



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ENGENHARIA NAVAL

VITOR RANGEL MACARIO LIMA

**UTILIZAÇÃO DO TRANSPORTE MULTIMODAL A FIM DE REDUZIR CUSTOS: ESTUDO DE  
CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO ALIMENTÍCIO.**

RECIFE

2019

VITOR RANGEL MACARIO LIMA

**UTILIZAÇÃO DO TRANSPORTE MULTIMODAL A FIM DE REDUZIR CUSTOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO ALIMENTÍCIO.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Engenharia Naval do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Naval.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Eduardo Gomes de Melo

1º Avaliador: Demétrius Perrelli Valença

2º Avaliador: Heitor de Oliveira Duarte

RECIFE

2019

## RESUMO

A fim de reduzir custos e aumentar sua rentabilidade, as empresas estão à procura de novas soluções para sanar suas maiores dificuldades. Uma dessas soluções é a redução do custo do transporte, a partir da integração multimodal. O presente estudo tem como objetivo apresentar uma comparação entre os modais de transporte (terrestres, dutoviários, aquaviários e aéreos) na distribuição de alimentos, em específico os “*In Natura*”, e apresentar qual possui maior benefício em relação ao custo e tempo de viagem. Foi considerando que todos os passos foram planejados com antecedência e os movimentos serão feitos de forma ideal, sem atrasos e tempos de espera por movimentação. Os dados obtidos e analisados nesse estudo são aproximados da realidade e foram retirados da empresa em estudo. As análises tiveram embasamentos teóricos em assuntos como logística, transportes, os modais de transporte, seu cenário atual, e os custos do transporte. O estudo foi feito de forma qualitativa, através de pesquisas bibliográficas e estudo de campo em uma empresa multinacional do ramo de alimentos. É proposto no presente trabalho uma alternativa para o modelo atual utilizado pela empresa, em um transporte específico da região Sul do País até a região Nordeste. Os resultados mostram os benefícios e a redução de custo da utilização da cabotagem como parte do modal.

Palavras Chaves: Cabotagem, Transportes, Rodoviário, Multimodal, In Natura.

## ABSTRACT

In order to reduce costs and increase their profitability, companies are looking for new solutions to remedy their greatest difficulties. One such solution is to reduce the cost of transportation, from transport integration. The present study aims to present a comparison between the transport in the food distribution, in particular "In Natura", and present which has the greatest benefit in relation to the cost and time of travel. It was considered that all the steps were planned and the movements will be done optimally, without delays and waiting times for movement. The data obtained and analysed in this study are approximate to the reality and were withdrawn from the company under study. The analyses had theoretical foundations in subjects such as logistics, transportation, transport modes, their current scenario, and transportation costs. The study was carried out in a qualitative way, through bibliographical research and field study in a food company. This work proposes an alternative to the current model used by the company, in a specific transport from the southern region of the country to the Northeast region. The results of the case study show the benefits and cost reduction of the use of cabotage as part of the transport.

Key words: Cabotage, Transport, Road, Transport integration, In Natura.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática dos custos logísticos. Fonte: Faria e Costa (2005) .....	12
Figura 2: Representatividade dos custos logísticos. Fonte: Panorama de Custos Logísticos (2013) .....	13
Figura 3: Modais de transporte. Fonte: Mendonça, Keedi; 1997 .....	15
Figura 4: Matriz de Transporte no Brasil. Fonte: CNT (2013) .....	16
Figura 5: Matriz de Transporte no Mundo. Fonte: CNT(2013) .....	17
Figura 6: Frota de Aeronaves no Brasil. Fonte: ONTL (2018) .....	20
Figura 7: Quantidade de Carga Transportada. Fonte: ONTL (2018) .....	21
Figura 8: Distribuição de dutovias no Brasil. Fonte: Empresa de Planejamento e Logística (EPL) (2018) .....	22
Figura 9: Movimentação em Dutos no Brasil. Fonte: ONTL (2018) .....	22
Figura 10: Dados de Vagões e Trens em Tráfego no Brasil. Fonte: ONTL (2018) .....	24
Figura 11: Distribuição de Ferrovias no Brasil. Fonte: EPL (2018) .....	24
Figura 12: Volume movimentado por carga. Fonte: ONTL (2018) .....	24
Figura 13: Tipos de Caminhões. Disponível em: <a href="https://mudancaseconomicas.com.br/blog/tipos-de-caminhoes-de-mudancas/">https://mudancaseconomicas.com.br/blog/tipos-de-caminhoes-de-mudancas/</a> .....	26
Figura 14: Quantidade de Rodovias por Região. Fonte: ONTL (2018) .....	27
Figura 15: Malha rodoviária no Brasil. Fonte: BIT (2014) .....	27
Figura 16: Movimentação por Grupo de Carga e Participação do Tipo de navegação no Brasil. Fonte: ONTL (2018) .....	28
Figura 17: Infraestrutura da instalação portuária no Brasil. Fonte: ONTL (2018) .....	29
Figura 18: Distribuição dos Portos no Brasil. Fonte: CNT (2013) .....	29
Figura 19: Embarcações no Brasil. Fonte: ONTL (2018) .....	30
Figura 20: Representação esquemática do Modelo Atual. Fonte: Próprio Autor .....	32
Figura 21: Composição do Pallet. Disponível em: <a href="https://ok-berta.ru/">https://ok-berta.ru/</a> .....	34
Figura 22: Disposição dos Pallet na Carreta. Fonte: Próprio autor .....	34
Figura 23: Representação esquemática do Modelo Proposto. Fonte: Próprio autor ....	36
Figura 24: Disposição dos pallets no Contêiner. Fonte: Próprio autor .....	38

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Medidas Internas da Carroceria.....	33
Tabela 2: Padrão de medidas dos Pallets.....	33
Tabela 3: Resumo da composição de carga modal rodoviário.....	35
Tabela 4: Cenários de análise do estudo.....	35
Tabela 5: 1º Etapa - Modelo Proposto.....	37
Tabela 6: 2º Etapa - Modelo Proposto.....	37
Tabela 7: 3º Etapa - Modelo Proposto.....	37
Tabela 8: Medida do Contêiner Refrigerado High Cube.....	38
Tabela 9: Resumo da composição de carga no modelo proposto.....	38
Tabela 10: Cálculo do Custo de Frete do Modelo Atual.....	42
Tabela 11: Tempo de viagem (Lead Time) do Modelo Atual.....	42
Tabela 12: Custos da 1º Etapa do Modelo Proposto.....	43
Tabela 13: Custos da 2º Etapa do Modelo Proposto.....	43
Tabela 14: Custos da 1º Etapa do Modelo Proposto.....	44
Tabela 15: Custo de Frete do Modelo Proposto.....	44
Tabela 16: Resultados obtidos.....	45
Tabela 17: Desvio Projetado pelo Modelo Proposto.....	45

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	OBJETIVO.....	9
2.1	Objetivo geral.....	9
2.2	Objetivos específicos.....	9
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3.1	A Logística.....	11
3.2	O Transporte .....	14
3.3	O Transporte no Brasil e no Mundo.....	15
3.4	O Transporte Multimodal.....	19
3.5	Os Modais de Transporte .....	19
3.5.1	Modal Aéreo.....	19
3.5.2	Modal Dutoviário .....	21
3.5.3	Modais Terrestres .....	23
4	ESTUDO DE CASO .....	31
4.1	A Empresa .....	31
4.2	Modelo Atual.....	32
4.3	Modelo Proposto .....	35
4.4	Análise de custos e tempo de viagem (lead time). .....	39
4.4.1	Modelo Atual.....	39
4.4.2	Modelo Proposto.....	40
5	RESULTADOS .....	42
5.1	Modelo Atual.....	42
5.2	Modelo Proposto .....	43
5.3	Comparação Modelo Atual versus Modelo Proposto .....	45
5.4	Análise geral.....	46
6	CONCLUSÃO .....	48
7	REFERÊNCIAS.....	50

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda logística para o escoamento e movimentação de produtos, fez com que os custos logísticos em empresa sejam altos. Com isso se viu um grande salto na necessidade de otimizar os processos de transporte e deslocamento de produtos.

A escolha de um modal de transporte ou uma combinação desses modais é uma decisão que possui um grande impacto nos custos logísticos. Os critérios para essa escolha são diversos, a depender do produto transportado, distancia percorrida, origem e destino e características da empresa. A escolha feita de forma correta, pode acarretar a redução desses custos, criando uma vantagem competitiva para a empresa e uma maior rentabilidade da mesma.

Visando a redução dos custos no transporte, o presente trabalho irá abordar a utilização da multimodalidade com o objetivo principal a redução de custos logísticos apresentados por uma empresa. A empresa em estudo é do ramo alimentício, com sua parte de produto em proteína animal.

Este estudo será segmentado em seis capítulos, os quais vão abordar seguintes temas.

No capítulo 1 será a introdução do tema, contextualizando a problemática, motivação e justificativa do presente estudo.

No capítulo 2 será exposto os objetivos gerais e específicos do trabalho, como será trabalhada o estudo e quais os cenários abordados.

No capítulo 3 de forma sucinta será apresentada uma fundamentação teórica do tema em estudo, realizado através de pesquisas em livros e publicações sobre o tema. Neste capítulo será abordado os cenários atuais do Brasil e no mundo sobre o tema em estudo.

No capítulo 4 será tratada toda metodologia de desenvolvimento do estudo de caso, de forma descritiva como será o processo analisado e todas as suas tratativas. Será feita a descrição da empresa e sua área de atuação, do modelo atual de abastecimento utilizado pela empresa com todos os seus processos e etapas e a proposta de resolução com um novo modelo, determinando todo o processo e quais as etapas.

No capítulo 5 se faz de forma quantitativa o estudo realizado no capítulo 4, trazendo, todos os dados obtidos em pesquisas de campo em conjunto com a empresa em estudo e aplicando toda a metodologia estudada. Também será exposto os resultados obtidos e quais os benefícios de utilizar o modelo proposto.

Por fim, o capítulo 6 apresentará as considerações finais do estudo, com análises da metodologia aplicada e resultados obtidos.

## **2 OBJETIVO**

### 2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral realizar um estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício, analisando o abastecimento dos seus centros de distribuição da região Nordeste do País através das unidades de produção da região Sul. Será realizada a análise do modelo atual de abastecimento comparando com um modelo proposto a fim de reduzir os custos e tempo de viagem, considerando que os tempos e movimentos são ideais, sem atrasos e tempo de espera.

### 2.2 Objetivos específicos

Os tópicos desenvolvidos no trabalho a fim de atingir o objetivo geral, serão os seguintes:

- Analisar os modelos de transportes no mundo e seus benefícios.
- Analisar o modelo atual de abastecimento, e quais as etapas são realizadas.
- Propor o modelo que se encaixe no modo de abastecimento da empresa e do produto, a fim de reduzir custos.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico será abordado algumas pesquisas, artigos científicos e estudos anteriores acerca do tema, com intuito de mostrar o cenário atual, motivações, importância e necessidades deste trabalho.

A produção de alimentos consiste na execução de diversos processos, onde eles interagem desde obtenção da matéria prima até a chegada no consumidor. Gerando uma cadeia de custos que podem ser reduzidos com a utilização de processos alternativos, sendo assim esses precisam ser executados da maneira mais eficaz e eficiente possível para que a indústria se torne competitiva diante o mercado.

Um desses custos é o do transporte, segundo BALLOU (2011) ele representa a segunda maior porcentagem, perdendo apenas para o custo de bens adquiridos. Portanto é de extrema importância uma análise detalhada da escolha do modal que será utilizado pela indústria a fim de reduzir seus custos.

A princípio são cinco os modais básicos de transporte: rodoviário, aquaviário, dutoviário, aeroviário e ferroviário, que por muitas vezes as indústrias utilizam da combinação destes. No cenário brasileiro segundo a Confederação Nacional de Transporte (CNT)(2013), cerca de 61% da matriz de transporte é rodoviário, 20,7% ferroviário, 13,6% aquaviário, 4,2% dutoviário e 0,4% aéreo.

Este trabalho irá realizar um estudo de caso desde a operação até a análise de custos, pois segundo BALLOU (2015) a tomada de decisão do modal de transporte deve se levar em conta algumas características dos serviços: tempo de viagem, preço, variabilidade do tempo de trânsito e perdas e danos. E ainda segundo FLEURY (2013), cada modal tem seus custos e características específicas o que tornam indicados para determinados tipos de operações.

Com o intuito de reduzir os custos no transporte, realizaremos o estudo com a integração multimodal, pois segundo NAZÁRIO (2000a), o uso do multimodal torna as empresas mais competitivas, e auxilia na redução de custos.

A análise será feita em uma necessidade atual da empresa de integração entre fábrica e centros de distribuição em diferentes regiões do nordeste. Utilizaremos como transportes principais do estudo os modais aquaviário e rodoviário, pois segundo a CNT(2012), o Brasil possui características favoráveis

ao uso da navegação, com uma costa de aproximadamente 7.408 km. E ainda segundo FLEURY (2000) ter como matriz de transporte com 61% em um único modal, com infraestrutura deficiente, insegurança, informalidade e fragmentação do setor, mostra a incapacidade de atender uma demanda futura.

Sendo a cabotagem, definida pela CNT (2007), como o transporte marítimo realizado entre dois portos da costa de um mesmo país ou entre um porto costeiro e um fluvial, sendo uma alternativa ao transporte rodoviário, e segundo MOURA E BOTTER (2011), este reduz os custos com menor quantidade de avarias e perdas de cargas.

Por estes fatores utilizaremos o estudo multimodal, como principal transporte a cabotagem, para uma possível análise de comparação com o modelo atual.

### 3.1 A Logística

A palavra Logística deriva do grego, e significa habilidades de raciocínio lógico e cálculo. Ela surgiu inicialmente no século XX durante as batalhas da segunda guerra mundial, onde eram necessárias criação de estratégias para transporte e armazenamento de armas e suprimentos em geral. Ao final da guerra essas estratégias foram implementadas por grandes empresas nos seus modelos de distribuição, deixando mais eficiente.

Segundo NOVAES (2007), após a segunda guerra com a implementação da indústria, e o aumento de consumo de bens, foi se necessário otimizar os processos para melhor atender o consumidor. Pois segundo GOMES E RIBEIRO (2004), a logística tem como objetivo das suas operações a satisfação do cliente, pois estes que possuem expectativas sobre o produto, sendo necessária a criação de uma confiabilidade em relação ao fornecedor. E ainda segundo FARIA E COSTA (2005) a logística só atinge o seu objetivo quando o cliente está satisfeito com o serviço oferecido.

Segundo BOWERSOX E CLOSS (2001, p.23), “a logística de uma empresa é um esforço integrado com o objetivo de ajudar a criar valor para o cliente, pelo menor custo total possível. A logística existe para satisfazer as necessidades do cliente, facilitando as operações relevantes de produção e

marketing”. Afirmando que o consumidor satisfeito é o objetivo principal da logística.

Para isso é necessária uma otimização nos processos, principalmente nas etapas de distribuição, transporte, armazenamento e movimentação desses materiais, para isso foram desenvolvidos modelos de gestão (GOMES; RIBEIRO, 2004). Com a otimização desses processos tem como função o desenvolvimento de um diferencial competitivo para as empresas, reduzindo os custos, fidelizando o cliente e maximizando os resultados segundo NOVAES (2007).

Esses processos geram uma cadeia de valores, que precisam de uma gestão estratégica dos custos. Segundo SHANK E GOVINDARAJAM (1997), as atividades que criam valores estão desde a matéria prima, fornecedores até o produto final, a união de todas essas etapas é a operação. E para PORTER (1989), essas atividades são dependentes, sendo necessária a criação de elo e atuarem de forma conjunta.

Para FARIA E COSTA (2005), os custos logísticos estão no planejamento, na implementação e no controle de todo o inventário na entrada, no processo e na saída, desde o ponto de origem até o ponto do consumidor. Os principais custos do processo logísticos são: custo de armazenagem e movimentação de materiais, transportes, embalagens, manutenção, tributos e tecnologias envolvidas e entre outros. Os quatro elementos básicos dos custos logísticos são formados da seguinte forma, conforme a figura 1:

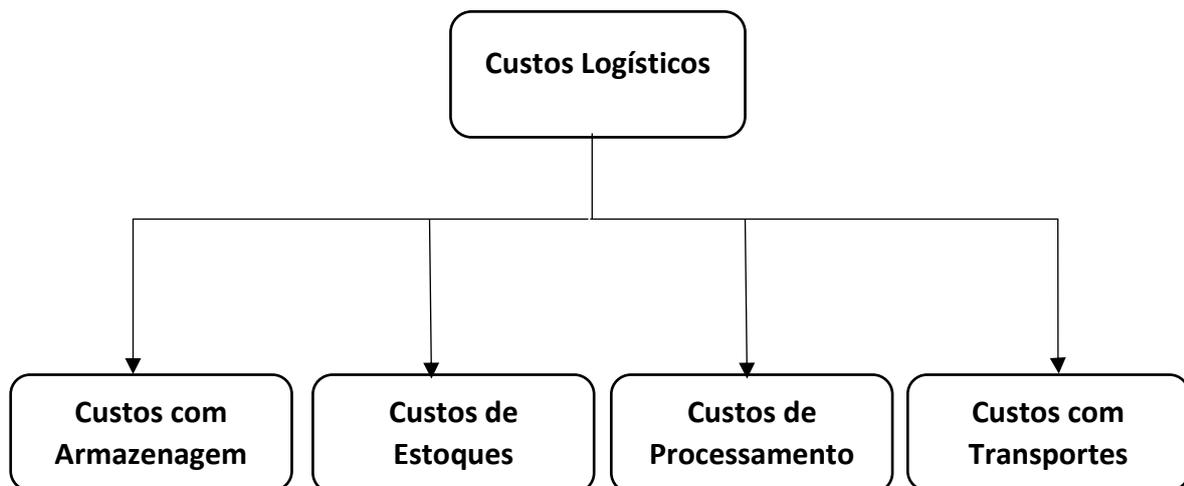


Figura 1: Representação esquemática dos custos logísticos. Fonte: Faria e Costa (2005)

Na figura 2, é demonstrada a representatividade aproximada de cada custo, segundo o Panorama de Custos Logísticos no Brasil (2013).

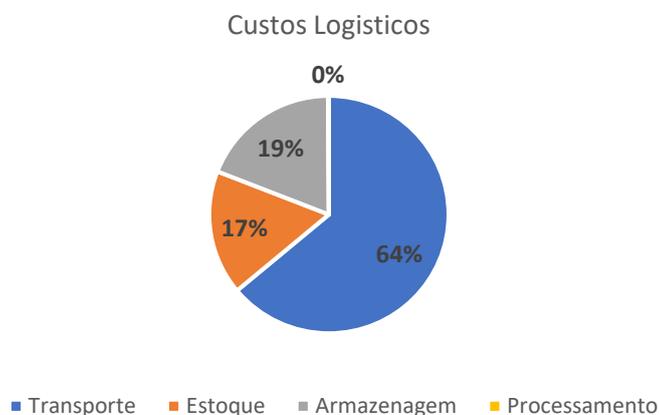


Figura 2: Representatividade dos custos logísticos. Fonte: Panorama de Custos Logísticos (2013)

Os custos de armazenagem e movimentação de materiais estão no processo de recebimento do material até o ponto de estocagem, como também a movimentação desses materiais até onde serão utilizados para a distribuição final (FARIA; COSTA, 2005). Segundo MOURA (1998) esses custos representam cerca de 30% a 50% dos custos logísticos de produção.

Segundo GARCIA (2006), os custos de estoque estão baseados em três áreas, os custos com manutenção, de pedido e de falta. O de manutenção consiste nos custos ao armazenar o produto e são proporcionais a quantidade, o de pedido são os custos referentes a uma nova encomenda e o de falta são custos de produtos que não possuem estoque suficiente para a demanda.

O custo de processamento segundo ANDRADE (2009a), é o custo por pedido de produto para o estoque. Ele é reduzido com o aumento do estoque médio, pois reduz a necessidade que se faz o pedido.

E por último o objeto de estudo do trabalho em questão, o custo do transporte. Segundo BALLOU (2006) esse representa cerca de dois terço dos custos logísticos totais, sendo influenciado pela distância, volume e densidade dos produtos, facilidade no manuseio e alocação dos materiais, os riscos no seu transporte, e a influência e facilidades no tráfego (BOWERSOX; CLOSS, 2001). Por esses motivos BALLOU (2006) afirma que os principais pontos a serem analisados ao escolher o sistema de transporte são: tempo e variabilidade

de viagem, risco de perdas e o preço. Nas próximas seções iremos falar mais detalhadamente sobre esse custo.

### 3.2 O Transporte

De acordo com CHOPRA & MEINDL (2003), o transporte compõe do deslocamento do produto no início da cadeia de suprimentos até o consumidor final, sendo a ponte de ligação entre as fabricas e o mercado de consumidores. Para KEEDI (2004), essa ligação deve ser feita com o melhor tempo, preço e qualidade, tornando o melhor processo completo.

Segundo RODRIGUES (2004), a necessidade de maior agilidade nos transportes vem desde os avanços na agricultura, onde se precisava transportar cada vez mais e mais rápido. Assim foram criados meios de transportes mais eficientes, com capacidades diferentes, para poder atender as mais diversas geografias. Ainda segundo RODRIGUES (2004), na revolução industrial com o surgimento da máquina a vapor e a utilização do aço na construção, possibilitou a criação de embarcações cada vez maiores, reduzindo os custos nos transportes marítimos. Sendo esse o divisor para que o transporte se tornasse atraente, com maiores capacidades e menor custo.

Para FARIA (2001), o transporte é essencial para qualquer economia, desde os primórdios, onde se tinha a necessidade de se transportar a todo momento em busca de alimento, até os tempos modernos mais complexos. Com a evolução e o aumento da demanda e complexidade nos transportes, segundo RODRIGUES (2004), esse estudo se tornou de caráter científico, buscando analisar e entender todas as possíveis variáveis e complexidades nas etapas a fim de solucionar os problemas.

FARIA (2001) afirma que o “sistema de transporte” é formado pela integração de um conjunto de elementos, são eles: os meios de transporte (os modais), as vias (ferrovias, rodovias e outros), as instalações (terminais, portos e outros) e o sistema de controle dessas atividades. Resumindo o sistema de transporte tem como objetivo realizar a circulação em todo território, interligando os centros de produção e o consumo, visando atender as necessidades da população da região. (FICI, 2007).

Os modais de transportes são divididos em quatro agrupamentos, os terrestres: rodoviário e ferroviário, os aquaviários: marítimo e hidroviário, o aéreo e o dutoviário. Eles podendo ser utilizados de forma independente, unimodal, ou com a combinação de dois ou mais modais, multimodal (MENDONÇA, KEEDI, 1997). Conforme mostra o esquema da figura 3:

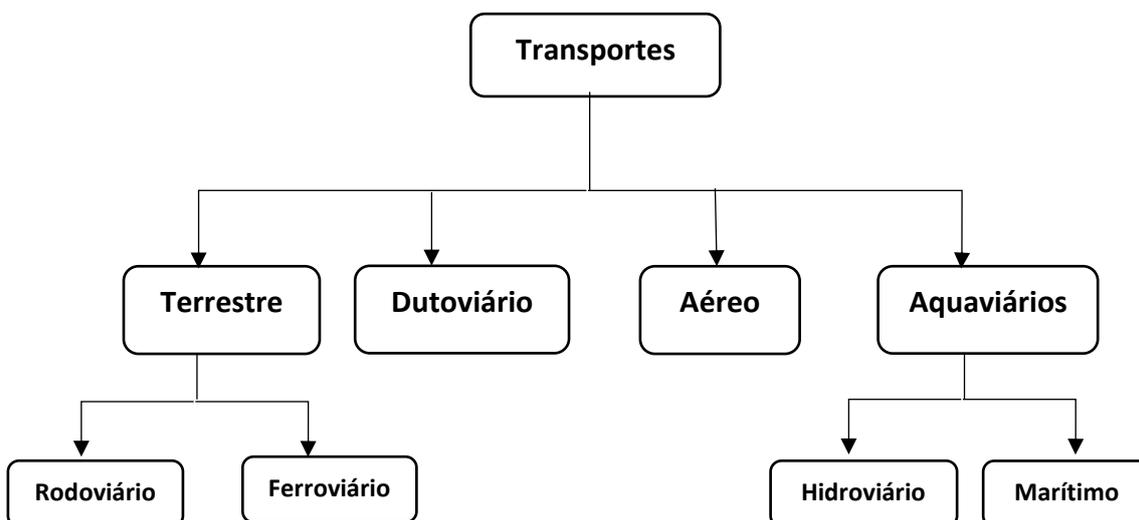


Figura 3: Modais de transporte. Fonte: Mendonça, Keedi; 1997

Para o uso correto dos modais, é necessário conhecer todas as limitações, prós e contras do modal, e todas as premissas do objeto a ser transportado (DIAS, 2012). Para isso é necessário ponderar vantagens e desvantagens para se escolher como será transportado. Os próximos capítulos irão explicitar cada modal e suas características.

### 3.3 O Transporte no Brasil e no Mundo.

O Brasil possui uma área de aproximadamente 8.511.965 km<sup>2</sup>, uma fronteira terrestre de 15.179 km de extensão e uma costa de 7.400 km, apontando uma forte vocação para o transporte marítimo, pois a maior parte da economia fica situada a no máximo 200 km do litoral (RODRIGUES, 2004). Segundo os dados da CNT (2013), a matriz no Brasil é composta em sua grande maioria pelo modal rodoviário, conforme exemplifica a figura 4.

### Matriz de Transporte no Brasil

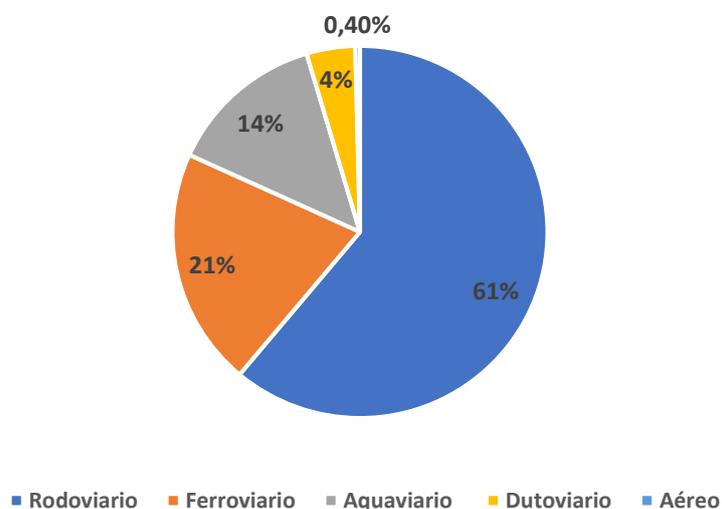


Figura 4: Matriz de Transporte no Brasil. Fonte: CNT (2013)

MATERA (2012), afirma que a infraestrutura do transporte no Brasil, é insuficiente para suas dimensões, produção e integração entre os modais. Isso vêm influenciando nos custos dos transportes, chegando a ser cerca de 200% maior em relação aos custos médios de países desenvolvidos, justificando o desequilíbrio na matriz de transporte brasileira. Segundo PASSOS (2005), a excessiva concentração de transporte de carga no modal rodoviário diminui a eficiência e aumenta os custos.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA,2011), o Brasil possui a terceira mais extensa malha rodoviária do mundo, porém apenas 12% desta é pavimentada. E a CNT (2012), concluiu através de um estudo que apenas 37,4% das rodovias do Brasil são consideradas ótimas ou boas; 33,4 % em condições regulares e cerca de 29,3% são ruins ou péssimas, sendo uma parcela de dois terços das rodovias sem condições de uso adequadas.

Já o cenário do modal ferroviário brasileiro se encontra em sua grande maioria nas regiões de produção agrícola e de exploração mineral presentes no interior, com o intuito de transportar até os portos de exportação (CAMPOS, 2011). Segundo a CNT (2012), a extensão no Brasil é de 30.000 km, e cerca de 90% é operado por empresas privadas, sendo 52% presente na região Sudeste,

o que torna o modal mau estruturado e distribuído em toda região demográfica (CNT, 2009, CAMPOS, 2011).

O modal aquaviário segundo a Associação Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) possui 44 mil km de oportunidades de vias navegáveis excluindo a costa, porém apenas 30 % dessas atualmente são navegáveis, e sua grande maioria localizadas na região norte do Brasil. O IPEA (2012), afirma que o atual desenho institucional do sistema portuário representa um obstáculo ao desenvolvimento do setor no Brasil.

Os modais dutoviário e aéreo tem suas participações reduzidas no Brasil, segundo a CNT (2012) atualmente são utilizadas 13 mil km de duto vias, e 34 terminais de cargas para o transporte aéreo. Essas não representam 5% do transporte no País, isso se dar pelo seu alto investimento e custo, e ainda suas peculiaridades de extensão.

Em países com extensão territorial parecidas com o Brasil, como a Rússia e a China, o cenário é diferente. Segundo os estudos da CNT (2013), a matrizes de transporte dos países semelhantes são distribuídas de acordo com a figura 5:

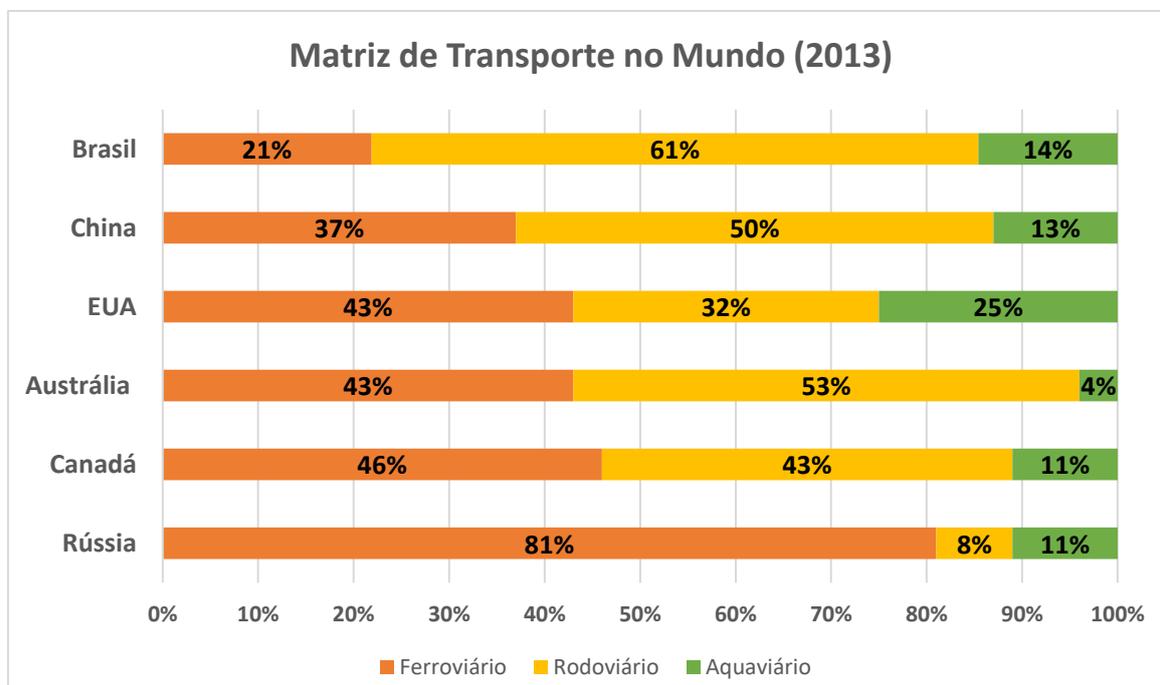


Figura 5: Matriz de Transporte no Mundo. Fonte: CNT(2013)

A Rússia tem como modal predominante o ferroviário, com mais de 85,5 mil km de extensão sendo grande parte situada ao oeste do País, onde se encontra a região mais desenvolvida. Já o modal rodoviário possui cerca de 933

mil km de extensão dos quais cerca de 81% em boas condições de uso em todo território e representa apenas 8% da matriz de transporte. No modal aquaviário possui 102 mil km de vias navegáveis, o que representa apenas 11% da matriz de transporte e no modal aéreo com mais de 1.216 aeroportos de cargas e um comprimento total de 600 mil km, não sendo 1% da matriz de transporte (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES DA RUSSIA, 2013).

A China possui extensão territorial aproximada ao Brasil com 9.597.000 km<sup>2</sup>, tendo sua costa ao leste do País sendo mais próxima das regiões mais desenvolvidas e sua fronteira terrestre ao oeste. O maior modal da China assim como o Brasil, com aproximadamente 50% da matriz é a rodoviária, com 65 mil km de comprimento total sendo a segunda maior rede do mundo. (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES DA CHINA, 2007).

A segunda matriz de transporte chinesa é a ferroviária, que possui a maiores redes alta velocidade do mundo, chegando a 300 km/h. Ela tem uma extensão de aproximadamente 9.576 km, e atravessam toda a extensão do País, transportando aproximadamente 1,68 bilhões de passageiros (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES DA CHINA, 2007).

Esses países têm em comum a participação no BRICS, grupo de países do mercado emergente em desenvolvimento econômico. Esses países investem em média 3,2% e 3,4% do seu Produto Interno Bruto (PIB) nos transportes, enquanto o Brasil tem um investimento de apenas 0,6% (IPEA, 2010). Para que o Brasil alcançasse patamares próximos da China, teria que ser investido na média de 4% a 6% do PIB, durante 20 anos (JOURNAL OF TRANSPORT LITERATURE, 2012). Para o Plano Nacional de Transporte e Logística (PNTL, 2011), calculou que seria necessário um investimento de aproximadamente R\$ 405 bilhões para tornar a infraestrutura satisfatória.

### 3.4 O Transporte Multimodal

O uso de mais de um tipo de transporte com objetivo de transportar a mercadoria do ponto de origem até seu destino final é o transporte multimodal, sendo possível várias combinações como rodoviário-ferroviário, rodoviário-marítimo, dutoviário-marítimo e entre outras combinações (CHOPRA; MEINDL, 2003). Segundo PEREIRA (2007) a multimodalidade tem sido desenvolvida por 4 premissas: alta competição do mercado global, confiabilidade, flexibilidade de atendimento e frequência dos modais. Assim tirando as maiores desvantagens de cada modal e tentando maximizar os resultados com redução de custo e tempo.

BALLOU (2011) cita que existem 10 combinações de transportes de serviço integrado, mas nem todas delas são práticas e não foram bem aceitas pelo mercado. A alternativa de equipamento mais popular é o contêiner, empregado na maioria das combinações. Ele ainda afirma que o processo é de responsabilidade da transportadora, que é contratada individualmente para cada tipo de modal utilizado, assim reduzindo os custos e aumentando a eficiência das empresas contratadas.

### 3.5 Os Modais de Transporte

#### 3.5.1 Modal Aéreo

O modal aéreo tem como característica principal a sua rapidez, indicado para mercadorias com alto valor agregado e peso/volume reduzidos ou transportes urgentes (KEEDI, 2004, VIEIRA, 2003). Por definição é modalidade de transporte que acontece pelo ar, através de aviões e helicópteros, por isso seu alto custo e baixa flexibilidade (FARIA, 2001).

Esse modal teve um crescimento representativo no século XX, entre os anos de 1960 e 1982 cresceu cerca de 517%, porém não significa muito em termos de tonelagem pois representação ainda é muito pequena no mundo.

Onde países como EUA tem menos de 0,5% da representação da sua matriz no modal aéreo (BALLOU, 2007).

O modal possui seus pontos de vantagens são eles; a velocidade: é o transporte mais rápido atualmente, eficiente e confiável; acesso facilitado: pois em quase todas regiões dos países possuem um aeroporto próximo; segurança: armazenagem, manuseio e tempo de viagem reduzem bastante o risco de danos na carga; e a competitividade: pois reduz os custos com estoques e armazenagem por passar pouco tempo em viagem ou em espera de transporte (SILVA E PORTO, 2003).

E o seus pontos de desvantagens são eles; capacidade: existem restrições para peso e volume de cargas em uma aeronave, por maior que seja ainda não consegue competir com outro modais, assim elevando seu custo médio por tonelada; tipos de carga: existem muitas restrições e legislações ao respeito de alguns produtos via aérea; cargas graneis: essas cargas em relação ao custo benefícios impossibilita o seu transporte por esse modal (SILVA E PORTO, 2003).

Segundo o Instituto Brasileiro de Aviação (IBA) (2018), sinalizou que entre os anos de 2014 a 2017 houve uma redução de 51 aeronaves na frota brasileira, uma queda de aproximadamente 7,3%, devido a necessidades das companhias em reduzir o custo operacional, conforme figura 6.

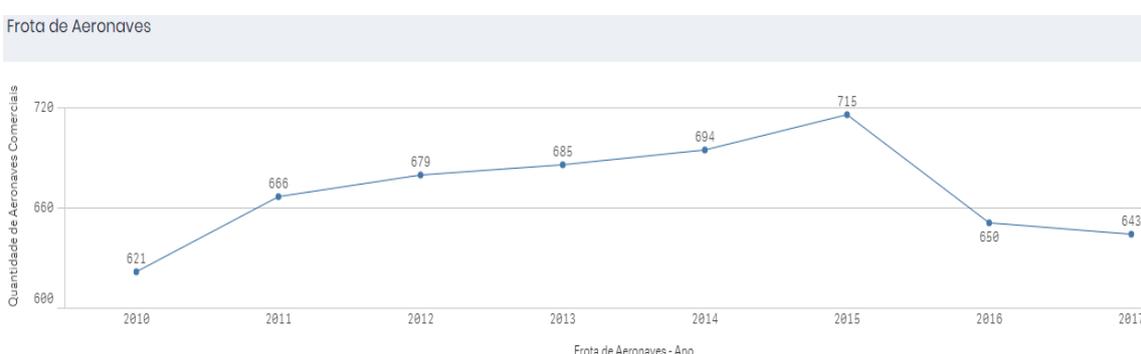


Figura 6: Frota de Aeronaves no Brasil. Fonte: ONTL (2018)

O Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL) (2018), indicou que entre os anos de 2010 e 2016 teve uma queda de 7,5% no volume de carga aérea doméstica transportada, e um aumento de 7,5% em relação 2016 versus 2017, conforme pode ser observado na figura 7.



Figura 7: Quantidade de Carga Transportada. Fonte: ONTL (2018)

### 3.5.2 Modal Dutoviário

O modal dutoviário tem como principal objetivo o transporte de graneis líquidos, sólidos e gasosos através de dutos. Os líquidos em sua grande maioria são de petróleo e derivados, sólidos somente o que podem ser suspensos em líquidos ou movidos como fluido e os gases em grande volume. Os custos desse tipo de modal são baixos, porém sua limitação ainda está em sua linha produtos atendidos (BALLOU, 2007).

Esse modal tem a vantagem de ser operado sem pausa, sendo a única possível parada para modificação de produto transportado ou manutenção do duto. Também não é necessário o retorno do vazio, como nos transportes por embarcação, ferrovia ou veículo, sendo o custo dele menor na operação, porém possui um alto custo de implementação (BOWERSOX; CLOSS, 2004).

DIAS (2012) cita algumas vantagens e desvantagens para esse modal. As vantagens são: vida útil elevada, baixa ocorrência de manutenção, pouca mão de obra, ágil, em compensação suas desvantagens são: alto custo de implementação e limitação dos produtos transportados. A figura 8 exemplifica a distribuição das dutovias no Brasil.

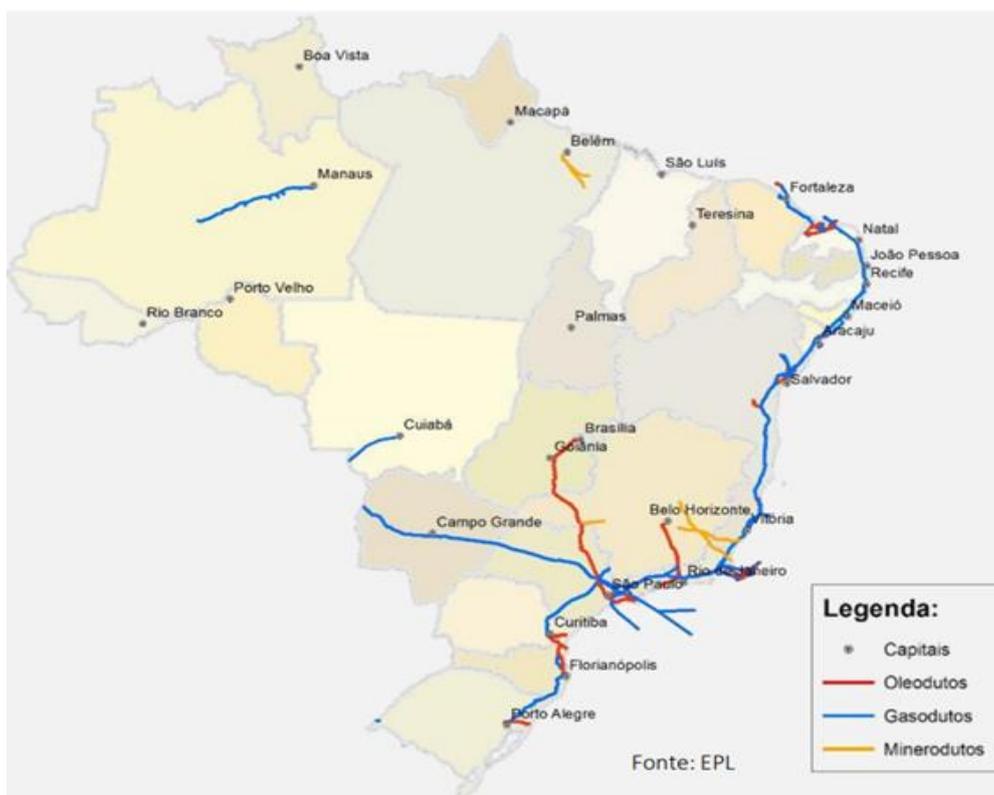


Figura 8: Distribuição de dutovias no Brasil. Fonte: Empresa de Planejamento e Logística (EPL) (2018)

No cenário brasileiro segundo o ONTL, houve um crescimento de 78,4% na movimentação de gasoduto em relação aos anos de 2010 versus 2017, uma queda de aproximadamente 14,2% na movimentação de minerodutos. Conforme pode ser observado na figura 9.

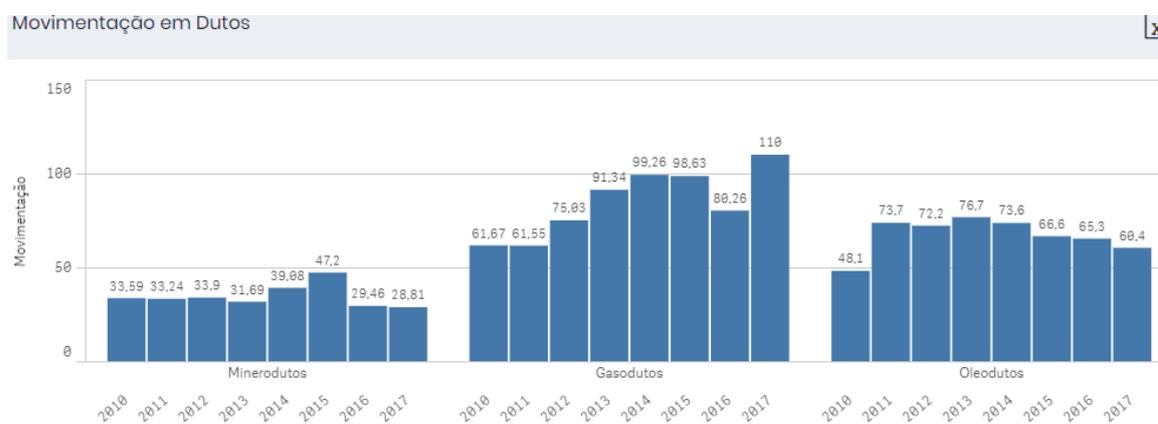


Figura 9: Movimentação em Dutos no Brasil. Fonte: ONTL (2018)

### 3.5.3 Modais Terrestres

Neste tópico será abordado os transportes terrestres e suas características principais, quais as vantagens e desvantagens no seu uso. E o cenário no Brasil e no Mundo.

#### 3.5.3.1 Modal Ferroviário

O modal ferroviário é composto por um conjunto de veículos agrupados, o trem e os vagões, que se transportam de um ponto a outro através de linhas férreas, podendo transportar em diversas capacidades de acordo com a quantidade de vagões transportados (KEEDI, 2001).

Para FARIA (2011) a vantagem desse modal é o baixo consumo de energia em uma grande capacidade de carga, porém é pouco flexível em seu transporte comparados com outros modais. Para KEEDI (2004) esse tipo de modal só deve ser utilizado para grandes e medias distancias, com produtos de baixo valor agregado, tornando mais vantajoso ao demais modais.

As vantagens desse modal pontuada por DIAS (2012) são: grande capacidade de transporte, baixo custo em longas distancias, para produtos de alta densidade e baixo valor agregado, não é afetado pelo trânsito e tem bons fatores ambientais. Por outro lado, DIAS (2012) pontua que as desvantagens desse modal são: horários pouco flexíveis, grande dependência de outros modais, transporte de terminal a terminal, elevados custos de carga e descarga.

Segundo dados da Agencia Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) (2017), a frota operacional de locomotivas no Brasil é de aproximadamente 3,6 mil unidades e a frota de vagões de aproximadamente 100 mil em 2017, onde em 2010 já foram registrados aproximadamente 400 mil vagões no Brasil. Foi apontado por esse estudo um crescimento de aproximadamente 23,8% no volume transportado em relação 2010 versus 2017, conforme mostra as figuras 10, 11 e 12.



Figura 11: Distribuição de Ferrovias no Brasil. Fonte: EPL (2018)

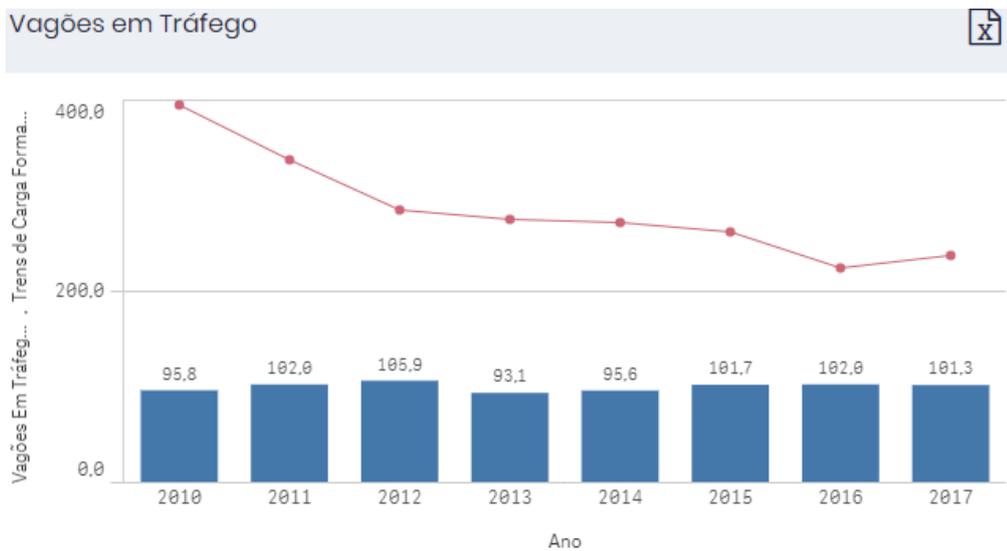


Figura 10: Dados de Vagões e Trens em Tráfego no Brasil. Fonte: ONTL (2018)

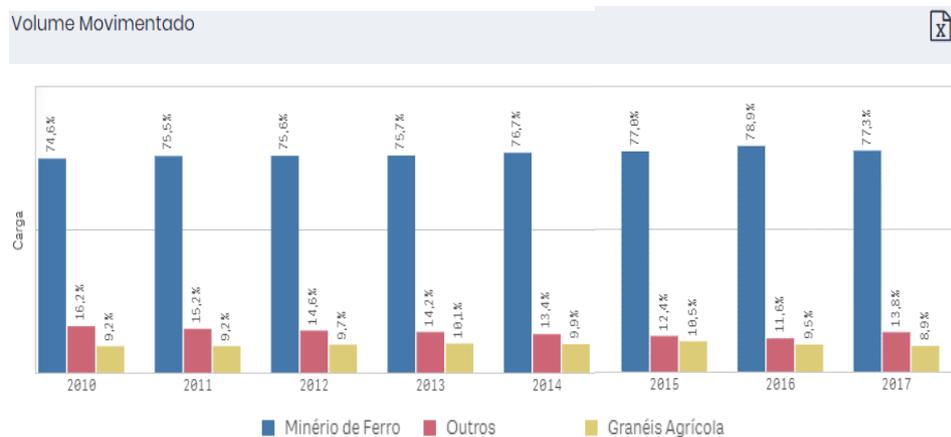


Figura 12: Volume movimentado por carga. Fonte: ONTL (2018)

### 3.5.3.2 Modal Rodoviário

O modal rodoviário é caracterizado pelo transporte de mercadorias e pessoas feito sobre rodas, em vias de rodagem pavimentadas ou não, sendo em sua grande maioria realizada em veículos automotores (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2014).

Esse modal deve ser utilizado para pequenas distancias até 300 km, devido ao seu alto custo dependendo do trajeto. Em caso de maiores distancias, o modal deve ser utilizado como suporte a modais de menor custo em longa distância como o ferroviário ou aquaviário. “O transporte rodoviário caracteriza-se pela excepcional capacidade de distribuição final dos produtos e grande versatilidade, permitindo operações de carga e descarga mais simplificadas, de porta a porta” (FARIA, 2001).

As vantagens desse modal são inúmeras pela sua facilidade e flexibilidade, como: simples carga e descarga por terem cargas menores, flexibilidade e fácil adaptação, baixo investimento, rápido e grande cobertura geográfica. Porém existem também suas desvantagens para esse modal como: alto custo com o aumento da distância, sujeito a uma regulamentação rigorosa, sujeita a trânsito, baixa capacidade de carga e alta agressão ao meio ambiente (DIAS, 2012).

Para SILVA & PORTO (2003) a principal característica desse modal é a simplicidade de uso, o produto é coletado na porta do exportador e entregue na porta do importador, chamando de transporte porta a porta. VIEIRA (2003) afirma o mesmo, frisando que deve ser utilizado para curtas e médias distancias.

O custo desse modal aumenta com o aumento da distância, e o no Brasil isso se dá não somente pelos custos fixos e sim pelo variáveis por falta de infraestrutura nas rodovias, onde apenas 11,9% destas são pavimentadas (CNT, 2012). Segundo a CNTT (2013) são transportadas cerca de 1 trilhão de toneladas ano por 1,8 milhões de caminhoneiros no Brasil, com uma frota de aproximadamente 1,7 milhões de caminhões.

O transporte no modal rodoviário é feito por sua grande maioria em caminhões, pelas rodovias. Eles variam em tonelagens e quantidade de eixo, utilizando se de acordo com a necessidade de atendimento do cliente. Na figura

13 são exemplificados os modelos de caminhões mais utilizados nas rodovias e suas características:



Figura 13: Tipos de Caminhões. Disponível em:<https://mudancaseconomicas.com.br/blog/tipos-de-caminhoes-de-mudancas/>

Com as variadas tonelagens mostra que o modal é flexível para os mais variados tipos de produtos e distancias, como afirmado anteriormente. Podendo atender desde o cliente com a menor capacidade de recebimento e uma área de difícil acesso com caminhões  $\frac{3}{4}$ , a clientes com uma maior capacidade e distância em carretas de eixo estendido. Nas figuras 14 e 15, de mostra a malha rodoviária mapeada do Brasil, mostrando o alcance a todo território de forma simples, porém com infraestrutura precária.

Região / UF 

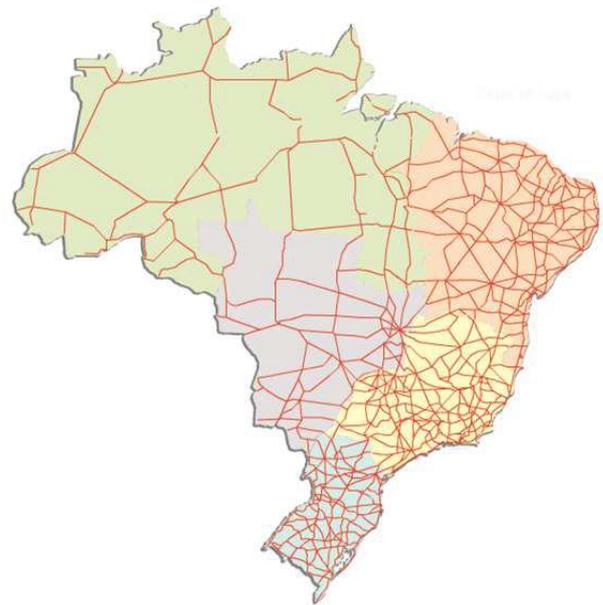
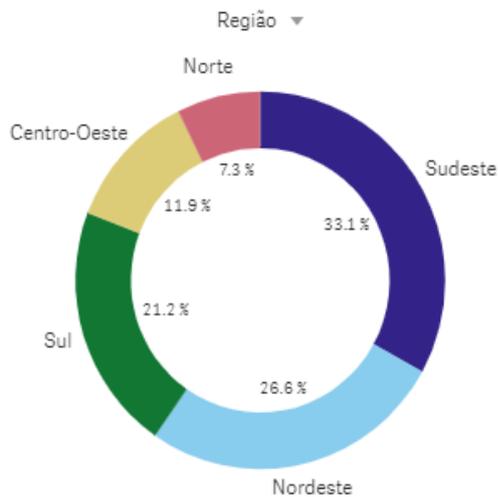


Figura 14:Quantidade de Rodovias por Região. Fonte: ONTL (2018)

Figura 15:Malha rodoviária no Brasil. Fonte: BIT (2014)

### 3.5.3.3 Modal Aquaviário

Toda carga transportada em veículos que se deslocam em meio fluido, é denominada de transporte aquaviário, sendo eles divididos em marítimo, pelos mares e oceanos, fluvial, pelos rios, e lacustres, pelos lagos (FARIA, 2001). Segundo KEEDI (2004) o transporte aquaviário tem a capacidade de transportar grandes volumes em um único veículo, sendo o consumo de energia por peso movimentado reduzido em comparação a outros modais, como aeroviário. Ele ainda afirma que deve ser empregado preferencialmente em cargas de baixo valor unitário e nas quais o tempo de viagem não seja um fator determinante. Os produtos que mais são transportados por meio aquaviário são commodities a granel, como produtos agrícolas, químicos (BOWERSOX; CLOSS, 2004).

Para as mercadorias que são importadas e exportadas em diversos países, o transporte marítimo é fundamental pois a maioria das vias são oceanos e mares (SILVA E PORTO, 2003). Esse transporte é feito através do seu veículo transportado, o navio, que se encaixa em diversos tipos de cargas, como por exemplo navios de cargas para contêineres, de carga geral, para transportes de carros, caminhões e maquinas, o roll on roll off, navios graneleiros, navios tanque e entre outros (MENDONÇA; KEEDI, 1997).

A navegação pode ser feita de dois tipos, a de longo curso, que é realizado o transporte envolvendo mais de um país ou continente, e a cabotagem, que é o transporte através de portos de um mesmo país (KEEDI, 2001). Segundo DIAS (2012), as vantagens desse tipo de modal são os baixos custos para longas distâncias e grandes volumes transportados, competitivo para produtos de baixo custo, porém as desvantagens é sua velocidade reduzida, aumentando o tempo de entrega, pouco flexível e limitado em zonas aquáticas. SILVA & PORTO (2003) reforça outros pontos de vantagem como a flexibilidade de carga e competitividade de frete, porém cita outras desvantagens como acessibilidade aos portos, que geralmente são distantes da regiões econômicas; custos de embalagem, devido ao grande manuseio e movimentação da carga no porto; e o congestionamento nos portos, devido ao processo de carga e descarga ser demorado.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)(2010), o Brasil tem um potencial enorme a ser explorado no transporte marítimo. Cerca de 75% das atividades econômicas são próximas do litoral e possui uma costa de aproximadamente 8 mil km de extensão. Estudos realizados pelo ONTL (2018), mostram que a maior movimentação de carga pelo transporte aquaviário brasileiro é de longo curso, sendo cerca de 74,2%, e o maior volume transportado é de graneis sólidos (minérios, escórias e cinzas) e o segundo os graneis líquidos (combustíveis, óleos e outros), como podemos observar na figura 16.

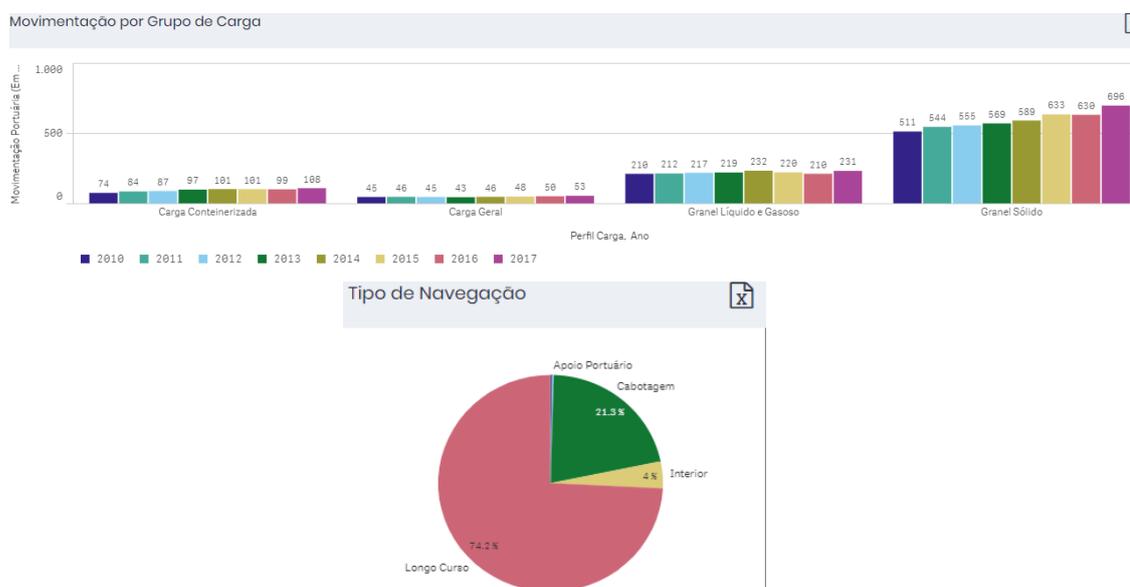


Figura 16: Movimentação por Grupo de Carga e Participação do Tipo de navegação no Brasil. Fonte: ONTL (2018)

Os mesmos estudos mostram um crescimento de 37,5% na quantidade de terminais privados e de 45,4% nos de porto públicos comparando 2010 versus 2017. A região que apresenta a maior quantidade de terminais é a Sudeste com cerca de 81 unidades, e a que teve o maior crescimento foi o Norte do país, com a ampliação de cerca de 10 vezes, conforme podemos ver nas figuras 17 e 18 retirados desse estudo e o mapa dos portos brasileiros e suas localizações retirado da CNT (2013).



Figura 17: Infraestrutura da instalação portuária no Brasil. Fonte: ONTL (2018)

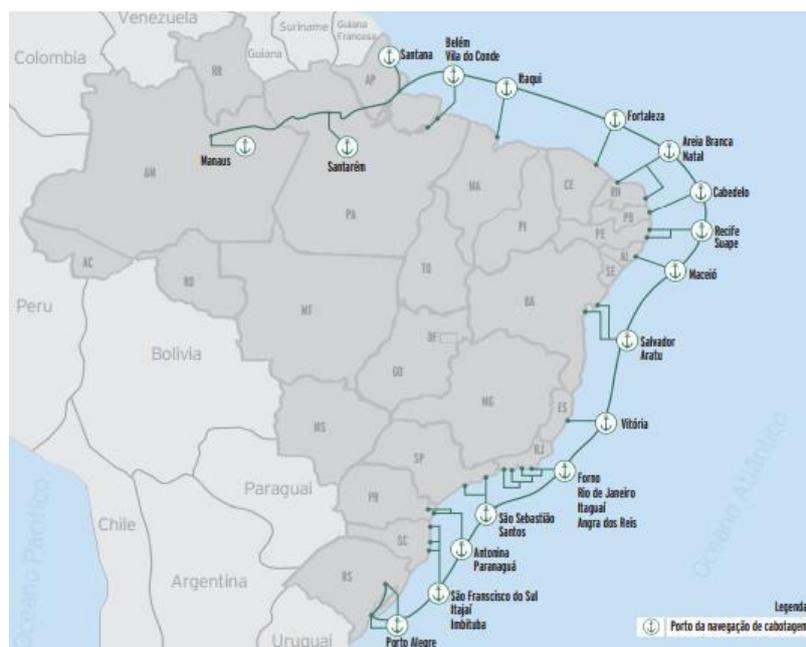


Figura 18: Distribuição dos Portos no Brasil. Fonte: CNT (2013)

Os estudos apontaram um crescimento na frota de embarcações brasileira em cerca 91,5% em relação de 2010 versus 2017, sendo 67% de crescimento nas de porte oceânico, aproximadamente 156 embarcações. O que vai de contra ao aumento de cargas no Brasil, pois os graneis sólidos tiveram um crescimento de 36,2% e os graneis líquidos de 10%, mostrando que esse mercado foi absorvido por embarcações estrangeiras. A figura 19 mostra o crescimento das frotas por tipo de embarcação.

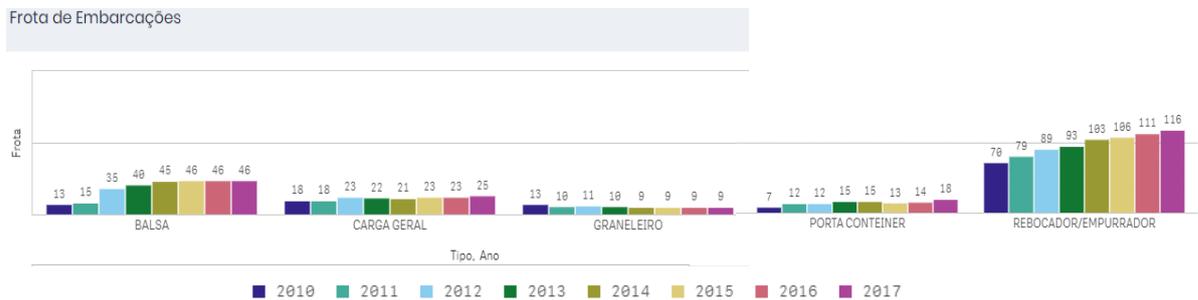


Figura 19:Embarcações no Brasil. Fonte: ONTL (2018)

## 4 ESTUDO DE CASO

Neste tópico serão mostradas as características da empresa em estudo, quais os cenários adotados por ela atualmente e o modelo proposto para o estudo em questão. Nessa etapa será considerado o estudo ideal, considerando que todas as etapas foram planejadas previamente e são feitas de forma contínua, sem atrasos e tempo de espera entre etapas. As considerações mais detalhadas são expostas nos tópicos abaixo.

### 4.1 A Empresa

A empresa do estudo em questão atua no ramo de alimentos perecíveis, com a maior parte da sua produção em produtos de proteína animal. Sua estrutura é composta por mais de 100 mil funcionários, mais de 45 unidades produtoras, mais de 30 centros de distribuição, mais de 13 mil produtores integrados, mais de 30 mil fornecedores e cerca de 200 mil clientes em todo mundo. Uma dessas fabricas e um dos centros de distribuição está presente no estado de Pernambuco, na cidade de Vitoria de Santo Antão, e possuem outros dois centros de distribuição no Nordeste, um em Salvador, Bahia e outro em Fortaleza, Ceará.

Hoje a empresa possui mais de 30 marcas, com um portfólio de cerca de 800 produtos, divididos em cinco categorias diferentes, são elas: congelados, embutidos, frios, margarinas e in natura. Todos possuem um tempo de vida útil, o chamado *Shelf Life (vida útil)*, bem curto, exceto para os produtos de margarinas e in natura que possuem seu tempo de vida maior. Os produtos processados que englobam os embutidos, frios e congelados tem seu tempo de vida de cerca de 30 a 120 dias, já os produtos de margarina e in natura tem cerca de 365 dias de vida útil. Todos esses produtos necessitam de um resfriamento adequado para pode ser manter em condições ideias de consumo e qualidade.

A empresa atende no formato B2B (Business to business), ou seja, o seu produto não é entregue ao cliente final, e sim outra empresa como: supermercados, hipermercados, padarias, lojas de varejo em geral, lojas de atacados, bares, restaurantes e entre outros. A empresa trabalha com frota de

entrega terceirizadas dos centros de distribuição até o cliente final e com frota própria das fabricas até os centros de distribuição. Sendo a maioria dos abastecimentos dos CD's são das fabricas oriundas do sul do País. Todas as informações mencionadas nesse tópico foram retiradas do site da mesma e informações de colaboradores.

#### 4.2 Modelo Atual

Atualmente o modelo empregado pela empresa em estudo para a movimentação dos produtos entre suas unidades produtoras (UP) do Sul do País, é feito pelo transporte rodoviário. Ao final da fabricação, os produtos são carregados e distribuídos para os centros de distribuição (CD) mais próximos. No caso em estudo, a UP está localizada na mesma região em que está o CD, na cidade de Concordia – SC, onde este trecho é considerado inexistente. Após esse processo os produtos são armazenados no CD e roteirizados para atender os outros CD's que não possuem atendimento do produto em questão na sua unidade produtora mais próxima. A UP em questão tem por sua maioria a produção de produtos “*In Natura*” que possuem necessidades especiais de transporte refrigerado, como temperatura ideal, umidade e entre outros.

Assim que roteirizados o veículo é liberado para transporte, e por meio das rodovias ele segue direto para o CD de destino, de forma simples. O processo é exemplificado conforme mostra o esquema na figura 20.

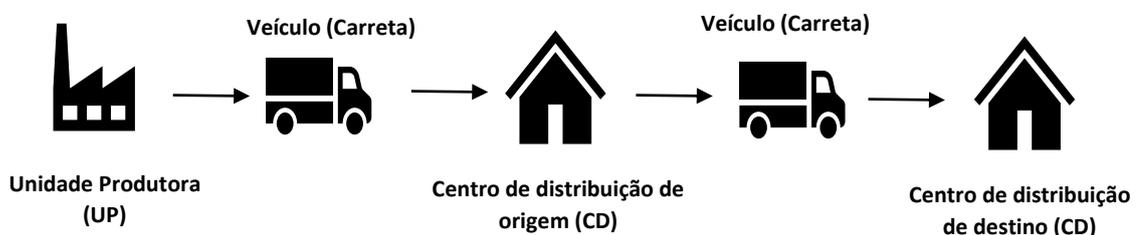


Figura 20: Representação esquemática do Modelo Atual. Fonte: Próprio Autor

O veículo utilizado em ambos os transportes é a carreta de eixo estendido ou de três eixos que tem capacidade máxima de 33 toneladas e cubagem de 97 m<sup>3</sup>. Para o produto em estudo, devido a cubagem dos seus pallets o peso será reduzido para 27,36 toneladas líquida (de produto real) e quantidade de pallets transportada será de 24. Na tabela 1 são apresentados os tipos de carroceria mais utilizadas e seus padrões.

Tabela 1: Medidas Internas da Carroceria.

Medidas internas das Carrocerias	Compr.	Larg.	Altura
	(m)	(m)	(m)
Carroceria tipo sider tamanho padrão	7,65	2,46	3
Carroceria tipo sider semi reboque - tamanho externo 15,10 m	14,86	2,51	3
Carroceria tipo baú para capacidade de 4.000 kg	5,32	2,08	2,2
Carroceria tipo baú para capacidade de 6.000 kg	7,32	2,48	2,63
Carroceria tipo baú semi reboque - tamanho externo 15,10 m	14,94	2,48	2,73

Disponível em: <http://www.guialog.com.br/medidas.html>

E na tabela 2 as medidas padrões de pallets no mundo. Para o presente estudo, iremos utilizar os pallets tipo PBR1 conforme o padrão da empresa.

Tabela 2: Padrão de medidas dos Pallets.

Medidas de Pallets Padrão		
Local	Medida	Padrão
América do Sul	1.000 x 1.200 mm	-
América do Norte	1.219 x 1.016 mm (48x40')	-
América do Norte	1.054,2 x 1.054,2 mm (42x42')	-
Brasil	1.000 x 1.200 mm *	PBR1
Brasil	1.050 x 1.250 mm *	PBR2
Ásia	1.100 x 1.100 mm	JIS
África	1.000 x 1.200 mm	-
Europa	1.200 x 800 mm	Europallet
Europa	1.000 x 1.200 mm	Europallet
Europa	1.140 x 1.140 mm	Europallet

Disponível em: <http://www.guialog.com.br/medidas.html>

E conforme padrão da empresa em estudo, a altura máxima de paletização é de 184 cm, para que os produtos não sejam danificados ao longo do trajeto, devido à grande movimentação da carga por um longo tempo. Conforme exemplificado na figura 21 a paletização utilizada em estudo.

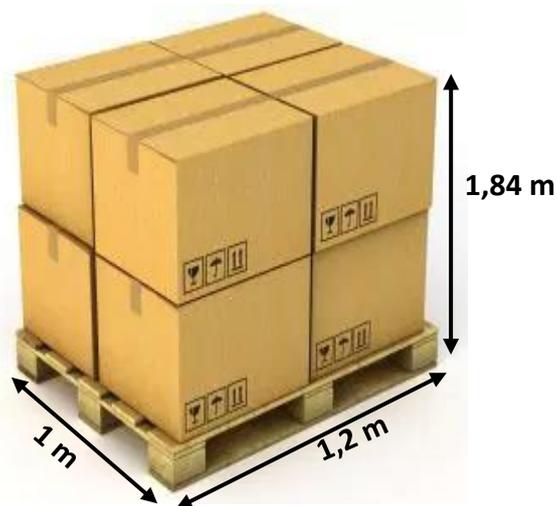


Figura 21: Composição do Pallet. Disponível em: <https://ok-berta.ru/>

Outro critério adotado pela empresa, é que a carga rodoviária deve ser de no máximo 28 pallets ou 28 toneladas de peso líquido carregada, para segurança do modal. Seguindo aos critérios mencionados, a composição da carga no veículo de transporte definido, será conforme a figura 22.

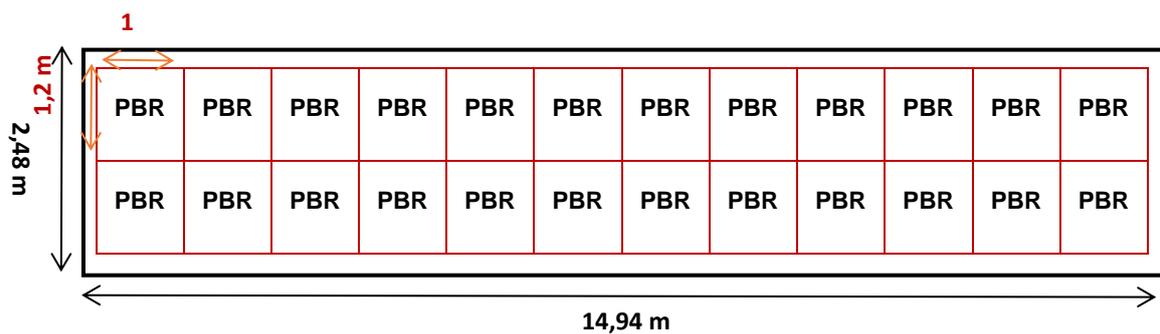


Figura 22: Disposição dos Pallet na Carreta. Fonte: Próprio autor

Em resumo o produto transportado será conforme na tabela 3.

Tabela 3: Resumo da composição de carga modal rodoviário.

<b>Resumo da composição de carga modal rodoviário</b>	
<b>Produto</b>	In Natura
<b>TEMPO DE VIDA UTIL (DIAS)</b>	365
<b>Altura Pallet (m)</b>	1,84
<b>Largura Pallet(m)</b>	1,2
<b>Comprimento Pallet (m)</b>	1
<b>Quantidade caixa por Pallet (un)</b>	114
<b>Peso Líquido Pallet (kg)</b>	1140
<b>Caixas por camada</b>	6
<b>Nº de camadas no pallet</b>	19
<b>Quantidade Pallet por Carreta</b>	24
<b>Peso Líquido Carreta (kg)</b>	27.360

Fonte: Próprio autor

Foram escolhidos três cenários de abastecimento da Região Nordeste do Brasil para estudo, conforme será mostrado na tabela 4.

Tabela 4: Cenários de análise do estudo.

<b>Cenário</b>	<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>Distância</b>
<b>1º</b>	Concórdia (SC)	CD Fortaleza (CE)	3.750 km
<b>2º</b>	Concórdia (SC)	CD Salvador (BA)	2.800 km
<b>3º</b>	Concórdia (SC)	CD Vitoria de Santo Antão (PE)	3.500 km

Fonte: Próprio autor

#### 4.3 Modelo Proposto

Conforme visto na revisão bibliográfica desse estudo, o transporte multimodal tem como função a redução de custos, através da integração de dois ou mais modais de transporte. Por este motivo, o cenário proposto utiliza da combinação entre dois modais, para se analisar a possível redução de custos nos três cenários conforme mostra a tabela 4.

Os modais a serem combinados são o rodoviário e marítimo. De acordo com os estudos realizados o modal marítimo tem uma grande redução de custos para transportes de longa distância, com baixo valor agregado e grandes volumes, e o rodoviário como transporte auxiliar. Na figura 23 exemplifica como será o processo proposto.

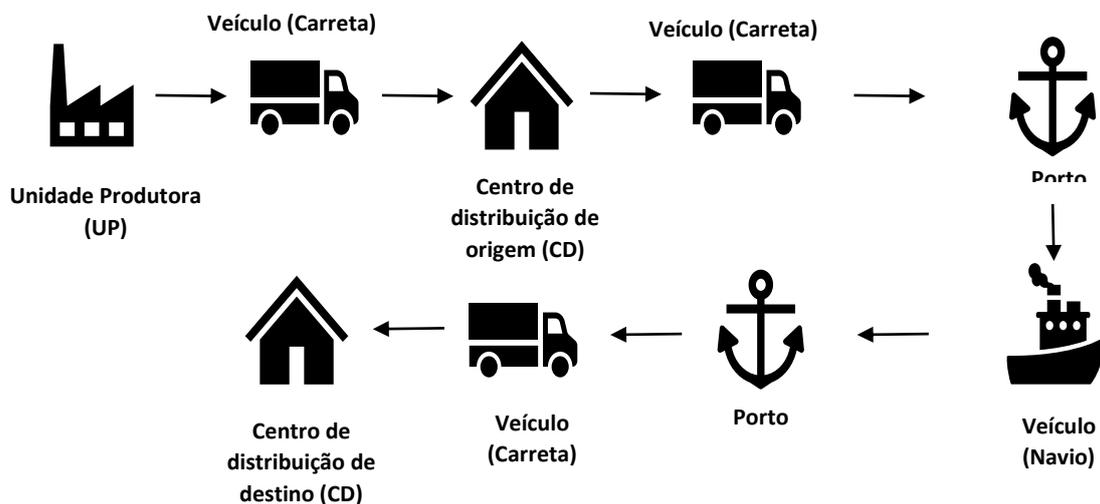


Figura 23: Representação esquemática do Modelo Proposto. Fonte: Próprio autor

A primeira etapa será o transporte da UP até o CD de origem, em que ambos estão localizados na mesma área na cidade de Concordia (SC), onde será armazenado todo o produto. Após essa etapa, será realizado o transporte do CD de origem até o porto mais próximo, que está situado na cidade de Itajaí, o Porto de Itajaí, através do modal rodoviário, com auxílio de uma carreta transportadora de contêiner, onde levará o contêiner carregado até o porto. Na terceira etapa, o Contêiner Reefer 40' High Cube é embarcado com o produto e segue por cabotagem até o porto mais próximo do CD de destino, para cada cenário será utilizado o porto listado na tabela 5. A última etapa do processo será o transporte através de modal rodoviário do porto até o CD de destino, com uma carreta transportadora de contêiner. Todas as cidades em estudo possuem portos no raio de 500 km. As tabelas 5,6 e 7 mostram as etapas de cada cenário, qual modal utilizado e a distância percorrida.

Tabela 5: 1º Etapa - Modelo Proposto.

Cenário	1º Etapa – Modal Rodoviário		
	Origem	Destino	Distância (km)
1º	Concórdia (SC)	Porto de Itajaí (SC)	440 km
2º	Concórdia (SC)	Porto de Itajaí (SC)	440 km
3º	Concórdia (SC)	Porto de Itajaí (SC)	440 km

Fonte: Próprio autor

Tabela 6: 2º Etapa - Modelo Proposto.

Cenário	2º Etapa – Modal Aquaviário (Cabotagem)		
	Origem	Destino	Distância (km)
1º	Porto de Itajaí (SC)	Porto do Pecém (CE)	3.700 km
2º	Porto de Itajaí (SC)	Porto de Salvador (BA)	2.600 km
3º	Porto de Itajaí (SC)	Porto de Suape (PE)	3.250 km

Fonte: Próprio autor

Tabela 7: 3º Etapa - Modelo Proposto

Cenário	3º Etapa – Modal Rodoviário		
	Origem	Destino	Distância
1º	Porto do Pecém (CE)	CD Fortaleza (CE)	60 km
2º	Porto de Salvador (BA)	CD Salvador (BA)	20 km
3º	Porto de Suape (PE)	CD Vitoria de Santo Antão (PE)	90 km

Fonte: Próprio autor

O processo de composição de carga do contêiner é similar à composição de carga da carreta, com algumas diferenças (e.g., maior sobreposição de camadas na paletização). Isso se deve por ser um modal mais estável no transporte e não sofre muitas cargas de impacto quanto no modal rodoviário. O tipo de contêiner utilizado nesse estudo será o Reefer 40' High Cube, conforme as especificações da tabela 8.

Tabela 8: Medida do Contêiner Refrigerado High Cube.

<b>Medidas do Contêiner Reefer 40' High Cube</b>			
	<b>Comprimento</b>	<b>Largura</b>	<b>Altura</b>
<b>Dimensões externas (ft)</b>	40'	8'	9' 6"
<b>Dimensões internas (mm)</b>	11.586-11.610	2.280-2.310	2.530-2.607
	Bruto	Tara	Capacidade de carga
<b>Pesos (kg)</b>	34.800	4.260-4.900	29.900-30.540
<b>Volume (m³)</b>			67,10 – 68,70

Fonte: Próprio autor

Seguindo os critérios de carga mencionados pela empresa em estudo, segue conforme a figura 24 a composição da carga no contêiner.

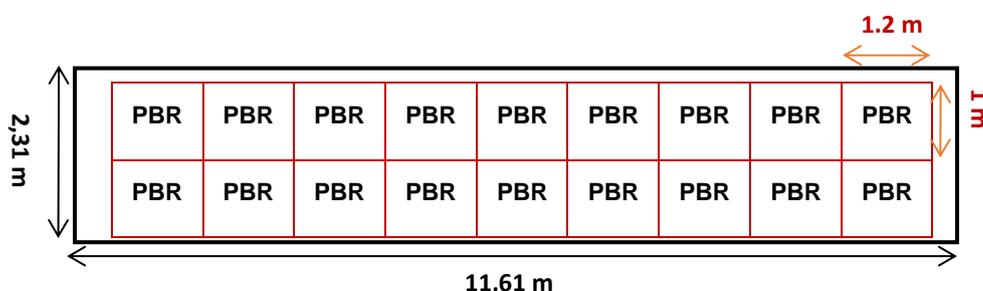


Figura 24: Disposição dos pallets no Contêiner. Fonte: Próprio autor

Em resumo, o produto é transportado conforme a tabela 9:

Tabela 9: Resumo da composição de carga no modelo proposto.

<b>Resumo da composição do Contêiner</b>	
<b>Produto</b>	<b>In Natura</b>
<b>TEMPO DE VIDA UTIL (DIAS)</b>	365
<b>Altura Pallet (m)</b>	2,42
<b>Largura Pallet(m)</b>	1,2
<b>Comprimento Pallet (m)</b>	1
<b>Quantidade caixa por Pallet (un)</b>	150
<b>Peso Liquido Pallet (kg)</b>	1500
<b>Caixas por camada</b>	6
<b>Nº de camadas no pallet</b>	25
<b>Quantidade Pallet por Contêiner</b>	18
<b>Peso Liquido Contêiner (kg)</b>	27.000

Fonte: Próprio autor

#### 4.4 Análise de custos e tempo de viagem (lead time).

Nesse tópico iremos analisar cada custo envolvido no transporte da carga desde da saída do CD de origem até o CD de destino. Nessa análise não foi incluída a etapa de movimentação da UP até o CD, pois esta não entra como custo para o frete, é considerada pela empresa uma movimentação interna de cargas. Após a soma de todos os custos que envolvem esses trajetos, iremos estimar o custo de frete, que nada mais é que a soma de todos os custos e para o tempo de viagem foi estimado o cenário ideal, não existindo atrasos entre as etapas e tempo de espera nos portos ou no transporte.

##### 4.4.1 Modelo Atual

O custo de frete do modal rodoviário é calculado pelo valor cobrado pelo transporte do CD de origem até o CD de destino e o imposto que é adicionado a esse valor. O imposto adicionado ao valor do transporte é o imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços (ICMS) que é descontado em todas movimentação feita no território nacional variando o seu valor de acordo com o produto, quantidade e região que é transportado. Esse valor é cobrado em todos os modais, e será o mesmo no valor unitário para todos os cenários analisados, pois utilizamos o mesmo produtos para efeito comparativo.

Os custos do transporte envolvem vários fatores como característica da carga, tempo em trânsito, valor da carga, distância percorrida, medidas de prevenção a furto, danos, dificuldade de entrega, pedágios e entre outras variáveis que podem ocorrer no transporte. A empresa adota uma tabela fixa de custo de transporte de acordo com a distância percorrida, onde a estimativa leva em consideração todos esses fatores.

E para análise de tempo de viagem ou lead time, a empresa segue rigorosas políticas de segurança com seus funcionários, e determina uma quilometragem máxima que o motorista deve seguir por dia de viagem e assim é calculado a estimativa de chegada ao destino final. A empresa leva em consideração a rodagem média de 600 km/dia para considerar uma viagem

segura e sem prejudicar a saúde e bem-estar do colaborador. Em resumo, o custo do frete é dado pela formulação abaixo:

- Por carga transportada.

$$\text{Custo do Frete} = \text{Custo do Transporte} + \text{Tributos (ICMS)} \quad (1)$$

- Por unidade de medida (ton).

$$\text{Custo do Frete(por ton)} = \frac{[\text{Custo do Transporte} + \text{Tributos (ICMS)}]}{\text{Peso transportado(ton)}} \quad (2)$$

#### 4.4.2 Modelo Proposto

O transporte multimodal possui alguns custos a mais no seu processo, isso se dá as taxas que são cobradas pelo sistema portuário para sua operação. Neste tópico iremos descrever cada um desses custos e taxas que são incluídos no custo de frete total. Nas etapas 1 e 3 (i.e., etapas rodoviárias de ligação aos portos) do processo os custos são similares ao custo do cenário atual, são calculados os custos de transporte da origem ao destino final, levando em consideração todos os fatores já citados. A única diferença do cenário atual é a retirada do ICMS, pois ele é cobrado apenas uma vez em todo o processo, ou seja, é uma única tarifa mesmo que passe por vários meios de transporte.

A etapa que envolve mais custos e taxas é a segunda (i.e., etapa de transporte pelo modal aquaviário), onde nela está todo o processo portuário. Ao sair de Concordia (SC) e chegar ao Porto de Itajaí, em Itajaí (SC), é cobrada pelo porto a tarifa de monitoramento que possui um valor fixo por dia em que o contêiner permanecer no local. Para o presente estudo é considerado a tarifa por apenas um único dia, pelo fato da carga está próximo ao porto e só segue ao destino no dia do embarque para o traslado marítimo.

Após essa etapa é calculado o custo de transporte do contêiner do porto de origem até o de destino, seguindo o mesmo princípio do modal rodoviário. Esse valor é fixo e determinado pela empresa contratada para realizar o trajeto através da cabotagem. Da mesma forma é dado o tempo de viagem ou lead time, variando de acordo com a empresa contratada, a origem e o destino do trajeto.

O próximo custo a ser adicionado no frete é o custo do porto de destino, da mesma forma que é cobrado na origem, também é adicionada a tarifa de monitoramento por dia no porto de destino. E caso o contêiner passe alguns dias armazenado no porto é cobrada a tarifa de armazenamento que varia de acordo com a localidade e existem porto que possuem carência de alguns dias. Para o presente estudo vamos considerar a tarifa de monitoramento para apenas um dia e não irá existir a tarifa de armazenamento, pois os portos do estudo têm uma carência de dias sem tarifa alto.

E por último o custo do transporte rodoviário entre o porto de destino e o CD de destino, que é realizado da mesma forma dos outros trajetos do modal rodoviário. Em resumo, o custo do frete é dado pela formulação abaixo.

- Por carga transportada.

$$\mathbf{Custo\ do\ Frete} = CT(1^{\circ}) + TM(O) + TA(O) + CT(2^{\circ}) + TM(D) + TA(D) + CT(3^{\circ}) + Tributos (ICMS) \quad (3)$$

CT - Custo do Transporte

TM - Tarifa de Monitoramento

TA - Tarifa de Armazenamento

1<sup>o</sup> - 1<sup>o</sup> Etapa, modal rodoviário.

2<sup>o</sup> - 2<sup>o</sup> Etapa, modal aquaviário.

3<sup>o</sup> - 3<sup>o</sup> Etapa, modal rodoviário.

O - Origem

D - Destino

- Por unidade de medida (ton).

$$\mathbf{Custo\ do\ Frete(por\ ton)} = \frac{[Custo\ do\ Frete(por\ carga)]}{Peso\ da\ carga(ton)} \quad (4)$$

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Modelo Atual

De acordo com os dados levantados na empresa em estudo no primeiro trimestre de 2019. Na tabela 10 os valores para o custo do modal rodoviário conforme detalhado nos tópicos anteriores.

Tabela 10: Cálculo do Custo de Frete do Modelo Atual.

Origem	Destino	Vol (Ton)	Custo do Transp. (Total)	Custo do Transp. (R\$/Ton)	ICMS (Total)	ICMS (R\$/Ton)	Custo do Frete (Total)	Custo do Frete (R\$/Ton)
Concordia (SC)	CD Fortaleza (CE)	27,36	R\$ 13.640,60	R\$ 498,56	R\$ 2.692,50	R\$ 98,41	R\$ 16.333,10	R\$ 596,97
Concordia (SC)	CD Salvador (BA)	27,36	R\$ 9.328,94	R\$ 340,97	R\$ 2.692,50	R\$ 98,41	R\$ 12.021,44	R\$ 439,38
Concordia (SC)	CD VSA (PE)	27,36	R\$ 11.847,70	R\$ 433,03	R\$ 2.692,50	R\$ 98,41	R\$ 14.540,20	R\$ 531,44

Fonte: Próprio autor

Nesse estudo mostra que o menor valor de frete é para o CD Salvador devido a sua maior proximidade que os demais, mostrando total correlação com a distância percorrida. E a análise de tempo de viagem é mostrada na tabela 11.

Tabela 11: Tempo de viagem (Lead Time) do Modelo Atual.

Origem	Destino	Distância	Lead Time
Concordia (SC)	CD Fortaleza (CE)	3.750 km	7
Concordia (SC)	CD Salvador (BA)	2.800 km	5
Concordia (SC)	CD VSA (PE)	3.500 km	6

Fonte: Próprio autor

## 5.2 Modelo Proposto

Da mesma forma que o modelo atual, foram feitos levantamentos com empresas parceiras dos valores de custos estimados para cada etapa do transporte. O custo detalhado por etapa nas tabelas 12,13 e 14.

- 1º Etapa.

Tabela 12: Custos da 1º Etapa do Modelo Proposto.

Origem	Destino	Distância	Lead Time	Vol Transp. (Ton)	Custo de Transporte (Total)	Custo de Transporte (R\$/Ton)
Concórdia (SC)	Porto de Itajaí (SC)	440 km	1	27	R\$ 2.550,39	R\$ 94,46
Concórdia (SC)	Porto de Itajaí (SC)	440 km	1	27	R\$ 2.550,39	R\$ 94,46
Concórdia (SC)	Porto de Itajaí (SC)	440 km	1	27	R\$ 2.550,39	R\$ 94,46

Fonte: Próprio autor

- 2º Etapa

Tabela 13: Custos da 2º Etapa do Modelo Proposto.

Origem	Destino	Distância (km)	Lead Time	Vol Transp (Ton)	Tarifa de Monit.	Custo de Transp. (Total)	Custo de Transp. (R\$/Ton)
Porto de Itajaí (SC)	Porto do Pecém (CE)	3.700 km	7	27	R\$ 48,99	R\$ 6.670,36	R\$ 247,05
Porto de Itajaí (SC)	Porto de Salvador (BA)	2.600 km	5	27	R\$ 48,99	R\$ 6.125,84	R\$ 226,88
Porto de Itajaí (SC)	Porto de Suape (PE)	3.250 km	6	27	R\$ 48,99	R\$ 6.167,45	R\$ 228,42

Fonte: Próprio autor

- 3º Etapa

Tabela 14: Custos da 1º Etapa do Modelo Proposto.

Origem	Destino	Distância (km)	Lead Time	Vol Transp. (Ton)	Tx de Monit.	Tx Armaze.	Custo de Transp (Total)	Custo de Transp. (R\$/Ton)
Porto do Pecém (CE)	CD Fortaleza (CE)	60 km	1	27	R\$ 119,50	-	R\$ 990,00	R\$ 36,67
Porto de Salvador (BA)	CD Salvador (BA)	20 km	1	27	R\$ 244,65	R\$ 640,00	R\$ 669,60	R\$ 24,80
Porto de Suape (PE)	CD VSA (PE)	90 km	1	27	R\$ 83,46	R\$ 120,00	R\$ 904,20	R\$ 33,49

Fonte: Próprio autor

A taxa de armazenamento não foi levada em consideração no custo do transporte, pois a carência no Porto de Salvador é de 15 dias, no Porto de Suape é de 20 dias e no Porto de Pecém não é cobrada. No estudo em questão consideramos que as cargas não passarão mais de 1 dia no porto. O custo do frete total após todas as etapas na tabela 15.

Tabela 15: Custo de Frete do Modelo Proposto.

Origem	Destino	Lead Time	Vol. (Tons)	Tx de Monit.	Custo de Transp. (Total)	Custo de Transp. (R\$/Ton)	ICMS (Total)	ICMS (R\$/Ton)	Custo do Frete (Total)	Custo do Frete (R\$/Ton)
Concordia (SC)	CD Fortaleza (CE)	9	27	R\$ 168,49	R\$ 10.210,75	R\$ 378,18	R\$ 2.657,07	R\$ 98,41	R\$ 13.036,31	R\$ 482,83
Concordia (SC)	CD Salvador (BA)	7	27	R\$ 293,64	R\$ 9.345,83	R\$ 346,14	R\$ 2.657,07	R\$ 98,41	R\$ 12.296,54	R\$ 455,43
Concordia (SC)	CD VSA (PE)	8	27	R\$ 132,45	R\$ 9.622,04	R\$ 356,37	R\$ 2.657,07	R\$ 98,41	R\$ 12.411,56	R\$ 459,69

Fonte: Próprio autor

### 5.3 Comparação Modelo Atual versus Modelo Proposto

Tabela 16: Resultados obtidos.

Origem	Destino	Modelo Atual		Modelo Proposto	
		Custo do Frete (R\$/ton)	Lead Time	Custo do Frete (R\$/ton)	Lead Time
Concordia (SC)	CD Fortaleza (CE)	R\$ 596,97	7	R\$ 482,83	9
Concordia (SC)	CD Salvador (BA)	R\$ 439,38	5	R\$ 455,43	7
Concordia (SC)	CD VSA (PE)	R\$ 531,44	6	R\$ 459,69	8

Fonte: Próprio autor

O único cenário que demonstra desvantagem para o modelo proposto é o de Salvador, isso se dá pelas altas taxas portuárias cobradas e sua distância da origem ser menor. Como podemos observar os tempos de viagens no modelo proposto são maiores, porém pelas características do padrão de abastecimento estas diferenças não são importantes em função da redução de custos observada e portanto, não serão consideradas como critério de decisão para o estudo.

A demanda mensal da Região Nordeste é de 400 toneladas, para ambos os casos seriam enviados 15 volumes. Para o modal rodoviário 15 carretas, e no modal aquaviário 15 contêineres. O abastecimento será semanal, com 4 volumes na primeira semana e 3 nas demais. No cenário atual a economia anual, caso seja utilizado o modal proposto, é de aproximadamente R\$ 900 mil conforme mostrado na tabela 17.

Tabela 17: Desvio Projetado pelo Modelo Proposto

Origem	Destino	Demanda Mensal (Tons)	Modelo Atual	Modelo Proposto	Desvio
			Custo do Frete Anual	Custo do Frete Anual	
Concordia (SC)	CD Fortaleza (CE)	400	R\$ 2.865.456,00	R\$ 2.317.566,22	+ R\$ 547.889,78
Concordia (SC)	CD Salvador (BA)	400	R\$ 2.109.024,00	R\$ 2.186.051,56	- R\$ 77.027,56
Concordia (SC)	CD VSA (PE)	400	R\$ 2.550.912,00	R\$ 2.206.499,56	+ R\$ 344.412,44

Fonte: Próprio autor

#### 5.4 Análise geral.

Com a implementação da cabotagem no processo de abastecimento dos CD's haverá uma redução dos custos de aproximadamente 20 % no CD de Fortaleza e de 13,5% no CD de VSA no ano, e para o CD de Salvador haverá um aumento no custo, o que torna inviável a alternativa, apesar que, considerando os custos totais (incluindo o CD de Salvador) ainda assim haverá redução de custos.

A análise foi realizada para apenas um produto disponível em uma única unidade fabril, considerando que a empresa em estudo possui mais de 15 unidades fabris na região sul do país e um portfólio de mais de 40 produtos "*In natura*" com característica similares do em estudo, esses resultados tendem a ser mais expressivos.

Para o CD de Salvador é inviável o modelo conforme explicado, isso se dá pelas altas taxas portuária e uma menor distância percorrida do produto. Com isso podemos observar que quanto maiores as distâncias entre origem e destino, mais vantajosa será a utilização da cabotagem no processo. Isso se dá pelo fato de a cabotagem ter vantagens para grandes volumes em longas distancias, conforme reforçado no referencial teórico. Uma alternativa seria analisar os abastecimentos no Norte e extremo nordeste do país para possível reduções de custos.

Outro fator que pode ser tornar mais vantajoso para o processo é utilização de caminhões transportadores de contêiner na etapa 1 e 3 do modelo proposto. Esses veículos transportam até 2 contêineres em uma única viagem, porém a empresa em estudo utilizaria de veículos próprios para esse transporte.

Uma desvantagem que pode ser observada pelo modelo proposto é a menor disponibilidade de veículos transporte na cabotagem do que no modal rodoviário, por esse motivo para um abastecimento para utilização deste modal é necessário um planejamento detalhado de execução. Este fator pode ser determinante em outros cenários de abastecimento, com itens restritos em tempo de vida útil, no presente estudo esse critério não se torna decisivo para o produto escolhido na análise.

Outra desvantagem da cabotagem são os tempos e movimentos nos portos do Brasil, nesse estudo foi considerado que todos os processos seriam executados sem atrasos, sem tempos parados em portos ou fila de carga e descarga. Porém essas variabilidades podem acontecer com maior frequência em relação ao modal rodoviário.

De forma geral podemos observar que a cabotagem se torna vantajosa no transporte de produtos não perecíveis ou com alto tempo de vida útil, com abastecimentos planejados com folgas de tempos de movimentação, com longas distancias entre origem e destino e maiores volumes. Para uma análise sem considerar as condições ideais dos processos, é necessária adicionar as variáveis de movimentações das cargas em portos, tempo de espera na fila de carga e descarga, atrasos em deslocamento e disponibilidades de embarcações nos portos desejados, além de outros processos burocráticos na operação portuária.

## 6 CONCLUSÃO

A necessidade de analisar o transporte da carga através da comparação entre modais, com foco na distribuição de produtos alimentícios, mais específico In Natura, surgiu após estudos que mostram o potencial a ser explorado do modal aquaviário em relação aos demais, principalmente no Brasil, devido a sua geografia. No estudo foi possível analisar o desequilíbrio da matriz de transporte atual do Brasil, onde o modal rodoviário é o mais utilizado, mesmo em situações precárias de infraestrutura e os altos custos para sua utilização.

Os assuntos abordados nesse estudo deram um embasamento maior para as análises em questão, foram mostradas os assuntos como a logística, seus conceitos, o transportes, os modais de transportes, suas vantagens e desvantagens, a situação atual no Brasil e no mundo, quais as possíveis oportunidades de crescimento e análise de custos do modal em estudo e a redução destes através da multimodalidade.

A pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo de alimentos, que transportam um de seus produtos da região sul do País até a região Nordeste pelo modal rodoviário. Foram coletados os dados na empresa em questão, e como é realizado todo o processo de transporte desde a fábrica até o destino final. A partir disso foram estipulados os custos e comparado com o modelo de transporte multimodal proposto, e feita a análise do tempo de viagem considerado que todas as etapas sejam feitas de forma planejada, evitando atrasos e tempos de espera nas etapas.

Com a elaboração deste trabalho foi concluído que a cabotagem pode sim reduzir os custos no transporte, porém precisam ser analisados quais os parâmetros serão decisivos para a sua escolha. Para produtos com longo tempo de vida útil ou não perecíveis e em longas distâncias entre origem e destino, a implementação da cabotagem no processo de transporte reduz os custos de forma expressiva. Portanto o trabalho em questão atingiu os objetivos traçados na redução de custos, sem que houvesse grandes impactos no tempo de viagem, assim trazendo uma maior rentabilidade para a empresa e a possibilidade de explorar o modelo em estudo para outros produtos e trajetos, tornando uma redução ainda maior nos custos.

Como este é um tema de bastante importância para empresas dos mais diversos ramos de atuação, ele deve ser explorado visando analisar outros modelos de transporte a fim de se obter o menor custo e reduzir o tempo gasto em deslocamento. Para possíveis trabalhos futuros adicionar base dados que contenham históricos de tempos e movimentos dos portos brasileiros, a fim de considerar de forma mais fiel os pontos citados na análise geral e retornar o tempo de viagem estimado mais preciso. E também a realização de um projeto com outras origens e destinos para se obter o maior número de dados na malha brasileira e oportunidades de transporte de outros produtos.

## 7 REFERÊNCIAS

NOVAES, Antônio Galvão. Logística e gerenciamento da cadeia de produção: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SHANK, John K; GOVINDARAJAN, Vijay. A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

GOMES, Carlos Francisco Simões; RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral. Gestão da cadeia de suprimentos integrada a tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

FARIA, Ana Cristina de e COSTA, Maria de Fátima Gameiro da. Gestão de custos logísticos. São Paulo: Atlas, 2005.

DIAS, Marco Aurélio P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. Tradução: Hugo T. Y. Yoshizaki - São Paulo: Atlas, 1993.

PORTER, Michael E. A vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES DA RÚSSIA. Como Exportar: Rússia. Brasília. 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Boletim Estatístico CNT. Junho de 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). Cenário Atual do Transporte Hidroviário Brasileiro. Piracicaba, SP, 17 de março de 2008

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Radar: tecnologia, produção e comércio exterior. Brasília, n. 18, fev. de 2012.

CAMPOS, R. T. O Transporte ferroviário em operações multimodais, (Trabalho de Conclusão de Curso) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

FICI, R. P. As Ferrovias Brasileiras e a expansão recente para o centro-oeste, 2007. (Mestrado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Gargalos e demandas da infraestrutura rodoviária e os investimentos do PAC: Mapeamento Ipea de obras rodoviárias. Brasília, mar. de 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Radar: tecnologia, produção e comércio exterior. Brasília, n.1, abril 2009.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Pesquisa CNT de Rodovias 2012. Brasília 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). O transporte dutoviário. 28 de agosto de 2012.