

PROJETO DE GRADUAÇÃO
**Modelo de filas para análise em um sistema
portuário**

Por,
Bruno Barbosa Oliveira

Brasília, 2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**Modelo de filas para análise em um sistema
portuário**

POR,

Bruno Barbosa Oliveira

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção
de grau de Engenheiro de Produção

Banca Examinadora

Prof. Reinaldo Crispiniano Garcia, UnB/ EPR (Orientador)

Prof. Clovis Neumann, UnB/ EPR

Brasília, 2016

Agradecimentos

Desde que tenho consciência de mim, sempre tive o foco da minha vida nos estudos e conhecimento, sabendo que esse era o caminho para ter um bom futuro e ser uma boa pessoa. Sei disso por sempre ter tido o exemplo da minha família, a qual dedico o meu trabalho de graduação, pois sem eles não chegaria aqui.

Meus pais, Iolange e Paulo, que proveram e investiram na minha educação, não só na oportunidade de estudar em uma escola particular no ensino médio, diferente de meus irmãos, mas dando todas ferramentas e apoio necessário para me desenvolver. Minha irmã Carolina, que é um exemplo de esforço e superação, meu irmão Rodrigo, que fez eu ser a para a pessoa que sou hoje, tanto em virtudes como defeitos, sendo influência nítida para gostos e costumes, irmãos que se não fosse pelo esforço, não estaria nem nessa Universidade.

Agradecer à meus amigos do QF, Danilo, Igor, Flávio, João Marcos e Paulo César, que me acompanham desde o ensino médio, sempre um apoio em momentos distantes ou próximos, para alegria ou tristeza. Meu amigo de mais longa data, Gabriel Drose, exemplo e modelo de pessoa para todo e qualquer um que já o conheceu, que tive o prazer de estudar crescer junto não só para o vestibular, mas para tantas provas que a vida nos proporcionou e proporcionará, que acredito e espero ter o ajudado o tanto quanto me ajudou.

Lembrança para meus amigos Bandidos, responsáveis por momentos de diversão e descontração. Em especial para Weber, amigo de longa data e praticamente família, e Vitor, que nos últimos anos se mostrou uma grande pessoa, meu professor de violão e da arte da vida, o qual admiro o trabalho e jeito de ver o mundo.

Meus amigos de curso, futuros companheiros de profissão, como André, Barriga, Coxinha, Faria, Modelli e Vetera, entre tantos outros desde Jances à Boleiros, foram parte de um fase única da vida e marcaram para o resto da mesma.

Agradecimento em especial para meus amigos Alexandre Curley e Vinícius Nunes, que foram muito importante, particularmente na realização deste projeto de graduação. Assim como meu orientador Reinaldo Garcia, professor mais reconhecido por todas as turmas que já passaram pela Engenharia de Produção da UnB, por seu incrível conhecimento e sua didática fácil, com preocupação pelo desenvolvimento de seu aluno em vários níveis.

Por último, para minha companheira e namorada Maria Inês, presente desde o segundo semestre de faculdade até o último, por todos anos de graduação, motivando a ser uma pessoa melhor e sendo responsável pelos momentos qual me sinto completo.

Bruno Barbosa Oliveira

Resumo

Este estudo buscou entender os tempos de filas que representam o fluxo de caminhões para escoamento da produção de grãos sólidos vegetais através do Porto de Santos, e a relação dessas filas com as chegadas de vagões e caminhões no sistema portuário, desde a chegada nos pátios reguladores até a saída dos terminais. Para isso foram analisados dados reais de movimentação de caminhões e chegadas de vagões no Porto de Santos durante o ano de 2014, a partir das quais foram tratados de acordo com os parâmetros necessário para a realização das análises. Por fim, a partir dos dados assimilados de filas e relações entre caminhões e vagões, o presente estudo buscou estimar os custos de transporte de grãos sólidos vegetais das principais cidades produtoras de açúcar do Brasil ao Porto de Santos, para o cenário atual, onde existem cruzamentos rodoferroviários em nível nos acessos e trajeto pátio-terminal, e para o cenário futuro, onde considera investimentos para que esses cruzamentos deixem de existir em nível, a partir da construção de mergulhão para passagem simultânea de caminhões e vagões.

Palavras-chave: Sistema Portuário, Porto de Santos, Custos Logísticos, Transporte, Sistema de Filas.

Abstract

This study aimed understand the queuing time that represents the flow of trucks transporting agricultural dry bulk to the Port of Santos, and the relation of these queues with the arrival of trucks and trains at the port system, from their arrival at the regulation parking areas to their exits, at the port terminals. For this purpose real data of trucks, movements and trains arrivals were analysed at the Port of Santos during the year of 2014, which were treated and filtered according to a certain set of parameters for this kind of analysis. Therefore, using this data, this study intended to estimate the transportation costs of agricultural dry bulk from the main sugar producing cities of Brazil to the Port of Santos. On two scenarios, the current scenario, where are roadrail junctions on the truck's path and access, and for the future scenario, with infrastructure investment to end these roadrail junctions through a viaduct, contributing to the simultaneous passage of both modal.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
1.1	Visão Macroeconômica do estudo de Santos.....	8
1.2	Infraestrutura.....	8
2.	CONTEXTO	10
2.1	Custos logísticos	10
2.2	GCI e competitividade	11
2.3	LPI e a performance logística	13
2.4	Linha Férrea Brasileira.....	15
2.5	Infraestrutura Atual e Investimentos indicados.....	17
2.6	O Porto de Santos.....	20
2.6.1	Estrutura do Porto de Santos	22
2.6.2	Modal rodoviário.....	24
2.6.3	Modal ferroviário do Porto de Santos	28
2.6.4	Cruzamentos rodoferroviários.....	29
3.	MODELO DE CUSTOS E CENÁRIOS	32
3.1	Etapas de trabalho	32
3.1.1	Identificação do período analisado.....	33
3.1.2	Análise e verificação dos dados de caminhões e vagões	34
3.1.3	Definição do terminal portuário	35
3.1.4	Determinação dos parâmetros para análises dos cruzamentos.....	36
3.1.5	Apresentação dos cenários e resultados	38
4	CONCLUSÃO	44
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	46
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pilares do índice de competitividade	12
Figura 2 Índices de infraestrutura em comparação dos maiores produtores de açúcar	13
Figura 3 Principais ferrovias brasileiras.....	16
Figura 4 Representatividade dos custos logísticos brasileiros	17
Figura 5 Participação do porto de Santos na balança comercial entre os portos brasileiros.....	21
Figura 6 Movimentação dos Portos Brasileiros –	21
Figura 7 Localização dos terminais do Porto de Santos.....	23
Figura 8 Conexão com Hinterlândia	24
Figura 9 Esquema da função dos pátios reguladores	25
Figura 10 Esquema de localização dos Pátios reguladores	26
Figura 11 Ecopátio do Porto de Santos em Cubatão.....	27
Figura 12 Pátio regulador Rodopark do Porto de Santos em Cubatão.....	27
Figura 13 Malha ferroviária que dá acesso ao Porto de Santos	28
Figura 14 Acesso ao porto cruzamento em desnível.....	30
Figura 15 Cruzamentos rodoferroviários em nível	30
Figura 16 Chegadas de caminhões por mês no porto de Santos em 2014	33
Figura 17 Comportamento da fila em relação a chegada de caminhões	36
Figura 18 Comportamento da fila em relação aos vagões	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Posição brasileira dos indicadores de infraestrutura	12
Tabela 2 Status LPI dos maiores produtores de açúcar.....	15
Tabela 3 Tamanho da linha férrea em comparação ao tamanho do país.....	17
Tabela 4 Potencial de redução dos custos logísticos.....	18
Tabela 5 Desempenho logístico e Infraestrutura de grandes potências.....	18
Tabela 6 Números de exportação Porto de Santos 2014/2015 - adaptado pelo autor	22
Tabela 7 Condição infraestrutura rodoviária.....	24
Tabela 8 Área e capacidade dos pátios reguladores.....	26
Tabela 9 Participação dos terminais por pátio	35
Tabela 10 Outliers.....	38
Tabela 11 Dados de produção de açúcar em 2014	39
Tabela 12 Valor do Frete das localidades	40
Tabela 13 Tempo de viagem até o Porto de Santos	40
Tabela 14 Dados para cálculo custo médio (R\$/h)	40
Tabela 15 Participação dos estados na exportação de açúcar no Porto de Santo em março/2014..	41
Tabela 16 Valores do cenário atual	42
Tabela 17 Valores do cenário futuro.....	42

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo visa proporcionar uma visão geral sobre a relevância do tema apresentado no projeto de pesquisa, apresentando dados e as recentes perspectivas do setor no Brasil.

Este trabalho aplicará um modelo desenvolvido a um estudo de caso que será o Porto de Santos. O Porto de Santos, é o maior porto da América Latina e Caribe em movimento de cerca de 7% da movimentação da região no período, estando na frente de portos gigantescos, como Porto de Colón no Panamá (ONU, 2016) Isto mostra como porto é importante para a competitividade brasileira, tendo uma economia baseada em exportação, como as de grãos e *commodities*.

Ao analisar este estudo de caso será realizada uma análise de custo-benefício levando em conta o investimento para implementação da solução e seus os possíveis benefícios.

1.1 Visão Macroeconômica do estudo de Santos

A visão de competitividade atual é um resultado do desenvolvimento decorrente da crise que abateu Estados Unidos, Europa e China, por exemplo . Selando o fim do “super-ciclo” das *commodities* e uma grande decaída no valor de mercado de principalmente de combustíveis e óleos minerais, mas também em comida e produtos agrícolas, revelando a relação entre a dependência de *commodities* e competitividade (FÓRUM ECONOMICO MUNDIAL, 2016).

Um estudo realizado pela Conferência da ONU sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD, 2014) que busca apresentar, entre outras questões, uma visão geral atualizada da dependência das *commodities* nos países emergentes, revela que dois terços dos países em desenvolvimento são dependentes da exportação de matérias-primas. O órgão da ONU acredita que um país é dependente de uma ou mais mercadorias quando pelo menos 60% de suas exportações são de tais produtos. Nos últimos anos, o Brasil vem aumentando cada vez mais sua dependência da exportação de matérias-primas. Os produtos básicos representam praticamente metade do que o Brasil exporta, como é detalhado no decorrer deste estudo. Apenas minério, soja e petróleo, os três principais itens, correspondem a 30% das vendas externas.

1.2 Infraestrutura

Este estudo leva em consideração a necessidade de investimento na infraestrutura portuária e no território nacional de forma geral, principalmente no setor ferroviário, muito prejudicado pelos longos de anos no qual não foi prioridade de investimento do Brasil, um país de tamanho continental, que tem como seu principal meio de transporte e frete, o modal rodoviário (IPEA, 2014).

Ainda assim, segundo o Banco Mundial, investimentos em infraestrutura na América Latina deveriam ser cerca de 4% a 6% do PIB nacional para efetivamente competir com os países asiáticos, como Coréia do Sul e China. Porém, o Brasil gastou cerca de 0,6% a 2,1% nos últimos anos.

Com o intuito de explanar todos os ângulos do estudo proposto no trabalho, na primeira parte tem-se a explicação de termos logísticos utilizados durante o projeto, assim como elucidações sobre índices de competitividade e desempenho logístico do Brasil, em relação aos países de referência mundial e seus concorrentes diretos no mercado.

A apresentação de características da infraestrutura nacional, como condições e investimentos em ferrovias e rodovias são feitos, assim como a história do local base do desenvolvimento do projeto, o Porto de Santos. A sua estrutura, formação e funcionamento do Porto de Santos são apresentadas, bem como o empecilho dos cruzamentos rodoferroviários em nível.

Finalmente, a descrição de como foi realizada a análise para proposta de solução do cruzamento rodoferroviário é descrita, apresentando os dados de insumo para tal conclusão. Os estudos dos acessos ao porto, relação dos tempos de filas com chegadas de caminhão nos pátios reguladores e terminais. A influência nos tempos de filas dos caminhões dentro do sistema com a chegada de vagões e como isso afeta o nível de serviço portuário, desde a obtenção de dados ao resultado final são também apresentadas. Por último, o trabalho é concluído com recomendações de trabalhos futuros.

2. CONTEXTO

Este capítulo tem como objetivo contextualizar o ambiente de desenvolvimento deste trabalho, abordando os conceitos de logística, cadeia de suprimentos e custos logísticos. Índices logísticos como o Global Competitiveness Index, do Fórum Econômico Mundial, e o Logistics Performance Index, do Banco Mundial também são apresentadas. Por fim, apresenta-se uma contextualização do Porto de Santos e o seu papel como grande porto exportador brasileiro de commodities agrícolas.

2.1 Custos logísticos

Ballou (1993), define logística empresarial como todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos em toda a cadeia de suprimentos, desde a produção até a entrega final, assim como dos fluxos de informação que possibilitam o movimento dos produtos, de modo que propicie níveis de serviços adequados aos clientes a um custo razoável.

Chopra (2011) conceitua logística como parte integrante da cadeia de suprimentos, afirmando que essa abrange todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, na realização de um pedido ao cliente, que inclui não apenas o fabricante e os fornecedores, mas também o transporte, armazenagem e os próprios cliente.

De tal modo, com a disseminação do termo logística para várias áreas e formas diferentes o CSCMP (*Council of Supply Chain Management Professionals*) decidiu determinar uma definição para o termo, para uso correto, principalmente para os profissionais e acadêmicos das áreas. Definiu então como a parte da cadeia de suprimentos que planeja, implementa, controla o fluxo, eficiência e armazenamento de produtos, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e ponto de consumo com objetivo de atingir os requisitos do cliente (CSCMP,2013)

Por sua vez, a cadeia de suprimentos é definida através de três pontos. Fornecimento de material, do processo de manufatura e distribuição de produtos acabados através de uma rede de distribuidores para o consumidor final. Tendo também como o gerenciamento da cadeia de suprimentos, o planejamento e acompanhamento de todas as atividades envolvidas no fornecimento, procura, conversão e atividades de logística (COMITÊ CANADENSE DE LOGÍSTICA,2016).

Os custos envolvidos na movimentação de bens ao longo das cadeias de suprimentos são diversos e seus níveis dependem do tipo de indústria. Segundo Wilson (2009), de forma geral, podem-se dividir custos logísticos em grandes grupos, tais como:

Custos de transportes: Representam os custos incorridos na movimentação de estoques, em diversos estados de estoques, em estados de transformação, incluindo custos de transporte nos seus diversos modos: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário, entre outros.

Custos de manutenção de estoque: Diz respeito aos custos totais com estoques, estejam eles em um armazém ou em contêineres. O custo total de estoques engloba custos de oportunidade do capital investido nos estoques, depreciação, obsolescência, impostos e seguros, além dos custos para armazenagem, como aluguel .

Custos administrativos: Englobam custos não diretamente relacionados aos dois anteriores, como custos com funcionários, atividades complementares realizadas por provedores logísticos.

2.2 GCI e competitividade

Puxado pelo “boom” da *commodities* e como explica a pesquisa da ONU, a economia brasileira cresceu muito na última década, devido à situação favorável. Após esse final de ciclo, o país perdeu muito em competitividade, de acordo com o relatório do Fórum Econômico Mundial, *The Global Competitiveness Report* de 2016, onde o Brasil aparece na posição 81, de 138 países pesquisados, caindo 6 posições em comparação a 2015 (75th) e 25 posições em relação à 2014 (57th).

O GCI – Índice global de Competitividade, em tradução literal, é o fator chave para o relatório do Fórum Econômico, ela é dada no relatório como um combinado de instituições, práticas, políticas e fatores que determinam o nível de produtividade de uma economia, que gera o nível de prosperidade que o país pode alcançar. O índice é publicado desde 2005 pela *Global Competitiveness Network (GCN)*, que faz parte do Fórum Econômico, combinando 114 indicadores que visam compreender o termo de competitividade em escala mundial e prosperidade à longo prazo, ajudando governos e instituições a compreender o cenário atual.

O índice de competitividade do ano de 2016 leva em consideração 12 pilares divididos em 3 subgrupos, que são descritos na Figura 1.

Um dos maiores impasses enfrentados pelos países em desenvolvimento para alcançar níveis competitivos, de forma geral ou em logística, continua sendo a Infraestrutura do país. Países em desenvolvimento em sua maioria não possuem uma infraestrutura muito sólida, como ocorre com os países líderes em eficiência de transporte, como Holanda ou Singapura, por isso investem alto na indústria pesada, de forma a estar a colher frutos em médio a longo prazo. Infelizmente, não parecem estar se desenvolvendo nesse aspecto de maneira tão rápido como os países desenvolvidos cresceram (BANCO MUNDIAL, 2016).

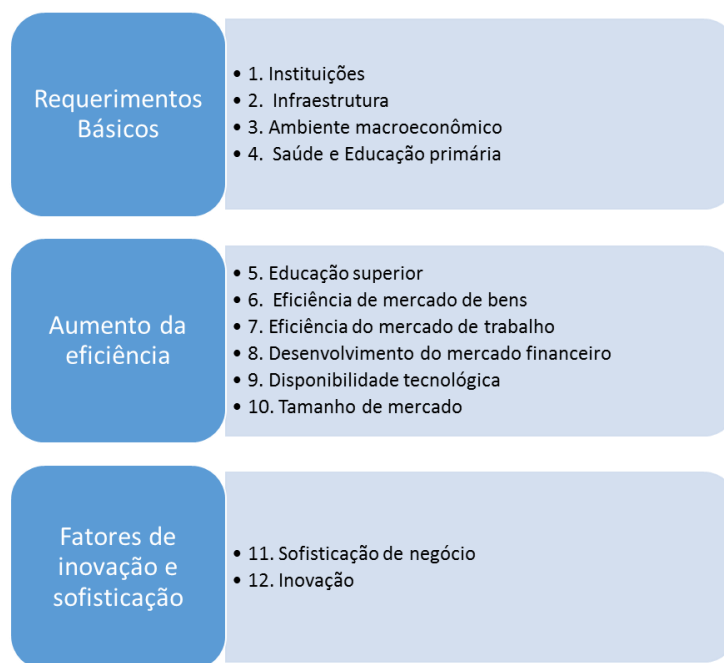


Figura 1 Pilares do índice de competitividade

Para ilustrar a condição da infraestrutura brasileira, têm-se a Tabela (1)

Tabela 1 Posição brasileira dos indicadores de infraestrutura

Indicador	Posição (136 países)	Valor
Segunda Pilar: Infraestrutura	72	4.0
Qualidade total da infraestrutura	116	3.0
Qualidade das rodovias	111	3.0
Qualidade da infraestrutura ferroviária	93	1.9
Qualidade da infraestrutura portuária	114	2.9
Qualidade da instrutura para transporte aéreo	95	3.9
Quilometragem de assentos aéreos disponíveis milhões/semana	12	3558.3
Qualidade do fornecimento de eletricidade	91	4.1
Quantidade de assinaturas de telefones móveis/100 pessoas	54	126.6
Quantidade de linhas de telefones fixos/100 pessoas	48	21.4

Fonte: Fórum Econômico Mundial (2016)

O pilar da infraestrutura ainda abrange vários aspectos, como fornecimento elétrico e telecomunicação, porém, analisando os indicadores de infraestrutura em transporte, que seriam os indicadores 1 ao quinto, o Brasil fica muito mal posicionado, em média, rondando a 100ª posição mundial.

O Brasil é o pior colocado dos BRICS, que são os países com projeções de crescimento similares, quando o acrônimo foi criado em 2001 (ITAMARATY, 2013), sendo que nas colocações em relação à infraestrutura temos Rússia (35), Índia (68), China (42) e África do Sul (64), que foi integrada ao grupo mais tarde, no ano de 2011. Países concorrentes na exportação de grãos sólidos vegetais

também são mencionados, como China ou Índia segunda e terceiras produtoras de açúcar do mundo, respectivamente (UNICADATA, 2016) e EUA, o maior produtor de soja. (EMBRAPA, 2015).

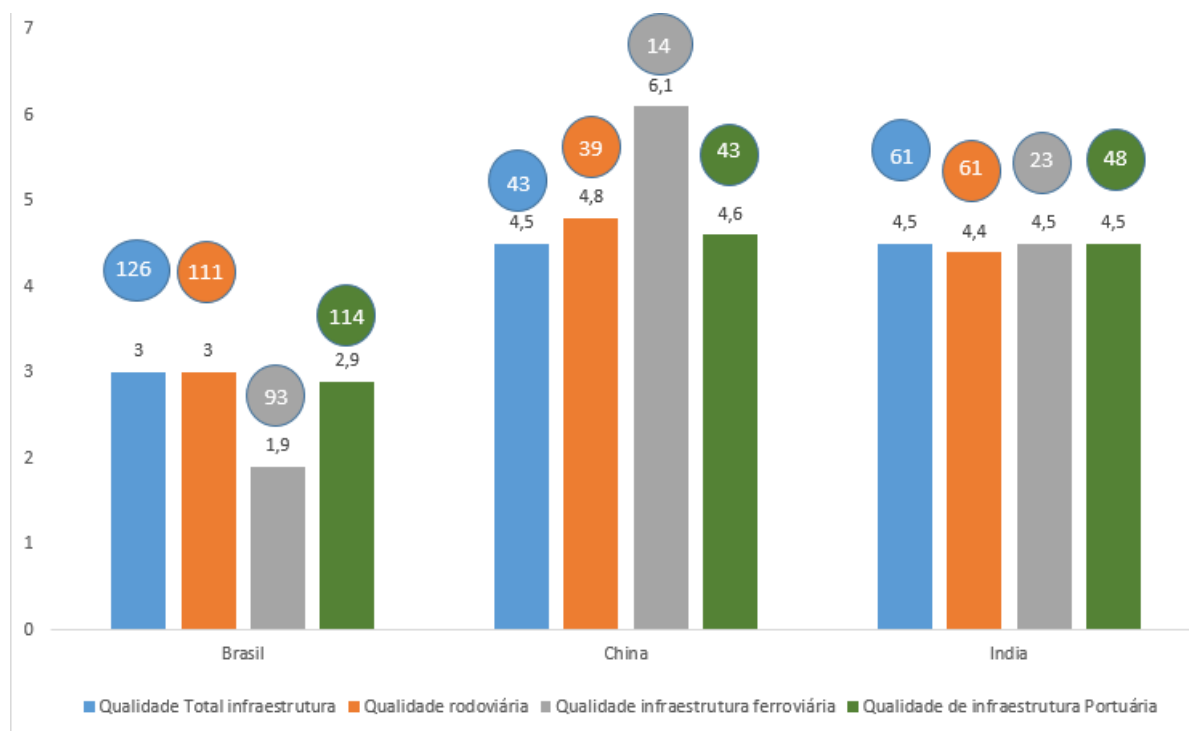


Figura 2 Índices de infraestrutura em comparação dos maiores produtores de açúcar

Na figura 2 acima, temos a comparação do desempenho nos índices de infraestrutura dos maiores produtores de açúcar mundial, também participantes do BRICS. É nítida a baixa performance do Brasil, em relação aos seus concorrentes do mercado no quesito exposto.

2.3 LPI e a performance logística

Segundo o relatório do Índice de Performance Logística de 2016 (*Logistics Performance Index*) do Banco Mundial, países têm percebido a necessidade de políticas consistentes e operações de cadeias de suprimentos sustentáveis como chave para o crescimento, onde uma rede sólida liga o mercado doméstico e internacional de forma confiável. Reciprocamente, países com performance logística de baixo nível enfrentam custos altos implicando em baixa competitividade no mercado.

Cadeias de suprimento são complexas, mas sua performance é altamente ligada às características do país, especialmente sobre sua infraestrutura, assim como instituições para desempenhar necessárias para as operações logísticas, regulamentações, leis e incentivos (BANCO MUNDIAL, 2016).

O índice de desempenho logístico LPI é uma ferramenta que possibilita que os países compreendam sua eficiência em comparação a diversos outros. O índice consiste em critérios quantitativos e qualitativos, distribuídos em duas perspectivas:

Índice de desempenho logístico internacional (International LPI):

Avalia o desempenho dos países com foco em suas portas de entrada (como portos e fronteiras) e utiliza uma escala entre 1 e 5, com valores maiores representando melhor desempenho. De acordo com o Banco Mundial:

A partir da pontuação atribuída a cada componente, são utilizadas técnicas estatísticas para a consolidação em um indicador único, capaz de ser comparado internacionalmente. A pontuação geral de um país no Logistics Performance Index [International LPI] reflete o desempenho logístico do país com base na eficiência de seus processos alfandegários, qualidade da infraestrutura associada ao comércio e transporte, facilidade de realizar exportações a preços competitivos, qualidade de serviços logísticos, habilidade de roteamento e rastreamento de consignações e frequência na qual embarques chegam ao consignatário dentro do prazo estabelecido (BANCO MUNDIAL, 2015)

Índice de desempenho logístico doméstico (Domestic LPI):

O índice internacional fornece informações amplas relevantes acerca do desempenho de um país. Entretanto, para se analisar o desempenho dos países de maneira mais detalhada, faz-se necessário observar o índice doméstico. A perspectiva doméstica contém, portanto, maior detalhamento sobre o ambiente logístico do país, assim como instituições e processos logísticos chave e desempenho com relação a tempo e custos.

Para este índice, os principais determinantes do desempenho logístico geral são: infraestrutura (portos, aeroportos, rodovias, ferrovias, instalações de armazenamento e transbordo, entre outros), serviços (qualidade e competência de serviços logísticos chave), tempos e procedimentos alfandegários (tempo necessário para exportação e importação, documentação, entre outros) e confiabilidade da cadeia de suprimentos (engloba custos e atrasos não esperados, armazenamento e transbordo compulsório, pagamentos informais – corrupção, entre outros).

Abaixo, temos a comparação dos índices do LPI para os principais produtores de açúcar do mundo, na tabela 2, podemos perceber como o Brasil fica atrás de modo geral, dos seus principais concorrentes no mercado açucareiro, o qual lidera nos últimos anos. Apesar disso, não tem o retorno monetário tão alto quanto poderia ter, se não tivesse gastos logísticos de transporte ou perdas com infraestrutura, como atualmente.

Tabela 2 Status LPI dos maiores produtores de açúcar

	Estados Unidos	China	India	Brasil
Posição no Ranking geral	10	27	35	55
LPI Pontuação	3.99	3.66	3.42	3.09
Processos alfandegários				
Posição	16	31	38	62
Pontuação	3.75	3.32	3.17	2.76
Infraestrutura				
Posição	8	23	36	47
Pontuação	4.15	3.75	3.34	3.11
Facilidade em Exportação				
Posição	19	12	39	72
Pontuação	3.65	3.70	3.36	2.90
Competência Logística				
Posição	8	27	32	50
Pontuação	4.01	3.62	3.39	3.12
Roteamento e rastreamento de bens				
Posição	5	28	33	45
Pontuação	4.20	3.68	3.52	3.28
Pontualidade				
Posição	11	31	42	66
Pontuação	4.25	3.90	3.74	3.39

Fonte: Banco Mundial (2015)

2.4 Linha Férrea Brasileira

O Brasil também, tem uma particularidade em relação à sua malha férrea. Apesar de investimentos recentes em infraestrutura no país, como o PAC (Programa de Aceleração no Crescimento) em 2011 e possíveis investimentos chineses para criação de ferrovias que levem até o Pacífico, com valor de R\$ 60 bilhões (BBC, 2015). O Brasil teve na verdade uma diminuição da sua malha ferroviária.

Apesar do grande potencial do setor, ele é subdesenvolvido e subexplorado, havendo regulação estrita do governo sobre as malhas ferroviárias e foco total no desenvolvimento rodoviário. E como houve incentivo à indústria automotiva, principalmente dos anos 50 à 80, levou à condições financeiras debilitadas dos operadores das ferrovias e resultou em falta de investimento e falta de manutenção do setor (BANCO MUNDIAL, 2010). Com isso, houve a diminuição da malha ferroviária

de 34.207 quilômetros à 29.637 quilômetros em 2009 (MOUROUGANE E PISU, 2011) e continuou diminuindo, chegando a 28.190 quilômetros em 2014 (MINISTÉRIOS DOS TRANSPORTES, 2015).

Além de pequena comparativamente à extensão do território nacional, a malha ferroviária é mal distribuída e quase que a totalidade das ferrovias se encontra na região Sul e Sudeste do país (ANTF, 2006).

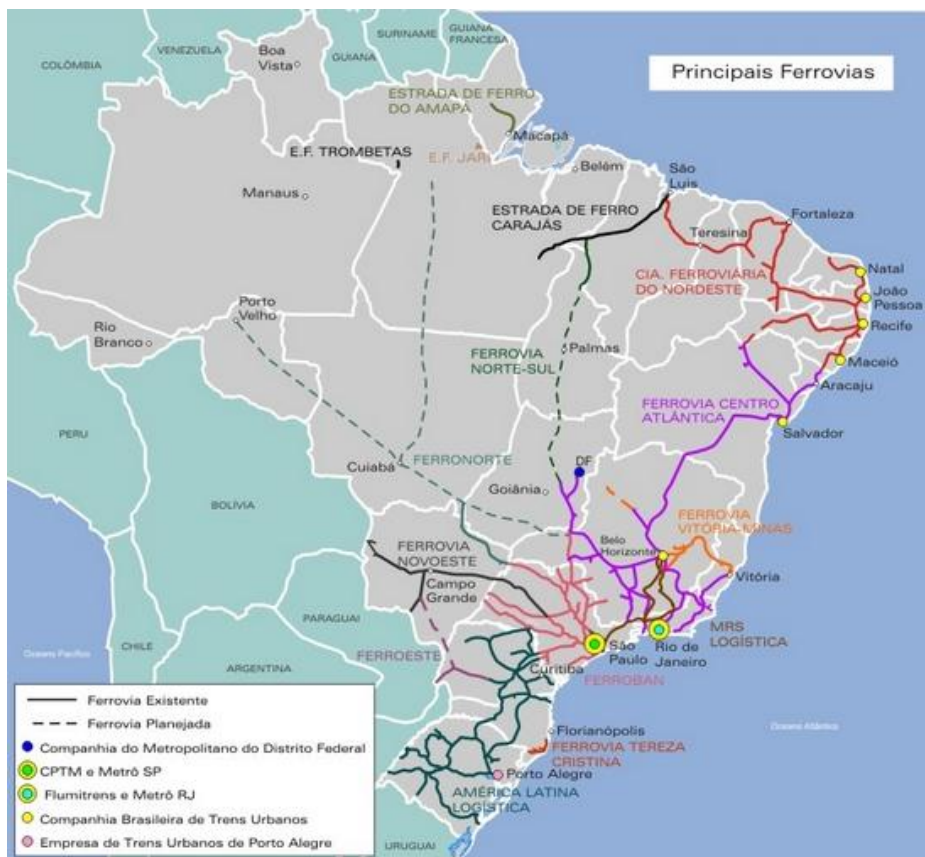


Figura 3 Principais ferrovias brasileiras

Ainda assim, o Brasil possui a 11ª maior linha férrea no mundo em quilometragem total (CIA, 2014), porém, o país é o quinto maior país do mundo (GEOHIVE, 2015). Essa proporção de quilometro de linha férrea por quilometro quadrado de área do país fica ainda mais grave, se compararmos com outros países com uma linha férrea complexa como o Brasil.

A tabela (3) apresenta os 14 países com maior malha férrea no mundo (CIA, 2014). O Brasil, por exemplo, a cada 302km de área, temos 1km de linha férrea, um número muito pequeno, se comparado com a própria Rússia, que tem mais que o dobro em extensão de território que o Brasil, mas possui a malha 3 vezes maior.

Tabela 3 Tamanho da linha férrea em comparação ao tamanho do país

País	km ² de ferrovia/Km extensão (Km)	Tamanho linha férrea (km)	Tamanho do país (km ²)
BRASIL	302	28190	8511965
AUSTRALIA	208	36968	7686850
RUSSIA	196	87157	17075200
CANADA	128	77932	9984670
ARGENTINA	75	36917	2780400
ÁFRICA DO SUL	58	20986	1219912
CHINA	50	191270	9596960
INDIA	48	68525	3287590
EUA	33	293564	9826630
UCRÂNIA	28	21733	603548
FRANÇA	22	29640	643427
ITÁLIA	15	20182	301336
JAPÃO	14	27155	377950
ALEMANHA	8	43468	357375

FONTE (GEOHYVE e ANTT)

2.5 Infraestrutura Atual e Investimentos indicados

Segundo o estudo “Logística de Carga no Brasil” (BANCO MUNDIAL, 2011) custo logístico brasileiro seria 15,4% do PIB, sendo 2 vezes maior que o gasto americano, por exemplo, ressaltando que o Brasil apresenta um custo logístico bem maior, como proporção do PIB, que outros países da América Latina, como Chile e México. Deve-se ressaltar que existem controvérsias pelos métodos de cálculo do custo logístico, onde alguns autores relatam que o valor pode ser maior ainda, cerca de 17% a 20%.

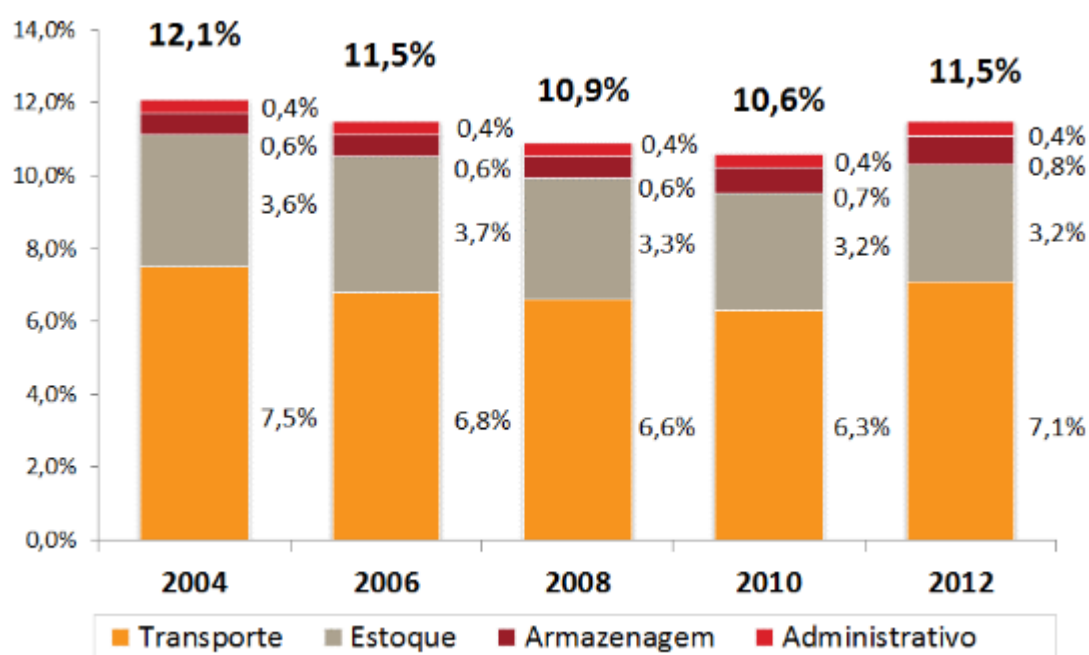


Figura 4 Representatividade dos custos logísticos brasileiros

FONTE:(ILOS, 2014)

Segundo o Banco Mundial, o Brasil tem o potencial de redução do custo em US\$ 51,8 bilhões/ano, tornando o custo para cerca de 9% do PIB nacional. De acordo com a seguinte distribuição na tabela (4):

Tabela 4 Potencial de redução dos custos logísticos.

Custo Logístico	Representação do custo total	Custo do setor (US\$/ano)	Custo possível (US\$/ano)	Redução (US\$/ano)
Transporte de Carga	49%	72,7 bilhões	40 bilhões	32,7 bilhões
Estoque	42%	40,3 bilhões	25 bilhões	15,3 bilhões
Armazenagem	5%	7,3 bilhões	5 bilhões	2,3 bilhões
Administrativo	4%	4 bilhões	2,4 bilhões	1,6 bilhões

Fonte: Estimativa Banco Mundial, 2011

O custo logístico de exportação dos setores industriais 48% refere-se a parcela de transporte e 21% para o custo portuário, a parcela de custo de estoque corresponde a 22% do total e as parcelas de armazenagem e administração correspondem a 5% e 4% respectivamente.

Para o setor agrícola, o custo de transporte representa 80% do custo logístico total, com a parcela portuária sendo responsável por 14%. Assim como o gargalo predominante em transportes são de produtos alimentares, onde o custo de transporte se referem à 56%, em relação à todos os setores (BANCO MUNDIAL, 2011).

Tabela 5 Desempenho logístico e Infraestrutura de grandes potências

	Desempenho Logístico				Infraestrutura			
	2007	2010	2012	2014	2007	2010	2012	2014
Alemanha	3°	1°	4°	1°	3°	1°	1°	1°
Holanda	2°	4°	5°	2°	1°	2°	3°	3°
Bélgica	12°	9°	7°	3°	11°	12°	8°	8°
Reino Unido	9°	8°	12°	4°	10°	16°	15°	6°
Cingapura	1°	2°	1°	5°	2°	4°	2°	2°
EUA	14°	15°	9°	9°	7°	7°	4°	5°
Canadá	10°	14°	14°	12°	12°	11°	12°	10°
China	30°	27°	26°	28°	30°	26°	26°	23°
África do Sul	24°	28°	23°	34°	26°	29°	19°	38°
Índia	39°	47°	46°	54°	42°	47°	55°	58°
Brasil	61°	41°	45°	65°	49°	37°	45°	54°
Rússia	99°	94°	95°	90°	93°	83°	96°	77°

FONTE (BANCO MUNDIAL, 2014)

Segundo o Banco Mundial (2012), investimentos em infraestrutura na América Latina devem ser cerca de 4% a 6% do PIB nacional para efetivamente competir com os países asiáticos, como Coreia

do Sul e China. A título de comparação, o Brasil gastou cerca de 0,6% a 2,1% nos últimos anos. Esse tipo de investimento é particularmente importante, ele aumenta a oportunidade de investimento e acrescenta no retorno do investimento privado. Liberando o espaço para novas indústrias surgirem, esse investimento público é crucial para transformação estrutural e diversificação da exportação.

Obtenção de Dados: Sem colhimento confiável e massivo de dados que são regularmente atualizados, é extremamente difícil de se realizar análises sistêmicas de diferentes corredores logísticos do país e construir possíveis potências fluxos de descarga e carregamento. Para a realização de uma linha de estruturação logística, um centro de informações com todas as entradas requeridas para o funcionamento de sistemas logísticos é necessário, tais como as origens e destinos, custo de transporte, infraestrutura viável para utilização, indicadores de operações, entre outros registros. (BANCO MUNDIAL, 2012)

Para fortalecer as informações do setor, segundo Banco Mundial, estudos da área recomendaram:

1. Atingir a diminuição do preço para os consumidores como resultado de custos logísticos menores;
2. Competitividade de nível global em áreas como segurança de transportes e documentação;
3. Indústria caminhoneira, suas características e agenda para desenvolvimento;
4. Métodos para aumentar competitividade nas ferroviárias;
5. Aumentar a participação das ferrovias no mercado em curto-prazo;
6. Custo-benefício do investimento para introduzir o “*double stack*”
7. Melhorar transporte em relação ao gerenciamento de sistemas de informação;
8. Benchmark em relação à performance aduaneira e fitossanitária;
9. Definir corredores intermodais para redução congestionamento e impactos ambientais; e
10. Competição portuária para diminuir os custos portuários.

Investimento em infraestrutura e cadeia de suprimentos - O estudo recomenda que o governo dobre o investimento em infraestrutura logística e procedimentos de cadeia de suprimentos e inclua os investimentos descritos no PAC (Programa de aceleração do crescimento) A lista de investimentos imediatos que são fortemente recomendados para serem implementados que são consenso pelas associações que as usufruem são:

- a. Reabilitação massiva das rodovias com fundos assegurados;
- b. Construção/melhoria da passagens ferroviárias pelas regiões metropolitanas, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro;
- c. Construção de rodoanéis em torno de São Paulo e Rio de Janeiro;
- d. Eliminar o acúmulo de dragagem no Porto de Santos e outros portos.

A maioria desses investimentos foram identificados no PNLT (Plano Nacional de Logística e Transporte) e priorizados no PAC.

As seguintes ações prioritárias para o modal ferroviário para aumentar a competitividade brasileira devem ser também realizadas (BANCO MUNDIAL, 2011):

- Ferroanel de São Paulo
- Conclusão Ferrovia Norte-Sul
- Melhoria do acesso ao Porto de Santos
- Política para tratamento das passagens de nível
- Eliminação de gargalos ferroviários na Região metropolitana de São Paulo e Minas Gerais

2.6 O Porto de Santos

Segundo CODESP(2016) , a história do porto se dá desde 1531 com Braz Cubas liderando acessos de canais e transporte de mercadorias na região Santista e assim, por mais de três séculos e meio, o Porto de Santos, embora tivesse crescido, manteve-se em padrões estáveis, com o mínimo de mecanização e muita exigência de trabalho físico.

Em 12 de julho de 1888, pelo Decreto nº 9.979, após concorrência pública, o grupo liderado por Cândido Gaffrée e Eduardo Guinle foi autorizado a construir e explorar o Porto de Santos por 39 anos, depois ampliado para 90 anos, com base em projeto do engenheiro Sabóia e Silva. O marco oficial da inauguração do Porto de Santos é 2 de fevereiro de 1892, quando a então Companhia Docas de Santos (CDS), entregou à navegação mundial os primeiros 260 m de cais, na área, até hoje denominada, do Valongo.

O porto não parou de se expandir, atravessando todos os ciclos de crescimento econômico do país, aparecimento e desaparecimento de tipos de carga, até chegar ao período atual de amplo uso dos contêineres. Açúcar, café, laranja, algodão, adubo, carvão, trigo, sucos cítricos, soja, veículos, granéis líquidos diversos, em milhões de quilos, têm feito o cotidiano do porto, que já movimentou mais de 1 (um) bilhão de toneladas de cargas diversas, desde 1892, até hoje.

Em 1980, com o término do período legal de concessão da exploração do porto pela Companhia Docas de Santos, o Governo Federal criou a Companhia Docas do Estado de S. Paulo (Codesp), empresa de economia mista, de capital majoritário da União.

A hinterlândia do porto de Santos, ou seja, sua área de influência, faz referência aos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso, sul de Minas Gerais, norte do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul. Porém, ainda atende estados como Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Bahia, entre outros em menor escala. (CODESP, 2006).

O porto de Santos, atualmente, é responsável por um quarto da Balança Comercial Brasileira em valores, com aproximadamente US\$ 116,3 bilhões do comércio internacional brasileiro (CODESP, 2014). Ele possui a maior infra-estrutura em acesso terrestre e aquaviário do Brasil e distam, apenas,

70km do maior pólo industrial brasileiro, tendo se tornado um dos maiores desafios profissionais e pessoais para gerenciamento e planejamento (CODESP, 2006).

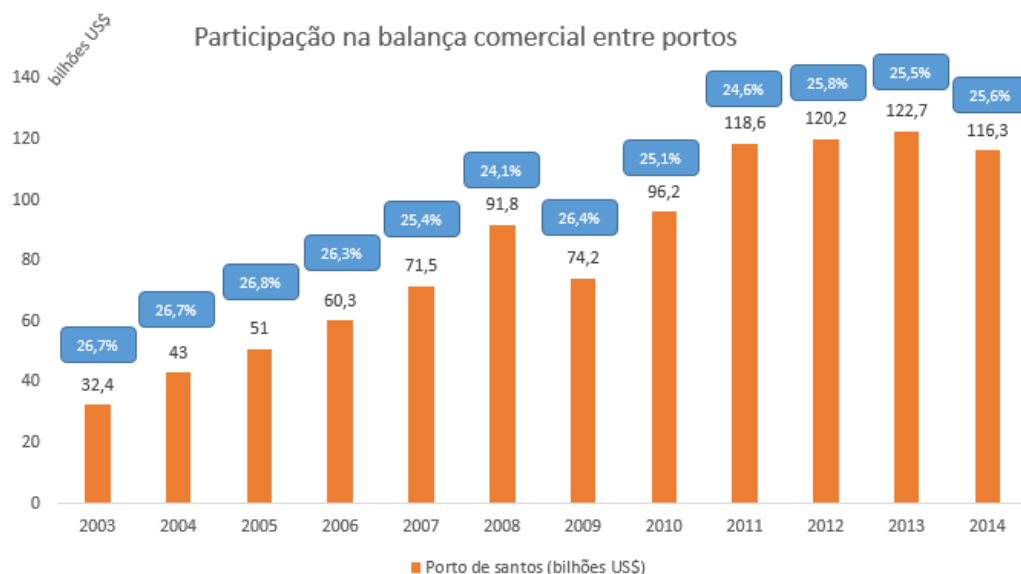


Figura 5 Participação do porto de santos na balança comercial entre os portos brasileiros

Pode-se perceber a importância do Porto de Santos, utilizando a participação comercial no valor das trocas realizadas no Porto.

Ao analisarmos a participação dos portos no cenário portuário nacional denotamos a grande importância do Complexo Portuário Santista, que responde por quase um terço do comércio exterior do país pelo modal marítimo. (CODESP,2014).

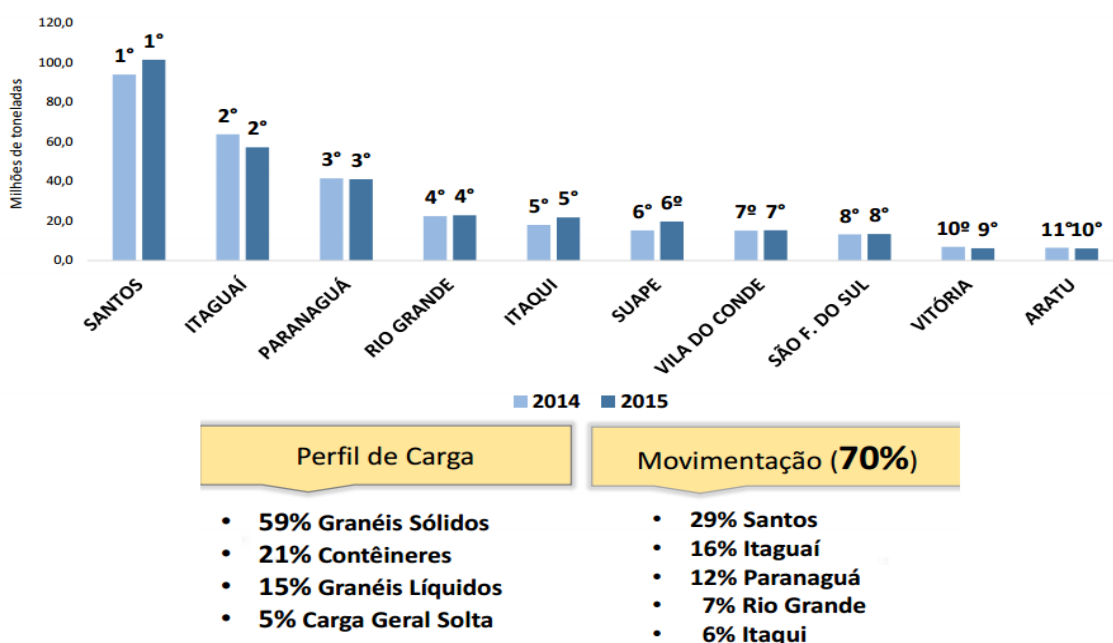


Figura 6 Movimentação dos Portos Brasileiros –

FONTE: (ANTAQ,2015)

Em relação às mercadorias transportadas, temos no Porto o segmento dos líquidos a granel como álcool, diesel, gasolina, óleo combustível, sucos cítricos e também os segmentos de carga solta, carga dos graneis sólidos, carga containerizada, veículos de importação e exportação e por último o segmento dos graneis sólidos os quais tem maior foco neste estudo, onde destacam-se o açúcar, complexo soja, que é formado por grão e farelo de soja, milho, café, adubos, carvão, enxofre e trigo. Com movimentação até dezembro de 2015 é mostrada na tabela (6), em comparativo do ano 2014, dados dos principais produtos de granel sólido:

Tabela 6 Números de exportação Porto de Santos 2014/2015 - adaptado pelo autor

PRINCIPAIS PRODUTOS EXPORTAÇÃO			
Granel sólido vegetal	2014	2015	Variação
Açúcar	17.276.544	18.185.744	5,3
-Em sacos	207.941	27.994	-86,5
-Em contêineres	1.335.187	1.666.259	24,8
-Granel sólido	15.733.416	16.491.491	4,8
Café em grãos	1.510.993	1.605.972	6,3
Complexo soja	16.464.584	17.772.632	7,9
- Em grãos	12.565.907	13.152.385	4,7
- Farelo	3.898.677	4.620.247	18,5
Milho	8.967.526	15.786.889	76
- Em contêineres	103.497	206.309	99,3
- Granel sólido	8.864.029	15.580.580	75,8
Óleo diesel e gasóleo	1.992.810	1.669.903	-16,2

FONTE: (CODESP 2016)

Portos não são geridos facilmente, por ter um sistema complexo com inúmeras variáveis e sistemas de relação. O Porto de Santos tem um valor tão grande e influência econômica relevante no cenário brasileiro, o Porto de Santos se torna desafio gerencial e logístico para o Governo e a população brasileira, sendo uma realidade que gera frutos com um potencial maior ainda, se organizado de forma eficiente. (CODESP, 2016).

2.6.1 Estrutura do Porto de Santos

O Porto de Santos localiza-se no litoral do estado de São Paulo, nas margens direita (município de Santos) e esquerda (município de Guarujá) do Estuário de Santos. Está sob administração da Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP). Como a companhia está vinculada à Secretaria de Portos da Presidência da República (SEP/PR), o porto é uma sociedade de economia mista.

A infraestrutura dos Portos brasileiros e de seus acessos é apontado como um dos maiores impasses para o sucesso no nível de serviço dessas instituições, como o indica o Plano Mestre do Porto de Santos (CODESP, 2016). O Porto de Santos tem como meios de acesso em grande volume de

movimentação as vias rodoviárias, ferroviárias e as próprias hidroviárias, devido a sua localização privilegiada. Há também dois pontos de transposição modal um hidroviário-ferroviário e um hidroviário-rodoviário, destacando também o modal dutoviário, no qual são transportados os petroquímicos.

O Porto de Santos possui cerca de 13 km de infraestrutura de acostagem, destinada a todos os tipos de carga (carga geral solta e containerizada, granel sólido, granel líquido e *Roll-on/Roll-off*).

Nas áreas com maior comercialização de cargas agrícolas, como COREX, Outeirinhos Conceiçãozinha, com as cores amarelo, azul e rosa, na figura 7 representando o mapa do porto, temos os dois primeiros na margem direita, e o terceiro na margem esquerda.



Figura 7 Localização dos terminais do Porto de Santos

2.6.2 Modal rodoviário

As cargas que chegam ao Porto de Santos pelo sistema rodoviário correspondem às principais rotas da região sudeste. Constituem-se numa malha complexa, de alta densidade, que articula esses eixos ao exterior.

O porto de Santos tem como principais rodovias para a conexão com sua Hinterlândia a SP-160, a SP-150 e a SP-021, conhecidas, respectivamente, por Rodovia dos Imigrantes, Rodovia Anchieta e Rodoanel Mário Covas nos trechos de maior importância para este estudo, e são destacadas na Figura 8

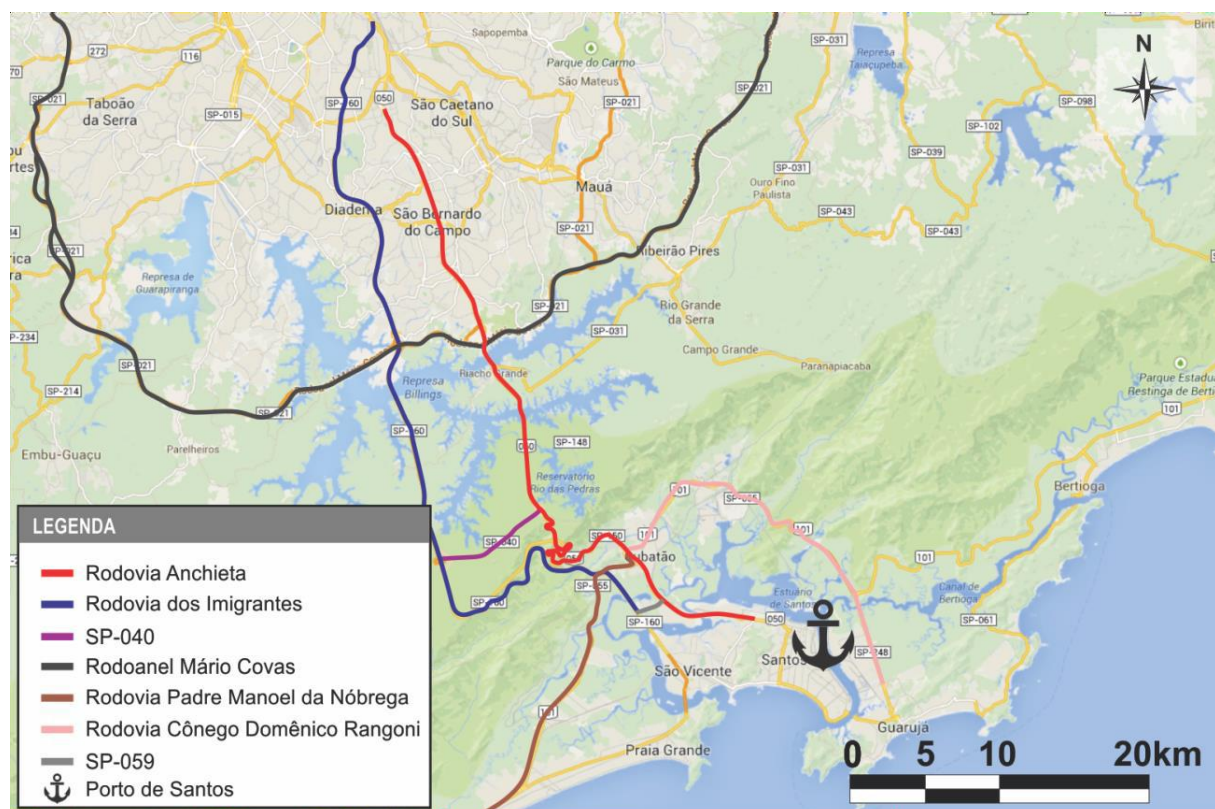


Figura 8 Conexão com Hinterlândia

Fonte: SEP, 2016

Apesar das condições das principais vias rodoviárias que dão acesso ao porto serem consideradas de boas condições, como mostram as tabelas:

Tabela 7 Condição infraestrutura rodoviária

Extensão	Estado Geral	Pavimento	Sinalização	Geometria
63 km	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo
37 km	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo

Fonte: CODESP (2016), elaborado por Labtrans

A chegada ao Porto sempre sofreu com filas quilométricas, chegando a 30 km de extensão em meses de alta safra (BBC BRASIL, 2013), atrapalhando a vida dos caminhoneiros, contratantes,

stakeholders de toda forma e os próprios moradores da cidade de Santos, pois as filas de adentram às principais vias do município, gerando caos ao dia a dia do Santista, chegando ao prejuízo maior de R\$ 100 milhões com as filas (GLOBO, 2013). Esse problema foi diagnosticado como a chegada desordenada dos caminhões ao porto. De modo a evitar esses efeitos nos períodos de safra seguintes, a CODESP resolveu, por meio da Resolução Nº 136.2013, de 30 de Dezembro de 2013, estabelecer o agendamento da chegada de caminhões ao porto.

Nela resolve que, nos números 1 e 3, a partir de 1º de janeiro de 2014, todos os caminhões que acessarem o Porto de Santos deverão estar previamente agendados e todos os caminhões transportando grãos, deverão passar por um Pátio Regulador credenciado junto à Autoridade Portuária, antes de se direcionarem aos terminais do porto (CODESP,2013).

A iniciativa envolveu definição das regras de agendamento, implantação e melhoria dos sistemas de monitoramento, apoio e divulgação ao caminhoneiro. O instrumento de gestão que possibilita o controle dos caminhões para acesso ao porto se deu através da implantação do sistema de agendamento de caminhões, denominado de “Sistema de Gestão de Tráfego de Caminhões” (SGTC), sob gerência da CODESP e suporte da SEP (CODESP, 2013).

Os pátios reguladores ditos na resolução são o Rodopark, Ecopátio e o pátio regulador de Sumaré, pátios que funcionam de forma a resolver o gargalo da chegada dos caminhões, funcionando como bolsões, sendo que eles possuem regimento interno e capacidades diferentes.

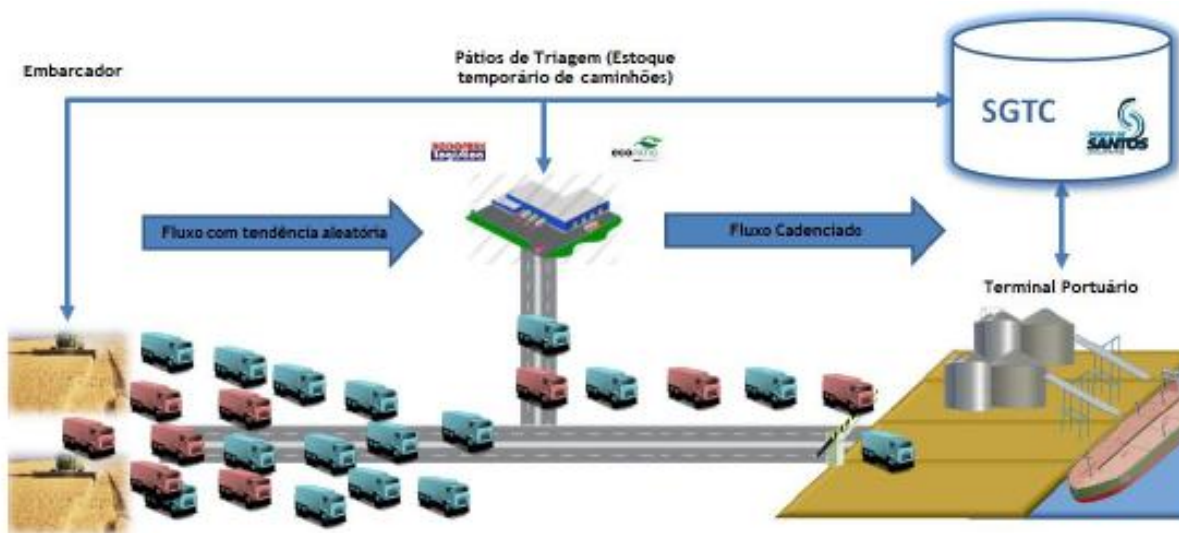


Figura 9 Esquema da função dos pátios reguladores

FONTE (ALDANO, 2015)

Os pátios reguladores Ecopátio e Rodopark distam 30km da cidade de Santos, localizados na região de Cubatão, e o pátio de Sumaré é mais distante do porto e com menor capacidade, como mostra o esquema ilustrativo:



Figura 10 Esquema de localização dos Pátios reguladores

O Rodopark, número 3 na figura 10 acima, possui uma área fechada de 50.000 m², com 4 aproximadamente 350 vagas para estacionamento rotativo de caminhões e carretas. O Ecopátio (2) possui área absoluta de 446.000 m², com 8.000 m² de armazéns e 440.000 m² de pátio, contém 1.000 vagas destinadas aos caminhões graneleiros. O pátio regulador em Sumaré (1) está localizado às margens da Rodovia Anhaguera e se conecta com o Rodoanel Mário Covas na região Metropolitana de São Paulo. Esse pátio pertence a Rumo Logística, do Grupo Cosan e possui 150 vagas para os caminhões. O objetivo da instalação desse último na região do Planalto foi o controle de redundância da descida de caminhões até a Baixada Santista. Ao todo o sistema de recepção e amortecimento de chegadas de caminhões conta com aproximadamente 1.500 vagas estáticas. (CODESP, 2016).

Tabela 8 Área e capacidade dos pátios reguladores

Pátio regulador	Área (m ²)	Capacidade (vagas)
Ecopátio	446000	1100
Rodopark	50000	400
Sumaré		150

O gargalo da chegada dos caminhões nos acessos do Porto diminuiu, de acordo com dados do Instituto Mato-grossense de Agricultura e Pecuária (2014), derivou em redução dos engarrafamentos e em menor tempo de espera para o desembarque, o que resultou em uma redução em 7% do preço médio do frete. O Plano de Zoneamento do Porto de Santos realçou outros gargalos dentro do sistema rodoviário, alguns deles são:

- Deficiências nas interligações rodoviárias no planalto-central;
- Má conservação e insuficiência de estradas;
- Falta de infraestrutura em boa parte das rodovias;
- Sucateamento da frota brasileira de caminhões, onde a idade média da frota é de mais de 18 anos (ANFAVEA)



Figura 11 Ecopátio do Porto de Santos em Cubatão



Figura 12 Pátio regulador Rodopark do Porto de Santos em Cubatão

2.6.3 Modal ferroviário do Porto de Santos

O modal ferroviário no Brasil é restrito, a extensão da malha ferroviária é reduzida, tem custo de investimento alto, baixa margem operacional e retorno de capital investido. Além disso, é necessário um planejamento em longo prazo para possibilitar melhor gestão de estoques, algo que falta nas ações brasileiras (CODESP, 2006).

Levando em consideração que a malha ferroviária brasileira é antiga e diminuiu desde seu auge por volta dos anos 50, isso também diminuiu a eficiência dos acessos ao Porto e também movimentação da carga por todo Brasil. (BANCO MUNDIAL, 2012). Em relação ao acesso ferroviário do Porto de Santos, há a seguinte constituição:

- Margem esquerda: linha férrea com característica de bitola mista, que vai da cidade de Cubatão passando pela ilha Barnabé e chegando no Guarujá
- Margem direita: linha férrea com bitola larga, tendo início em Cubatão chegando ao Porto Santista, em Santos, pela Alamo indo até a Ponta da Praia; e outra linha férrea, cujo trajeto constitui-se da região de São Vicente até Santos, com bitola métrica chegando ao Porto de Santos pela região do Estuário.

A Portofer constitui o único sistema ferroviário que atua dentro do Porto, cuja extensão é de aproximadamente 100 km de linhas férreas. É formada por um consórcio de empresas ferroviárias que elegeram a ALL como operadora.

A operação da Portofer é realizada atualmente com 17 locomotivas, sendo 12 para a margem direita e cinco para a margem esquerda. Em 2013, a Portofer movimentou uma média diária, que se manteve no primeiro semestre de 2014, de quase mil vagões.

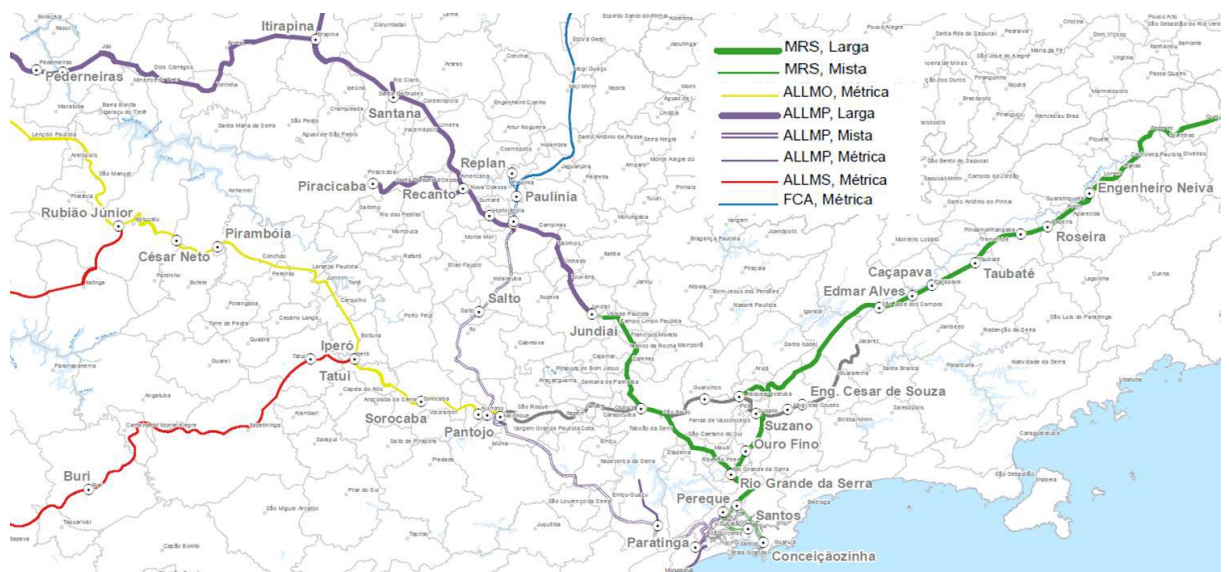


Figura 13 Malha ferroviária que dá acesso ao Porto de Santos

Além das dificuldades de integração operacional entre as diferentes concessionárias, existe a restrição física à integração entre malhas. Entre as ferrovias com acesso ao Porto de Santos, duas possuem bitola larga – Ferrobán e MRS – e as demais possuem bitola métrica – Novoeste, ALL e FCA, cada uma dessas bitolas tem diferentes comprimentos, sendo que não podem percorrer os mesmo trilhos, por essa diferença

. Os trens em bitola métrica têm acesso à margem esquerda do Porto, no Guarujá, mas o acesso à margem direita depende de uma linha ferroviária que atravessa as áreas urbanas dos municípios de São Vicente e de Santos. Essa rota interfere no trânsito urbano e tem baixa capacidade de transporte. A solução desse gargalo ferroviário é a construção de uma linha em bitola métrica na faixa de domínio da MRS, a fim de que os trens em bitola métrica possam alcançar o Porto sem interferir nas regiões urbanas da Baixada Santista. (LACERDA,2005)

Historicamente, o transporte por via férrea limita-se basicamente da movimentação da Soja, seguido pelo açúcar com uma pequena porcentagem, quando somadas o transporte deste produtos correspondem a quase 93% do transporte ferroviário.

Segundo o Plano de Zoneamento do Porto de Santos de 2006, a análise das forças e fraquezas do Plano Mestre do Porto de Santos de 2014 e estudos sobre necessidade de melhorias do porto, um dos maiores gargalos são os encontros rodoferroviários, ou seja, o cruzamento da linha férrea com o modal rodoviário em áreas que são manipuladas as cargas, causando transtornos, filas e atraso em períodos de escoamento de safras.

O investimento governamental para revitalização e crescimento da linha férrea brasileira em médio prazo, é outra oportunidade de melhoria para o nível de serviço do Porto e de qualquer fim que utilize o modal ferroviário. (BANCO MUNDIAL,2012)

2.6.4 Cruzamentos rodoferroviários

A estrutura rodoviária e ferroviária brasileira ainda necessita de muito investimento e desenvolvimento para atingir patamares de competitividade mundial. Em relação ao Porto de Santos, ainda têm-se cruzamentos rodoferroviários oriundos de crescimento acelerado sem estudo detalhado prévio e planejamento da relação do crescimento da cidade e do Porto. Em acessos a ambas as margens do complexo portuário, temos cruzamentos de rodovias principais para entrada de caminhões e dos acessos para o único sistema ferroviário que atua dentro do Porto.

Ao final da Rua Prof. Idalino Pinez, na interseção com a Avenida Santos Dumont, encontra-se o viaduto de acesso aos terminais. Os veículos com destino ao Terminal de Granéis do Guarujá (TGG), Terminal Marítimo do Guarujá (TERMAG), Terminal de Contêineres de Santos (TECON), Terminal de Exportação de Veículos (TEV), e Localfrio devem acessar o viaduto, cruzando em desnível com as linhas férreas e seguindo até a rotatória, onde o tráfego aos terminais se distingue. No viaduto, a via

possui cinco faixas de rolamento, sendo três com sentido aos terminais e duas com sentido à rodovia. As sinalizações estão em bom estado de conservação e as pistas encontram-se separadas por barreiras *new jersey*. A figura a seguir ilustra as situações descritas, assim como a imagem do acesso ao Viaduto (ACESSO A CONCEIÇÃOZINHA)



Figura 14 Acesso ao porto cruzamento em desnível

Após a Av. Eng. Augusto Barata, adentra-se na Avenida Antônio Alves Freire, que contempla o segundo trecho da Av. Perimetral. É nesse pequeno trecho onde acontece a interseção do tráfego de veículos com a linha férrea, nas proximidades do Armazém 1. Esse cruzamento ocasiona congestionamentos significativos no porto, visto que se dá em nível, interrompendo o tráfego de veículos para a passagem das composições ferroviárias. Outra interferência da via com a ferrovia ocorre no acesso ao Teval, identificado com o número dois na próxima figura. Com frequência, os veículos que necessitam entrar ou sair do terminal precisam esperar a passagem do trem, prejudicando, principalmente, o fluxo de caminhões que transportam celulose do armazém Eldorado, situado dentro do Teval. A figura a seguir ilustra os dois pontos onde ocorrem os cruzamentos rodoferroviários.



Figura 15 Cruzamentos rodoferroviários em nível

Segundo o Plano Mestre do Porto de Santos, há a necessidade de realizar as mudanças e adequações para a ferrovia, com foco na resolução de conflitos rodoferroviários, melhoria da infraestrutura de acesso, ampliação dos pátios e modernização da operação ferroviária. Tudo isso visa suportar o crescimento e o aumento da densidade do tráfego ferroviário, garantindo a movimentação de cargas no porto, com projeções de demanda ainda maiores.

Nos planos de desenvolvimento e expansão do Porto de Santos para o quinquênio de 2014-2019 constam somente projetos para resolução de cruzamento em nível para o modal rodoviário, por meio de viadutos e a possível construção de um ferroanel, como o rodoanel existe, para melhor organização, mas não mergulhões ou medidas para acabar com cruzamentos rodoferroviários. (CODESP, 2016).

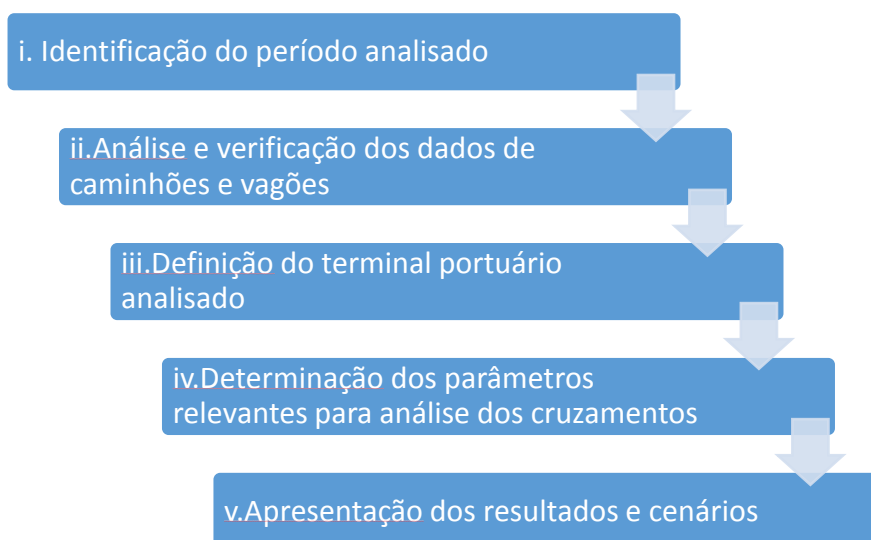
3. MODELO DE CUSTOS E CENÁRIOS

A partir do objetivo do trabalho apontado anteriormente, este capítulo detalha as etapas de trabalho pela qual este estudo foi realizado, bem como apresenta os passos utilizados para se obter os parâmetros relevantes aos modelos de filas, e a caracterização dos cenários estudados.

3.1 Etapas de trabalho

Após analisada a situação do Porto de Santos e suas oportunidades de melhoria e trabalho, como descrito, os passos deste trabalho incluem (i) Identificação do período a ser; (ii) análise e validação dos dados do Porto de Santos, envolvendo a chegada e saída de caminhões nos terminais e pátios e também a chegada de vagões nos respectivos terminais; (iii) a limitação dos dados e períodos após a validação e como atingir resultados factíveis focado em um período de tempo; Definição dos Terminais Portuários utilizados, (iv) verificar qual o terminal possui dados com chegadas mais previsíveis e análise mais assertiva; Determinação dos parâmetros relevantes para análise dos cruzamentos e solução; (v) mostrar a relação dos dados com o objetivo final; Apresentação dos resultados dos cenários incluindo os custos logísticos levantados com os dados do Porto e resultado da aplicação da solução;

Essa linha de pensamento de etapas objetiva partir de um aspecto mais amplo de opções, e afunilar as propostas de acordo com análise das soluções poderiam ser tomadas. Entretanto, se tratando de um estudo de caso real, não foram etapas estáticas, sempre havendo análise da etapa ou etapas anteriores a partir do entendimento de novos fenômenos através do tratamento dos dados, para melhor solução do que foi proposto.



3.1.1 Identificação do período analisado

A base de dados utilizada no projeto para o tráfego rodoviário é oriunda do Sistema de Gestão de Tráfego de Caminhões, gerido pela CODESP, a autoridade portuária, com dados coletados no período de Janeiro a Dezembro do ano de 2014, dos caminhões de transporte de granel sólido vegetal. Na base de dados, constam informações de chegada e saída de pátios e terminais e quais eles são, placa do caminhão, data de agendamento da chegada, qual sua origem e qual o seu tipo de carga.

Para os dados de tráfego ferroviário, analisados os dados provenientes da DIROP (Diretoria de Operações da CODESP), hoje uma diretoria extinta, também do período de Janeiro a Dezembro de 2014. Além disso, foram consultados os dados sobre acesso ferroviário da PORTOFER, empresa que monitora e controla a área ferroviária do Porto interno. Nestes dados, a informação principal constatada foi a quantidade de vagões em cada terminal.

Devido ao grande volume de entradas na base de dados, foi necessário limitar o escopo de análise para entender os dados de forma eficaz. Na figura a seguir, tem-se a quantidade de entradas por mês, no ano de 2014, com os dados originais da base de dados.

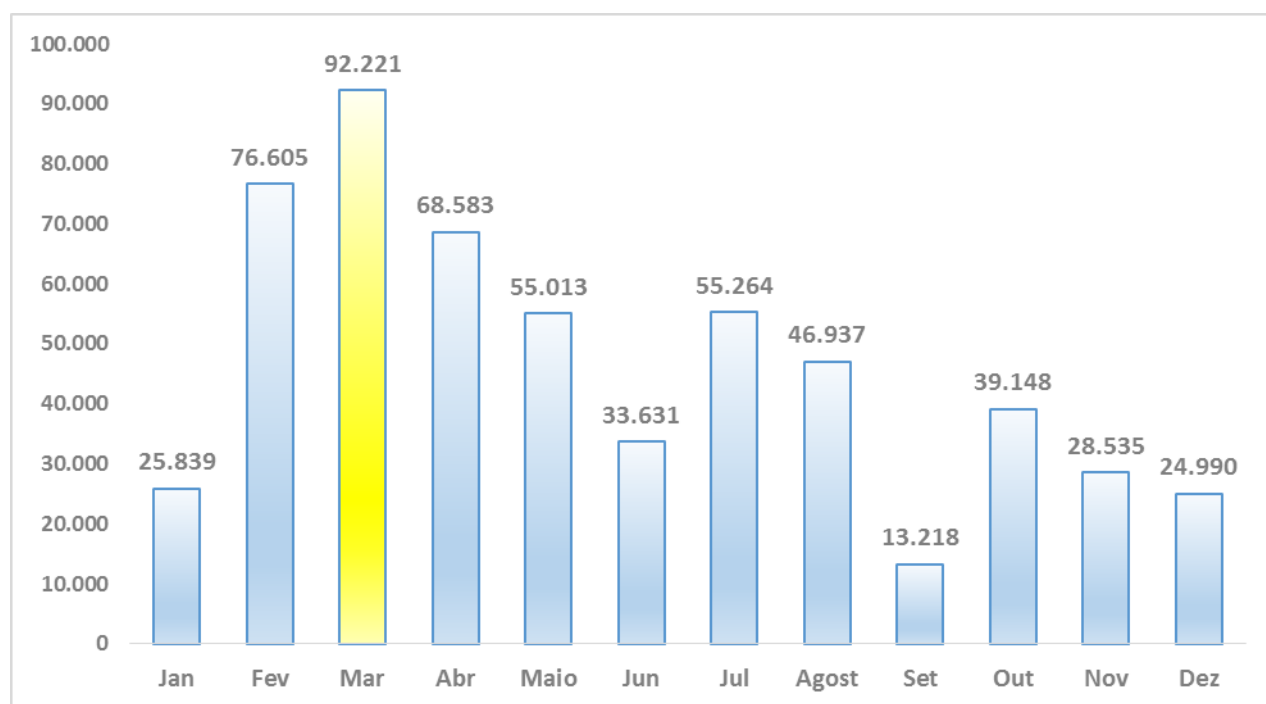


Figura 16 Chegadas de caminhões por mês no porto de Santos em 2014

FONTE: CODESP

Como nota-se na figura, o mês com maior chegada de caminhões nos pátios reguladores do porto é o mês de março, com 92.221 caminhões, representando cerca de 16% do total anual, sendo que um mês representaria 8%, caso a chegada fosse linear durante o ano inteiro. Essa alta tem-se por ser o mês de alta da safra de soja e de grande movimentação de açúcar, os dois principais granéis sólidos

vegetais em produção e exportação do Brasil (MDIC, 2014). Devido ao grande volume de chegada, o mês de março foi escolhido como o mês de análise.

3.1.2 Análise e verificação dos dados de caminhões e vagões

Dado ao fato de se tratarem de dados reais, foi necessário realizar a validação dos mesmos, a fim de utilizar somente dados confiáveis. No Sistema de Gestão, as informações dos caminhões são entradas de forma manual, assim, suscetíveis a erros de digitação, confusões de horários ou dados faltantes, podendo causar conflitos em conclusões sobre os dados. Assim, realizou-se a verificação e validação dos dados que contêm:

- **Placa:** campo contendo a placa de cada caminhão;
- **Origem/Cliente:** campo com a informação da origem/cliente daquele caminhão;
- **Data de Agendamento:** Data qual o caminhão foi programado para chegar no pátio regulador;
- **Pátio:** campo contendo a informação de em qual pátio regulador aquele caminhão chegou (Ecopátio ou Rodopark);
- **Data de Chegada ao Pátio:** informação da data de chegada do caminhão ao pátio regulado (dd/mm/aaaa hh:mm);
- **Data de Saída do Pátio:** informação da data de saída do caminhão do pátio regulador (dd/mm/aaaa hh:mm);
- **Terminal:** campo contendo a informação do terminal portuário ao qual o caminhão se destinou;
- **Tipo de Carga:** Qual carga o caminhão estava carregando, como soja, soja em farelo, soja em granel, açúcar grão, açúcar saco, milho, entre outros.
- **Data de Chegada ao Terminal:** informação da data de chegada do caminhão ao terminal portuário (dd/mm/aaaa hh:mm); e
- **Data de Saída do Terminal:** informação da data de saída do caminhão do terminal portuário (dd/mm/aaaa hh:mm);

Esses dados se apresentavam em formato de colunas com suas entradas nas linhas, sendo a placa o referencial de cada caminhão, esses dados contidos em planilhas para cada mês do ano de 2014.

Para tratamento dos dados, foram tomadas as seguintes lógicas de verificação:

- **Condição Data pátio:** Se as datas de entrada e saída do pátio estavam dentro do mês ao qual deveria se referir;
- **Condição tempo fila pátio:** Verificação se a data de saída do pátio é futura em relação à chegada;
- **Condição patio-terminal:** Verificação se a data de chegada no terminal é futura à data de saída do pátio regulador;
- **Condição Data terminal:** Verificação se as datas de entrada e saída do terminal estavam dentro do mês ao qual deveria se referir;
- **Condição tempo fila terminal:** Verificação se a data de saída do terminal é futura à data de chegada ao terminal;
- **Todas condições:** O dado só é válido caso todas as condições anteriores foram positivas.

A partir desses dados, foram criadas tabelas dinâmicas para realizar a separação dos dados, para análise dos próximos passos, como verificar quais meses tinham dados suficientes para análise e quais terminais tinham grande fluxo de caminhões e vagões.

Para os dados de vagões, um limitante do projeto, não foi necessário à validação dos dados da mesma maneira do que os dados rodoviários, já que o acesso da informação era apenas a quantidade de vagões de cada dia de cada mês, seccionados por suas respectivas margens e terminais.

Após varredura dos dados que não se encaixaram nas condições, restaram dos dados originais no mês que possuía mais dados, cerca de 32%, diminuindo de 92.221 para 29.898 entradas.

3.1.3 Definição do terminal portuário

Devido a complexidade do problema e número de dados elevados, escolheu-se uma amostra representativa de pátios e terminais para a realização deste trabalho.

Para a escolha do terminal estudado, teve-se que levar em consideração a quantidade de entradas após a retirada dos dados que não estavam de acordo com as condições descritas. A tabela (9) abaixo mostra como ficou em cada terminal.

Tabela 9 Participação dos terminais por pátio

Terminal	Quantidade de caminhões	Participação em relação ao Pátio
ECOPATIO	18294	
ADM	4469	24%
COPERSUCAR	2231	12%
RUMO LOGISTICA OPERADORA MULTIMODAL S.A.	7380	40%
SUCOCITRICO CUTRALE	71	0%
TGG	3196	17%
T-GRÃO	947	5%
RODOPARK	11604	
FISCHER S/A AGROINDÚSTRIA	1120	10%
TEAG	2858	25%
TEG	4343	37%
TERMINAL XXXIX	197	2%
TERMINAL 12A	271	2%
T-GRÃO	2815	24%
Total Geral	29898	

Pela quantidade de dados e representação cada Pátio, vimos que os potenciais terminais a serem escolhidos são ADM (4469 e 24%) e Rumo Logística (7380 e 40%) para o Ecopátio, e o terminal TEG (4343 e 37%) para o Rodopark. Estes terminais são todos exclusivos de seus pátios, o que quer dizer, que todo carregamento rodoviário de ADM e Rumo são oriundos do Ecopátio e TEG são oriundos do Rodopark.

A partir disso, vimos a relação com os cruzamento rodoferroviários em nível e como afetam a chegada dos pátios explicitados. O cruzamento que impactava a região da margem esquerda, nos

terminais de Guarujá, foi solucionado através da construção de um viaduto no ano de 2012, tornando assim um cruzamento em desnível, no valor de R\$ 7 milhões de reais (VALOR, 2013).

Já na margem direita no porto, temos o cruzamento na frente dos terminais da Valongo, Teval e Sabóo, terminais que são posicionados geograficamente anteriores ao terminal da Rumo Logística, assim, alterando assim o tráfego de chegadas aos terminais subsequentes. Desta forma, o trajeto escolhido foi Ecopátio-Rumo.

3.1.4 Determinação dos parâmetros para análises dos cruzamentos

Após escolha do par terminal-pátio realizaram-se análises das filas e chegadas, para embasar os dados resultantes e entender o comportamento das relações. Seguiram-se as seguintes verificações:

- Influência da quantidade de chegada de caminhões com a fila de nos pátios
- Correlação entre os dados
- Influência na chegada de vagões com o comportamento da fila de caminhões

O primeiro passo foi contabilizar a fila gerada dentro do terminal da Rumo logística, no caso, somente caminhões oriundos do Ecopátio. Na figura a seguir temos o gráfico, com comportamento durante o mês de março das chegadas dos caminhões (linha azul) em números absolutos dos dados válidos, no eixo direito e o tempo médio da fila gerada dentro do terminal (linha laranja) com o tempo em horas, no eixo esquerdo.

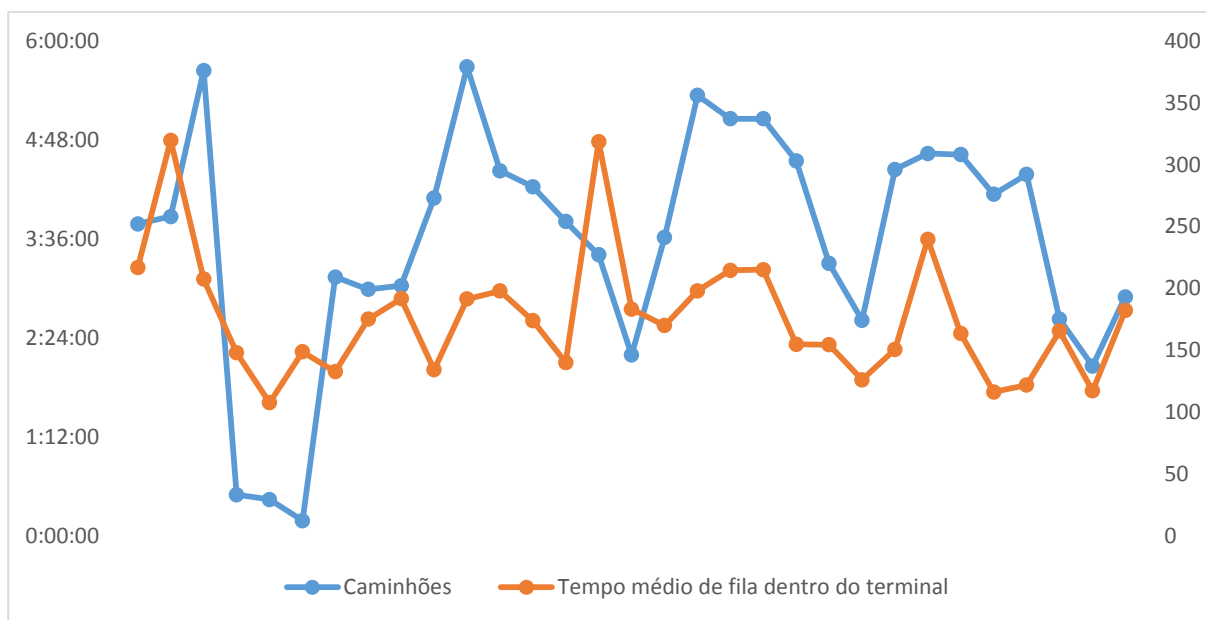


Figura 17 Comportamento da fila em relação a chegada de caminhões

O gráfico na figura acima mostra ponto a ponto como o aumento na quantidade de caminhões influencia diretamente o tamanho da fila no terminal. Considerando de forma geral, o aumento da chegada em um dia, referente à um ponto, implica no aumento no mesmo dia ou próximo dia, pois

como a chegada e saída de caminhões acontece de forma ininterrupta por 24h, pode-se implicar na fila do próximo dia. O mesmo vale para o decréscimo na quantidade de chegadas.

Os casos quais não demonstram o mesmo comportamento, provavelmente se valem para os casos onde ocorreu algum imprevisto e um caminhão se manteve no pátio por tempo muito acima da média de permanência, retratando um *outlier*, como no caso do caminhão de placa EQU 2079, que teve permanência de 51h14min ou DVT 2471 com permanência maior de 100 horas.

Para assegurar a relação entre as duas variáveis, foi realizado o teste de correlação entre as duas matrizes dos valores. O teste de correlação resulta em um coeficiente de correlação, que varia entre -1 a 1. Este quantifica a força de associação linear entre duas variáveis, e portanto descreve quão bem uma linha reta se ajustaria através de nuvem de pontos (SHIKAMURA, 2005). No caso acima, o coeficiente teve resultado de 83% de dependência, ou 0,83 na escala supracitada, uma correlação linear muito alta.

Porém, este texto de correlação linear, descreve somente de forma de ponto a ponto. O coeficiente se trata também, olhando-se por outra abordagem, do cosseno do ângulo entre dois vetores (WAYNE, 1990), assim, se o teste de correlação não mostrar a relação, pode haver alguma outra relação não linear. Como por exemplo, da chegada de um caminhão que influencia no próximo dia ou dia subsequente, pode não indicar uma relação linear, mas não necessariamente as variáveis não têm alguma relação.

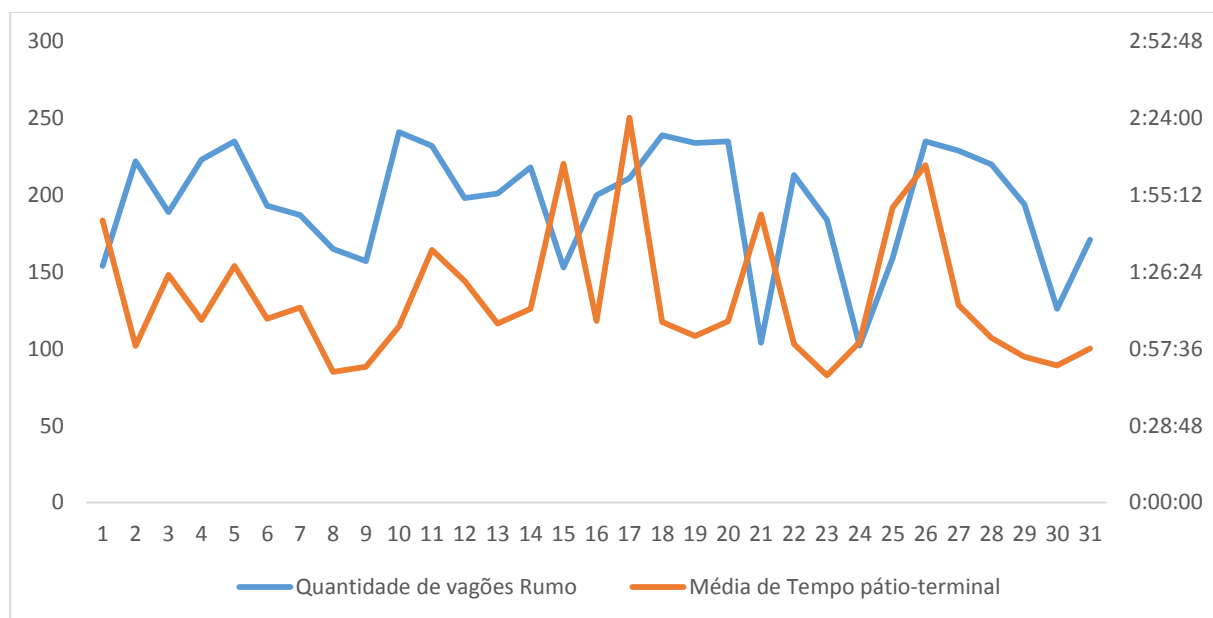


Figura 18 Comportamento da fila em relação aos vagões

Com a verificação dos dados de influência da relação dos caminhões para os próprios caminhões, objetivou-se explicar o evento de que aumentando a taxa de chegada dos caminhões aumentaria a fila dos mesmos. O próximo passo foi a verificação da análise de relação entre os modais, objetivando

entender a influência dos cruzamentos rodoferroviários nas filas e níveis de serviço do terminal em estudo.

No gráfico temos a quantidade de vagões no mês de março (azul) e o tempo médio de fila entre o pátio e o terminal (laranja). Essa fila do curso Ecopátio – Rumo foi escolhida pois o cruzamento rodoferroviário que interfere na chegada dos caminhões aos terminal, fica exatamente neste trajeto, antes da chegada do acesso no terminal Rumo, na altura dos terminais Valongo e Sabóo, assim, onde a chegada de vagões deve influenciar o tempo dos caminhões.

Analisando o gráfico, têm-se, dos dias 1, qual sofre influência das chegadas dos últimos dias do mês anterior, até o dia 14 basicamente, a nítida imagem da coincidência dos picos, subidas e descidas das duas linhas. No meio do mês, temos *outliers* que acabam dificultando a análise. Entre os dias 14/03 a 17/03, principalmente no dia 17/03, temos tempos muito acima da média de permanência dentro do sistema inteiro – chegada do pátio até saída do terminal e tempos muito acima da média dentro do par pátio-terminal, indicando algum possível problema nessa época, que não diz respeito às chegadas de vagões.

Tabela 10 *Outliers*

Data	Fila Pátio Terminal	Fila Dentro do Sistema
17/03/2014	53:17:00	57:25:00
17/03/2014	48:54:00	53:52:00
17/03/2014	48:13:00	52:47:00
15/03/2014	44:31:00	54:12:00
17/03/2014	43:22:00	48:58:00

A tabela (10) acima mostra os altos tempos das filas no período com *outliers*. Após o período, já percebe-se no final do mês as duas filas tendo comportamentos semelhantes, num espaço de influência da chegada de vagões na fila de caminhões no mesmo dia ou no dia seguinte.

Como existem comportamentos alheios em alguns pontos, como evidenciado, também foi realizado o teste de correlação entre as dados, evidenciando um baixo coeficiente de correlação, de cerca de 20%. Como explicitado, anteriormente, o fato deste valor e com comportamento demonstrado graficamente, deu-se base para a confirmação que a existe a relação entre o a chegada de vagões e a conduta da fila de caminhões, não devendo ser o único fator que a influência.

3.1.5 Apresentação dos cenários e resultados

Em análises de custos benefício, deve ser apresentar situação e uma proposta, que relaciona benefícios e custos de forma monetária. No caso de teoria de filas, há custos associados a atrasos, bem como relacionados ao fornecimento de uma maior taxa de serviço em qualquer gargalo (NEWELL,

1982). Desta forma, a análise de custos se resume ao *trade off* para fornecer a melhor solução entre cenários.

Neste projeto, o custo associado às filas dos caminhões é utilizado para o cálculo de quanto se perde em custos logísticos de transporte no trajeto dos caminhões até a entrega das mercadorias no porto no cenário atual. E como o investimento na infraestrutura de acesso para o porto, no caso, a solução do cruzamento de nível rodoferroviário, como cenário futuro, diminuirá a fila que pagará o viaduto e melhorará o nível de serviço e fluxo monetário do porto.

Além dos pontos de melhoria do porto, a solução de problemas como esse representa a melhoria da economia brasileira como um todo, o custos de transporte no Brasil chega aos níveis de gastos de 7,5% do PIB brasileiro (ILOS, 2013). A infraestrutura deste seguimentos é também um dos maiores problemas a serem enfrentados pelo países da América Latina e Caribe, que deve ser um dos maiores investimentos destes países para ter um nível competitivo com os países desenvolvidos (BANCO MUNDIAL, 2013).

Custos de transporte podem ser expressos de várias formas, como unidade por distância, custo por viagem, custo por item, custo por tempo, desde que ache um denominador para se fazer a relação entre os custos incorridos diretamente e indiretamente. No caso, para o cálculo do custos de transporte, foram escolhidos os custos relacionados ao preço de frete das cinco principais cidades produtoras de açúcar do ano de 2014, Uberaba (MG), Morro Agudo (SP), Quirinópolis (GO), Rio Brillhante (MS) e Barretos (SP) (NOVACANA, 2016), já que no terminal da Rumo Logística, o principal produto transportado é o açúcar.

Tabela 11 Dados de produção de açúcar em 2014

Cidade	UF	Total produzido (toneladas)	Área colhida (ha)
Uberaba	MG	6885000	81000
Morro Agudo	SP	6825000	975000
Quirinópolis	GO	6771809	76804
Rio Brillhante	MS	5728622	82488
Barretos	SP	5240000	65500

FONTE: NOVACANA (2016)

Como já explanado, o modal escolhido para conduzir o produto afeta em grande peso no custo associado ao transporte, assim, os custos são estimados assumindo a totalidade do percurso realizado de modal rodoviário, entre origem e destino. Baseados nos dados do SIFRECA (Sistemas de informações de Fretes) temos os seguintes dados sobre os fretes das regiões das cidades supracitadas como referência em produção de açúcar:

Tabela 12 Valor do Frete das localidades

Local de Partida caminhão	Frete da localidade (R\$/ton)	
Uberaba	R\$	123,00
Morro Agudo	R\$	100,00
Quirinópolis	R\$	114,00
Rio Brilhante	R\$	180,00
Barretos	R\$	100,00

FONTE: SIFRECA 2016

Para o tempo de viagem, foram utilizadas as distâncias das cidades entre o Porto de Santos, como o tempo base descrito pela reportagem “Rumo ao Porto” (G1, 2013) e os tempos de paradas descritos pela reportagem, como as normas de segurança impostas sobre a “Lei do caminhoneiro”, estes tempos garantem paradas durante o dia a cada 4h de viagem e 1h, limitação de rodagem noturna e pausa de 1h hora de almoço. Assim, temos os seguintes valores para tempo de viagem das cidades até o Porto de Santos:

Tabela 13 Tempo de viagem até o Porto de Santos

Local de Partida caminhão	Tempo de viagem (h)
Uberaba	40
Morro Agudo	30
Quirinópolis	60
Rio Brilhante	66
Barretos	30

Os tempos da tabela (13) acima foram utilizados como a base até o Porto de Santos, mais especificamente, o Ecopátio, pátio reguladora para os caminhões que têm destino ao terminal da Rumo Logística. Após, temos o tempo médio dado pelo estudo das filas dentro do Porto.

Utilizando a quantidade de toneladas transportadas por um caminhão padrão de transporte, 37 toneladas, o tempo de viagem e o frete da localidade, foi calculado o frete (R\$/h), a métrica utilizada para o cálculo dos custos associados ao transporte do projeto. A tabela (15) abaixo mostra o preço do custo associado para cada hora de transporte de cada uma das cidades.

Tabela 14 Dados para cálculo custo médio (R\$/h)

Local de Partida caminhão	Tempo de viagem (h)	Frete da localidade (R\$/ton)	Toneladas no caminhão	Custo médio (R\$/h)
Uberaba	40	123	37	113,78
Morro Agudo	30	100		123,33
Quirinópolis	60	114		70,30
Rio Brilhante	66	180		100,91
Barretos	30	100		123,33

Entretanto, ainda era necessário as informações de quanto da produção do açúcar brasileiro era exportado e quanto era exportado pelo Porto de Santos.

Sabendo que o Porto de Santos no ano de 2014 exportou 17276544 toneladas de açúcar (CODESP), e o Brasil exportou no total 24681463 toneladas de açúcar no mesmo ano (UNICADATA), tem-se que, em geral, o Porto de Santos foi responsável por cerca de 69% da exportação brasileira do granel de açúcar.

Por fim, tendo origens variadas, foi procurado a participação de cada origem na exportação do Porto de Santos, para obter o nível correto do quanto produzido realmente chega ao nosso destino. No relatório mensal de março/2014, elaborado a partir de dados do Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC) temos os seguintes dados dos estados das cidades estudadas:

Tabela 15 Participação dos estados na exportação de açúcar no Porto de Santo em março/2014

São Paulo	Minas Gerais	Goiás	Mato Grosso do Sul	Paraná	Outros
84,02%	10,30%	3,68%	1,24%	0,48%	0,29%

Fonte: Mensários da CODESP

Com as informações necessárias à mão, então pode-se calcular os custos associados para os cenários traçados para a comparação do *trade off*, o cenário atual, com as filas detalhadas previamente, e o cenário com a construção do mergulhão na margem direita do Porto de Santos e a simulação das filas com essa intervenção.

Análise dos custos para o cenário atual

De acordo com o que foi esclarecido no tópico anterior, os custos de transporte podem ser considerados da seguinte forma:

$$C = n \times pea \times pee \times f \times t$$

Sendo que:

- C = Custo de transporte total estimado
- n = número de entradas de caminhões no período considerado para simulação
- pea = Percentual de exportação do açúcar brasileiro produzido no ano de análise
- pee = Percentual de exportação do açúcar do estados pelo Porto de Santos
- f = Preço do frete (custo médio) estimado em R\$/h de cada estado

- t = Tempo total estimado, sendo contabilizado o tempo de viagem cidade-pátio somado ao tempo dentro do sistema portuário inteiro

Para o cenário atual então, a tabela (16) apresenta os valores de cálculo utilizada para cada cidade.

$$C = n \times pea \times pee \times f \times t$$

Tabela 16 Valores do cenário atual

Local de Partida caminhão	Tempo de viagem (horas) (t)	Tempo médio dentro do Sistema (h) (t)	Custo médio (R\$/h) (f)	Exportação do Açúcar Brasil (pee)	Exportação do Estado no Porto de Santos (pea)	Chegada de caminhões no mês (n)	Custo de transporte cenário atual (C)
Uberaba	40		113,78		10%		R\$ 2.983.730,03
Morro Agudo	30		123,33		84%		R\$ 21.107.101,10
Quirinópolis	60	10	70,30	69%	37%	7380	R\$ 9.221.607,56
Rio Brilhante	66		100,91		12%		R\$ 4.842.515,55
Barretos	30		123,33		84%		R\$ 21.107.101,10
Total							R\$ 59.262.055,35

Totalizando todos os custos analisados, temos o total de $C = R\$ 59.262.055,35$, no mês, ou R\$ 1.911.679,20 por dia. Fazendo uma analogia simples, poderia alcançar a escala de R\$ 700 milhões anuais.

Análise dos custos para o cenário futuro – mergulhão para cruzamento em desnível

Para a análise do cenário futuro, temos a simulação da fila após a construção de um mergulhão no cruzamento rododiferroviário, como previa o PAC da infraestrutura, na passagem inferior do Valongo, com data de referência para 30 de junho de 2016, qual não foi executada até o presente momento.

Com isso, o tempo de chegada do pátio-terminal iria diminuir e causar um impacto positivo no nível de serviço dos terminais influenciados. Tem-se assim os valores descritos na tabela (17)

$$C = n \times pea \times pee \times f \times t$$

Tabela 17 Valores do cenário futuro

Local de Partida caminhão	Tempo de viagem (horas) (t)	Tempo médio dentro do Sistema (h) (t)	Custo médio (R\$/h) (f)	Exportação do Açúcar Brasil (pee)	Exportação do Estado no Porto de Santos (pea)	Chegada de caminhões no mês (n)	Custo de transporte cenário atual (C)
Uberaba	40		113,78		10%		R\$ 2.924.055,43
Morro Agudo	30		123,33		84%		R\$ 20.579.423,58
Quirinópolis	60	9	70,30	69%	37%	7380	R\$ 9.089.870,31
Rio Brilhante	66		100,91		12%		R\$ 4.778.798,24
Barretos	30		123,33		84%		R\$ 20.579.423,58
Total							R\$ 57.951.571,13

Totalizando todos os custos analisados, temos o total de $C = R\$ 57.951.571,13$ no mês, ou R\$ 1.869.405,52 por dia. Relacionando com o cenário atual, teríamos uma economia de R\$ 1.310.484,22 por mês. Totalizando 12 meses, poderia alcançar a economia de R\$ 15 milhões anuais.

O investimento para a elaboração do projeto executivo da obra é estimada em R\$ 8,59 milhões, com recursos garantidos pelo PAC (CODESP, 2012). O mergulhão eliminará um conflito rodoferroviário histórico na região do Valongo e oferecerá uma esplanada ampla para pedestres, liberando a área para futura revitalização portuária. Para atingir os objetivos propostos, o pré-projeto prevê a transposição de 1,5 km da atual via portuária para a passagem subterrânea entre a região do prédio da Alfândega e a rua Cristiano Ottoni. Está incluída, ainda, a reurbanização da área de influência das obras, de forma a harmonizar o túnel subterrâneo com o centro histórico.

De tal modo, o investimento para a construção do mergulhão se pagaria em um pouco menos de 7 meses, já trazendo retornos para o Porto, além de melhorar a vida do cidadão que passa pelos arredores do porto.

4 CONCLUSÃO

Este capítulo retoma o contexto no qual as análises foram realizadas, reforçando a importância que a infraestrutura logística de um país tem em sua competitividade. Além disso, sumariza os resultados obtidos nas análises de filas e de custo benefício.

O objetivo deste estudo foi aplicar a teoria de Pesquisa Operacional, em particular a Teoria de Filas, para o estudo de caso de um Porto. O Porto de Santos foi o Porto escolhido, devido às suas características que se encaixam no perfil pretendido para o trabalho.

O Porto de Santos, recuperou o posto de maior porto da América latina e Caribe em movimento de contêineres com 3,6 milhões de TEU, cerca de 7% da movimentação da região no período, com base de 150 portos estudados, estando na frente de portos gigantescos, como Porto de Colón no Panamá (CEPAL e ONU, 2016). Isto mostra como porto é importante para a competitividade brasileira, tendo uma economia baseada em exportação, como as de grãos e *commodities*.

A infraestrutura do país inteiro contribui para o desempenho desse e de todos os portos brasileiros, principal meio de exportação. Ela pode contribuir para a performance ou ser um empecilho no meio de transporte. Hoje, o Brasil possui a estimativa de que 67% das cargas brasileiras sejam deslocadas pelo modal rodoviário, o menos vantajoso para longas distâncias. Conforme estudo de viabilidade econômica dos transportes de cargas, o modal rodoviário é o mais adequado para distâncias inferiores a 300 km (IBGE).

A perda de produtos pela infraestrutura precária, acaba influenciando desde o produtor até o cliente comprador, segundo dados da estimativa de perdas de grãos em cerca de 10% da produção, da CONAB. Assim sendo, haveria a perda de 5 milhões de toneladas de grãos somente no deslocamento de açúcar, milho e soja no porto de Santos de 2014, segundo os relatórios mensais da CODESP.

O preço do frete também é diretamente impactado por essas perdas, pois o produtor arca com todos os custos inclusos no transporte e tem que repassar diretamente para o comprador do produto. Um exemplo deste fato é o valor pago pelo frete em relação ao que o agricultor recebe pelo produto, no ano de 2007. Um produtor de soja do município de Sorriso, Mato Grosso, por exemplo, recebia R\$ 23 pela saca e gastava R\$ 12 para levá-la até o porto, onde embarcaria a carga para o mercado internacional. Ou seja, o gasto com o escoamento representava mais de 50% do valor recebido pelo produtor (IPEA).

O preço do frete é formado através da negociação livre determinada pela demanda e oferta do serviço de transporte. As taxas de frete são assim compostas pelos custos de transporte e a margem de lucro do provedor do serviço (FLIEHR, 2012).

Enquanto países como os Estados Unidos possuem custos logísticos que giram em torno de 8% de seu PIB, no Brasil esse valor chega a 15% do PIB ou mais (BANCO MUNDIAL,2013). Estes gastos poderiam ser utilizados para o investimento para desenvolvimento da infraestrutura do país, já que o Fórum Econômico indica que para o Brasil voltar a ter um nível de competitividade similar às grandes potências econômicas, deve investir cerca de 4% a 6% do seu PIB, bem maior que os atuais investimentos de 0,6% a 2,4% do PIB nos últimos anos.

Este projeto de pesquisa buscou então analisar os impactos da permanência dos caminhões no sistema portuário de Santos, devido à existência do cruzamento rodoferroviário em nível no trajeto rumo à terminais. Estes cruzamentos influenciam nos custos de transporte, estimados a partir de dados de frete do açúcar dos estados de São Paulo, Mato Grossos do Sul, Minas Gerias e Goiás, com destino ao porto de Santos, bem como nos dados das movimentações e chegadas dos caminhões e vagões, oriundas das empresas CODESP e PORTOFER, que agem dentro do sistema portuário.

O comportamento da chegada dos caminhões para com o tempo de espera dentro do sistema portuário, mesmo após o sistema de agendamento de caminhões do porto estar em funcionamento. Foi analisada a influência da chegada do modal ferroviário em relação aos tempos de espera de caminhões, devido ao cruzamento em nível, também foi analisado.

Considerando os tempos de filas dentro do cenário atual, e utilizando os parâmetros necessários, foi possível simular um cenário futuro após a construção do mergulhão, que acabaria com o problema de cruzamento dos modais dentro do porto.

Além disso, foi também ponderado que a da chegada dos vagões e caminhões não é a única variável que influencia na fila dentro do porto. As análises de correlação mostram que existe a relação, inclusive pelo encontro rodoferroviário, porém existem situações corriqueiras no sistema que impactam no nível de serviço e condições de andamento dos caminhões. De tal modo, devem ser realizados estudos detalhados e investimentos estruturais para alcançar níveis de portos de referência mundial.

Nos dados analisados, obteve-se resultados mostrando que o tempo de fila dentro do sistema portuário cairia numa escala de 40 a 60 minutos, de acordo com a média dos melhores tempos estudados. Assim, o melhoramento da infraestrutura do porto é nada mais do que um investimento necessário para desenvolvimento da economia nacional.

O valor do benefício do investimento na margem direita do porto, para solucionar o problema estrutural, se deu comparando o cenário atual e futuro.

Com os tempos de fila dentro do sistema e no par analisado de pátio-terminal, foi calculado o custo de transporte associado para os cenários atual e futuro, chegando à conclusão de que a

construção do mergulhão, seria pago em benefício da perda com os custos, em menos de 7 meses, sendo que o mesmo custaria R\$ 8,59 milhões, com construção prevista no PAC.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Algumas propostas de trabalhos futuros relacionados ao tema trabalhado:

- **Realização de simulações para sistemas diferentes:** Neste trabalho, foram realizadas análises para um par pátio regulador-terminal portuário para um período específico do ano de 2014. Simulações realizadas para outros pares de pátio regulador-terminal portuário e para outros conjuntos de meses gerariam resultados interessantes para se comparar com os aqui observados.
- **Realização de simulações para sistemas diferentes:** Neste trabalho, foi analisado o caso do cruzamento rodoferroviário em nível no lado direito do Porto de Santos, e nele foi visto que existem diferentes parâmetros que afetam as filas, além das chegadas de caminhões e vagões. Sendo válido o estudo a fundo do sistema para simulação de cenários onde consegue-se melhorar de outra maneira o nível de serviço do Porto.
- **Realização de simulações analisando a situação para os anos de 2016 ou 2015:** a utilização de dados mais atuais pode corroborar ou não algumas suposições utilizadas neste trabalho. Além disso, análises de meses de safra em anos diferentes pode trazer uma visão diferente da comparação mês a mês de apenas um ano. Com isso, as simulações poderiam ser realizadas com maior grau de precisão.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALDANO, M. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE AGENDAMENTO DE CAMINHÕES TRANSPORTADORES DE GRANÉIS SÓLIDOS VEGETAIS PARA ACESSO AOS TERMINAIS PORTUÁRIOS: O CASO PORTO DE SANTOS, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2015;

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS, disponível em: <<http://www.antf.org.br/index.php/informacoes-do-setor/mapa-ferroviario-brasileiro>> acesso em: 23/11/2016;

BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física / Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki – São Paulo: Atlas, 1993;

BANCO MUNDIAL. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicador/LP.LPI.OVRL.XQ>>.

Acesso em: Setembro 2016.

_____. How to Decrease Freight Logistics Costs in Brazil. Washington, DC, 2012.

_____. Logistics Performance Index Report 2014. Washington, DC, 2014.

_____. Logística de carga no Brasil “Como reduzir Custos Logísticos e melhorar em eficiência?” Latin America and the Caribbean Region, Dezembro/2011 disponível em <<http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1323121030855/JorgeRebelo.pdf?resourceurlname=JorgeRebelo.pdf>> ;

BBC BRASIL Disponível em:<
_____.http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/05/150518_ferrovia_transoceanica_construc_ao_lgb> acesso em: 19/11/2016

_____.<http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/04/130423_portos_caminhoneiros_pai_j>. Acesso em: 23/11/2016.;

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY [US] Disponível em:<
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2121rank.html>> acesso em : 23/10/2016;

CHOPRA, S. Supply Chain Management – Strategy, Planning and Operation. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011.

CODESP. Análise do Movimento Físico do Porto de Santos: Dezembro de 2015. Santos, SP, 2016.

_____. Análise do Movimento Físico do Porto de Santos: Março de 2016. Santos, SP, 2016.

_____. Análise do Movimento Físico do Porto de Santos: Fevereiro de 2014. Santos, SP, 2014.

_____. Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos. Santos, SP, 2006.

_____. Resolução n 136. Santos, SP, 2013.

_____. Plano Mestre do Porto de Santos, UFSC, Florianópolis, SC, 2016

_____. Disponível em: < <http://www.portodesantos.com.br/pressRelease.php?idRelease=549> >
acesso em: 20/10/2016;

COMISSÃO ECONOMICA PARA AMÉRICA LÁTINA E O CARIBE (CEPAL). Disponível em: <<http://www.tribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/porto%26mar/porto-de-santos-e-o-no-1-em-movimentacao-da-america-latina/?cHash=44d79dd9abf900ae49e6b85bd26f2fed>> acesso em: 20/11/2016

COMITÊ CANADENSE DE LOGÍSTICA. Disponível em: <<http://www.supplychaincanada.org/en/supply-chain>> acesso em 11/09/2015;

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSCMP). Disponível em: <https://cscmp.org/iMIS0/Error.aspx?errorpath=/iMIS0/CSCMP/supply-chain-management-definitions&WebsiteKey=0b3f453d-bd90-4121-83cf-172a90b226a9>, acesso em: 11/09/2015;

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/commodities-representam-60-das-exportacoes-do-brasil-segundo-estudo-da-onu/>> acesso em 29.09.2016, 1h41.;

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>, acesso em 22/11/2016;

FLIEHR, O. Analysis of transportation and logistics processes for soybean in Brazil: a case study of selected production regions. Thünen Working Paper 4, p.1-174, 2013.;

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. Global Competitiveness Report 2016-2017 Switzerland,2016.

GEOHIVE. Disponível em: < http://www.geohive.com/earth/area_top50.aspx > acesso em: 23/10/2016.

GLOBO. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2013/05/medida-adotada-por-cubatao-gera-congestionamento-nas-estradas.html> > acesso em: 19/10/2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/presenca/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=19> acesso : 24/11/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA disponível em: <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=1256:reportagens-materias&Itemid=39 > acesso em: 20/11/2016

INSTITUTO DE LOGÍSTICA (ILOS);

_____ disponível em: < <http://www.ilos.com.br/web/custos-logisticos-no-brasil/> > acesso em 19/11/2016.

_____ disponível em: < <http://www.ilos.com.br/web/artigos-precos-de-frete-rodoviario-no-brasil/> > acesso em: 23/11/2016

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/site/cotacoes.php?produto=1&subproduto=8>>. Acesso em:

ITAMARATY. disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/mecanismos-inter-regionais/3672-brics>> acesso em: Novembro/2015

LACERDA, S.M. Logística Ferroviária do Porto de Santos: A Integração operacional da infraestrutura compartilhada. REVISTA DO BNDES, RIO DE JANEIRO, V. 12, N. 24, P. 189-210, DEZ. 2005

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC) Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-externo/estatisticas-de-comercio-externo/outrasestatisticas-de-comercio-externo> >. Acesso em: 23/11 2016.

MINISTÉRIOS DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, disponível em: < <http://www.transportes.gov.br/transporte-ferroviario.html> ,> acesso em: 19/11/2016

MOUROUGANE, A. and M. PISU (2011), “Promoting Infrastructure Development in Brazil”, OECD Economics Department Working Papers, No. 898, OECD Publishing.; disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1787/5kg3krfnclr4-en>>

NOVACANA. Disponível em: < <https://www.novacana.com/n/cana/mercado/100-cidades-produziram-cana-acucar-brasil-2014-121115/> > acesso em: 23/11/2016.

SHIKAMURA Disponível em: < <http://leg.ufpr.br/~silvia/CE701/node79.html> - SHIKAMURA 2005 > acesso em: 23/11/2016

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE FRETES (SIFRECA) disponível em: < <https://www5.usp.br/servicos/informe-sifreca-sistema-de-informacoes-de-fretes/> > e aplicativo para telefones móveis. Acesso em: 20/11/2016

UNIÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇUCAR.

_____. Disponível em: < <https://www.novacana.com/cana/producao-cana-de-acucar-brasil-e-mundo/>>, acesso em 23/11/2016

_____. < <http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=73> > acesso 20/11/2016, 16h39.

VALOR. Disponível em: < <http://www1.valor.com.br/brasil/2596338/governo-anuncia-licitacao-para-acabar-com-gargalo-no-acesso-santos> > acesso em 23/11/2016

WAYNE, D.W. (1990). "Spearman rank correlation coefficient". Applied Nonparametric Statistics (2nd ed.). Boston: PWS-Kent. pp. 358–365.

WILSON, R. A. Economic Impact of Logistics. In: TAYLOR, G. D. (Editor). Introduction to Logistics Engineering. Florida: CRC Press, 2009.