementes”.

### 3.5 Procedimentos de coleta de dados

As informações primárias foram coletadas entre os meses de janeiro e fevereiro de 2018 através do meio eletrônico AliceWeb. Esse *site* proporciona consultas reguladas e disponibilizadas pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. O meio de coleta é possibilitado através de um cadastro no site e exportação de arquivos no formato de Planilhas eletrônicas. Os dados sobre exportação, portos, vias, valores monetários e kg líquido de cargas movimentadas também foram coletados por esse meio.

As distâncias entre origens - capitais dos estados brasileiros; os portos; e os países de destino das exportações foram coletados de três maneiras diferentes. Através da ferramenta Google APIs, pela tabela de distâncias definida pela Antaq

entre os portos brasileiros; e a utilização do site [distances.com](http://distances.com), resultando em dados de distâncias em milhas náuticas convertidas para quilometragem.

A distância entre as origens e os portos foi coletada através do Google APIs considerando o transporte rodoviário entre os dois pontos. Com exceção de Macapá, que foi utilizada a tabela da ANTAQ para definição da distância de Macapá até o porto de Santarém e posterior contagem em km das distâncias para os outros portos. Para o Porto de Santana, também foi utilizada a distância até o Porto de Santarém e posterior distância até as capitais dos estados (origens).

As tabelas 13, 14 e 15 especificam os dados de todas as distâncias coletadas por estados e portos. Devido à vasta quantidade de informações foi necessário dividir as especificações em três tabelas.

Tabela 13 - Distâncias entre origens (Rio Branco e outras cidades) a portos brasileiros

Porto/ Origem	Rio Branco	Maceio	Macapá	Manaus	Salvador	Fortaleza	Brasília	Vitória	Goiânia
<b>Manaus</b>	1400	4682	2115	3,3	4863	4198	3426	4454	3246
<b>Salvador</b>	4479	585	2980	4860	3,3	1189	1449	1046	1646
<b>Natal</b>	4727	544	3035	4708	1092	526	2405	2129	2603
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	2677	3552	20	2658	3503	3068	3008	4337	3023
<b>Niterói</b>	3902	2090	3631	4283	1640	2593	1174	503	1311
<b>Santarém</b>	2133	3008	564	2114	2959	2524	2464	3793	2479
<b>Paranaguá</b>	3771	2956	3574	4151	2506	3540	1457	1429	1352
<b>Santos</b>	3603	2568	3491	3983	2118	3199	1116	1033	1011
<b>Rio de Janeiro</b>	3895	2083	3624	4276	1633	2586	1167	520	1304
<b>São Francisco do Sul</b>	3850	3054	3653	4230	2604	3638	1555	1527	1450
<b>Porto Alegre</b>	4093	3615	3896	4473	3165	4199	2116	2088	2011
<b>São Sebastião</b>	3668	2618	3556	4049	2169	3265	1181	960	1077
<b>Suape</b>	5137	240	2977	4650	788	831	2106	1825	2304
<b>Recife</b>	5157	259	2942	4615	807	785	2126	1844	2324
<b>Rio Grande</b>	4308	3846	4111	4688	3397	4431	2347	2320	2243
<b>Vitória</b>	4078	1624	3723	4459	1175	2162	1266	7,2	1418
<b>Itaqui</b>	3561	1632	1869	3542	1582	910	2030	2555	2011
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	4218	949	2526	4199	1192	7,7	2130	2165	2328
<b>Itajaí</b>	3883	3086	3686	4263	2637	3671	1587	1560	1483
<b>Ilheus</b>	4353	905	3207	4733	310	1443	1322	769	1519
<b>Aratu</b>	4452	580	2952	4832	52,5	1161	1421	1140	1619
<b>Imbituba</b>	4046	3250	3850	4427	2800	3835	1751	1723	1647
<b>Areia Branca</b>	4501	753	2809	4482	1094	284	2271	2067	2469
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	3856	2125	3666	4236	1675	2628	1209	592	1265
<b>Belém</b>	3068	2100	1376	3049	2050	1542	1966	3022	1981
<b>Cabedelo</b>	4695	393	3003	4676	941	703	2254	1978	2452
<b>Maceió</b>	4929	4,5	3007	4680	579	951	1898	1616	2096

Fonte: Google APIs, adaptação da Autora. Distância dos Estados (Origens) até os Portos escolhidos em km.

A tabela 14 detalha os dados de distâncias entre São Luís e outras cidades até os portos delimitados medidos em quilômetros.

Tabela 14 – Distâncias entre origens (São Luís e outras cidades) a portos brasileiros

Porto/ Origem	São Luís	Cuiabá	Campo Grande	Belo Horizonte	Belém	João Pessoa	Curitiba	Recife	Teresina
<b>Manaus</b>	3536	2347	3056	3918	3048	4661	4049	4614	3609
<b>Salvador</b>	1597	2515	2490	1468	2071	926	2434	812	1167
<b>Natal</b>	1416	3471	3447	2425	1952	190	3390	287	1046
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	2406	2314	3020	3801	1918	3531	4013	3484	2479
<b>Niterói</b>	3080	1938	1425	448	3133	2425	849	2313	2740
<b>Santarém</b>	1862	1770	2476	3257	1374	2987	3469	2940	1935
<b>Paranaguá</b>	3357	1806	1099	1061	3333	3291	91,5	3179	3104
<b>Santos</b>	3016	1638	1089	673	2992	2903	422	2791	2763
<b>Rio de Janeiro</b>	3073	1931	1418	441	3126	2418	842	2306	2733
<b>São Francisco do Sul</b>	3456	1885	1179	1159	3432	3389	181	3277	3202
<b>Porto Alegre</b>	4016	2128	1422	1720	3992	3950	742	3838	3763
<b>São Sebastião</b>	3082	1704	1190	724	3058	2953	614	2842	2829
<b>Suape</b>	1595	3172	3148	2126	2069	168	3091	54,4	1165
<b>Recife</b>	1560	3192	3168	2145	2034	122	3111	2,6	1129
<b>Rio Grande</b>	4248	2343	1636	1952	4224	4182	974	4070	3995
<b>Vitória</b>	2562	2114	1921	540	3036	1965	1345	1851	2131
<b>Itaqui</b>	14,4	2700	2881	2647	798	1580	3379	1564	438
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	905	3196	3172	2427	1536	679	3479	776	630
<b>Itajaí</b>	3488	1918	1211	1192	3464	3421	214	3310	3235
<b>Ilheus</b>	1842	2387	2132	1137	2316	1245	2103	1131	1412
<b>Aratu</b>	1570	2487	2463	1441	2044	921	2406	807	1139
<b>Imbituba</b>	3652	2082	1375	1355	3628	3585	377	3473	3398
<b>Areia Branca</b>	1174	3338	3313	2328	1727	481	3294	579	821
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	3115	1891	1378	483	3168	2460	802	2348	2775
<b>Belém</b>	791	2669	2850	2759	2,6	2078	3264	2031	905
<b>Cabedelo</b>	1593	3320	3296	2273	2095	18,5	3239	136	1191
<b>Maceió</b>	1624	2964	2940	1917	2098	376	2883	262	1194

Fonte: Google APIs, adaptação da Autora. Distância dos Estados (Origens) até os Portos escolhidos em km.

A tabela 15 define os dados de distâncias entre Rio de Janeiro e outras cidades até os portos delimitados medidos em quilômetros.

Tabela 15 – Distâncias entre origens (Rio de Janeiro e outras cidades) a portos brasileiros

Porto/ Origem	Rio de Janeiro	Natal	Porto Alegre	Porto Velho	Boa Vista	Florianópolis	São Paulo	Aracaju	Palmas
<b>Manaus</b>	4274	4708	4469	889	784	4351	3873	5056	3857
<b>Salvador</b>	1632	1097	3160	3972	5643	2722	2028	328	1449
<b>Natal</b>	2589	1	4117	4215	5491	3678	2985	787	2143
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	4232	3578	4432	2166	3441	4314	3925	3467	2265
<b>Niterói</b>	18,8	2575	1575	3395	5066	1137	441	1833	1980
<b>Santarém</b>	3688	3034	3888	1622	2897	3770	3381	2923	1721
<b>Paranaguá</b>	922	3441	737	3264	4934	299	476	2699	2263
<b>Santos</b>	526	3053	1148	3095	4766	710	95,4	2311	1922
<b>Rio de Janeiro</b>	1,8	2568	1568	3388	5059	1130	434	1826	1973
<b>São Francisco do Sul</b>	1020	3539	632	3343	5013	194	574	2797	2361
<b>Porto Alegre</b>	1581	4100	3,5	3586	5256	459	1135	3358	2922
<b>São Sebastião</b>	453	3104	1340	3161	4832	902	206	2362	1987
<b>Suape</b>	2290	339	3818	4630	5433	3379	2686	482	2106
<b>Recife</b>	2309	293	3838	4123	5398	3399	2706	501	2050
<b>Rio Grande</b>	1813	4332	318	3800	5471	691	1367	3590	3154
<b>Vitória</b>	515	2136	2072	3571	5242	1633	937	1367	2072
<b>Itaqui</b>	3078	1424	4105	3050	4325	3667	2998	1547	1254
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	2591	522	4206	3707	4982	3767	3098	1107	1776
<b>Itajaí</b>	1052	3572	536	3375	5046	97,5	607	2830	2393
<b>Ilheus</b>	1292	1416	2829	3845	5515	2391	1698	647	1490
<b>Aratu</b>	1604	1092	3133	3945	5615	2694	2001	323	1421
<b>Imbituba</b>	1216	3735	373	3539	5210	94,5	771	2993	2557
<b>Areia Branca</b>	2492	273	4021	3990	5265	3582	2889	951	1917
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	83,9	2610	1529	3349	5019	1090	394	1868	2015
<b>Belém</b>	3190	1950	3990	2557	3832	3552	2883	2015	1223
<b>Cabedelo</b>	2437	211	3966	4184	5459	3527	2834	636	2111
<b>Maceió</b>	2081	547	3610	4421	5463	3171	2478	274	1898

Fonte: Google APIs, Adaptação da Autora. Distância dos Estados (Origens) até os Portos escolhidos em km.

As distâncias dos países até os portos foi medida em milhas náuticas através do site [www.distances.com](http://www.distances.com) e convertidas para quilômetros de acordo com as capitais dos países de destino. A demanda de cada produto por país de destino e a oferta por Estado que produziu/cultivou/extraiu os três produtos escolhidos para estudo foi retirado do Sistema Alice Web considerando o quilograma líquido.

Tabela 16 - Distâncias entre portos brasileiros e países de destino

Porto / Destino	China	Hong Kong	Rússia	Arábia Saudita	Emirados Árabes Unidos	Egito	Irã	Japão	Bangladesh	Países Baixos (Holanda)
<b>Manaus</b>	29193	27510	18185	16151	19865	14229	20183	31232	23494	12451
<b>Salvador</b>	25219	23537	16592	14555	18053	12631	18372	27295	20494	10855
<b>Natal</b>	25663	24000	15572	13540	17253	11616	17572	27713	20911	9840
<b>Santana (antigo porto Macapá)</b>	27347	25663	13683	14372	18085	12449	18403	29325	21715	10875
<b>Niterói</b>	24609	22928	17964	15933	17324	14009	17642	26560	19765	12232
<b>Santarém</b>	28424	26741	17416	15383	19096	13460	19415	30464	22726	11682
<b>Paranaguá</b>	24789	23106	18844	16344	17483	14890	17801	26719	19924	13112
<b>Santos</b>	24680	22998	18426	16366	17507	14470	17826	26752	19946	12694
<b>Rio de Janeiro</b>	24615	22931	17968	15936	17327	14012	17646	26563	19768	12236
<b>São Francisco do Sul</b>	24900	23217	18955	16455	17594	15001	17913	26830	20035	13223
<b>Porto Alegre</b>	24337	22654	19535	15940	17079	15579	17400	26324	19479	13801
<b>São Sebastião</b>	24809	23128	18555	16496	17637	14599	17955	26882	20076	12823
<b>Suaape</b>	25450	23767	15849	13818	17531	11894	17850	27419	20609	10117
<b>Recife</b>	25489	23806	15742	13710	17424	11788	17742	27443	20644	10012
<b>Rio Grande</b>	23983	22302	19596	15694	16835	15640	17153	26067	19276	13864
<b>Vitória</b>	24620	22937	17481	15449	17407	13525	17725	26645	19846	11749
<b>Itaquí</b>	26911	25228	16196	14162	17876	12238	18194	28902	21505	10462
<b>Fortaleza / Mucuripe</b>	26198	24515	15714	13679	17392	11756	17711	28189	21385	9979
<b>Itajaí</b>	24424	22741	18911	16133	17274	14955	17592	26510	19713	13179
<b>Ilheus</b>	24995	23311	16872	14833	17838	12910	18151	27111	20278	11132
<b>Aratu</b>	25235	23552	16603	14572	18070	12647	18389	27310	20511	10871
<b>Imbituba</b>	24419	22735	19040	16040	17179	15085	17498	26413	19579	13307
<b>Areia Branca</b>	25943	24259	15568	13534	17248	11612	17566	27886	21076	9836
<b>Itaguaí (Sepetiba)</b>	24535	22852	18127	16096	17366	14172	17685	26602	19761	12395
<b>Belém</b>	27545	25861	16537	14503	18216	12581	18535	29584	21846	10803
<b>Cabedelo</b>	25532	23848	15635	13603	17316	11681	17635	27550	20759	9903
<b>Maceió</b>	25432	23748	16092	14059	18146	12134	18464	27378	20587	10358

Fonte: Site Distances.com, Adaptação da Autora. Distância dos Portos até os países (destinos) escolhidos em km.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção serão abordados os dados obtidos por meio da aplicação do modelo no *software Lingo* e análise dos resultados gerados pelo modelo. Os resultados foram compilados em Tabelas para melhor compreensão e análise do objeto de estudo, o Porto do Itaqui.

Na tabela 17 foi detalhada uma visão abrangente sobre a distribuição dos produtos para exportação. Os portos que receberam mercadorias estão divididos por produtos e detalhados por estados de origens provedores dos produtos. Para a modelagem foram utilizadas as capitais dos estados como ponto de origem, para facilidade de visualização as origens foram especificadas pelas siglas dos estados.

Tabela 17 – Distribuição Potencial dos Produtos por Portos e Origens

Porto/ Origem	Carnes (Código 02)	Sementes (Código 12)	Açúcar (Código 17)
Areia Branca - RN	DF / GO / MS		GO
Belém - PA	PA	PA	
Cabedelo - PB	PB	PB	PB
Fortaleza / Mucuripe - CE	CE	CE / PI	CE
Ilheus - BA		TO	
Imbituba - SC	SC	SC	
Itaguaí (Sepetiba) - RJ		MG	
Itajaí - SC	PR	PR	PR
Itaqui - MA	MA / TO	MA / TO	
Natal - RN			RN
Porto Alegre - RS	RS		RS
Recife - PE	BA / MG / PE	PE	AL / MG / PE
Rio de Janeiro - RJ	SP / RJ	DF / MG	SP
Rio Grande - RS	RS	MS / RS	
Salvador - BA		BA	
Santana (antigo porto Macapá) - AP	AC / MT / MS / RO	AP / TO / RO / RR	GO / MS
Santos - SP	SP	GO / MT / SP	SP
Vitória - ES	ES	ES	

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

Em uma visão geral da Tabela 17 observa-se que alguns portos não foram alocados como solução ótima para nenhum dos três produtos analisados, sendo eles: Porto de Maceió, de Aratu, de Manaus, de Niterói, Paranaguá, de Santarém, de São Francisco do Sul, de São Sebastião e o Porto do Suape. A proximidade entre si



de alguns portos escolhidos e a dificuldade de movimentação interna e externa são causas relevantes para tal resultado.

Dentre os dezoito portos que obtiveram resultados na modelagem, dez receberam mercadorias de regiões diferentes daquelas que se localizam. Um dos principais resultados obtidos em termos de diversidade de origens dos produtos foram os portos de Santana no Amapá e o Porto de Recife em Pernambuco. O Porto do Itaqui obteve um fluxo originado no próprio estado do Maranhão e Tocantins.

As distribuições potenciais das exportações entre os portos e destinos estão representadas na Tabela 18 especificadas por produtos “carnes” (código 2); “sementes” (código 12); e “açúcar” (código 17). Para facilidade de visualização foram utilizadas siglas internacionais para designar os países que receberam os produtos por portos: BAN – Bangladesh; CHN – China; EGY – Egito; HK - Hong Kong; IRI – Irã; JPN – Japão; KSA - Arábia Saudita; NED - Países Baixos (Holanda); RUS – Rússia; UAE - Emirados Árabes Unidos.

Tabela 18 – Distribuição Potencial dos Produtos por Portos e Destinos

Porto/ Destino	Carnes (Código 02)	Sementes (Código 12)	Açúcar (Código 17)
Areia Branca - RN	KSA		KSA
Belém - PA	NED	KSA / UAE / IRI / NED	
Cabedelo - PB	NED	NED	NED
Fortaleza / Mucuripe - CE	NED	IRI	NED
Ilheus - BA		CHN / HK	
Imbituba - SC	BAN / UAE / IRI / JPN	CHN / BAN	
Itaguaí (Sepetiba) - RJ		CHN	
Itajaí - SC	CHN / HK	CHN	CHN / HK / IRI / JPN
Itaqui - MA	EGY	EGY / NED	
Natal - RN			EGY
Porto Alegre - RS	UAE		BAN
Recife - PE	KSA / EGY / NED	IRI	EGY / KSA / NED
Rio de Janeiro - RJ	EGY	JPN	EGY
Rio Grande - RS	CHN	CHN	
Salvador - BA		CHN	
Santana (antigo porto Macapá) - AP	RUS	RUS	RUS
Santos - SP	CHN	CHN	BAN / UAE / IRI
Vitória - ES	EGY	CHN	

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

Observando a distribuição de produtos para os países na tabela 18 é possível apontar que o Porto do Itaqui enviou produtos para dois países destinos analisados, Egito e Holanda. O Porto de Imbituba em Santa Catarina foi o único porto que enviou seus produtos para 50% dos países delimitados na análise do modelo.

As tabelas 19 a 24 resumem os resultados obtidos no modelo com os valores dos volumes movimentados por origem, portos e destinos e seus percentuais em relação ao volume total. Os dados de volume estão descritos em cem quilogramas líquidos. Para melhor compreensão foram utilizadas as siglas dos Estados que ofertaram os produtos. A identificação do fluxo de volume da origem para os portos por produtos estão descritos nas tabelas 19, 21 e 23 a partir dos resultados obtidos no modelo. As tabelas 20, 22 e 24 descrevem o volume obtido no modelo pelo fluxo dos portos para os países de destino e seus respectivos percentuais.

Tabela 19 – Fluxo de movimentação das origens para os portos no produto “Carnes” (Código 2)

Origem	Porto	Volume	%
DF	Areia Branca - RN	325.691	0,8%
GO	Areia Branca - RN	3.141.611	8,1%
MS	Areia Branca - RN	1.781.787	4,6%
PA	Belém - PA	797.172	2,1%
PB	Cabedelo - PB	9.966	0,03%
CE	Fortaleza / Mucuripe - CE	270	0,001%
SC	Imbituba - SC	6.982.419	18,0%
PR	Itajaí - SC	9.380.969	24,2%
MA	Itaqui - MA	43.290	0,1%
TO	Itaqui - MA	231.980	0,6%
RS	Porto Alegre - RS	2.090.062	5,4%
BA	Recife - PE	48.343	0,1%
MG	Recife - PE	2.391.002	6,2%
PE	Recife - PE	15.660	0,04%
RJ	Rio de Janeiro - RJ	1.040	0,003%
SP	Rio de Janeiro - RJ	2.035.414	5,3%
RS	Rio Grande - RS	3.470.192	9,0%
AC	Santana (antigo porto Macapá) - AP	12.419	0,03%
MT	Santana (antigo porto Macapá) - AP	3.207.972	8,3%
MS	Santana (antigo porto Macapá) - AP	469.253	1,2%
RO	Santana (antigo porto Macapá) - AP	1.227.655	3,2%
SP	Santos - SP	1.058.335	2,7%
ES	Vitória - ES	38.679	0,1%
<b>Total</b>		<b>38.761.181</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

A Tabela 19 detalha o resultado obtido pelo modelo em volumes movimentados por cem quilogramas líquidos das origens, Estados que ofertaram os respectivos produtos, para os portos para o produto “Carnes” (Código 2). Analisando os dados nota-se uma distribuição do produto para 14 portos distintos, mais de 50% dos portos analisados com resultados obtidos no modelo. Houve uma concentração acima de 40% do volume exportado pelos portos de Santa Catarina, o que não ocorreu com portos de outras regiões que alcançaram volumes menores. O Porto do Itaqui foi responsável por aproximadamente 1% da movimentação do produto “Carnes” através de duas origens distintas.

A Tabela 20 detalha o resultado obtido pelo modelo em volumes movimentados por cem quilogramas líquidos pelos portos para os países de destino para o produto “Sementes” (Código 12) e seu respectivo percentual.

Tabela 20 – Fluxo de movimentação dos portos para os destinos no produto “Carnes” (Código 2)

Porto	Destino	Volume	%
Areia Branca - RN	Arábia Saudita	5.249.089	13,5%
Belém - PA	Países Baixos (Holanda)	797.172	2,1%
Cabedelo - PB	Países Baixos (Holanda)	9.966	0,03%
Fortaleza / Mucuripe - CE	Países Baixos (Holanda)	270	0,001%
Imbituba - SC	Emirados Árabes Unidos	1.212.630	3,1%
Imbituba - SC	Irã	1.371.474	3,5%
Imbituba - SC	Japão	4.398.001	11,3%
Imbituba - SC	Bangladesh	314	0,001%
Itajaí - SC	China	1.989.052	5,1%
Itajaí - SC	Hong Kong	7.391.917	19,1%
Itaqui - MA	Egito	275.270	0,7%
Porto Alegre - RS	Emirados Árabes Unidos	2.090.062	5,4%
Recife - PE	Arábia Saudita	1.081.861	2,8%
Recife - PE	Egito	797.430	2,1%
Recife - PE	Países Baixos (Holanda)	575.714	1,5%
Rio de Janeiro - RJ	Egito	2.036.454	5,3%
Rio Grande - RS	China	3.470.192	9,0%
Santana (antigo porto Macapá) - AP	Rússia	4.917.299	12,7%
Santos - SP	China	1.058.335	2,7%
Vitória - ES	Egito	38.679	0,1%
<b>Total</b>		<b>38.761.181</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

Em relação ao fluxo de movimentação para os destinos no produto “Carnes”, exposto na Tabela 20, o Porto de Imbituba destaca-se pela diversificação de países destino de exportação. Analisando as tabelas 19 e 20, o Porto de Santana foi capaz de absorver mais de 10% do volume exportado por quatro Estados origens diferentes e enviá-lo para um país de destino, a Rússia.

A Tabela 21 detalha o resultado obtido pelo modelo em volumes movimentados por cem quilogramas líquidos das origens, Estados que ofertaram o produto “Sementes” (Código 12), para os portos e seu respectivo percentual.

Tabela 21 – Fluxo de movimentação das origens para os portos no produto “Sementes” (Código 12)

Origem	Porto	Volume	%
PA	Belém - PA	8.218.464	1,4%
PB	Cabedelo - PB	692	0,0001%
CE	Fortaleza / Mucuripe - CE	1.334.573	0,2%
PI	Fortaleza / Mucuripe - CE	7.034.242	1,2%
TO	Ilheus - BA	7.764.427	1,3%
SC	Imbituba - SC	16.232.398	2,8%
MG	Itaguaí (Sepetiba) - RJ	21.243.624	3,6%
PR	Itajaí - SC	98.873.714	16,9%
MA	Itaqui - MA	14.226.666	2,4%
TO	Itaqui - MA	1.640.313	0,3%
PE	Recife - PE	20.492	0,003%
DF	Rio de Janeiro - RJ	2.095.519	0,4%
MG	Rio de Janeiro - RJ	2.721.271	0,5%
MS	Rio Grande - RS	30.587.427	5,2%
RS	Rio Grande - RS	120.039.961	20,5%
BA	Salvador - BA	27.199.465	4,6%
AP	Santana (antigo porto Macapá) - AP	33.319	0,01%
RO	Santana (antigo porto Macapá) - AP	3.673.698	0,6%
RR	Santana (antigo porto Macapá) - AP	257.240	0,04%
TO	Santana (antigo porto Macapá) - AP	6.838.178	1,2%
GO	Santos - SP	44.011.338	7,5%
MT	Santos - SP	139.941.747	23,9%
SP	Santos - SP	31.033.867	5,3%
ES	Vitória - ES	1.062.942	0,2%
<b>Total</b>		<b>586.085.577</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

Os resultados obtidos pela Tabela 21 demonstram a alta procura pelo Porto de Santos para o produto “Sementes” através do modelo, sendo responsável por mais de 30% do total exportado desse produto advindo principalmente da região Centro-Oeste, pelos estados do Mato Grosso e Goiás. O Porto do Itaqui também obteve volume movimentado pelas origens do Maranhão e Tocantins alcançando 2,7% da movimentação total.

A Tabela 22 detalha o resultado obtido pelo modelo em volumes movimentados por cem quilogramas líquidos pelos portos para os países de destino para o produto “Sementes” (Código 12) e seu respectivo percentual.

Tabela 22 – Fluxo de movimentação dos portos para os destinos no produto “Sementes” (Código 12)

Porto	Destino	Volume	%
Belém - PA	Arábia Saudita	2.753.768	0,5%
Belém - PA	Emirados Árabes Unidos	1.327	0,0002%
Belém - PA	Irã	4.081.785	0,70%
Belém - PA	Países Baixos (Holanda)	1.381.584	0,2%
Cabedelo - PB	Países Baixos (Holanda)	692	0,0001%
Fortaleza / Mucuripe - CE	Irã	8.368.815	1,4%
Ilheus - BA	China	7.764.426	1,3%
Ilheus - BA	Hong Kong	1	0,0%
Imbituba - SC	China	16.232.397	2,8%
Imbituba - SC	Bangladesh	1	0,0%
Itaguaí (Sepetiba) - RJ	China	21.243.624	3,6%
Itajaí - SC	China	98.873.714	16,9%
Itaqui - MA	Egito	1.095.439	0,2%
Itaqui - MA	Países Baixos (Holanda)	14.771.540	2,5%
Recife - PE	Irã	20.492	0,003%
Rio de Janeiro - RJ	Japão	4.837.282	0,8%
Rio Grande - RS	China	150.606.896	25,7%
Salvador - BA	China	27.199.465	4,6%
Santana (antigo porto Macapá) - AP	Rússia	10.802.435	1,8%
Santos - SP	China	214.986.952	36,7%
Vitória - ES	China	1.062.942	0,2%
<b>Total</b>		<b>586.085.577</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

Devido ao alto volume demandado pela China do produto “Sementes” evidenciam-se na Tabela 22 a pequena diversificação de destinos pelos portos. O Porto de Rio Grande recebeu produtos de duas origens diferentes e o Porto de Santos de três e enviaram todo seu volume exportado para a China. Diferentemente dos portos de maior concentração de volume movimentado que enviaram suas mercadorias para a China, o Porto do Itaqui obteve como destino de exportação a Holanda e Egito.

A Tabela 23 detalha o resultado obtido pelo modelo em volumes movimentados por cem quilogramas líquidos das origens, Estados que ofertaram o produto “Açúcares” (Código 17), para os portos e seu respectivo percentual.

Tabela 23 – Fluxo de movimentação das origens para os portos no produto “Açúcares” (Código 17)

Origem	Porto	Volume	Volume
GO	Areia Branca - RN	2.000.717	2,1%
PB	Cabedelo - PB	65.688	0,1%
CE	Fortaleza / Mucuripe - CE	454	0,0005%
PR	Itajaí - SC	5.589.976	5,8%
RN	Natal - RN	1.109	0,001%
RS	Porto Alegre - RS	3.143	0,003%
AL	Recife - PE	1.235.200	1,3%
MG	Recife - PE	12.606.876	13,0%
PE	Recife - PE	113.063	0,1%
SP	Rio de Janeiro - RJ	14.066.747	14,5%
GO	Santana (antigo porto Macapá) - AP	1.275.590	1,3%
MS	Santana (antigo porto Macapá) - AP	3.673.212	3,8%
SP	Santos - SP	56.242.318	58,1%
<b>Total</b>		<b>96.874.093</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

Na tabela 23 é possível observar que a distribuição para o produto Açúcar concentrou-se no Porto de Santos com mais de 50% do volume das exportações. O Porto escolhido como ponto focal destaca-se principalmente pela proximidade dos estados que ofertam as mercadorias da categoria “Açúcares” no Brasil, considerando que mais da metade do volume ofertado concentra-se na região Sudeste. O Porto do Itaqui não obteve nenhum volume movimentado para o produto.

A Tabela 24 detalha o resultado obtido pelo modelo em volumes movimentados por cem quilogramas líquidos pelos portos para os países de destino para o produto “Açúcares” (Código 17) e seu respectivo percentual.

Tabela 24 – Fluxo de movimentação dos portos para os destinos no produto “Açúcares” (Código 17)

Porto	Destino	Volume	%
Areia Branca - RN	Arábia Saudita	2.000.717	2,1%
Cabedelo - PB	Países Baixos (Holanda)	65.688	0,1%
Fortaleza / Mucuripe - CE	Países Baixos (Holanda)	454	0,0005%
Itajaí - SC	China	3.341.906	3,4%
Itajaí - SC	Hong Kong	14.585	0,0%
Itajaí - SC	Irã	2.223.634	2,3%
Itajaí - SC	Japão	9.851	0,01%
Natal - RN	Egito	1.109	0,001%
Porto Alegre - RS	Bangladesh	3.143	0,003%
Recife - PE	Arábia Saudita	11.961.957	12,3%
Recife - PE	Egito	1.673.830	1,7%
Recife - PE	Países Baixos (Holanda)	319.352	0,3%
Rio de Janeiro - RJ	Egito	14.066.747	14,5%
Santana (antigo porto Macapá) - AP	Rússia	4.948.802	5,1%
Santos - SP	Emirados Árabes Unidos	22.838.100	23,6%
Santos - SP	Irã	5.034.520	5,2%
Santos - SP	Bangladesh	28.369.698	29,3%
<b>Total</b>		<b>96.874.093</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora. Dados adquiridos a partir dos resultados da modelagem no *software lingo*.

A partir da análise dos volumes exportados nas tabelas explicitadas com os resultados dos volumes obtidos na modelagem pode-se concluir a alta demanda pelo Porto de Santos para os produtos “Sementes” e “Açúcares”. Porém os resultados obtidos para o Porto do Itaqui não foram significativos se comparados a outros Portos brasileiros como o de Santos, Rio Grande, Itajaí, e Santana.

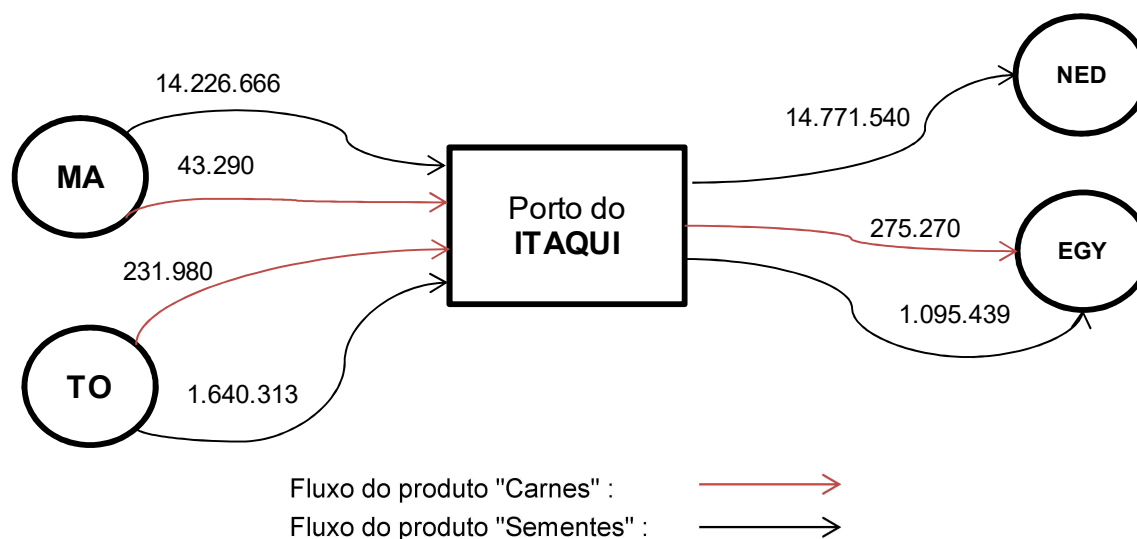
Um estudo realizado por Lopes; Lima; Leal; Nelson (2017) propôs-se a analisar a exportação da soja originada no Estado do Mato Grosso concluindo que o Porto de Vitória e Portos do Norte seriam os mais eficientes para esse transporte. Ainda que com uma análise detalhada sobre os custos provenientes da exportação do local em quatro cenários diferentes, o artigo limitou-se a não observar a concorrência entre origens exportação e portos.

Observando a concorrência através do modelo apresentado foi possível analisar através desse estudo que o Porto de Vitória seria responsável apenas por 0,2% do total exportado e somente um Porto do Norte obteve resultados positivos para exportação. Para a análise de regiões específicas e análise da concorrência entre Estados e Portos e suas limitações, é possível acrescentar diferentes cenários para análise da melhor opção de exportação.

O trabalho propôs se a responder a seguinte pergunta problema. Qual o potencial de demanda dos principais produtos exportados pelo Brasil através do Porto do Itaqui localizado no Maranhão? Ao longo da pesquisa foram utilizados diferentes métodos de amostragem e coleta de dados para embasar a resposta da melhor forma possível para obter-se a solução ótima.

Dentre os três produtos selecionados como amostragem de análise para obter o potencial de demanda do Porto do Itaqui, dois deles foram apontados como solução ótima para exportação através do porto: “carnes” (código 02) e “sementes” (código 12). As origens que obtiveram sucesso para escoamento pelo Porto do Itaqui foram os estados do Maranhão e Tocantins. Em relação aos destinos, os pontos ótimos para escoamento foram Egito (EGY) e Países Baixos – Holanda (NED). Os valores representados na Ilustração 4 representam a quantidade em quilograma líquido por cem que pode ser movimentado entre os locais de origem para o porto e sequencialmente para os países de destino.

Ilustração 4 – Mapa de escoamento pelo Porto do Itaqui



Fonte: Resultados obtidos com a modelagem pelo *software lingoem* mil quilogramas líquidos.

Elaboração: Autora.

Comparando as exportações efetuadas pelo porto do Maranhão em 2017 no produto sementes (tabela 25), com análise exclusiva para os países de exportação definidos, o resultado ótimo através do sistema portuário brasileiro foi significativamente menor do que o exportado pelo Porto em 2017. Este resultado pode indicar que o produto semente pode ter um menor custo de escoamento se exportado por outro porto, porém é possível que outros portos indicados não possuam capacidade adequada e infraestrutura suficiente para suportar o escoamento de tal produto.

Tabela 25 – Potencial de Demanda encontrado pelo modelo do Porto do Itaqui para o produto Sementes

UF/ Destinos	Países Baixos		Egito	
	2017	Resultado do Modelo	2017	Resultado do Modelo
Bahia	0	0	0	0
Goias	0	0	0	0
Maranhão	313.110	13.131.227	0	1.095.439
Mato Grosso	438.995	0	0	0
Pará	168.000	0	0	0
Piauí	313.436	0	0	0
São Paulo	50.000	0	0	0
Tocantins	549.798	1.640.313	0	0
<b>Resultado do Modelo</b>				<b>15.866.979</b>
<b>Exportações 2017 - Holanda e Egito</b>				<b>1.833.340</b>
<b>Exportações totais 2017 - Porto do Itaqui</b>				<b>47.875.671</b>



Fonte: Resultados obtidos com a modelagem pelo *software lingo* e dados de exportação do MDICem 2017 divididos por cem. Elaboração: Autora.

O produto carnes não obteve nenhuma transação em 2017 através do porto, porém analisando o resultado do modelo é possível distribuir o produto pelo porto através de duas origens: Maranhão e Tocantins. O produto em questão não possui grande potencial se comparado ao total de transações exportadas, porém é possível apurar através desse modelo que o produto específico possui oferta próxima e uma demanda que pode ser analisada com mais afinco futuramente. Os dados detalhes foram formatados na Tabela 26.

Tabela 26 – Potencial de Demanda do Porto do Itaqui para o produto Carnes

UF/ Destino	Egito	
	2017	Modelo
MA	0	43.290
TO	0	231.980

Fonte: Resultados obtidos com a modelagem pelo *software lingo* e dados de exportação do MDICem 2017. Elaboração: Autora.

De acordo com os dados do MDIC, retirados pela plataforma AliceWeb, o Porto do Itaqui em 2017 foi responsável pela transação de 8% das exportações totais de “sementes” (código 12) para os dez países de estudo, pela resolução ótima do modelo foi possível avaliar que o potencial de demanda para esse produto seria inferior ao já executado, tornando-se responsável por 3% do total das exportações segundo o modelo. Em relação ao produto “carnes”, o Porto ficaria responsável por 1% do total movimentado pelos países analisados.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo do modal aquaviário brasileiro é um tema de grande análise em relação à gestão e eficiência portuária. O trabalho propôs-se a analisar o setor portuário com ênfase em um porto específico localizado na região nordeste brasileira. Além de contribuir com estudos no cenário do Maranhão, o trabalho resultou em uma proposição de potencial de demanda por produtos para outros portos brasileiros.

A partir do modelo foi possível obter resultados para transações de três diferentes produtos entre os principais portos brasileiros. A aplicabilidade do modelo foi detalhada e é passível de replicação e aprimoramento para diversos produtos diferentes utilizando a metodologia do trabalho para a busca de dados de oferta e demanda de outros itens de exportação. O modelo pode ser utilizado para análise de diferentes portos brasileiros para a disseminação de conhecimento portuário e melhor exploração desses ambientes.

Concluiu-se que o Porto do Itaqui diminuiu a quantidade movimentada em 6 pontos percentuais do total exportado em comparação ao exportado no ano de 2017 no produto sementes, porém foi possível avaliar o potencial de demanda desse porto para outro produto não exportados no ano de 2017. Permitindo uma avaliação mais abrangente sobre o potencial de diversificação de produtos agrícolas por esse porto.

Ao analisar a abrangência do tema e a amostra de estudo, foi possível observar algumas limitações do estudo que podem ser posteriormente avaliadas. Uma limitação notada foi à consideração que o menor custo entre a origem e destino era diretamente proporcional à distância medida pelo modal rodoviário, desconsiderando o real custo do frete, impostos e a possibilidade de utilização de outros modais. Outra limitação foi a não consideração dos custos e capacidades de escoamento de todos os portos. Além disso, o estudo foi feito para apenas três produtos agrícolas, ainda que representativos.

Maia (2004) coloca também a eficiência e onerosidade logística como ponto importante para a escolha dos portos adequados para exportação das cargas, o que não foi possível aferir nesse modelo. Os produtos foram transportados através do meio rodoviário até os portos pelo modelo traçado, porém não foi considerada a

qualidade rodoviária e eficiência entre diferentes estradas até os portos, sendo uma limitação para análise completa do estudo.

Alguns pontos analisados como Portos de melhor localização pelo modelo para exportação dos produtos, como por exemplo, o Porto de Areia Branca no Rio Grande do Norte, não possuem estrutura e capacidade atualmente para transportar tais produtos do agronegócio. Com isso, outra limitação do modelo é a desconsideração da capacidade de escoamento de produtos por Portos.

Para futuros estudos, sugere-se uma análise metodológica mais concisa sobre os principais *trade - offs* para escolha de um porto para exportação de determinado produto. Assim como uma análise mais detalhada sobre os portos brasileiros e suas principais limitações para pontuar corretamente possíveis restrições para o futuro modelo de avaliação.

Sugere-se o aprimoramento do modelo utilizado em futuras aplicações e estudos com a inclusão de outros parâmetros, como os custos de frete para transportes e custos de transportes por portos, e outras restrições, como capacidade de escoamento por portos. Com isso, será possível uma análise mais complexa sobre a real possibilidade de escoamento pelos portos brasileiros e potenciais de demanda dos portos com uma de uma base de dados mais abrangente.

Os resultados da modelagem podem ser utilizados para auxiliar atores públicos em futuras discussões sobre a gestão portuária brasileira, no porto do Maranhão ou outros portos. O modelo também pode ser utilizado para avaliar a visão específica de uma região portuária atualizando os dados inclusos no software. Assim como aplicar o modelo para diversos produtos a fim de auxiliar a otimização do transporte brasileiro e investimentos corretos na infraestrutura.

## REFERÊNCIAS

ALICEWEB. **Consultas**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br>.

AMARAL, Juliana Ventura. **Trade-offs de custos logísticos** / Juliana Ventura Amaral – São Paulo, 2012.

ANDRADE, Eduardo de. **Introdução à Pesquisa Operacional - Método e Modelos para Análise de Decisões**, 5ª edição. LTC, 08/2015.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos** / Ronald H. Ballou; tradução Raul Rubenich – 5. Ed. – São Paulo: ARTMED Editora S.A., 2006.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física** / Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki – 1. Ed. – São Paulo: Atlas, 2011.

BARROS, Cristiane Ferreira Da Silva. **Procedimento para classificação de portos organizados brasileiros**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Área: Transportes – Brasília, 2013.

BETARELLI, Admir Antonio Junior. **Análise dos modais de transporte pela ótica dos blocos comerciais: uma abordagem inter-setorial de insumo-produto**. Dissertação mestrado, programa de mestrado em economia aplicada, Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2007.

BETARELLI, Admir Antonio Junior; BASTOS, Suzana Quinet de Andrade; PEROBELLI, Fernando Salgueiro. **Interações E Encadeamentos Setoriais Com Os Modais De Transporte: Uma Análise Para Diferentes Destinos Das Exportações Brasileiras**. 2011.

BOWERSOX, Donald J; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento** / Donald J Bowersoz, David J. Closs; tradução Equipe do Centro de Estudos em Logística, Adalberto Ferreira das Neves;

coordenação da revisão técnica Paulo Fernando Fleury, Cesar Lavalle – São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, Donald J; CLOSS, David J; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos** / Donald J Bowersoz, David J. Closs; tradução Luiz Claudio de Queiroz Faria – 4ªed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

BOOZ & COMPANY. **Análise e Avaliação da Organização Institucional e da Eficiência de Gestão do setor Portuário Brasileiro**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Volume I, 1ª Ed. 2012. Disponível: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7668/1/An%C3%A1lise%20e%20avalia%C3%A7%C3%A3o\\_FEP0110\\_resultado\\_vol\\_1\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7668/1/An%C3%A1lise%20e%20avalia%C3%A7%C3%A3o_FEP0110_resultado_vol_1_P.pdf)>

BRASIL. Lei nº 12.815, **Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis nºs 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis nºs 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis nºs 11.314, de 3 de julho de 2006, e 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências**. 2013.

BRASIL. **Plano Nacional de Logística Portuária**. Secretaria de Portos da Presidência da República, 2015. Acesso em 03/06/2017. Disponível: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/plano-nacional-de-logistica-portuaria>>.

COLE, S. VILLA, A. **Relatório de Intermodalidade no transporte de carga: portos e hinterlândia, Transporte marítimo, incluindo o de curta distância**. Atlantic - Rede transnacional atlântica dos parceiros económicos e sociais; 2006.

DELGADO, Guilherme. **Expansão E Modernização Do Setor Agropecuário No Pós-Guerra: Um Estudo Da Reflexão Agrária**. P. 157 a 172. ESTUDOS AVANÇADOS 15 (43), 2001.

FARIA, R. N.; SOUZA, C. S.; VIEIRA, J. G. V. **Evaluation of logistic performance indexes of brazil in the international trade**. Revista de Administração Mackenzie, v. 16, n. 1, p. 213 - 235, 2015.

FARIA, Ana Cristina de; COSTA, Maria de Fatima Gameiro da. **Gestão de custos logísticos**. São Paulo: Atlas, 2013.

FIGUEIREDO, Gustavo Soares. **O Papel Dos Portos Concentradores Na Cadeia Logística Global**. Universidade Federal Fluminense, 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

HILLIER, Frederick S., LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. AMGH, 01/2013.

IPEA. **Portos Brasileiros 2009: Ranking, área de influência, porte e valor agregado médio dos produtos movimentados**. Acesso em 10/05/2018. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1408.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1408.pdf)>.

KOTLER, Phillip. **Marketing para serviços profissionais**. São Paulo, SP: Atlas, 1998.

KUSSANO, Marilin Ribeiro. **Proposta de modelo de estrutura do custo logístico do escoamento da soja brasileira para o mercado externo: o caso do Mato Grosso** / Marilin Ribeiro Kussano – São Carlos: UFSCar, 2010.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; JUNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Gest. Prod., v. 20, n. 4, p. 741-761. São Carlos, 2013.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LONGARAY, André Andrade. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Saraiva, 2013.

LOPES, Harlenn dos Santos; LIMA; Renato da Silva; LEAL, Fabiano; NELSON, Aline de Carvalho. **Scenario analysis of Brazilian soybean exports via discrete event simulation applied to soybean transportation: The case of Mato Grosso**

**State.** Research in Transportation Business & Management 25, p. 66-75. Minas Gerais, 2017.

LOUREIRO, S. A.; NOLETTO, A. P. R.; SANTOS, L. S.; SANTOS JÚNIOR, J. B. S.; LIMA JUNIOR, O. F. **O uso do método de revisão sistemática da literatura na pesquisa em logística, transportes e cadeia de suprimentos.** TRANSPORTES v. 24, n. 1, pág. 95 – 106, 2016.

MAIA, Jayme de Mariz. **Economia internacional e comércio exterior.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MARCHETTI, Dalmo dos Santos; FERREIRA, Tiago Toledo. **Situação atual e perspectivas da infraestrutura de transportes e da logística no Brasil.** In: BNDES 60 anos: perspectivas setoriais. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2012. p. 232-270.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** 7. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2012.

MDIC (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços). **Dados de Exportação.** Acesso em junho de 2018. Disponível em <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>.

MENDES, Judas Tadeu Grassi; PADILHA JÚNIOR, João Batista. **Agronegócio: uma abordagem econômica.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MILAN, Marcos (Coord.). **Sistema de qualidade nas cadeias agroindustriais.** São Paulo: [s.n.], 2007.

MONIÉ, Frédéric. **Globalização, modernização do sistema portuário e relações cidade/porto no Brasil.** In: SILVEIRA, Márcio Rogério (org.): Geografia dos transportes, circulação e logística no Brasil. São Paulo: Outras Expressões, Col. "geografia em movimento", p. 299-330.

NOGUEIRA, Amarildo Souza. **Logística empresarial: uma visão local com pensamento globalizado**. Atlas, 2012.

NOGUEIRA, Amarildo Souza. **Logística Empresarial, 2ª edição**. Atlas, 2018.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3. ed., rev., atual. e amp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PÁVON, B. S. **El Futuro de las Relaciones Puerto Ciudad**. Instituto Universitario de Estudos Marítimos. Universidade da Corunã, 2003. Acesso em 03/06/2017. Disponível em: [www.udc.es/iuem](http://www.udc.es/iuem).

PEROBELLI, Fernando Salgueiro; JUNIOR, Admir Antonio Betarelli; VALE, Vinicius de Almeida; CUNHA, Ramon Goulart. **Impactos Econômicos do Aumento das Exportações Brasileiras de Produtos Agrícolas e Agroindustriais para Diferentes Destinos**. Rev. Econ. Sociol. Rural vol.55 no. 2. Brasília, 2017.

PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe; DO CARMO, Breno Barros Telles do; PORTO, Arthur José Vieira. **Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão**. Revista sistemas & gestão, v.4, n.2, p.155-181, maio a agosto de 2009. Acesso em fevereiro, 2018. Disponível em [www.revistasg.uff.br/index.php/sq/article/view/V4N2A5/V4N2A5](http://www.revistasg.uff.br/index.php/sq/article/view/V4N2A5/V4N2A5)

PORTO DO ITAQUI. **Infraestrutura**. Acesso em maio, 2017. Disponível: <http://www.portodoitaqui.ma.gov.br/porto-do-itaqui/infraestrutura>.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo:Feevale, 2013. Acesso em maio, 2017. Disponível: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>.

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2005.



REIS, Silvia Araújo dos. **Demanda por transporte ferroviário: o caso do transporte de açúcar na malha ferroviária da região centrosul** / Silvia Araújo dos Reis; orientador: José Eugênio Leal. – 2007.

REIS, Silvia Araújo dos. **Modelo de programação estocástica para o planejamento tático da cadeia logística da soja** / Silvia Araújo dos Reis; orientador: José Eugenio Leal. – 2013.

SANTOS, Patricia Guarnieri. **Modelo de Apoio à decisão multicritério para classificação de fornecedores em níveis de colaboração no gerenciamento da cadeia de suprimentos utilizando o método Electre Tri**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2012.

SECRETARIA Nacional dos Portos (SNP); Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Autora do conteúdo: Patrícia Laurentino de Mesquita - 2015. Acesso em 29/05/2017. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/plano-nacional-de-logistica-portuaria>>.

SILVA, Carlos Alexandre. **Uma abordagem de problemas de fluxo multiprodutos via métodos heurísticos**. Belo Horizonte: CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

VIEIRA, Amir Mattar Valente; NOVAES, Antonio Galvão Novaes; PASSAGLIA, Eunice. **Gerenciamento de Transportes e Frotas**. 2ª edição. Cengage Learning Editores, 2012.

WANKE, P. F.; HIJJAR, M. F. **Exportadores Brasileiros: Estudo Exploratório das Percepções sobre a Qualidade da Infraestrutura Logística**. Produção, v. 19, n. 1, p. 143-162, 2009.

WANKE, Peter F. **Logística e transporte de cargas no Brasil: produtividade e eficiência no Século XXI**. Atlas, 2010.

## ANEXOS

### Anexo A – Critérios para classificação dos Portos brasileiros

Descrição dos critérios utilizados e seus valores para calcular o <i>ranking</i> dos portos brasileiros		
Descrição dos critérios	Pontuação	
1. Porte (Classificação do porte do porto em grande, médio ou pequeno)	Grande	<b>30</b>
	Médio	<b>20</b>
	Pequeno	<b>10</b>
2. Hinterlândia  (Somatório ponderado do número de estados que compõem as hinterlândias primária, secundária e terciária)	Estado hinterlândia primária	<b>3</b>
	Estado hinterlândia secundária	<b>2</b>
	Estado hinterlândia terciária	<b>1</b>
3. Participação no comércio internacional do Brasil (Participação percentual de cada porto no comércio internacional do Brasil)	Cada ponto percentual	<b>1</b>
4. Setores de atividades (Números de setores de atividade que cada porto movimentou com valores superiores a US\$ 100 milhões)	Cada setor	<b>1</b>
5. Classificação em nacional, regional ou local (Classificação referente ao âmbito de atuação do porto conforme critérios estabelecidos no subitem 2.6)	Nacional	<b>30</b>
	Regional	<b>20</b>
	Local	<b>10</b>
6. Valor agregado médio (Valor agregado médio dos produtos transacionados por porto, em dólares/t)	Muito alto	<b>20</b>
	Alto	<b>15</b>
	Médio	<b>10</b>
	Baixo	<b>5</b>

Fonte: Base de dados 2007. Elaboração: IPEA (2009).

## Anexo B – Ranking dos Portos brasileiros

**Ranking dos portos brasileiros**

Ranking	Porto	Porte	Hinterlândia	Participação no comércio exterior	Setores atividades	Nacional, regional ou local	Valor agregado médio	Total
1ª	Santos – SP	30	36	34,8	14	30	20	164,8
2ª	Paranaguá – PR	30	21	8,8	13	20	15	107,8
3ª	Rio de Janeiro – RJ	30	10	6,5	13	20	20	99,5
4ª	Itajaí – SC	30	14	4,2	11	20	20	99,2
5ª	Vitória – ES	30	15	9,1	12	20	10	96,1
6ª	Rio Grande – RS	30	9	7,1	13	20	15	94,1
7ª	São Francisco do Sul – SC	30	10	2,9	8	10	15	75,9
8ª	Salvador – BA	20	6	2,3	12	10	20	70,3
9ª	Manaus – AM	20	7	2,6	9	10	20	68,6
10ª	Aratu – BA	30	5	3,0	3	10	15	66,0
11ª	São Sebastião – SP	30	3	3,8	2	10	15	63,8
12ª	Pecém – CE	20	7	1,0	5	10	20	63,0
13ª	Itaguaí (Sepetiba) – RJ	20	11	2,3	8	10	10	61,3
14ª	São Luís – MA	30	8	3,6	4	10	5	60,6
15ª	Suape – PE	20	7	1,1	7	10	15	60,1
16ª	Niterói – RJ	20	3	0,3	3	10	20	56,3
17ª	Munguba – PA	20	4	1,0	3	10	15	53,0
18ª	Porto Alegre – RS	20	3	2,6	2	10	15	52,6
19ª	Belém – PA	20	4	0,5	1	10	15	50,5
20ª	Fortaleza – CE	20	4	0,4	1	10	15	50,4
21ª	Imbituba – SC	20	2	0,4	2	10	15	49,4
22ª	Maceió – AL	20	3	0,4	2	10	10	45,4
23ª	Santarém – PA	20	5	0,3	2	10	5	42,3
24ª	Natal – RN	10	3	0,1	1	10	15	39,1
25ª	Antonina – PR	10	2	0,2	1	10	15	38,2
26ª	Recife – PE	10	3	0,3	2	10	10	35,3
27ª	Porto Xavier – RS	10	0	0,1	0	10	15	35,1
28ª	Ilhéus – BA	10	3	0,1	1	10	10	34,1
29ª	Macaé – RJ	10	2	0,2	1	10	10	33,2
30ª	Macapá – AP	10	1	0,0	0	10	10	31,0
31ª	Cabedelo – PB	10	1	0,0	0	10	10	31,0
32ª	Itaqui – RS	10	0	0,0	0	10	10	30,0
33ª	Aracaju – SE	10	1	0,1	0	10	5	26,1
34ª	Corumbá – MS	10	0	0,1	0	10	5	25,1

Fonte: Base de dados 2007. Elaboração: Diset e Dirur/Ipea.

Fonte: Base de dados 2007. Elaboração: IPEA.

## Anexo C – Mercadorias SH 02 dígitos, detalhadas por SH 04

Mercadorias categorizadas por SH 04 dígitos			
Código	Descrição	Código	Descrição
0201	Carnes de animais da espécie bovina, frescas ou refrigeradas	1201	Soja, mesmo triturada
0202	Carnes de animais da espécie bovina, congeladas	1202	Amendoins não torrados nem de outro modo cozidos, mesmo descascados ou triturados
0203	Carnes de animais da espécie suína, frescas, refrigeradas ou congeladas	1203	Copra em grãos
0204	Carnes de animais das espécies ovina ou caprina, frescas, refrigeradas ou congeladas	1204	Sementes de linho (linhaça), mesmo trituradas
0205	Carnes de animais das espécies cavalariça, asinina e muar, frescas, refrigeradas ou congeladas	1205	Sementes de nabo silvestre ou de colza, mesmo trituradas
0206	Miudezas comestíveis de animais das espécies bovina, suína, ovina, caprina, cavalariça, asinina e muar, frescas, refrigeradas ou congeladas	1206	Sementes de girassol, mesmo trituradas
0207	Carnes e miudezas comestíveis, frescas, refrigeradas ou congeladas, das aves da posição 0105	1207	Outras sementes e frutos oleaginosos, mesmo triturados
0208	Outras carnes e miudezas comestíveis, frescas, refrigeradas ou congeladas	1208	Farinhas de sementes ou de frutos oleaginosos, exceto farinha de mostarda
0209	Toucinho sem partes magras, gorduras de porco e de aves, não fundidas nem extraídas de outro modo, frescos, refrigerados, congelados, salgados ou em salmoura, secos ou defumados	1209	Sementes, frutos e esporos, para sementeira
0210	Carnes e miudezas, comestíveis, salgadas ou em salmoura, secas ou defumadas; farinhas e pós, comestíveis, de carnes ou de miudezas	1210	Cones de lúpulo, frescos ou secos, mesmo triturados ou moídos ou em pellets; lupulina

1701	Açúcares de cana ou de beterraba e sacarose quimicamente pura, no estado sólido	1211	Plantas, partes de plantas, sementes e frutos, das espécies utilizadas principalmente em perfumaria, medicina ou como inseticidas, parasiticidas e semelhantes, frescos ou secos, mesmo cortados, triturados ou em pó
1702	Outros açúcares, incluídos a lactose, maltose, glicose e frutose (levulose), quimicamente puras, no estado sólido; xaropes de açúcares, sem adição de aromatizantes ou de corantes; sucedâneos do mel, mesmo misturados com mel natural; açúcares e melaços	1212	Alfarroba, algas, beterraba sacarina e cana-de-açúcar, frescas, refrigeradas, congeladas ou secas, mesmo em pó; caroços e amêndoas de frutos e outros produtos vegetais (incluídas as raízes de chicória não torradas, da variedade <i>Cichoriumintybus</i> )
1703	Melaços resultantes da extração ou refinação do açúcar	1213	Palhas, cascas de cereais, em bruto, moídas, prensadas, etc.
1704	Produtos de confeitaria sem cacau (incluído o chocolate branco)	1214	Rutabagas, beterrabas forrageiras, raízes forrageiras, feno, luzerna, trevo, sanfeno, couves forrageiras, tremoço, ervilhaca e produtos forrageiros semelhantes, mesmo em pellets

Fonte: MDIC. Adaptação: Autora.