



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES**

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE AGENDAMENTO DE
CAMINHÕES TRANSPORTADORES DE GRANÉIS SÓLIDOS
VEGETAIS PARA ACESSO AOS TERMINAIS PORTUÁRIOS:
O CASO PORTO DE SANTOS**

EMMANUEL ALDANO DE FRANÇA MONTEIRO

ORIENTADOR: JOSÉ MATSUO SHIMOISHI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES

**PUBLICAÇÃO: T.DM-003A/2015
BRASÍLIA / DF: MARÇO / 2015**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE AGENDAMENTO DE
CAMINHÕES TRANSPORTADORES DE GRANÉIS SÓLIDOS
VEGETAIS PARA ACESSO AOS TERMINAIS PORTUÁRIOS:
O CASO PORTO DE SANTOS**

EMMANUEL ALDANO DE FRANÇA MONTEIRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TRANSPORTES.

APROVADA POR:

**JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, Doutor (UnB)
(ORIENTADOR)**

**ADELAIDA PALLAVICINI FONSECA, Doutora (UnB)
(EXAMINADOR I)**

**REINALDO CRISPINIANO GARCIA, Doutor (UnB)
(EXAMINADOR II)**

BRASÍLIA/DF, 27 de Março de 2015.

FICHA CATALOGRÁFICA

MONTEIRO, EMMANUEL ALDANO DE FRANÇA

Avaliação do Processo de Agendamento de Caminhões Transportadores de Granéis Sólidos Vegetais para Acesso aos Terminais Portuários: O Caso Porto de Santos. [Distrito Federal] 2015.

xi, 70 p. 210 x 297mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2015). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Logística Portuária | 2. Gestão de Filas |
| 3. Regulação de Tráfego | 4. Redução de Frete |

- | | |
|---------------|--------------------|
| I. ENC/FT/UnB | II. Título (série) |
|---------------|--------------------|

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MONTEIRO, Emmanuel Aldano de França (2015). 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 Transportes, Publicação PPGT/ENC. T.DM-003A/2015, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 70 págs.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Emmanuel Aldano de França Monteiro.

TÍTULO: Avaliação do Processo de Agendamento de Caminhões Transportadores de Granéis Sólidos Vegetais para Acesso aos Terminais Portuários: O Caso Porto de Santos.

GRAU: Mestre

ANO: 2015

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Emmanuel Aldano de França Monteiro

QE 15. Conjunto k, Casa 21 – Guará II, Brasília (DF)

ealdano@hotmail.com

“Esteja disposto a suportar o que te sucede. A aceitação do que aconteceu é o primeiro passo para superar as consequências de qualquer adversidade.” (William James).

DEDICATÓRIA

Dedico a conclusão desse trabalho aos meus pais que possibilitaram a construção do caminho necessário à busca perpétua do saber.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe MARISTELA ALDANO DE FRANÇA, que desde a minha infância procurou responder e despertar todas as curiosidades dos fenômenos que me intrigavam.

A todos os colegas de mestrado do PPGT/UnB, discussões por vezes acaloradas foram o cerne de ideias de que: ciência se faz inicialmente com a troca de percepções e vivências.

Agradeço em especial aos amigos que fiz nessa jornada e que contribuíram na formatação deste documento: WALLYSON TANGRINS, ALINE MAIA, JEUEL ALVES, FRANCISCO BÁSILIO, MAURÍCIO ARAQUAM DE SOUSA e BIANCA ARPINI.

Agradeço também a toda a equipe do Labtrans/UFSC de Brasília e da Secretaria de Portos/PR que possibilitaram acesso às informações e a oportunidade de aprofundar-me no tema proposto deste trabalho, sempre apoiando à busca da máxima eficiência do processo. Cabe agradecimento especial à CODESP, Companhia Docas do Estado de São Paulo, sobretudo ao Diretor de Planejamento Estratégico e Controle do Porto de Santos, LUIS CLAUDIO SANTANA MONTENEGRO que incentivou irrestritamente as atividades relacionadas com os objetivos centrais desta pesquisa. Agradeço também em especial a YURI PAZ, que, como fiel companheiro de trabalho e exímio analista de processos, contribuiu de forma expressiva para as análises desta pesquisa.

Agradeço ao Prof. ENZO MOROSINI FRAZZON responsável pelo Laboratório de Sistemas Produtivos e Logísticos Inteligentes (UFSC) em apoiar com materiais de pesquisa.

Agradeço aos analistas da SEP: Prof. TETSU KOIKE, TIAGO TAROCCO, MARIANA PESCATORI e MARTINHO VELLOSO SANTOS por apoiar nas análises e estrutura do trabalho.

Agradeço em especial aos professores do quadro da UnB: JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, ADELAIDA PALLAVICINI FONSECA e REINALDO CRISPINIANO GARCIA pelo total apoio e incentivo a esta pesquisa.

Agradecimentos a Agência (CNPq) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação por apoiar esta pesquisa de mestrado.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a construção do saber aplicado aqui neste trabalho.

RESUMO

O aumento da movimentação portuária, principalmente no período das safras agrícolas, provoca o surgimento de estudos e pensamentos às novas maneiras de gerenciar e otimizar o fluxo de caminhões que acessam o porto. A racionalização dos custos de transportes apresenta efeitos significativamente benéficos sobre o componente mais expressivo dos custos logísticos. Um dos principais gargalos na logística portuária é a geração de filas nos períodos de safra nos portos que tradicionalmente exportam maior parcela da produção agrícola do país, os Portos de Paranaguá e Santos. O objetivo deste trabalho se deu pelo entendimento do comportamento das filas de caminhões graneleiros no período crítico da safra 2013/2014 no Porto de Santos. O problema central do trabalho é responder à seguinte pergunta: Qual a influência do processo de agendamento de veículos para acesso ao Porto de Santos e seus impactos no nível de serviço do processo de embarque da carga? Como hipótese de pesquisa, procurou-se verificar se na prática o sistema de agendamento proposto atende ao propósito para o qual foi concebido, ou seja, normalização de fluxo de chegadas de caminhões e a não geração de filas. Como métodos e resultados, procuraram-se elementos que validassem ou refutassem a hipótese inicial, analisando parâmetros de desempenho como: Riscos de geração de filas, tempos de espera dos veículos e comportamento dos custos do frete. Como resultado, a relação das variáveis do sistema demonstrou folga de capacidade de pátio regulador diante da projeção de picos de acessos até o ano de 2020. Verificou-se também correlação entre os níveis de agendamento e eficiência de embarque, possivelmente o nível de regulação ou agendamento dos caminhões foi a variável que propiciou redução do preço do frete (variável resposta) ao longo do ano.

ABSTRACT

The increase in port handling, especially during agricultural harvest period, induces studies on new ways in manage and optimize truck's traffic that access port facilities. The cost reduction in transport field presents strong positive effect due to the most expressive element in costs logistics. One of the principal ports logistic bottlenecks is the row creation, during agricultural harvest period on ports that traditionally export the biggest part of farming production in Brazil, Paranagua and Santos' ports. This study's purpose is to understand the truck's row behavior during critical harvest 2013/2014 period at Santos Port. and contribute for possible adjusts at system settings that provide: Mitigate externalities to the society due to improve process's level of service on unloading truck bulk carrier. The main problem of this study is to answer the question: What is the influence of truck's scheduling at Santos Port access and this impact on the level of service during loading process? As a research hypothesis, we tried to check, in practice, if the system as it purpose serves for what it was built, in other words, normalization on truck's arrivals flow and no row creation. As methods and results, we search for elements that validate or refute the initial hypothesis, analyses performance parameters as: risk in row creation, trucks waiting times and performance in freight costs.

As a result, the relationships between system variables show lack of capacity at patio controller due to access's peaks projection until 2020 year. Also, it was found the correlation between the scheduling level and loading efficiently, possible the regulation leve or truck scheduling was the variable that provides freight costs (explained variable) during the year.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	8
1.3. HIPÓTESE	9
1.4. OBJETIVOS	9
1.4.1. GERAL.....	9
1.4.2. ESPECÍFICOS	9
1.5. JUSTIFICATIVA	10
1.6. METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTO.....	15
2.2. CADEIA DE ABASTECIMENTO DA SOJA.....	17
2.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO DA SOJA.....	17
2.2.2. FATORES DE DESEMPENHO DO ESCOAMENTO DA SOJA NO BRASIL.....	20
2.2.2.1. Custos	22
2.2.2.2. Tecnologia.....	23
2.2.2.3. Nível de serviço	24
2.3. REGULAÇÃO DE FLUXOS E CONGESTIONAMENTOS	26
2.3.1. SISTEMAS DE AGENDAMENTO	27
2.3.2. FILAS	29
3. PROPOSTA DO MÉTODO PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA	32
3.1. DESCRIÇÃO E APRESENTAÇÃO DO MÉTODO.....	32
3.2. ETAPAS DA PESQUISA	33
3.3. PROCEDIMENTOS, MÉTODOS, FORMULAÇÃO E APLICAÇÃO	34
3.3.1. DIAGNÓSTICO	34
3.3.2. SELEÇÃO DA AMOSTRA DE CHEGADAS DE VEÍCULOS.....	37
3.3.3. SELEÇÃO DA AMOSTRA DE PROCESSAMENTOS.....	42
3.3.4. DIMENSIONAMENTO DE PARÂMETRO DE CAPACIDADE	45
3.3.5. RESULTADOS E CONCLUSÕES	51
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	52
4.1. APRESENTAÇÃO.....	52
4.2. ANÁLISE DO RESULTADO DA APLICAÇÃO	53
4.3. TÓPICOS CONCLUSIVOS	61
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
5.1. RECOMENDAÇÕES.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXO I – MODELO DE RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DE DESEMPENHO DO SISTEMA	67
ANEXO II – RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA AO PORTO DE PARANAGUÁ.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág
Tabela 1.1. – Exportação do granel sólido vegetal por portos brasileiros 2012/2014.....	5
Tabela 1.2 – Metodologia da dissertação.	15
Tabela 2.1 – Divisão de embarques de Soja e Farelo de Soja pelo Porto de Santos por UF em 2014.	18
Tabela 2.2 – Custo da soja entregue no Porto de Shanghai (China) por origem e percentuais de custos de transportes em 2012.	21
Tabela 3.1 – Análise de variância de carregamento Rodoferroviário	36
Tabela 3.2 – Parâmetros de testes de distribuição para tempos de atendimento.	44
Tabela 3.3 – Índices da amostra tempos de atendimento	45
Tabela 3.4 – Análise de simulação.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág
Figura 1.1 - Mapa Pátios Reguladores e Acessos rodoviário ao Porto de Santos.	3
Figura 1.2 – Campanha educativa.	4
Figura 1.3 – Demanda Observada (2013) e Projetada (2014 – 2030) de Exportação de Grão de Soja no Porto de Santos.	6
Figura 1.4 - Evolução de carregamentos de granel vegetal para o Porto de Santos em 2014. ...	7
Figura 1.5 - Evolução de carregamentos de soja para o Porto de Santos em 2013.	10
Figura 1.6 – Distribuição de embarque do granel sólido vegetal 2013.	12
Figura 1.7 - Distribuição de embarque do granel sólido vegetal 2012/2013.	12
Figura 1.8 – Distribuição de movimentação por tipo de carga em 2013.	13
Figura 2.1 – Destino e usos da Soja Brasileira.	17
Figura 2.2 – Corredor de Exportação Soja e Farelo de Soja (Safra 2013/2014).	19
Figura 2.3 – Desenho esquemático da cadeia logística da soja no Brasil.	19
Figura 2.4 – Comparação custos de transportes da soja para Shanguai (EUA x BRA).	21
Figura 2.4 – Esquema de funcionamento de pátio de caminhões como estoque regulador.	26
Figura 2.6 – Esquema de um sistema com filas.	30
Figura 2.7 – Diagrama de Filas em duas etapa.	31
Figura 2.8 – Funcionamento lógico proposto do sistema estudado.	32
Figura 3.1 – Procedimentos para tratamento de variáveis estatísticas.	33
Figura 3.2– Quadro resumo do método.	34
Figura 3.3 – Carregamento de GSV e % de embarque por Modal.	35
Figura 3.4 - Evolução de carregamentos (Caminhões e Vagões).	36
Figura 3.5 – Distribuição de chegadas ao longo dos meses (pátio x terminal).	37
Figura 3.6 – Resumo da distribuição de chegadas para o ano de 2014(pátio x terminal).	38
Figura 3.7 – Evolução de desvio de janela de pátio e terminal.	39
Figura 3.8 - Acessos aos pátios reguladores para o Porto de Santos (2014).	40
Figura 3.9 - Acessos aos pátios reguladores para o Porto de Santos (2014).	41
Figura 3.10 - Plotagem de frequência de chegadas e curva Normal.	42
Figura 3.11 - Histograma de Tempos de pátio em horas.	43
Figura 3.12 – Teste Anderson-Darling para identificação de distribuição.	44
Figura 3.13 – Relação de unidades de atendimento e nível de serviço.	50
Figura 3.14 – Relação de custos esperados para determinar o número ótimo de atendentes. ...	51
Figura 3.15 – Comportamento da fila com incremento de chegadas.	51
Figura 4.1 – Índices de agendamento.	53
Figura 4.2 – Frequência de chegadas por desvio de janela.	54
Figura 4.3– Projeção de acessos rodoviários.	55
Figura 4.4 – Correlação Preço Frete e Tempos para descarregar no porto.	56
Figura 4.5 – Correlação Preço Frete e Tempos para descarregar no porto.	56
Figura 4.6 - Distância entre Sorriso/MT a Santos e Paranaguá.	57
Figura 4.7 – Comparação frete Sorriso Santos x Paranaguá.	58
Figura 4.8 – Carregamento soja por Santos com origem no MT x Preço do Frete.	59
Figura 4.9 – Evolução agendamento e diferença frete Sorriso-Santos x Sorriso-Paranaguá. ...	60
Figura 4.10 – Evolução agendamento e diferença frete Sorriso-Santos x Sorriso-Paranaguá. ...	60
Figura 4.11 – Relação agendamento x Tempo médio para descarregar x Preço t. Sorriso/SSZ.	61

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

Em 24 de abril de 2013, por meio da Portaria Interministerial nº 231 (CODESP, 2014), foi constituído um Grupo de Trabalho envolvendo membros dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério dos Transportes (MT) e a Secretaria de Portos (SEP) com objetivo principal de analisar as condições de escoamento da safra agrícola do país. Esse Grupo de Trabalho visava garantir o escoamento de maneira homogênea e equilibrada de acordo com as capacidades dos portos e suas vias de acesso.

Nas reuniões do Grupo de Trabalho, ressaltou-se a necessidade de atenção especial ao Porto de Santos, onde nos últimos anos, observou-se grande impacto ao tráfego nas cidades do entorno portuário, notadamente as cidades de Santos, Guarujá e Cubatão. Os impactos aconteciam sobretudo devido à chegada desordenada de grande quantidade de caminhões no período do escoamento das safras agrícolas.

Diante dos problemas decorrentes do aumento da movimentação portuária no Brasil, principalmente no período das safras agrícolas, novas formas de gerenciar e otimizar o fluxo de caminhões que acessam o porto se tornam imprescindíveis.

O Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos (2013) dedica a Seção I especificamente ao desenvolvimento das atividades portuárias e logísticas. De acordo com o Art. 8º, o desenvolvimento das atividades portuárias e logísticas tem como objetivos:

- Identificar novas áreas de interesse portuário, retroportuário e de apoio logístico, inclusive com a instalação de estacionamentos para caminhões com a devida estrutura, adotando as medidas necessárias ao desenvolvimento desse potencial;
- Promover o planejamento e a ampliação do sistema logístico, fortalecendo o Município e o Porto de Santos, contribuindo para o processo de desenvolvimento local, regional e nacional.

Além do recorte para o Porto de Santos no ano de 2014, o Grupo de Trabalho deteve atenção especial ao período pico de exportação da soja, que historicamente acontece entre os meses de fevereiro a junho.

Nesses períodos se produzem efeitos indesejados para os moradores do entorno portuário. De acordo com reportagens a respeito das filas no acesso ao Porto de Santos no período da Safra de 2013, o Portal de notícias G1 (2013) comenta que os caminhões ficam retidos na estrada e não têm acesso aos terminais portuários, logo, o veículo demora a chegar ao cais e a rotatividade no Porto de Santos é comprometida. Filas são geradas com atrasos para carregar e descarregar mercadorias no período das chamadas super safras de grãos, gerando fortes prejuízos econômicos.

O histórico do problema de filas de caminhões nas vias de acessos aos portos do Brasil em períodos de safra se apresenta crônico ano após ano. Em 2010, o Porto de Paranaguá (segundo maior exportador de soja do país) estabeleceu regras de acessos para os caminhões carregados de granel sólido vegetal. O Porto de Paranaguá apresenta cerca de 90% dos embarques da soja realizado pelo modal rodoviário.

O Porto de Santos se mostra historicamente como o maior porto da América Latina e o principal terminal de escoamento da soja em todo o país. Tem posição estratégica à nação e apresenta ampla infraestrutura de cais, armazenagem e vias de acessos. O Porto de Santos apresenta duas margens para atracções distribuídos em aproximadamente 50 terminais.

Com intuito de evitar a ocorrência de filas, no ano de 2013, foi criado o Plano de Escoamento da Safra de 2014, com foco no Porto de Santos – Plano Safra 2014 – com coordenação da Secretaria de Portos (SEP). Esse plano previu como principal ação para minimizar os impactos no acesso ao porto, que é responsável por cerca de um terço do escoamento da produção agrícola do país, a ordenação do fluxo por meio de agendamento compulsório de caminhões, com auxílio de pátios reguladores. Os pátios funcionando como sistemas de absorção da variação de chegadas de veículos.

Os pátios reguladores são localizados na Baixada Santista (Cubatão-SP) aproximadamente 20km dos terminais do Porto de Santos. Um terceiro pátio regulador na cidade de Sumaré/SP

(Planalto Paulista) foi homologado também ao longo do ano de 2014. Iniciativas de esforços coordenados para que o escoamento da safra sucedesse sem os transtornos ou impactos negativos na relação Porto-Cidade.

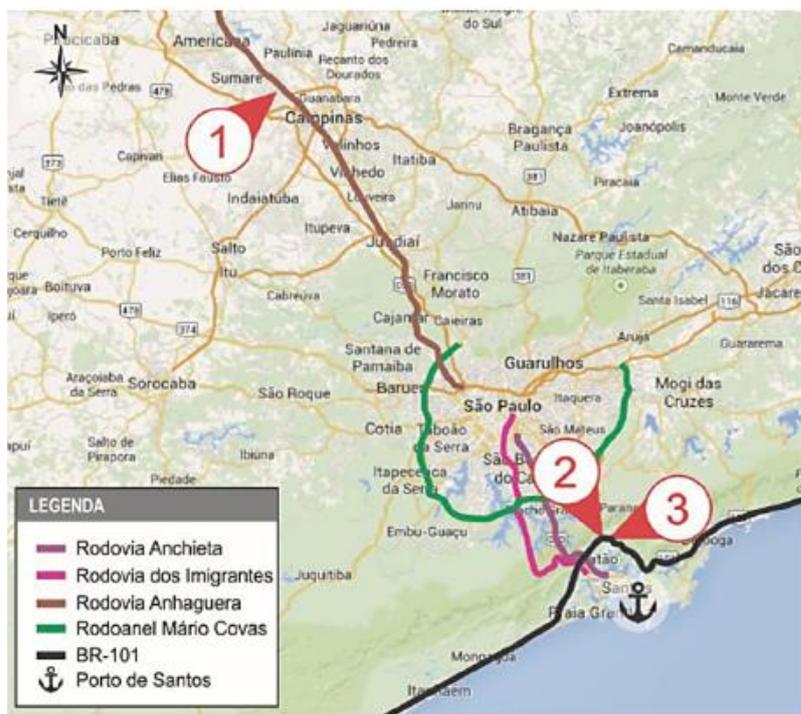


Figura 1.1 - Mapa Pátios Reguladores e Acessos rodoviário ao Porto de Santos.
Fonte: Google Maps ([s./d.]).

Os pátios localizados em Cubatão são dois: o Rodopark Logística e o Ecopatio do grupo Ecorodovias. O Rodopark (3) na Figura 1.1, possui área fechada de 50.000m², com aproximadamente 350 vagas para estacionamento rotativo de caminhões e carretas. O Ecopatio (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 Paulista 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.

A Resolução número 14/2014 da Cia Docas do Estado de São Paulo (CODESP, 2014), em seu segundo item, estabelece que: “os caminhões transportando granel sólido de origem vegetal para exportação são obrigados a fazer uso dos Pátios Reguladores credenciados pela CODESP, antes de se direcionarem aos terminais de destino”. Faz-se uso então dos pátios supracitados credenciados pela CODESP para exercerem o papel de reguladores do tráfego de caminhões.

A iniciativa envolveu definição das regras de agendamento, implantação e melhoria dos sistemas de monitoramento, apoio e divulgação ao caminhoneiro, conforme Figura 1.2.



Figura 1.2 – Campanha educativa.
Fonte: Secretaria de Portos (2014).

Houve participação de outros intervenientes públicos, como exemplo a fiscalização do agendamento dos caminhões que foi promovida pela Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ) e a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) atuando no cumprimento das regras estabelecidas.

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 “Sistema de Gestão de Tráfego de Caminhões” (SGTC), sob gerência da CODESP e suporte da SEP.

Santos é o principal porto da América Latina e o mais importante no escoamento de grãos e açúcar do país. De acordo com sistema de informações gerencial (SIG) disponível no sítio da ANTAQ (ANTAQ, 2014), o Porto de Santos em 2013 foi responsável por 42,3 milhões de toneladas de movimentação dos principais produtos agrícolas da pauta de exportação do Brasil (Açúcar, Milho, Soja e Farelo de Soja), valor correspondente a 37% da movimentação desses produtos no país segundo a Tabela 1.1.

Tabela 1.1. – Exportação do granel sólido vegetal por portos brasileiros 2012/2014.

	2012	2013	Crescimento
Soja	40.047.598	49.712.784	24%
Milho	23.028.964	28.704.554	25%
Açúcar	20.887.674	22.962.365	10%
Farelo de Soja	13.005.948	13.121.898	1%
Total	96.970.184	114.501.601	18%

Fonte: Sistema de informações gerenciais (ANTAQ).

Para os próximos anos, espera-se um aumento na movimentação dos graneis sólidos vegetais no Porto de Santos. A conjuntura econômica global demonstra-se favorável à produção e exportação dos graneis agrícolas e exige melhorias da produtividade no campo e nos canais de exportação.

O Porto de Santos exportou 15,5 milhões de toneladas de farelo e grãos de soja em 2013, em 2014 foram 15,8 milhões, podendo alcançar 22 milhões de toneladas em 2030. A China é o principal país de destino das exportações, representando 83% do total, acompanhada pela Holanda, Espanha, Alemanha e Tailândia. Conforme pode ser observado na Figura 1.3, as projeções de demanda de exportação de grãos de soja seguem a tendência de crescimento do PIB da China, cerca de 4% ao ano até 2030 (CONFERENCE BOARD, 2014).

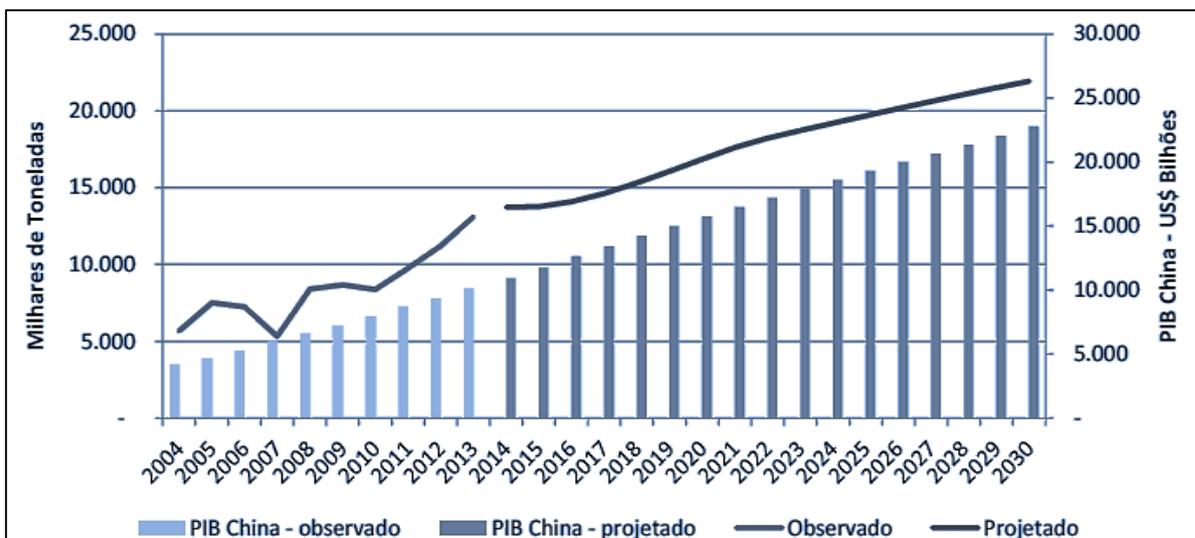


Figura 1.3 – Demanda Observada (2013) e Projetada (2014 – 2030) de Exportação de Grão de Soja no Porto de Santos.

Fonte: Antaq, CONFERENCE BOARD e SECEX.

O cenário é de crescimento à exportação de soja, conseqüentemente maiores volumes de veículos devem ser esperados nos acessos ao Porto de Santos.

Acesso Rodoviário

De acordo com o plano mestre do Porto de Santos (SEP, 2012) o acesso pelo modal rodoviário é realizado por meio da Via Anchieta e Rodovia dos Imigrantes, constituem o sistema Anchieta-Imigrantes. Ambas se encontram sob concessão da iniciativa privada, e apresentam-se em ótimas condições de tráfego. Salienta-se que a pista no sentido planalto-baixada da Rodovia dos Imigrantes não permite transporte de carga, sendo utilizada somente a Via Anchieta para os caminhões com destino ao porto. Esse fato representa um gargalo para a logística de acesso ao porto, principalmente na época da safra da soja.

A carga movimentada pelo Porto de Santos pode ser proveniente dos modais rodoviário ou ferroviário. Em 2014 para o embarque do granel sólido vegetal (GSV), o modal rodoviário foi responsável por praticamente metade da tonelada bruta embarcada, segundo dados da CODESP (2014).

Acesso Ferroviário

Como todos os portos públicos brasileiros atendidos por estradas de ferro, os acessos ferroviários são problemáticos, com pouca conservação, ocupação lindeira e muitas vezes

dentro da própria faixa de domínio da ferrovia. Há somente uma linha férrea no acesso ao Porto de Santos. De acordo com dados da CODESP (2014) o porto movimentou 26,88 milhões de toneladas por ferrovia em 2009.

O Porto de Santos possui acesso ferroviário, operado pelas empresas ALL e MRS, inclusive para a movimentação de graneis sólidos vegetais. Dada à precariedade do sistema ferroviário, esse não apresenta condições e capacidade suficiente para suportar o grande volume de carga com destino ao porto, sendo necessária a utilização do modal rodoviário.

Conforme Figura 1.4, observa-se que, apesar do aumento da demanda no carregamento do granel sólido vegetal nos primeiros meses do ano, a variação de carregamento pelo modal ferroviário (unidades em vagões) não apresenta significativa alteração se comparado com a curva de variação observada para o modal rodoviário (unidades em caminhões).

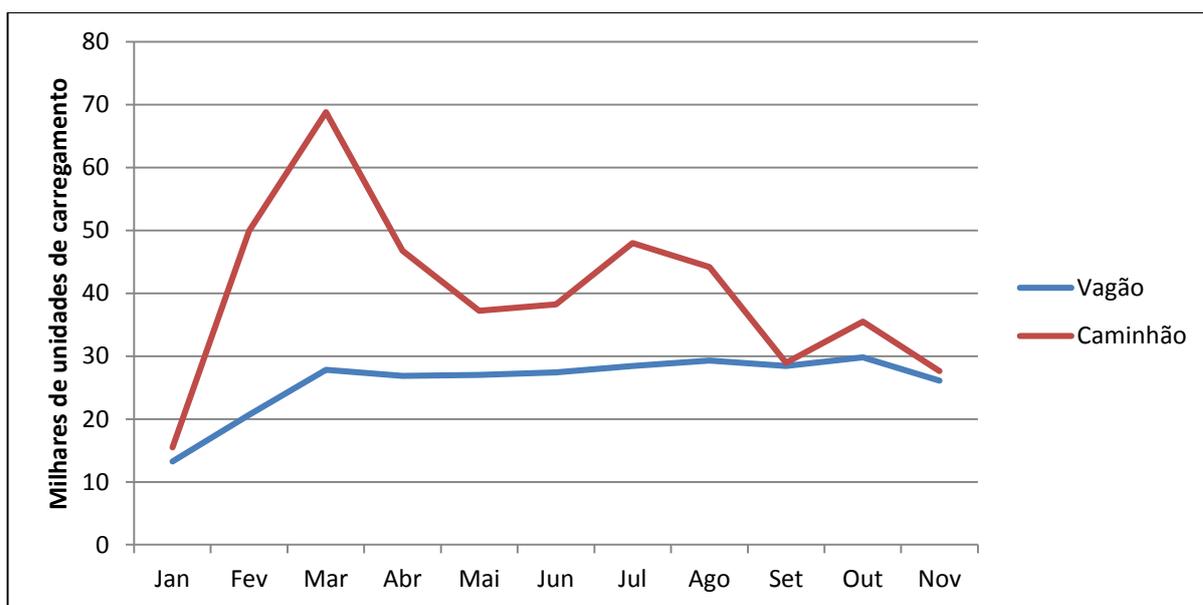


Figura 1.4 - Evolução de carregamentos de granel vegetal para o Porto de Santos em 2014.
Fonte: CODESP (2014).

De acordo com Ballou (2006) um sistema de transporte eficiente e barato contribui para intensificar a competitividade do mercado, aumentar as economias de escala na produção e reduzir os preços dos produtos em geral. O transporte ferroviário é o mais recomendado para longas distâncias e produtos de baixo valor agregado (commodities agrícolas). Um transporte barato permite ainda que sejam desacoplados os mercados dos pontos de produção, ou seja,

proporciona-se alto grau de liberdade da escolha otimizada dos pontos de produção, ganhos de escala e vantagens competitivas surgem.

“Em termos de novos paradigmas a serem observados, existe expectativa altamente positiva em relação aos avanços tecnológicos que ocorrem no setor de transportes. Assumindo que mesmo no médio prazo a malha rodoviária continuará sendo fundamental para o escoamento das commodities, as medidas referentes à redução dos custos de transportes, no curto prazo, devem dizer respeito ao aumento da produtividade dos veículos rodoviários, melhorando os processos de carga e descarga, incrementando a segurança e administração das cargas de retorno”. (CAIXETA FILHO, 2001. p.17).

Nesse contexto, este estudo tem por objetivo avaliar o processo de normalização do fluxo de carga rodoviária, por meio de um sistema de agendamento de caminhões e seus ajustes paramétricos. Esses ajustes podem vir a contribuir com a eficiência no embarque de veículos no porto, contribuindo para o escoamento do granel vegetal produzido no interior. A premissa é de que a normalização das taxas de chegadas dos veículos na área portuária (chegadas determinísticas ou uniformes) provoca a diminuição dos tempos de espera para atendimento (ciclo) e diminui os riscos de geração de filas nas vias de acesso aos terminais portuários.

1.2. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Magalhães (2010) a soja e o farelo de soja são os principais produtos agrícolas de exportação do país, esses produtos costumam ter picos de safra e produção em determinadas épocas do ano. Dessa forma, caso os fluxos de caminhões carregados com o granel não estejam devidamente dimensionados à capacidade do sistema de embarque dos terminais portuários, pode-se esperar maior probabilidade de geração de filas. Veículos agendados e fazendo uso de pátios reguladores, espera-se mitigar a geração de conflitos e congestionamento nas vias de acesso ao porto. Problemas de cunho econômico, ambiental e social podem ser ressaltados.

O problema de pesquisa então se apresenta como uma proposta de análise de desempenho de sistema de agendamento/regulação de tráfego de caminhões sob a seguinte pergunta: Qual a influência do processo de agendamento de veículos para acesso rodoviário ao Porto de Santos

no nível de serviço na medida em que se controlam os fluxos de chegadas e os tempos de processamento dos veículos?

1.3. HIPÓTESE

Delimitado o problema, a hipótese central fora elencada a partir da revisão da literatura. A hipótese de pesquisa pretende verificar se o agendamento e o monitoramento de caminhões com acesso ao porto atende ao propósito para o qual foi concebido, ou seja, normalização de fluxo de chegadas de caminhões e diminuição dos riscos de filas e gargalos aos acessos. Ou seja, se de fato há melhorias significativas (ganhos) na logística do escoamento de grãos vegetais pelo Porto de Santos após implementação do processo de agendamento de caminhões.

A contribuição da hipótese deste trabalho se oferece pela possibilidade de calibragem dos parâmetros do sistema de agendamentos de caminhões para que esse sistema apresente função de regulação de tráfego. Ou seja, a não geração de filas no acesso ao porto bem como à máxima economicidade (eficiência) em uma das etapas da cadeia logística de exportação da produção agrícola brasileira.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GERAL

O presente estudo visa verificar o desempenho do sistema de regulação de tráfego, processo de agendamento de veículos (ordenamento de acesso) ao Porto de Santos especificamente no período da Safra 2013/2014.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- (i) Avaliar e medir o impacto da utilização do processo de agendamento de veículos transportadores de grãos sólidos vegetais;
- (ii) Isolar variáveis de significativo impacto à eficiência do processo sob o ponto de vista da melhoria do nível de serviço logístico (redução do tempo de espera para desembarque) e ordenação do fluxo de acesso (filas e externalidades);

- (iii) Aferir impactos econômicos decorrentes da eventual eficiência provocada pela melhoria do sistema de acesso ao porto.

1.5. JUSTIFICATIVA

Observam-se congestionamentos nas vias de acesso aos portos, em especial nos tradicionais Santos e Paranaguá. Historicamente os congestionamentos foram atribuídos à falta de gestão e controle dos acessos rodoviários à zona portuária, notadamente no período de maior demanda (fluxo de caminhões) oriundos da produção das safras agrícolas no interior do país.

A principal safra agrícola da soja ocorre no começo de cada ano e se estende até meados de julho, como visto na Figura 1.5.

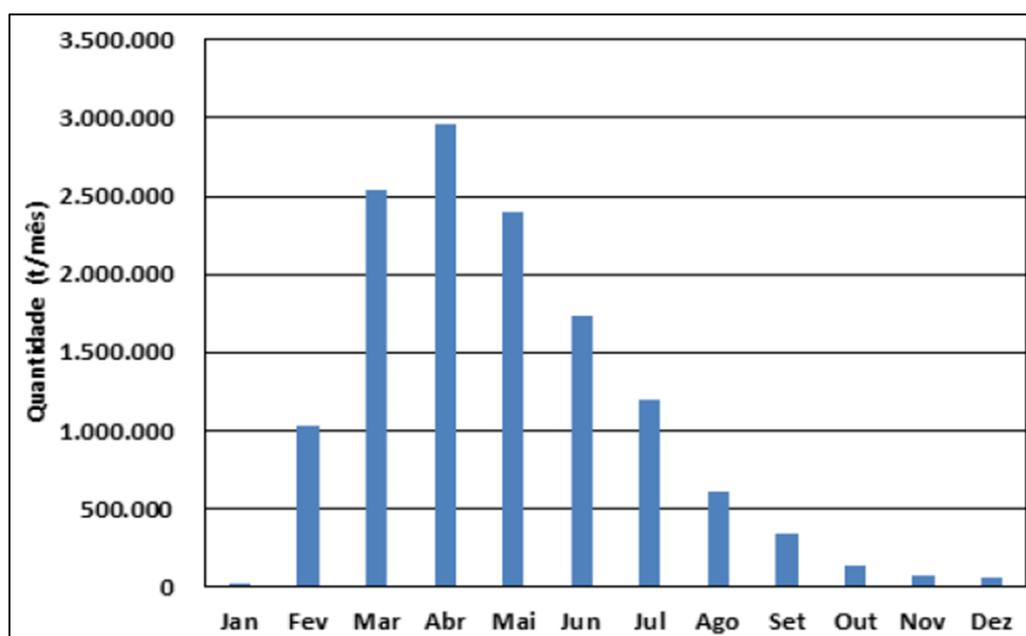


Figura 1.5 - Evolução de carregamentos de soja para o Porto de Santos em 2013.
Fonte: CODESP (2014).

As imensas filas, notadamente divulgadas pela mídia no acesso ao Porto de Santos, foram relacionadas como causa de grande transtorno à população daquela região. Logo, observou-se por parte do Governo Federal (detentor de 99% dos ativos da Cia Docas do Estado de São Paulo), atenção especial deveria ser dada a esse porto. Nos últimos anos observou-se grande impacto ao tráfego das cidades do entorno do porto, notadamente Santos, Guarujá e Cubatão, em especial no período da safra de soja.

Entender o comportamento das taxas de chegadas dos caminhões (com e sem agendamento) e da formação de filas deve auxiliar na calibragem de parâmetros fundamentais de ajustes do sistema de agendamento, como o caso do dimensionamento das janelas de agendamento para cada usuário ou necessidade de vagas em pátios reguladores.

Possibilita-se a diminuição dos impactos e externalidades à sociedade como um todo bem como melhorias no nível de serviço do processo de transporte e embarque do granel. Também se espera que as restrições impostas pelas regras de agendamentos não interfiram negativamente nos custos logísticos para os usuários que utilizam os terminais do Porto de Santos.

Sob o ponto de vista da gestão do estoque empresarial, Pereira (2005) comenta que sem a visão de *lead time*, a fábrica produz um lote que já está vendido, mas só será retirado pelo cliente em outro momento, o que gera um custo para manter o estoque, horas paradas e filas desnecessárias. Analogamente ao embarque do granel sólido vegetal por veículos rodoviários, discrepâncias nas taxas de chegadas de veículos em relação às programações dos navios e capacidade de armazenagem nos silos portuários, podem eventualmente acarretar em filas nas portas dos terminais. Por outro lado, essa discrepância pode fazer com que os navios esperem as chegadas dos carregamentos completos. Nesse último caso, obriga o embarcador, o pagamento de pesadas taxas à companhia de navegação proprietária do navio, taxas de sobreestadia chamadas *demurrage*, que no caso de um navio transportador de soja, pode chegar a 30 mil dólares por dia de espera além do prazo contratual.

O Porto de Santos, de acordo com dados da ANTAQ (2014) concentra os terminais de granéis sólidos vegetais que mais exportaram nos últimos anos. Em 2013 foram 45 milhões de toneladas, divididas entre o complexo da soja, milho e açúcar. Apenas o Porto de Santos responde a aproximadamente 40% das exportações nacionais dos três produtos, sendo Paranaguá responsável por 20% e o restante divididos entre as 29 instalações portuárias espalhadas pelo país, conforme expressam as Figuras 1.6 e 1.7.

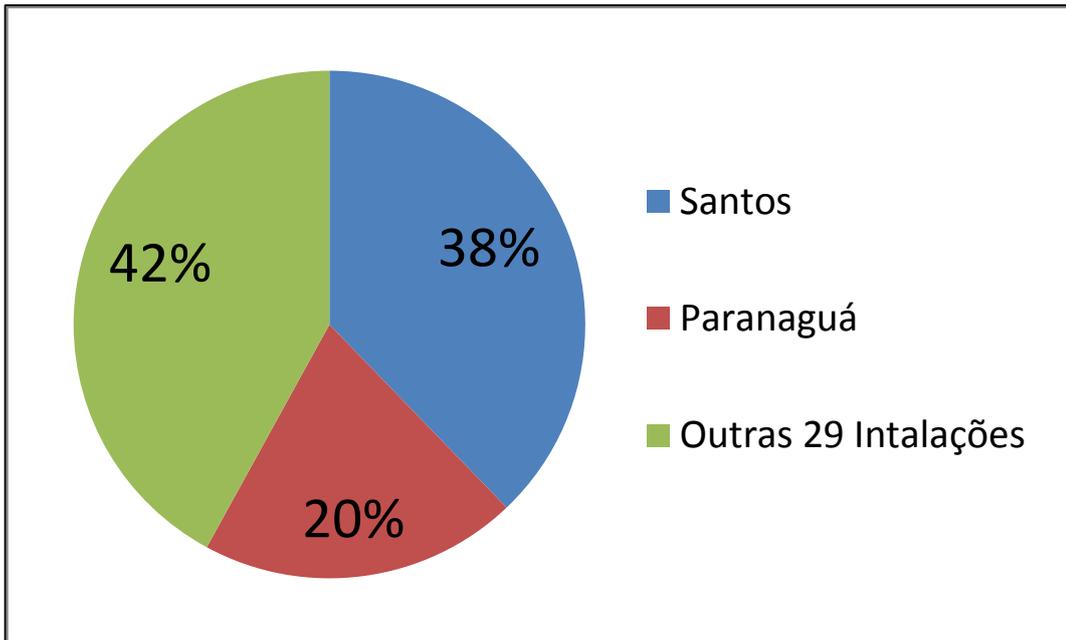


Figura 1.6 – Distribuição de embarque do granel sólido vegetal 2013.

Fonte: ANTAQ 2014.

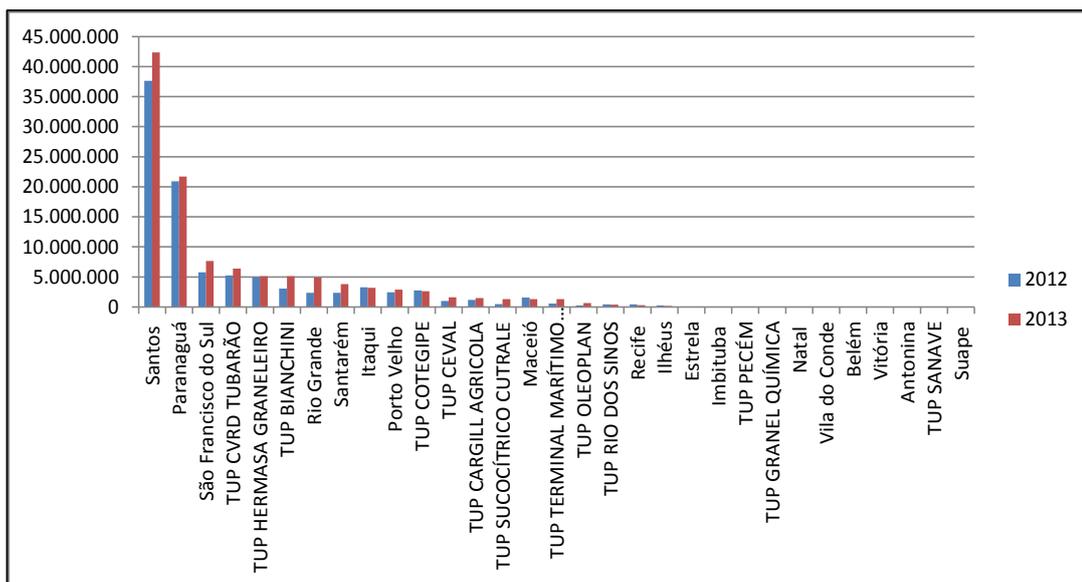


Figura 1.7 - Distribuição de embarque do granel sólido vegetal 2012/2013.

Fonte: ANTAQ 2014.

Já para os registros da CODESP (2014), de acordo com os mensaleiros estatísticos da Cia, ao longo do último decênio, a movimentação no porto cresceu à taxa média anual de 6,0%. É importante notar que as taxas anuais foram sempre positivas ao longo de todo o período. A evolução mais significativa ocorreu nos graneis sólidos, às taxas médias anuais de 8,3%. O crescimento das movimentações de carga geral e de graneis líquidos ocorreu às taxas médias

anuais de 5,1% e 1,9% respectivamente. Os embarques de soja cresceram à taxa média anual de 9,7% entre 2004 e 2013, sendo que, de 2012 a 2013, o crescimento foi de 16,7%.

O Porto de Santos vem apresentando significativos incrementos na movimentação, principalmente quando analisado os embarques do granel sólido vegetal, esse que corresponde a 38,5% da movimentação total do porto, conforme se pode observar na Figura 1.8.

Carga	Natureza	Navegação Preponderante	Sentido Preponderante	Qtd.	Part.	Partic. Acum.
Contêineres	CG Conteinerizada	Longo Curso	Ambos	36.020.107	31,6%	31,6%
Açúcar	Granel Sólido	Longo Curso	Embarque	16.912.834	14,8%	46,4%
Soja em Grãos	Granel Sólido	Longo Curso	Embarque	13.090.897	11,5%	57,9%
Milho	Granel Sólido	Longo Curso	Embarque	11.042.504	9,7%	67,6%
Fertilizantes	Granel Sólido	Longo Curso	Desembarque	3.619.326	3,2%	70,7%
Farelo de Soja	Granel Sólido	Longo Curso	Embarque	2.735.961	2,4%	73,1%

Figura 1.8 – Distribuição de movimentação por tipo de carga em 2013.
Fonte: CODESP 2014.

O Porto de Santos não apenas destoa da maioria dos outros portos nacionais pelo seu grande volume de carga movimentada, mas sobretudo pelo modelo genérico de uso da infraestrutura. Ou seja, possui a maior parte dos terminais com gestão própria e dividindo a mesma estrutura de acesso comum, o que em casos especiais, pode gerar conflitos e engarrafamentos nos acessos.

Este estudo será relevante sob o ponto de vista teórico para mensuração dos possíveis e diferentes impactos provocados pela utilização de processo de agendamento e monitoramento de chegadas de caminhões ao porto, ou seja, como as chegadas de caminhões, respeitando distribuição determinística (índices de agendamento), impactam no nível de serviço (menor tempo para descarga e menor probabilidade de fila).

Já sob o ponto de vista prático, o estudo possibilitará mensurar os impactos reais à economicidade causada pelo processo de agendamento e a medição dos custos decorrentes do tempo parado por caminhão nos pátios ou em filas.

Elencam-se as possíveis melhorias na implantação do sistema de regulação de tráfego de veículos no Porto de Santos.

- i) Reduções dos tempos de espera;
- ii) Impactos dessas reduções nos custos com estadia;
- iii) Impactos dessas reduções no custo de transporte;
- iv) Impactos dessas reduções no custo total (transporte + estadia);
- v) Redução dos eventos formadores de filas.

1.6. METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho traz uma situação problema e pretende verificar uma hipótese previamente levantada, logo o método de abordagem utilizado foi o Hipotético-Dedutivo. Esse método consiste na construção de conjecturas baseada nos resultados dos testes de provas que serão submetidas às hipóteses, isto é, caso as hipóteses sejam verdadeiras as conjecturas também serão, desde que resista a todas as tentativas de falseamento das mesmas.

Portanto, apresentam-se os procedimentos científicos ou simplesmente a metodologia da pesquisa que permite atingir o alcance dos objetivos, possibilitando chegar a uma resposta ou a solução do problema levantado na pesquisa.

Avaliar o desempenho do sistema de regulação de tráfego, objetivo central desta pesquisa, implicou em levantamentos de campo, consulta às bases de dados nos sistemas envolvidos, pesquisa bibliográfica acerca dos temas: Logística, gerenciamento de fluxos, funcionamento da logística de exportação do agronegócio brasileiro, bem como os princípios fundamentais da teoria das filas e métodos e sistemas de agendamento e ordenamento de fluxos e demanda.

Fundamentadas as bases e referências para o estudo, procurou-se desenvolver e aplicar método empírico para avaliação das variáveis que possivelmente explicam o comportamento previsível do sistema, até o ponto máximo de sua saturação.

Logo, pode-se levantar os indícios acerca de qual seria o limite em que o sistema de regulação de tráfego de caminhões no Porto de Santos, com o auxílio dos pátios reguladores, teria capacidade em absorver os picos de demanda nos períodos críticos das chamadas “Super Safras Agrícolas”.

Para tanto, apresenta-se na Tabela 1.2 a estrutura da dissertação, ou seja, os passos que nortearam esta pesquisa.

Tabela 1.2 – Metodologia da dissertação.

ETAPA 1	INTRODUÇÃO	Problema	CAPÍTULO 1
		Hipótese	
		Objetivos	
		Justificativa	
		Metodologia	
ETAPA 2	REFERENCIAL TEÓRICO	Logística e Cadeia de Suprimento	CAPÍTULO 2
		Cadeia de Abastecimento da Soja	
		Regulação de Fluxos e Congestionamentos	
		Sistemas de Agendamento	
		Filas	
ETAPA 2	DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO	Diagnóstico Isolar variáveis de chegadas e tempos de canais de atendimento	CAPÍTULO 3
ETAPA 3	APLICAÇÃO DO MÉTODO	Aplicação de dimensionamento de capacidade	
ETAPA 4		ANÁLISES E DISCUSSÕES	CAPÍTULO 4
ETAPA 5		CONSIDERAÇÕES	CAPÍTULO 5

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTO

O conceito de logística é atualmente associado ao planejamento e à gestão das atividades relativas ao manuseio de materiais e insumos, documentação, armazenagem de bens de operações industriais, de serviços públicos ou até mesmo na mobilização de tropas e países para operações militares de grande complexidade.

Rodrigues (2002) cita que em uma das primeiras tentativas de definir Logística feita pelo Barão Antoine Henri de Jomini (1779/1869), general do exército francês sob o comando de Napoleão Bonaparte, se referiu à logística como sendo “a arte de movimentar exércitos”, ou seja, a alimentação e movimentação de recursos vitais no campo das atividades militares, exceto o combate.

Chopra (2011) conceitua logística como parte integrante da cadeia de suprimentos, afirmando que essa, abrange todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente à realização de um pedido ao cliente. Esse pedido inclui não apenas o fabricante e os fornecedores, mas também o transporte, armazenagem e até mesmo o próprio cliente. Muitas organizações estadunidenses basearam o seu sucesso na estruturação de seus negócios em torno do planejamento das operações logísticas, ou seja, foco no nível de serviço e redução dos custos dessas operações.

O autor ainda afirma que na maioria das cadeias comerciais globais, o valor dos produtos ou serviços comercializados estão ligados fortemente à lucratividade da cadeia de suprimento. O objetivo central de uma cadeia de suprimento é implementar políticas operacionais eficientes, determinando o melhor momento de partida e entrega, consolidação nos depósitos, adaptação dos pedidos a um meio de transporte adequado, a organização das entregas (roteirização) e encaminhamento dos pedidos para reabastecimento de estoques.

Tem-se também como objetivo na fase operacional da cadeia de suprimento, a redução da incerteza e otimização do desempenho logístico dentro das restrições estabelecidas nas configurações de estruturas e políticas de planejamento.

Com intuito de explicar o conceito e o papel da logística dentro da cadeia de suprimento ou abastecimento de um negócio, Fonseca (2009) entende que os processos logísticos estão contidos dentro da cadeia (fluxo) de etapas do negócio. Fluxo esse que pode ser denominado de cadeia de suprimentos, abastecimento ou mesmo cadeia logística integrada. Deve ser composto por três etapas:

- Etapa inicial de Suprimentos (ou logística de abastecimento). Essa é a parte que gerencia os elementos fundamentais (matéria-prima) e seus componentes, compreendendo processos de pedido ao fornecedor, o transporte, a armazenagem ao processo de transformação ou simplesmente produção.
- Produção/Transformação (ou logística interna). Etapa essa que administra os estoques dos produtos semiacabados no processo de transformação. Abrange necessariamente o fluxo de materiais dentro da planta (às vezes mais de uma planta de produção é

empregada), os armazéns intermediários, os abastecimentos dos postos de trabalho e a expedição do produto acabado.

- Etapa final de Distribuição (ou Logística de Distribuição). Consiste na etapa que gerencia a demanda do cliente final e os canais de distribuição. Essa etapa compreende o estoque de produtos acabados, a armazenagem, o transporte e a entrega ao cliente. Vale salientar que essa etapa muitas vezes também pode compreender a escolha da melhor localização dos armazéns e dos pontos de vendas.

2.2. CADEIA DE ABASTECIMENTO DA SOJA

2.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO DA SOJA

No Brasil, 44% da soja produzida é exportada *in natura*, sendo 49% processada, resultando em farelo e óleo de soja, na proporção de 79% e 21%, respectivamente. Do total de farelo produzido, 48% é utilizado para fabricação de ração animal e o restante é exportado. No tocante à produção de óleo, 23% é destinada ao mercado externo. A figura abaixo apresenta os usos e destinos da produção brasileira de soja (APROSOJA, 2014).

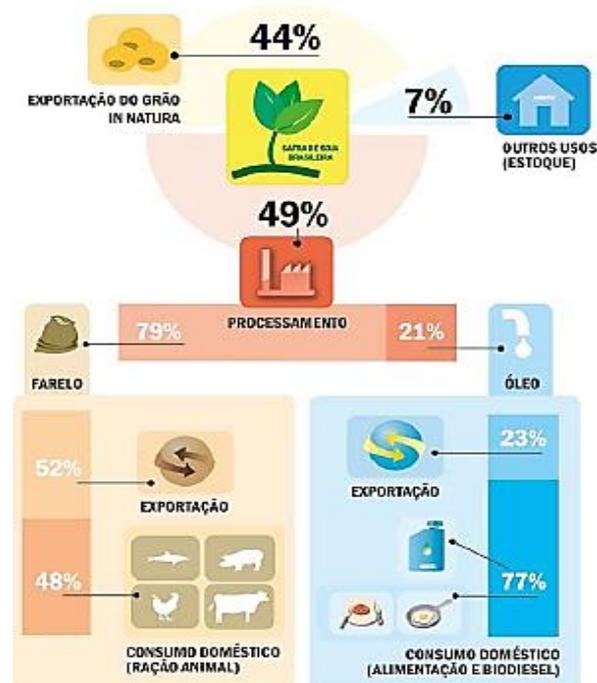


Figura 2.1 – Destino e usos da Soja Brasileira.
Fonte: Aprosoja, 2014.

O resultado na prática é que mais de 65% da produção de soja é destinada aos mercados externos.

O Brasil é o maior exportador de soja do mundo. Estima-se que a cadeia produtiva da soja (compreendendo o grão, óleo e farelo) reúna mais de 243 mil produtores no país, com mercado de 1,4 milhão de empregos. (APROSOJA, [s./d.]). Segundo dados do IBGE, a produção nacional de soja está densamente centralizada na região Centro-Oeste, detentora de 53% da produção nacional em 2012. Entre os estados produtores destacam-se: Mato Grosso, Paraná, Goiás, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul.

De acordo com dados da SECEX (2015) por meio da plataforma AliceWeb2, para o Porto de Santos em 2014, Santos correspondeu aproximadamente 25% das exportações de soja e farelo de soja do país, o estado do Mato Grosso despontou com mais de 50% dos embarques desses produtos como apresentado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Divisão de embarques de Soja e Farelo de Soja pelo Porto de Santos por UF em 2014.

Unidade da Federação	Toneladas	%
Mato Grosso	7.209.648	54,54%
São Paulo	2.964.590	22,43%
Goiás	2.223.394	16,82%
Minas Gerais	669.963	5,07%
Distrito Federal	118.990	0,90%
Paraná	22.765	0,17%
Tocantins	6.254	0,05%
Bahia	3.952	0,03%
Total Geral	13.219.556	100,00%

Fonte: SECEX/AliceWeb2, 2015.

Vale aqui salientar que as estatísticas do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior por meio da plataforma AliceWeb2, traz a origem jurisdicional ou de declaração de embarque aduaneiro. Dessa forma, o Estado de São Paulo é apontado como segundo colocado como origem de embarques de soja ao Porto de Santos. Sabe-se que o Estado de Goiás é de fato a unidade da federação que mais produz soja e embarca para o Porto de Santos logo atrás do Mato Grosso.

A Figura 2.2 traz os corredores de exportação de grãos agrícolas para a Safra de 2013/2014. A região central do país desponta como maior produtora e o Porto de Santos como maior terminal de escoamento.

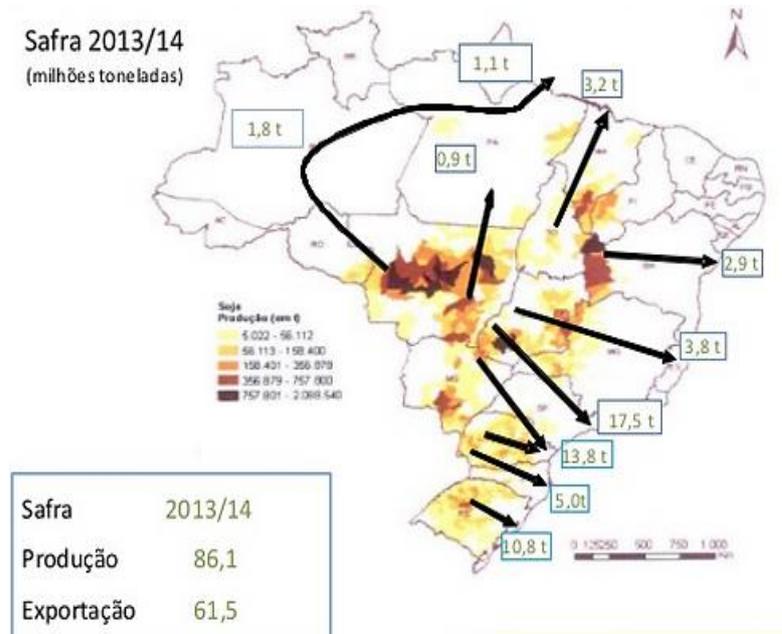


Figura 2.2 – Corredor de Exportação Soja e Farelo de Soja (Safra 2013/2014).
Fonte: SEP, 2014.

A indústria das commodities agrícolas se vale de complexa estrutura logística, seja na armazenagem, transporte e distribuição, bem como no suporte às etapas de movimentação de materiais, fluxo financeiro e informações. Nessa indústria, apresenta-se de fundamental importância as atividades logísticas, essas que operam por meio das cadeias de abastecimento/suprimentos, produção e distribuição até a comercialização da soja no ponto final (clientes), seja *in natura* ou em farelo.

O esquema na Figura 2.3 mostra o funcionamento da cadeia produtiva da soja no Brasil.

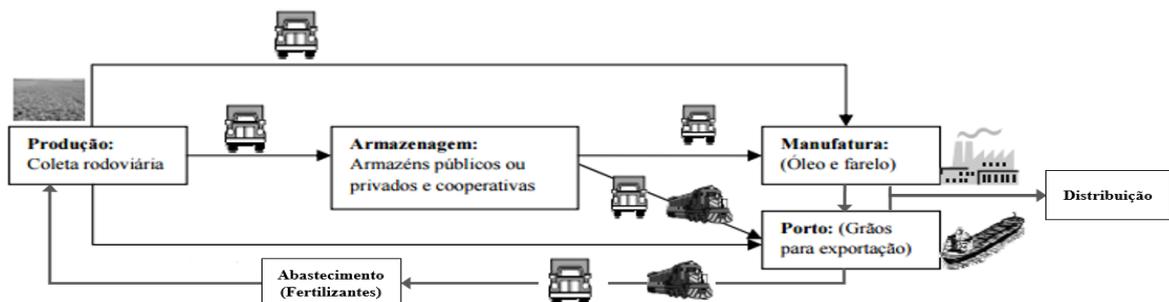


Figura 2.3 – Desenho esquemático da cadeia logística da soja no Brasil.
Fonte: Adaptado de CAPDEVILLE, 2010.

Conforme Barraza De La Cruz (2007) o transporte da soja pode se dar também por transbordo através de hidrovias. No Brasil as principais hidrovias utilizadas na operação de transbordo na logística do escoamento da soja são: hidrovia do Madeira (levando soja de Porto Velho/RO até Santarém e Itacoatiara) e a hidrovia Tietê (levando soja de São Simão/GO para Pederneiras/SP). Por meio de ferrovia as commodities seguem de Pederneiras/SP até o Porto de Santos.

Ao chegar aos portos, a soja é novamente armazenada em silos portuários até ser transportada por meio de esteiras aos porões dos navios, esses que têm como principais destinos os portos da China, União Europeia, Japão, México e Taiwan.

Dado a quantidade de nós e arcos observados na cadeia de suprimentos à produção e comercialização da soja (Figura 2.3), o desempenho global do sistema depende diretamente da eficiência, planejamento, controle e gerenciamento dos diversos processos logísticos ao longo da cadeia de suprimento.

Ballou (2006) afirma que o objetivo central da logística (nível de serviço) se pauta na diminuição do hiato entre a produção e a demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem e na condição física que desejarem.

2.2.2. FATORES DE DESEMPENHO DO ESCOAMENTO DA SOJA NO BRASIL

A exportação do granel sólido vegetal do Brasil apresenta grande importância para a balança comercial e PIB do país. A exportação da soja pode ser entendida como uma etapa fundamental à cadeia de suprimentos da indústria internacional de alimentos. Caixeta Filho (2010) afirma que tradicionalmente, a soja precisa ser direcionada para os estados do sul e sudeste do Brasil, pois é onde se localizam os principais portos exportadores com grande parte da infraestrutura de armazenagem e comercialização de grãos.

No Brasil, as taxas de pavimentação das rodovias e as deficiências de capacidades dos portos frente às demandas crescentes, sugerem que as infraestruturas de transportes apresentam desvantagens em comparação com outras regiões do mundo. A capacidade do modal ferroviário, inclusive no Porto de Santos, também se apresenta como gargalo à eficiência do sistema nacional integrado de transportes.

De acordo com USDA (2013) o custo total médio da soja em dólar estadunidense entregue no Porto de Shanghai (China) em 2012, partindo dos Estados Unidos, foi de USD\$595,90 por tonelada (Tabela 2.2). Partindo do Brasil, o custo total foi de USD\$607,33 (1,92%) mais caro em relação àquele. A diferença do custo total do produto entregue no destino pode ser explicado pela baixa eficiência da etapa transporte no escoamento da safra brasileira.

Tabela 2.2 – Custo da soja entregue no Porto de Shanghai (China) por origem e percentuais de custos de transportes em 2012.

EUA	Custo Total	% Transporte Total	% Rodoviário
Minneapolis	\$602,14	15,8%	1,9%
Davenport	\$597,33	14,7%	1,9%
Fargo	\$588,11	15,6%	1,9%
Sioux	\$596,00	15,7%	1,9%
Média	\$595,90	15,5%	1,9%

BRASIL	Custo Total	% Transporte Total	% Rodoviário
Norte MT	\$646,12	27,1%	17,1%
Sul MT	\$617,44	22,0%	13,7%
Goiás	\$584,52	18,1%	9,4%
RS/PR	\$581,25	14,4%	5,2%
Média	\$607,33	20,4%	11,3%

Fonte: Adaptado de Departamento de Agricultura dos Estados unidos (USDA), 2013.

O transporte corresponde em média 15,5% do custo total da soja estadunidense entregue no Porto de Shanguai. Já a soja brasileira absorve 20,4% dos custos inerentes ao transporte à China. A intensa utilização do modal rodoviário pode explicar essa diferença e por conseguinte a competitividade do agronegócio brasileiro.

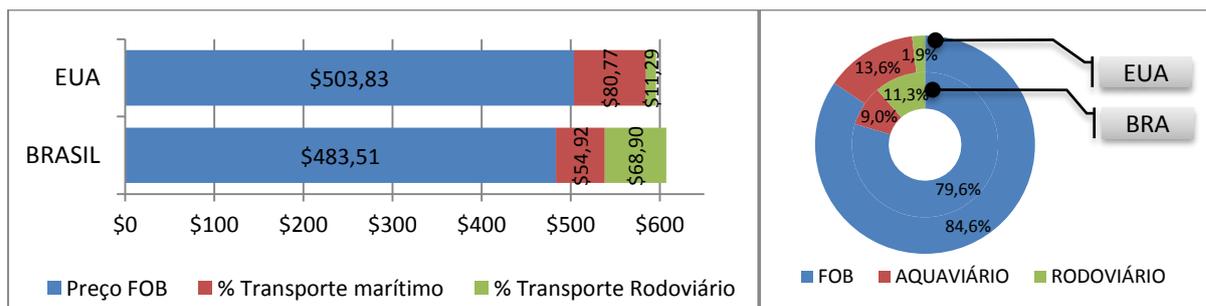


Figura 2.4 – Comparação custos de transportes da soja para Shanguai (EUA x BRA).
Fonte: Adaptado de Departamento de Agricultura dos Estados unidos (USDA), 2013.

Embora os preços na fazenda (FOB) da soja brasileira seja 4% inferior à soja estadunidense, esse ganho é perdido na etapa transporte, principalmente no transporte rodoviário. Pode-se deduzir que, literalmente a etapa rodoviária do transporte da soja brasileira reduz os ganhos e as margens de lucro do produtor.

Dependendo das deficiências das infraestruturas de transporte e modelos de gestão defasados, os custos logísticos podem representar mais da metade do preço de bens comercializados (SCHWARTZ *et al.*, 2009).

2.2.2.1. Custos

Guasch e Kogan (2006) elucidam que os custos logísticos dos países da América Latina e do Caribe variam entre 18 e 40 por cento do PIB, já para os países que compõem a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), esses valores variam entre 9 e 10 por cento do valor da mercadoria. Uma das razões para tal deficiência pode ser explicada pela infraestrutura de transporte e o peso da burocracia neste setor. Dessa forma, é razoável que os custos logísticos da América Latina, incluindo o Brasil, sejam significativamente mais elevados quando comparados com outras regiões emergentes do Globo.

Em decorrência do uso preponderante do modal rodoviário, mesmo em grandes distâncias, o custo da logística no Brasil é um dos mais expressivos do mundo, alcançando patamares superiores a 15% do PIB, percentual acima do observado em muitos países (HOLANDA, 2010). O elevado preço do frete rodoviário pode explicar essa disparidade.

Para Caixeta Filho (2010), o mercado de fretes no Brasil é condicionado a três variáveis específicas, são elas: Oferta, demanda e ambiente. Esse último pode ser entendido como a própria condicionante estrutural de eficiência operacional do modal de transporte. O autor continua afirmando que, o custo total do transporte pode também ser aumentado em função do custo de oportunidade do veículo parado (lucro cessante) decorrente do tempo perdido em filas ou esperas durante operações lentas de descarga.

Aplicando-se para o caso de carretas Bi-Trens carregadas de soja e farelo de soja que acessam os terminais do Porto de Santos, cada composição chega a ter um valor médio de capital de

meio milhão de reais. Ainda deve ser acrescentado o valor aproximado de 30 mil reais referente à carga transportada.

Segundo Ballou (2006) os custos variáveis no modal rodoviário de carga tendem a ser elevados porque os custos de construção e manutenção das vias são cobrados sob a forma de impostos incidentes nos combustíveis, material rodante, pedágios e taxas. Dessa forma, com custos variáveis elevados, margens de contribuição econômicas por viagem para o caminhoneiro ou a empresa transportadora tende a ser reduzidas. Logo o mínimo ajuste na eficiência operacional deve impactar significativamente na rentabilidade da viagem.

2.2.2.2. Tecnologia

Dentre os fatores que influenciam os serviços de transportes, Kanafani (1983) destaca o uso da tecnologia. Os novos sistemas de informação a serviço da organização dos fluxos de mercadoria e veículos podem influenciar nos custos de prestação do serviço. O uso de sistemas informacionais no setor de transportes está associado com a adequação das operações às condições de mercado e de infraestrutura.

Beilock e Casavant (1984) salientam que duas dimensões da utilização do equipamento transportador (veículo) também influenciam nos custos, a saber: (1) frequência de movimentação ou giros por período e (2) porcentagem de km percorridos com o veículo carregado. Essas duas dimensões tendem a ditar os custos e, por conseguinte, os níveis de serviços ofertados pela etapa transporte na cadeia de suprimentos.

A utilização de tecnologia que seja capaz de diminuir os tempos médios de desembarque, redução de filas e perdas com o tempo morto, poderia aumentar a frequência de movimentação unitária do equipamento transportador rodoviário. O ganho obtido no transporte tornar-se-ia sistêmico para toda cadeia produtiva e de suprimentos.

Sistema de controle e regulação de tráfego pode impactar significativamente em duas variáveis que tendem a explicar os preços dos fretes, a saber: tempos de descarga (1) e conflitos de acessos (2). Ao regular a programação de oferta de janelas disponíveis para acessar o porto em um intervalo de tempo, a operação de descarga tende a ser mais eficiente, sem a geração de filas e conflitos nos acessos.

2.2.2.3. *Nível de serviço*

No enfoque empresarial, de acordo com Ballou (2006) nível de serviço logístico é a qualidade com que o fluxo de bens e serviços são gerenciados. Quando o fluxo de caminhões com destino a um terminal portuário não é regulado, esse fluxo tende naturalmente a ter um comportamento aleatório e desorganizado, podendo inclusive impactar nos níveis de serviço do processo.

Ainda conforme Ballou (2006) o desempenho da etapa de transporte se baseia na extensão do manuseio das cargas nos terminais e na inerente velocidade/rapidez do transportador, ou seja, tempo médio em trânsito e variabilidade do tempo em trânsito. Perdas e danos da mercadoria também se configuram como variáveis que influenciam diretamente no desempenho de um sistema de transporte.

No contexto das vias rodoviárias, nível de serviço é uma medida qualitativa das condições de operação da via. Alguns parâmetros podem influenciar essa medida: Conforto (1), conveniência à variação da velocidade (2), possibilidade de mudanças de faixas (3) e menor tempo de viagem (4). Esses parâmetros ditam o nível de serviço rodoviário (HCM, 2000). Seis níveis de serviço podem ser aplicados: A, B, C, D, E e F, sendo (A) nível de serviço ótimo, ou seja, o fluxo de veículos está bem inferior à capacidade da via e (F) o nível em que a capacidade da via foi totalmente esgotada pelo fluxo de veículos.

O Plano Mestre do Porto de Santos (2012) disponível no sítio da Secretaria de Portos, afirma que o nível de serviço das vias que dão acesso ao Porto de Santos é satisfatório em muitos meses do ano. As vias de acessos apresentam alta capacidade (14.000 veículos/hora), porém com o fluxo desordenado dos veículos, principalmente nos períodos das safras agrícolas, observa-se à geração de filas e conflitos porto x cidade.

Analisando ainda o nível de serviço logístico, a retenção não programada dos equipamentos transportadores também influencia o desempenho da etapa de transporte. No caso aplicado a este estudo, a retenção de veículos que aguardam para acessar os terminais portuários ocorre em pátios reguladores, estacionamentos ou até em filas nas portas dos terminais ou nas vias de acesso ao porto.

De acordo com Ballou (2004) a retenção de equipamentos transportadores é um parâmetro que compõe o desempenho do transporte que pode influenciar no custo logístico total, sendo motivo de ajustes e compensações entre as partes (embarcador e transportador). Os serviços de transporte têm sua melhor descrição quando tomados por suas características de custo e desempenho.

Por outro lado, aludindo à retenção de veículos em pátios reguladores e à luz dos modelos de estoques, Correa e Corrêa (2004) comentam que, estoques são acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação. Para os autores, o acúmulo de materiais tem propriedade fundamental no processo produtivo - proporcionar independência entre as fases dos processos de transformação. Quanto maior o estoque entre duas fases consecutivas, mais independentes as fases serão. Dessa forma, caso haja um sistema de estoque capaz de suplantar os eventos incertos ou programados que costumam interromper a alimentação contínua de uma linha produtiva, a interrupção de uma fase não acarretaria automaticamente na interrupção da fase subsequente ou de todo processo produtivo.

Para Moura (2004) estoque é um conjunto de bens armazenados, com características próprias, e que atende as necessidades da empresa. Slack *et al.* (2002) explicam que estoque é a acumulação armazenada de recursos materiais, em um sistema de transformação com intuito de manter os fluxos de produção contínuos.

Pode-se admitir que um pátio regulador de caminhões funciona como um estoque regulador, com saída cadenciada de acordo com as taxas de processamentos dos terminais. Esses estoques tendem a proporcionar fluxo contínuo e regular no embarque do granel sólido no porto. Esquema verificado na Figura 2.4.

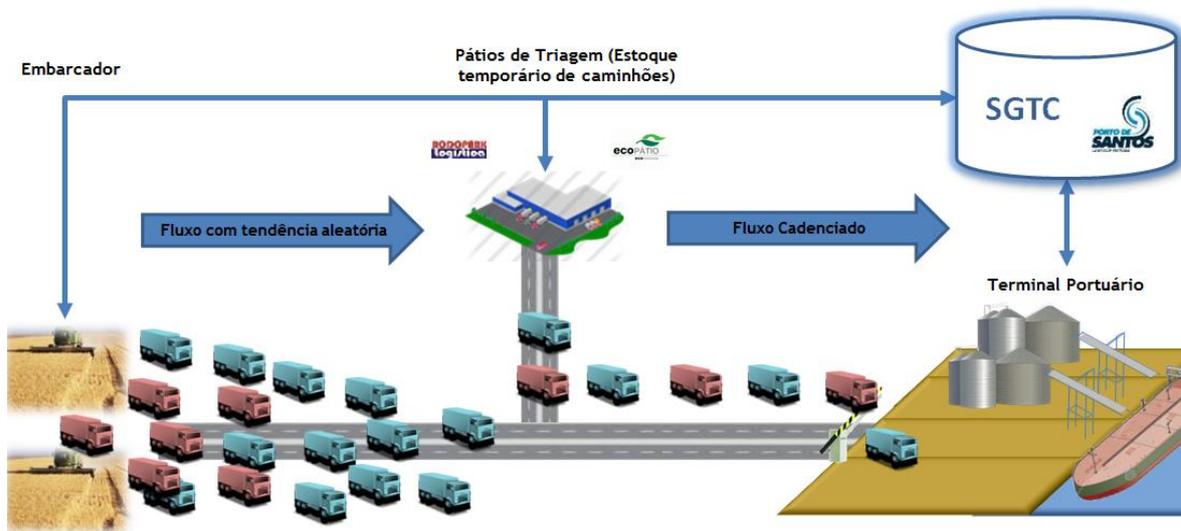


Figura 2.5 – Esquema de funcionamento de pátio de caminhões como estoque regulador.

No pico de movimentação da safra agrícola 2013/2014 (março/2014), registrou-se fluxo máximo de 2.800 veículos em um só dia nos pátios reguladores com destino aos 11 terminais graneleiros do Porto de Santos. Ainda no mês de março, a média por dia de veículos carregados com commodities agrícolas com destino ao porto foi de 2.400 acessos.

Admitindo que 50% dos embarques terrestres são realizados pelo modal rodoviário no Porto de Santos e aplicando à média diária de acessos no mês de março, equivale preencher um navio da classe *Panamax* graneleiro (50.000 toneladas em média por navio) a cada 7 horas.

2.3. REGULAÇÃO DE FLUXOS E CONGESTIONAMENTOS

A Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* – TOC) de Goldratt (1997), sob o viés empresarial, esclarece que se deve balancear o fluxo e não os recursos. Aludindo-se com a sistemática de agendamento de caminhões, procura-se programar o fluxo de veículos de acordo com a disponibilidade de recursos, ou seja, as vias, a capacidade de recepção do porto, etc. Contudo, as empresas têm feito o contrário, ou seja, adaptar os recursos ao fluxo de veículos. A proposta de agendamento compulsório de veículos ao acesso aos portos é uma mudança de cultura e de paradigma, porém os benefícios tendem a se propagar de maneira sistêmicas.

Para Vasconcelos (2006) o congestionamento nas vias está relacionado com a dinâmica do fluxo de veículos nas vias. Ou seja, uma relação direta entre três variáveis fundamentais:

velocidade (km/h), fluxo (veículos/hora) e densidade (veículos/km). À medida que há um aumento de chegadas de veículos em determinada via, ou seja, aumento do fluxo, há uma tendência natural da velocidade dos veículos naquela via diminuírem, ao ponto de a velocidade tender a zero. “Na prática o efeito congestionamento começa a crescer rapidamente quando o fluxo de veículos atinge 70% da capacidade viária, tornando-se mais visível às pessoas que estão na via”, geram-se as externalidades e passivos para toda a sociedade.

Para Taché (1980) uma forma de medir o chamado coeficiente de congestionamento, que exprime a diferença entre as velocidades real e velocidade ideal, como a máxima possível de ser alcançada é dado por: $(C = 1 - \text{Velocidade real} / \text{Velocidade ideal})$. Admitindo que a velocidade real seja uma constante, e que a velocidade real é influenciada diretamente pela variável fluxo (veículos/hora), então a velocidade real certamente sofre influência direta do tipo de chegadas de veículos, sendo aleatório ou determinístico. Logo quando se deseja manter uma velocidade real em níveis aceitáveis, deve-se restringir uma quantidade limite de veículos que irão acessar a via, como o caso de um sistema de regulação de tráfego ou agendamento de caminhões para acesso aos terminais portuários.

2.3.1. SISTEMAS DE AGENDAMENTO

De acordo com Pereira et al. (2005) “Objetivando ordenar melhor a chegada de caminhões aos portos, alguns operadores e terminais portuários criaram as chamadas “janelas de chegada”, que são horários pré-estabelecidos de entrega das cargas no porto. Entretanto, nem sempre as janelas são respeitadas pelo transportador (...).”.

Para Ramírez et al. (2013) uma das alternativas utilizadas para o aumento da eficiência global da cadeia de suprimentos é o agendamento de caminhões. Essa medida tem reduzido significativamente as filas nos terminais de portos ao longo do mundo, como no caso das cidades portuárias de Valparaíso no Chile e Valência na Espanha. O estudo de produtividade nos portos de Nova Iorque e Nova Jersey aponta o agendamento de caminhões como um possível ganho econômico e ambiental.

Em 2002 sucessivos congestionamentos na costa marítima da Califórnia levaram à regulação dos acessos, com o agendamento dos caminhões em Los Angeles, Long Beach e Oakland. A

legislação prevê penalidades para regular a fila de caminhões, tanto para os caminhoneiros quanto para os terminais, que podem evitar as multas estendendo o horário de trabalho ou trabalhando nos finais de semana, proporcionando assim uma maior homogeneidade de carregamento para os dias da semana.

Ramírez et al. (2013) acena que os impactos obtidos com o agendamento de caminhões variam em virtude das características de cada porto, como tendência para exportação ou importação. Porém, em todos os registros, os resultados são positivos, com redução significativa no tempo de espera dos caminhões. A medida tem particular importância para países em desenvolvimento, pois grande parte das transações é de commodities para exportação, com grande volume de baixo valor agregado, fato esse que evidencia a necessidade de redução de custos para aumento da viabilidade das operações. Outro ponto positivo é o fato de a medida, ou seja, o agendamento de caminhões não necessitar de investimento de capital significativo e possibilitar o uso da mesma estrutura portuária como maior eficiência. Os benefícios são verificados por toda a cadeia de suprimentos, como as empresas de transporte rodoviário que podem otimizar suas atividades em virtude da maior disponibilidade dos veículos, inclusive reduzindo o consumo de combustível.

Para Nemecek (2002), o agendamento antecipado de horários nas docas não deve ser subestimado e percebido apenas como um simples controle e apontamentos de horários. O agendamento com hora marcada, executado de forma acurada e eficiente, pode gerar grandes benefícios para todas as partes envolvidas na cadeia logística, trazendo vantagem competitiva para todos os envolvidos.

Pereira et al. (2005) elucidam que as transportadoras na maioria das vezes se apresentam como o elo fraco do sistema e se submetem às duras condições impostas pela indústria, embarcador e terminais, como, aguardar com o produto nos caminhões, até o momento mais “conveniente” para recepção do veículo. Estudos conduzidos pelo Mercer Management Consulting (2000) nos Estados Unidos estimam que existe um sobre preço já absorvido pelo mercado de cerca de 8% nos valores praticados pelas transportadoras em virtude das perdas com gargalos logísticos. “Ninguém paga essa conta sozinho. É uma perda para toda a cadeia de suprimentos.”

De acordo com dados do Instituto Mato-grossense de Agricultura e Pecuária (FOLHA DE SÃO PAULO, 2014), o agendamento de caminhões para o Porto de Santos derivou em redução dos engarrafamentos e em menor tempo de espera para o desembarque, resultando em uma redução em 7% do preço médio do frete.

Estima-se que, no Brasil os gastos com as atividades logísticas correspondam a cerca de 20% do PIB, com base no fato de que os gastos com transporte correspondem em média a 60% dos custos logísticos, pode-se dizer que 12% do PIB nacional seja impactado diretamente pelas atividades de transportes. No aspecto empresarial, a logística tem representatividade cerca de 20% da receita total, ou seja, mais do que o dobro da margem líquida média (8%). Assim, qualquer redução nos custos logísticos impacta fundamentalmente as margens, ou seja, influenciando diretamente o lucro das empresas. (FLEURY et al., 2000 p. 30 -31).

2.3.2. FILAS

A teoria das filas como uma área de estudo da Pesquisa Operacional visa entender por meio de modelos probabilísticos de processos estocásticos o fenômeno de formação e dissipação de filas.

“Os primeiros estudos sobre as aplicações dos modelos de filas datam do início do século passado em 1909, quando Erlang, em seu trabalho *Probabilidade e Chamadas telefônicas* estudou o problema do congestionamento de sistemas telefônicos. Dessa época até os dias de hoje o modelo de fila foi estudado para diversas aplicações e foram desenvolvidos vários estudos, principalmente para áreas de transportes” (RUSSIANO, 2010. p. 13).

“A previsão do comportamento das filas permite o dimensionamento adequado das instalações, equipamentos e infraestruturas necessárias a um processo de atendimento de demanda” (NOVAES, 1975). Continua esclarecendo que, os problemas de filas e armazenagem no setor de transportes, apresentam-se com implicações econômicas exigindo um tratamento racional do fenômeno.

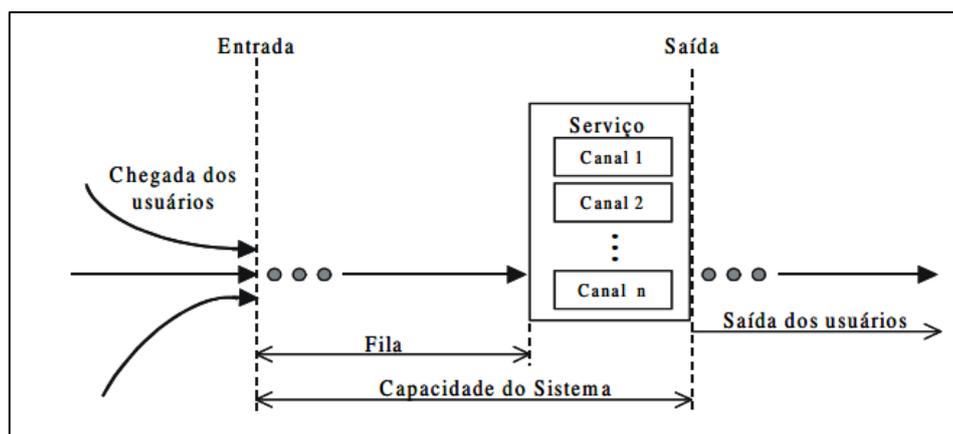


Figura 2.6 – Esquema de um sistema com filas.

Conforme ilustra a Figura 2.6 e ainda segundo Hillier & Lieberman (2008) as chegadas são representadas pelo número de elementos que necessitam de atendimento, o conjunto desses elementos é chamado de população solicitante. Já o mecanismo de atendimento (serviço) é conhecido como o processo pelo qual o servidor atender a fila, sendo essa, conhecida como o local onde os clientes ou usuários esperam antes do atendimento. Uma fila é caracterizada pelo número máximo de clientes que ela pode conter.

Em transportes, fundamentalmente, as disciplinas de filas seguem comportamento de não desistências, ou seja, ao chegar ao sistema, caso um veículo se depare com filas, esse veículo deve aguardar à dissipação da fila para fazer a entrega ou coleta da mercadoria, logo os modelos para transportes são de sistemas fechados sem alternativas. Os modelos de filas que se adequam ao estudo de capacidades no setor de transporte devem obedecer à adoção da simbologia proposta por Kendall, um modelo de filas nesses moldes deve ser representado pela seguinte notação: $X/Y/C$, em que:

- X representa o processo de chegadas;
- Y indica o tipo de distribuição dos tempos de atendimento; e
- C apresenta o número de posições de atendimento.

Segundo Moreira (2007), “teoria das filas é um corpo de conhecimentos matemáticos, aplicado ao fenômeno das filas.” De maneira universal, trata-se de um processo de chegadas de clientes (ou produtos) a um sistema de atendimento (beneficiamento, produção) para receber um ou mais tratamentos ou serviços, executados por certa quantidade de servidores. Nesse sentido, as formações de filas ocorrem uma vez que a demanda pelos serviços ou

processos são geralmente maiores do que a capacidade desses sistemas em atender os eventuais picos de demanda.

Baseado no modelo de atendimento de filas propostos por Morse (1962) em que uma fila pode ser analisada em duas etapas. Na primeira etapa se idealiza um subsistema retentor, ou organizador - constituídos por várias unidades (K) de “pré-serviços” – nas quais os usuários aguardam à liberação para a próxima etapa. O tempo de atendimento seria exponencial com média de $(1/\text{Taxa de chegadas})$. Quando a última posição (K) estiver liberada, um novo elemento seria admitido ao sistema. Aceita-se ainda que o processo de chegadas responde à uma distribuição exponencial, à medida que (K) cresce (vagas de pré-atendimento), a dispersão relativa da distribuição para próxima etapa diminui, atingindo a situação determinística quando $K \rightarrow \infty$.

Na Figura 2.7 o diagrama se apresenta de maneira favorável à ideia proposta por Morse, sistema com auxílio de pátios reguladores (bolsões de absorção/pulmões), esses se comportam como subsistemas de dispersão das chegadas de veículos. Tão logo processados, os veículos partem para atendimento determinístico à fila da segunda etapa de descarga nos (T) terminais portuário.

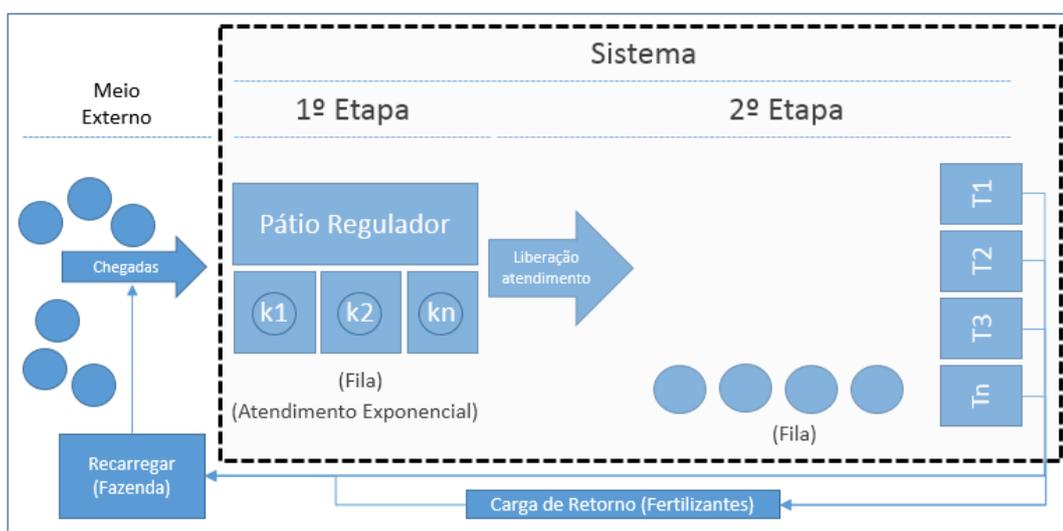


Figura 2.7 – Diagrama de Filas em duas etapas.
Fonte: Adaptado de Morse (1962).

Este capítulo se propôs apresentar a eficiência buscada no processo de transporte, em especial dos veículos que se dirigem aos terminais portuários. Relacionando o processo com o

planejamento e gerenciamento do t enuo compasso entre a regulação do fluxo de demanda e a capacidade de atendimento de um sistema. Os objetivos de um sistema de atendimento bem planejado e gerenciado é a redução de eventos de filas e a redução do tempo morto (caminhões parados), proporcionando a redução dos custos totais e aumento da produtividade média por veículo. Essa relação   expressa na Figura 2.8.

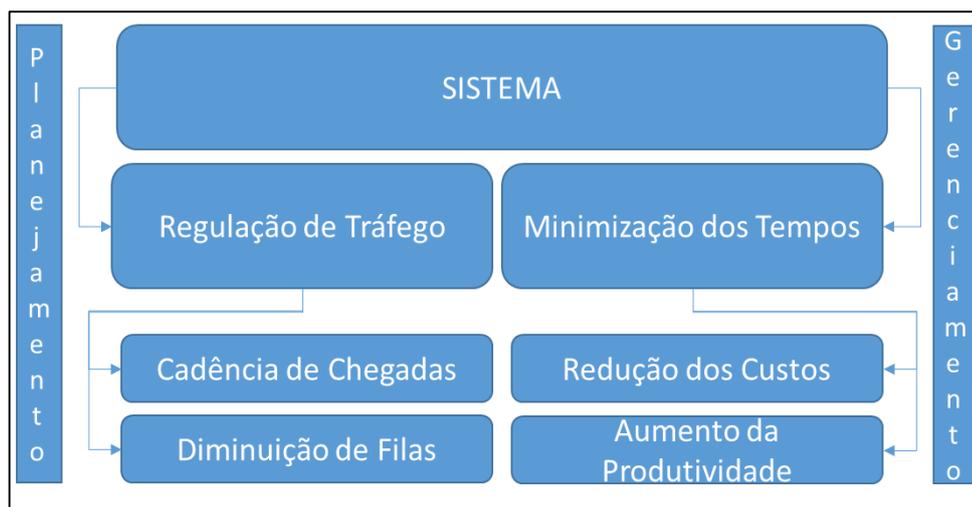


Figura 2.8 – Funcionamento lógico proposto do sistema estudado.

3. PROPOSTA DO MÉTODOS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA

3.1. DESCRIÇÃO E APRESENTAÇÃO DO MÉTODOS

O trabalho traz uma situação problema e pretende verificar hipótese previamente levantada. Logo, o método de abordagem utilizado foi o Hipotético-Dedutivo, com análise quantitativa e qualitativa dos dados, submetidos a tratamento estatístico de interpretação de resultados.

A amostra foi dada pela observação dos registros do Sistema de Gestão de Tráfego de Caminhões (SGTC) da CODESP e dos sistemas de gerenciamento de acessos dos pátios reguladores. A m dia diária registrada de caminhões graneleiros que acessam os terminais do Porto de Santos foi de 2.000 veículos para o período analisado.

Os dados foram submetidos a análises estatísticas e inferenciais utilizando os suplementos: *Análise de Dados* e o *Action* do programa de computador MS-Excel.

À medida que o método foi sendo aplicado, os produtos de cada etapa foi gerando informações pertinentes das variáveis que explicam o desempenho do sistema. Portanto, a aplicação do método se deu de maneira conjunta com a aplicação do estudo de caso.

3.2. ETAPAS DA PESQUISA

As etapas e a metodologia foram estabelecidas com critérios que conduzem às análises da performance de um sistema de atendimento com formação de filas, por meio de parâmetros de desempenho à luz da teoria das filas.

Procurou-se sempre que possível, seguir os procedimentos básicos para aferição estatística das variáveis que possam explicar o fenômeno em estudo, sou seja:

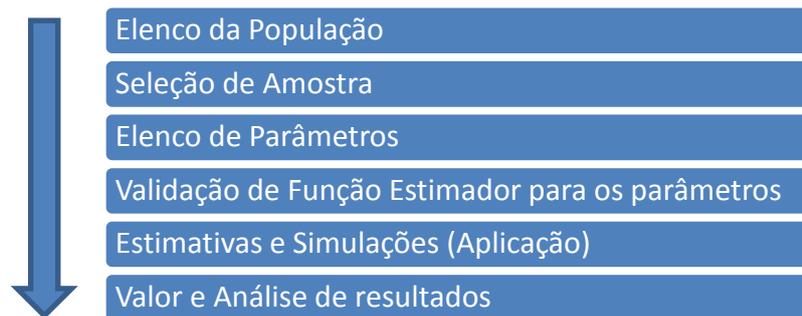


Figura 3.1 – Procedimentos para tratamento de variáveis estatísticas.

O conjunto de procedimentos se apresenta no quadro resumo da Figura 3.2.

Diagnóstico e Seleção da amostra	Escolha do período que melhor representa o fenômeno de estudo. População: Total de chegadas de veículos que acessam o Porto de Santos pelo modal rodoviário; Amostra: Pico de acessos, Março de 2014.
Validação dos tempos de atendimento	Testes estatísticos para extrair e validar o estimador função densidade de probabilidade dos tempos médios de processamento. População: Total de registros para março de 2014 (73.749 acessos); Amostra: Registros com informações de entrada e saída dos pátios (61% da população).
Dimensionamento de capacidades	Estimar quantidade de canais de atendimento (vagas) para processamento da amostra crítica (máximas chegadas). Aplicação dos parâmetros para cálculo de capacidade;
Simulação e inferência de resultados	Cálculo de parâmetros de nível de serviço. Modelo de otimização para arranjo das capacidades (vagas).

Figura 3.2– Quadro resumo do método.

3.3. PROCEDIMENTOS, MÉTODOS, FORMULAÇÃO E APLICAÇÃO

3.3.1. DIAGNÓSTICO

3.3.1.1. Análise de carregamento nos terminais por modal

As estatísticas de embarque ao longo do ano de 2014 (janeiro a novembro) nos terminais de Granel Sólido Vegetal (GSV) são apresentadas na Figura 3.3.

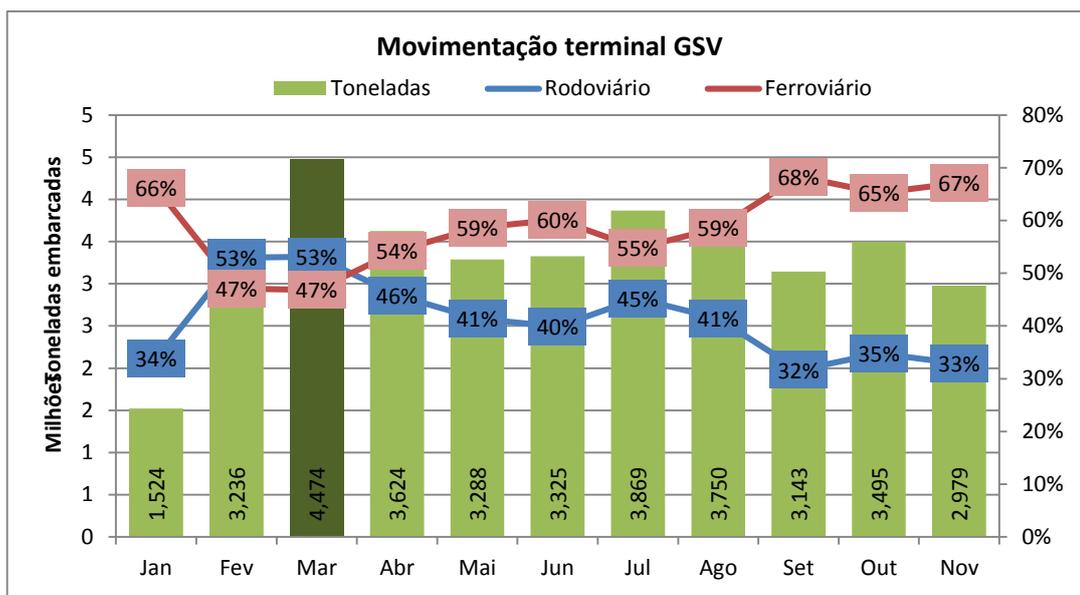


Figura 3.3 – Carregamento de GSV e % de embarque por Modal.
Fonte: CODESP (2014).

Verificam-se, a partir do gráfico da Figura 3.3, que o mês de março foi o mais significativo no ano de 2014 para o embarque de GSV. Diferentes proporções de embarque pelos modais rodoviário e ferroviário ao longo do ano também foram observadas. A movimentação rodoviária supera a ferroviária apenas em fevereiro e março. Esse fato provocou uma análise mais detalhada da série histórica de embarques a ser apresentada no item a seguir.

3.3.1.2. Análise de variância rodoferroviária

A análise de variância é utilizada quando se quer verificar as diferenças amostrais observadas (causadas por diferenças significativas nas populações observadas) ou casuais (decorrentes da mera variabilidade amostral). Desse modo, essa análise parte do pressuposto de que o acaso só produz pequenos desvios, sendo as grandes diferenças geradas por causas reais.

Logo, foram distribuídos, conforme Figura 3.4, os volumes de acesso por carregamento unitário (vagão e caminhão) para o granel sólido vegetal (GSV) no Porto de Santos ao longo de 2014.

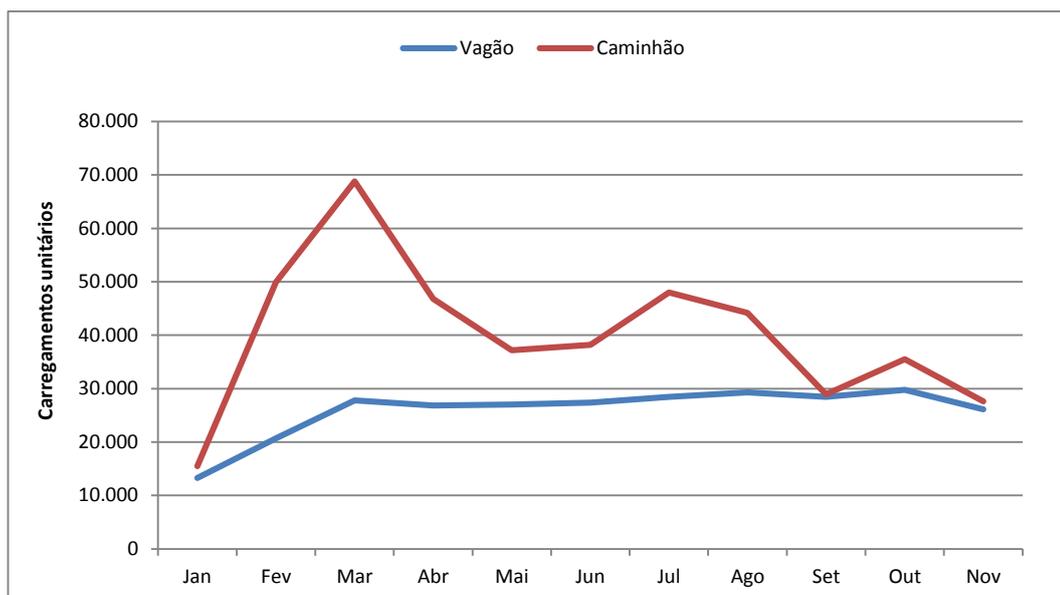


Figura 3.4 - Evolução de carregamentos (Caminhões e Vagões).

Observa-se na Figura 3.4 que, aparentemente há variabilidade ao longo do ano no embarque do GSV no modal rodoviário, o que não é percebido para a série ferroviária. Portanto, procedeu-se um teste para análise de variância em relação ao carregamento total em toneladas por tipo modal. Utilizou-se a variável tonelada com intuito de igualar-se as escalas de comparação.

Os resultados dos testes apresentam-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Análise de variância de carregamento Rodoferroviário

	Toneladas Totais	Toneladas Caminhão	Toneladas Trem
Média	3.336.892	1.403.917	1.932.975
Variância	5,31965E+11	2,431E+11	1,33055+11
Observações	11	11	11
gl	10	10	10
F	-	2,188254424	3,998075057
P (F ≤ f) uni-caudal	-	0,116406376	0,019613261
F crítico uni-caudal	-	2,978237016	2,978237016
Resultado		Variâncias Iguais	Variâncias diferentes

Com 95% de robustez estatística (alfa de 5%), a variação de toneladas embarcadas do granel sólido vegetal no Porto de Santos pelo modal ferroviário não é influenciada pela variação da demanda de carga (toneladas totais embarcadas). Já a variação de toneladas embarcadas provenientes do modal rodoviário, provavelmente acompanha as oscilações de demandas totais do GSV.

O modal ferroviário no embarque do granel para o Porto de Santos supostamente contém um limitante de capacidade estrutural ou nominal, número possivelmente próximo do valor máximo observado na série histórica de para o ano de 2014 (2.279.761 t). O limite superior é correspondente a aproximadamente 30.000 vagões e média mensal de (1.932.975 t) correspondente a 25.400 vagões.

Derivada da segunda análise, pode-se inferir que, acima de 2,3 milhões de toneladas, toda a demanda restante deverá ser carregada por caminhões, análise útil para efeitos de planejamento de cotas de acesso ao sistema de agendamento de caminhões e seus acessos à região portuária.

3.3.2. SELEÇÃO DA AMOSTRA DE CHEGADAS DE VEÍCULOS

A proposta de agendamento de veículos para os pátios reguladores, que atuam como bolsões de absorção, com função de diminuir às dispersões de chegadas, foi validada conforme análise gráfica da Figura 3.5. Procurou-se verificar a regularidade não somente nas chegadas às janelas de agendamento aos pátios reguladores (índices % de chegadas na janela), mas também se há propagação de regularidade e distribuição homogênea para às chegadas de caminhões graneleiros proveniente dos pátios reguladores aos terminais portuários.

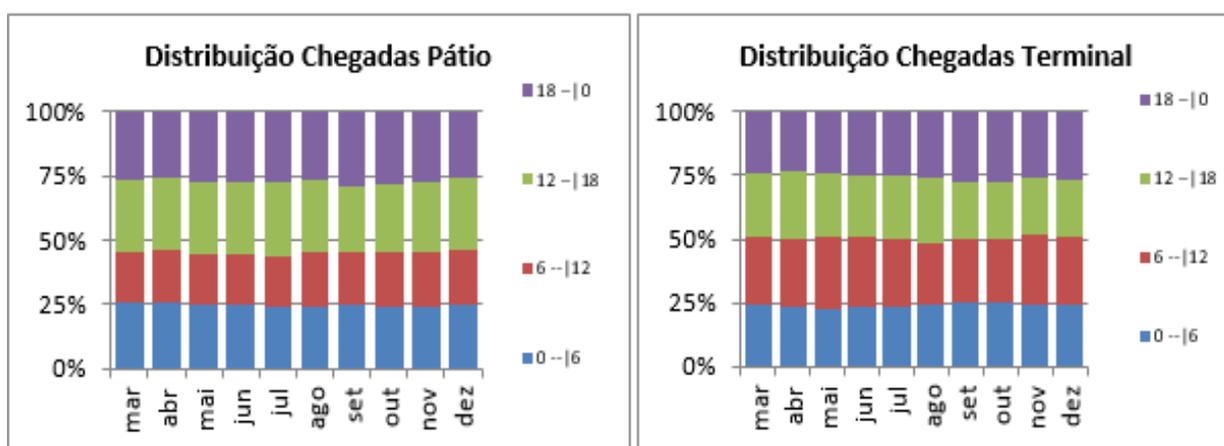


Figura 3.5 – Distribuição de chegadas ao longo dos meses (pátio x terminal).

Na Figura 3.5, verifica-se à esquerda, a distribuição de chegadas médias para os pátios reguladores, enquanto o gráfico à direita expressa à distribuição de chegadas para os

terminais. Aparentemente a janela das 12h até 18h (verde) é a janela com maior volume de chegadas para os pátios reguladores, mas essa diferença tende a ser amortecida às chegadas aos terminais portuários.

Abaixo, apresenta-se o resumo das distribuições de chegadas médias para todo ano de 2014.

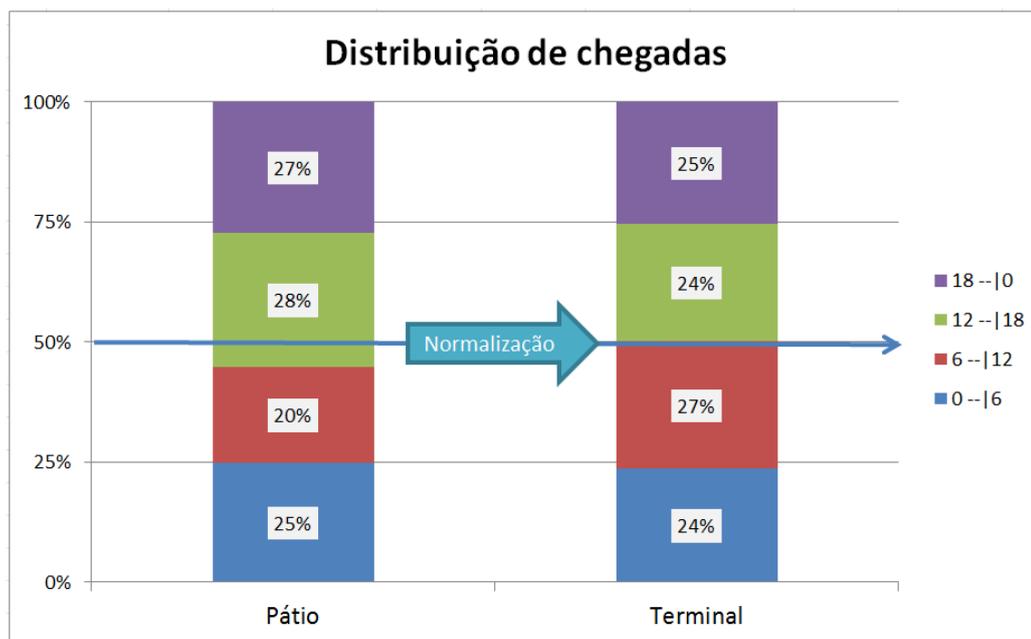


Figura 3.6 – Resumo da distribuição de chegadas para o ano de 2014(pátio x terminal).

Embora não exista gerência do sistema SGTC para às puxadas dos pátios aos terminais (critério da operacionalidade do próprio arrendatário ou terminal portuário), aparentemente a sistemática de agendamento para os pátios reguladores se apresenta com a eficácia desejada - uma vez que normaliza às distribuições de chegadas por janela. Ex.: Chegadas de veículos na primeira metade do dia nos pátios correspondeu 45%, já para os terminais foi de 51%.

Na Figura 3.7, apresentam-se os desvios médios ao longo dos meses, ou seja, métrica relativa ao desvio padrão das chegadas às quatro janelas do dia.

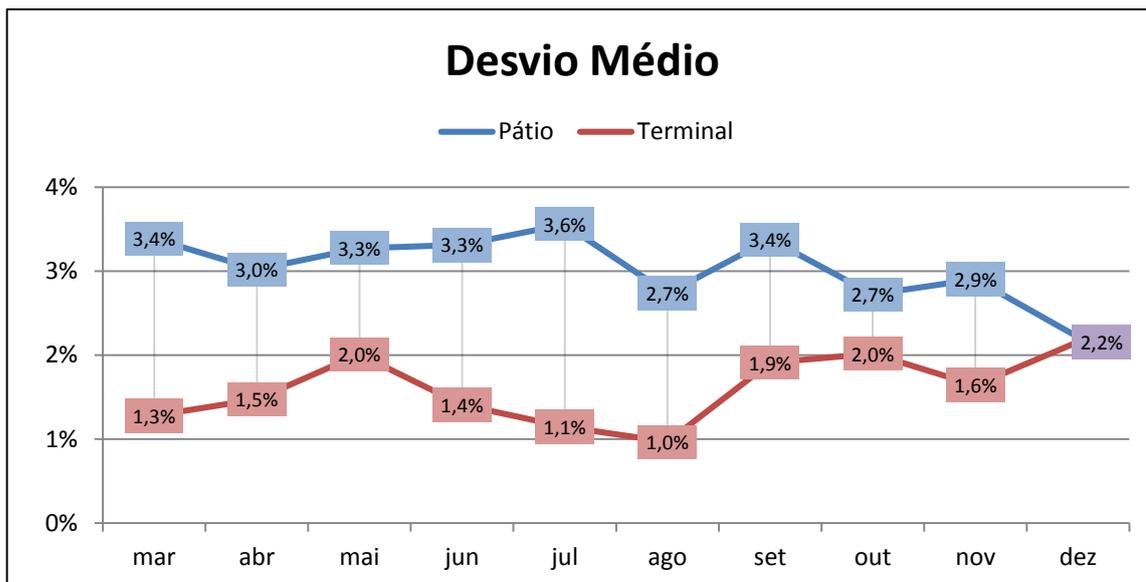


Figura 3.7 – Evolução de desvio de janela de pátio e terminal.

Fazendo a leitura do gráfico na Figura 3.7, aparentemente, ao longo do ano, observa-se uma tendência de queda nos desvios médios para as chegadas dentro das janelas dos pátios regulador, ou seja, se o índice for (0%) de 2.000 caminhões recepcionados (média diária para os meses de safra) foram distribuídos de maneira igual em 500 caminhões para as 4 janelas de 6 horas do dia, ou seja, 84 caminhões por hora.

O gráfico apresentado na Figura 3.7 sugere ainda que, há uma tendência na diminuição dos desvios de chegadas dos pátios em relação os terminais, em março eram de 2,1 pontos e, em dezembro, praticamente não existiu. Sugere-se então que, pode estar havendo um esforço e aprendizado contínuo por parte das cadeias logística dos terminais em adequar a operação de descarga de veículos à sistemática de agendamento para os pátios reguladores.

As análises permitem concluir que, de regra, com índices aceitáveis de agendamento e chegadas na janela nos pátios reguladores, há uma tendência natural que às chegadas nos terminais também respeitem à organização proporcionada pelo sistema. Portanto, considera-se aqui que, o sistema de agendamento proporciona normalização não somente nas chegadas aos pátios reguladores, mas também nas chegadas aos terminais portuários.

Admitindo que os pátios reguladores surtiram o efeito desejado de amortecer as variações de chegadas e cadenciar às puxadas de veículos para o porto, assumiu-se os pátios como as estruturas críticas e centrais de processamento do sistema.

3.3.2.1. Chegadas aos Pátios reguladores

A seleção da amostra se deu pela escolha do período do ano em que se observou maior movimentação de veículos, especificamente o mês de março, conforme se pode ver na Figura 3.8. A figura apresenta o volume recebido de veículos transportadores de granel sólido vegetal com destino ao Porto de Santos ao longo do ano de 2014.

A Resolução número 14/2014 da CODESP obriga todos os caminhões agendados ou não a passarem nos pátios reguladores antes de se destinarem aos terminais portuários que ficam a cerca 20 km de distância. Os meses de fevereiro, março e abril e maio são, tradicionalmente, os que apresentam maior movimentação de caminhões carregados de soja com destino aos Portos de Santos e Paranaguá. Esse período é marcado pela safra de soja, que nos últimos anos vem assinalando recordes de produção e exportação ano após ano.

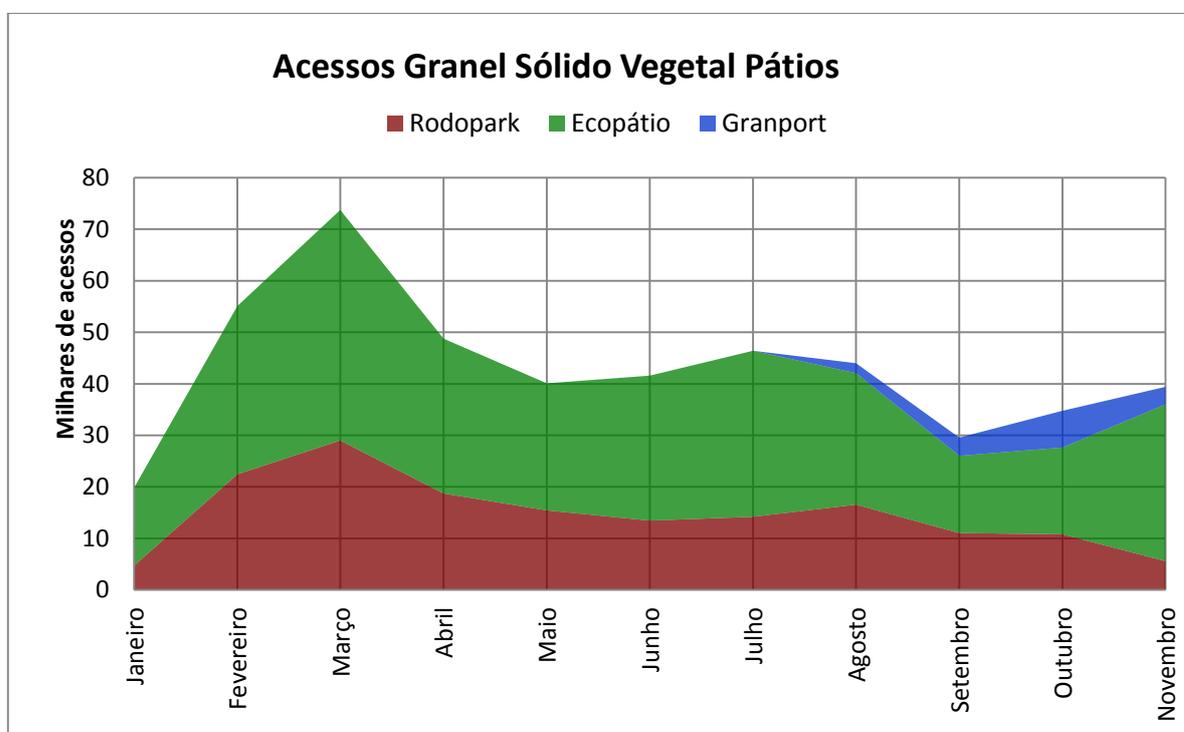


Figura 3.8 - Acessos aos pátios reguladores para o Porto de Santos (2014).
Fonte: Sistemas dos pátios reguladores.

Analisando o gráfico consoante na Figura 3.8, para o ano de 2014, o mês de março apresentou 16% dos acessos (menos dezembro), ao passo que a média distribuída para todos os outros meses foi na 9%.

Verifica-se que há um segundo pico de movimentação nos meses de julho e agosto, esses são meses da safra de açúcar, que tem a exportação essencialmente movimentada pelo Porto de Santos. Por volta de 80% do açúcar exportado no país sai pelos terminais do Porto de Santos (ANTAQ, 2014). O açúcar também tem sua natureza de carga classificada como granel sólido vegetal, logo os veículos que transportam tal produto são obrigados a fazer o uso dos pátios reguladores para agendar o acesso ao porto.

3.3.2.2. Validação da distribuição de chegadas

Verificou-se que, para a amostragem considerada (março/2014), os dias úteis da semana apresentaram volumes de recepção de veículos significativamente maiores que nos dias não úteis (30% a mais) conforme Figura 3.9.

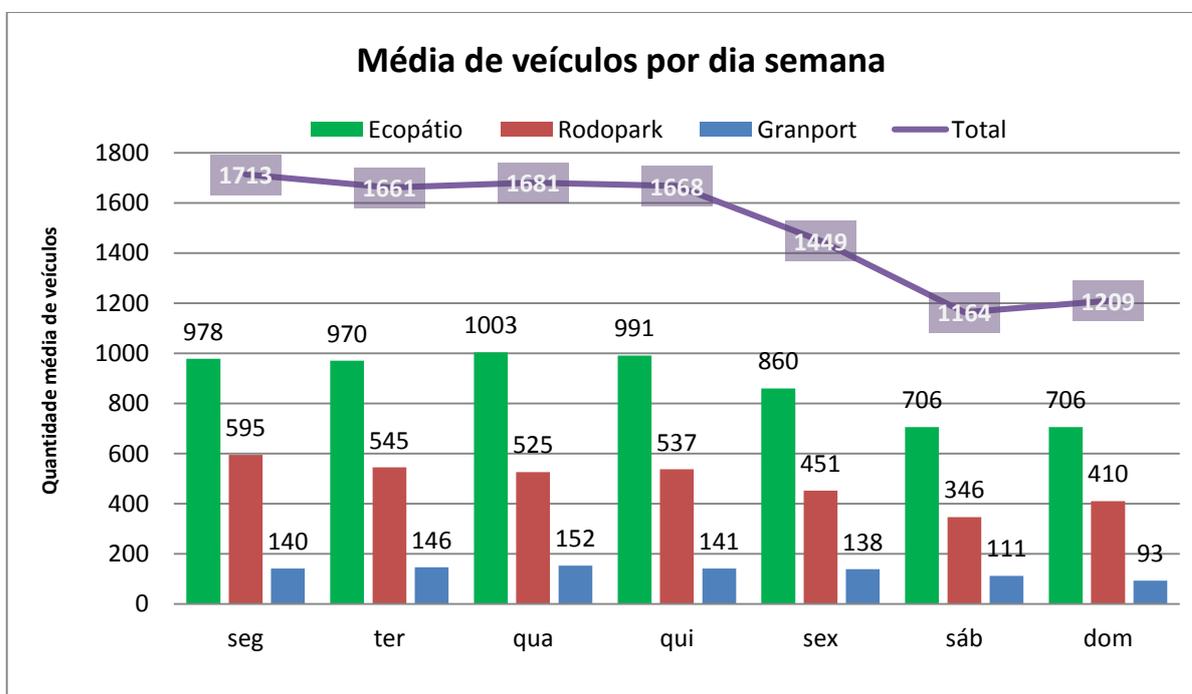


Figura 3.9 - Acessos aos pátios reguladores para o Porto de Santos (2014).
Fonte: Sistemas dos pátios.

Partiu-se então para verificação da distribuição que melhor explica o comportamento de chegadas de veículos (estimador) nos dias úteis da semana para a amostra considerada (março

de 2014). Realizado sucessivos testes, verificou-se que a distribuição que melhor adere ao parâmetro chegadas foi à distribuição Normal conforme Figura 3.10.

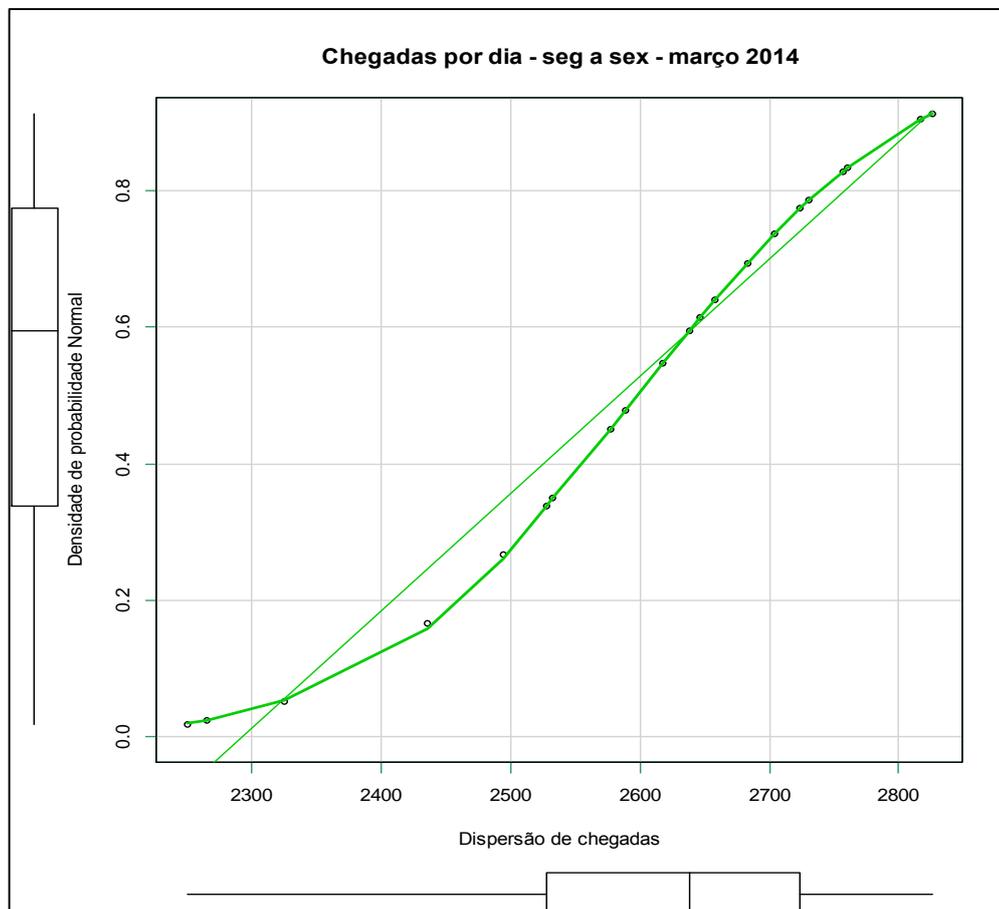


Figura 3.10 - Plotagem de frequência de chegadas e curva Normal.
Fonte: SGTC. Elaborado pelo autor.

Validada a distribuição, pode-se estimar com intervalo de confiança de 95% o volume máximo de chegadas de veículos, que para o caso específico foi de 2.875 veículos, ou seja, em 95% dos dias avaliados para um mês de maior movimentação, as chegadas de caminhões graneleiros não devem ultrapassar 2.875 acessos. Vale salientar que as chegadas máximas para o ano de 2014 foi observado no dia 05 de março com 2.826 acessos.

Uma vez analisado o comportamento das chegadas, partiu-se então para a seleção e levantamento de todos os tempos de permanência dos veículos que acessaram os pátios reguladores no mês de março/2014.

3.3.3. SELEÇÃO DA AMOSTRA DE PROCESSAMENTOS

Por motivos de inconsistência na base de dados, construída através da união das consultas dos dois pátios reguladores, foi realizado tratamento de dados para expurgar os registros dos veículos da amostra original que não apresentaram registro de hora e dia de entrada no pátio e/ou registros de hora e dia de saída do pátio. Registros sem essas informações impossibilitariam o cálculo para tempo de permanência do veículo no sistema, o que poderia corromper a massa de dados para os tempos médios de processamento, sendo esse um dos parâmetros da aplicação do método proposto.

- Registros de acessos aos pátios reguladores em março (População): 73.749 acessos;
- Registros de acessos aos pátios reguladores em março com hora e dia de entrada e saída (Amostra): 45.357 acessos.

Ou seja, 61% da amostra (mês de março) foi considerada para efeito dos cálculos à estimativa dos tempos de processamento.

3.3.3.1. Validação da distribuição dos tempos de atendimento

Uma vez selecionada a população e a amostra, procederam-se testes estatísticos para extrair e validar os tempos médios de processamento (parâmetro de teste) dos 45.357 veículos que apresentaram suas placas detectadas pelos sistemas *Optical Character Recognition - OCR* dos pátios reguladores. Essa etapa é importante para validar ou aproximar-se do estimador estatístico da função probabilidade que se busca para o determinado parâmetro, aqui sendo o tempo médio de estadia nos pátios.

A Figura 3.11 apresenta a distribuição dos tempos de atendimento para a amostra considerada.

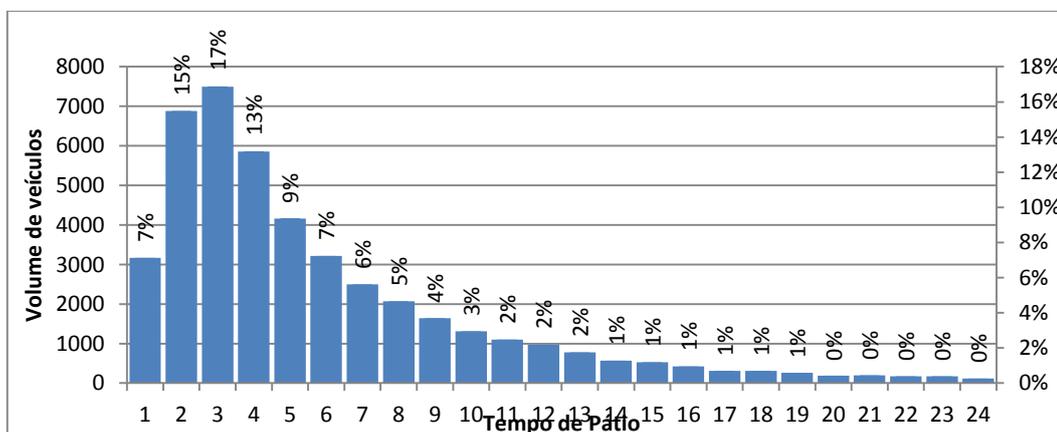


Figura 3.11 - Histograma de Tempos de pátio em horas.

Adotou-se regra de arredondamento para o próximo número inteiro para efeitos de facilidade de cálculos, ou seja, se um caminhão permaneceu 0,67 hora, logo será considerado 1 hora, se apresentou 3,43 horas, logo será considerado 4 horas e assim por conseguinte. Apresenta-se a tela de testes para distribuições realizada através do aplicativo de análise estatística de dados *Action* na Figura 3.12.

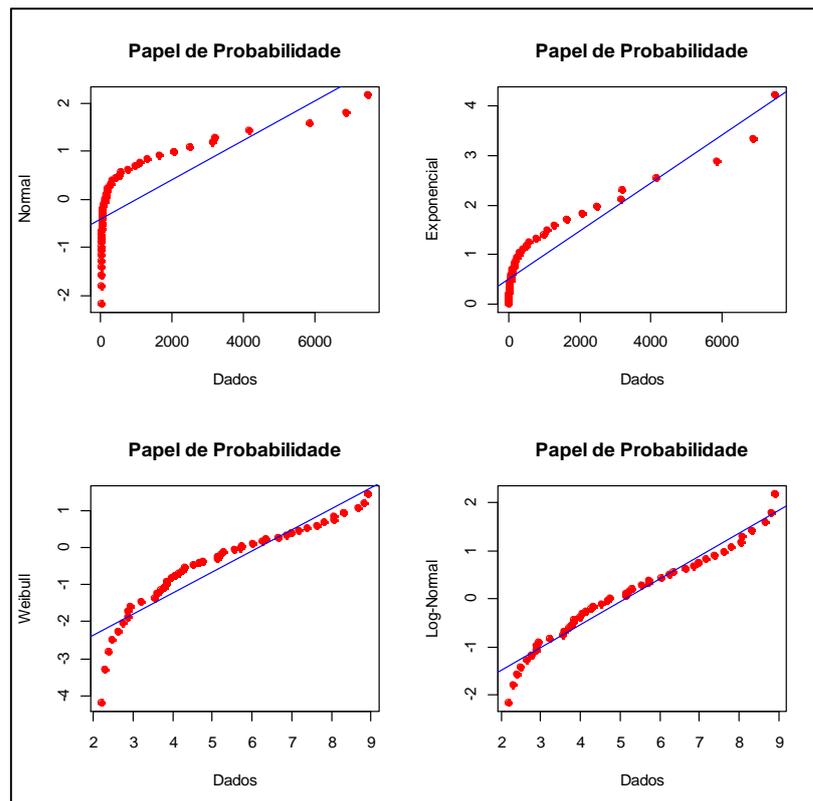


Figura 3.12 – Teste Anderson-Darling para identificação de distribuição.

Tabela 3.2 – Parâmetros de testes de distribuição para tempos de atendimento.

IDENTIFICAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO			
DADOS DO PROCESSO			
Distribuição	Anderson-Darling		P-Valor
Normal	7,769332	=	2,99E-19
Exponencial	20,60838	<	0,005
Weibull	1,315763	<	0,01
Log.Normal	0,701818	=	0,062567

O teste Anderson-Darling (STEPHENS, 1974) trata-se de uma modificação do teste Kolmogorov-Smirnov (KS) e testa a hipótese de o conjunto de dados analisados não ser de uma determinada distribuição através da análise crítica do P-Valor.

Logo, analisando a Tabela 3.2 à luz da crítica do P-Valor, verifica-se uma probabilidade maior do que 5% (P-Valor = 0,062567) em cometer-se erro ao se rejeitar à hipótese dos tempos de processamentos nos pátios reguladores não se comportarem de acordo com a distribuição Log. Normal.

As estatísticas descritivas dos tempos de atendimento são apresentadas na tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Índices da amostra tempos de atendimento

Índices	Valor
Média	6,26727918
Desvio Padrão	5,85821693
Mediana	4,57853533
1º Quartil	2,68290807
3º Quartil	7,81353113

3.3.4. DIMENSIONAMENTO DE PARÂMETRO DE CAPACIDADE

Com finalidade prática considerada aqui neste trabalho, preferiu-se usar medidas conservadoras, tanto para o parâmetro da taxa de chegadas (λ) como para o tempo de atendimento (μ) com efeitos às implicações de mensuração da (estimativa) de capacidade do sistema (c). De acordo com a teoria das filas, as relações entre essas três variáveis condicionam ao desempenho do sistema. Verificar essa performance do sistema de agendamento de caminhões constitui objetivo central desta pesquisa.

Elucida (NOVAES, 1975) “a distribuição dos tempos de atendimento não é tão importante para valores grandes de c , nesses casos, emprega-se o modelo M/M/C sem grande erro (e a favor da segurança)”. Corrobora ainda afirmando que as filas do tipo G/G/C, (distribuições genéricas) apresentam grandes dificuldades analíticas, aconselhando-se o emprego da simulação ou modelos aproximados ao M/M/C.

Ainda que seja aconselhável a utilização de modelos de fila convencional (M/M/C) para aproximações de (c) muito grandes, esse modelo pressupõe que a distribuição de chegadas é aderente à uma exponencial de Poisson.

Contudo, para esta pesquisa, a hipótese de as chegadas de caminhões ser aderente a uma distribuição exponencial foi violada, conforme item 3.3.2.2. Tão pouco as chegadas se comportaram de forma determinística, programadas ou reguladas (caso do agendamento pleno de veículos), que através das janelas de agendamento, impediria a ocorrência da aleatoriedade das chegadas.

Para HILLIER (2008) existem três modelos disponíveis que não consideram as chegadas regidas pela distribuição de Poisson, são elas:

- (GI/M/s) que não impõe nenhuma restrição sobre qual deva ser a distribuição de tempos entre atendimentos;
- (D/M/s) supõe que todos os tempos entre atendimentos sejam iguais a alguma constante fixa, que conceberia um sistema de filas em que chegadas são programadas em intervalos regulares;
- (Ek/M/s) supõe uma distribuição de Erlang de tempos entre atendimentos, que fornece um meio termo entre chegadas regularmente programadas (constantes) e completamente aleatórias (exponenciais).

HILLIER (2008) ainda sugere que existem 3 modelos para distribuições não exponenciais, tanto para às chegadas como para os tempos de atendimento. Esses modelos combinam distribuição determinística (puramente programadas com taxas constantes) com distribuição de Erlang, essa que fornece um meio termo entre chegadas regularmente programadas (constantes) e completamente aleatórias (exponenciais).

Contudo, para este trabalho, verificou-se chegadas regidas pela distribuição Normal com processamento aderentes à distribuição Log Normal. Desta forma, só seria possível uma aproximação a um modelo genérico do tipo (G/G/s). Logo, optou-se conservadoramente por utilizar modelo genérico fortemente embasado na literatura de filas.

Muitos trabalhos elencam a Lei de Little (1961) como apropriada para problemas gerais de capacidades e filas.

John Little no início dos anos 1960 desenvolveu uma das mais poderosas conclusões em teoria das filas, pautando o tamanho médio do sistema estabilizado com o tempo médio de espera dos clientes. Para tanto, relaciona duas variáveis básicas, ou seja, (L) que corresponde ao número de usuários no sistema e (W) que corresponde ao tempo médio de atendimento para cada usuário.

Tijms (1994) cita que a fórmula de Little é conveniente para quase todos os sistemas de filas. Wolff (1989) reforça dizendo que, a fórmula de Little é sempre válida para propósitos práticos.

Para FERREIRA (1998) as filas do tipo (GI/G/s), tem relação fundamental com a fórmula de Little. Admite-se em situações de perfeito equilíbrio que, os (L) usuários levam em média $1/\lambda$ para chegar. Em situação estacionária de equilíbrio o sistema seria dado por:

$$L(1/\lambda) = W \Rightarrow L = \lambda W$$

Ainda de acordo com Ferreira (1998) conceituando a relação (fórmula de Little), tem-se que, desde de que cada um dos (m) servidores suportem em média a mesma carga, então a fração do tempo em equilíbrio que um dado servidor está ocupado = $\lambda E/m$.

Ou seja, na fila GI/G/m, em particular, a fração do tempo em equilíbrio que um dado servidor está ocupado é igual a ρ (nível de utilização do sistema).

Ao menos que as chegadas e os atendimentos sejam determinísticos e organizados (não é o caso do fenômeno de chegadas de caminhões) quando $\rho = 1$, não será observado estado de equilíbrio. A aleatoriedade sempre evitará a dissipação da fila, de forma que, a mesma crescerá sem limites.

NOVAES (1975) expressa que o índice de congestionamento do sistema é dado pela relação direta da demanda e a capacidade média do sistema, em um mesmo intervalo de tempo. Apresenta-se tal relação na equação (1).

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu \cdot c} \quad (1)$$

Em que:

ρ = Índice de congestionamento do sistema;

λ = a frequência de chegadas considerada;

μ = 1 / o tempo de atendimento;

c = Quantidade de canais de atendimento.

Dessa forma, de posse da taxa média de atendimento e a taxa média de chegadas, o número médio de servidores em paralelo exigidos para garantir o estado de equilíbrio pode ser previamente calculado através do menor c que satisfaça a equação $\lambda/c\mu < 1$.

Para casos típicos em transporte, (NOVAES, 1975) explica que as demandas são sempre atendidas na ordem de chegadas não havendo desistência (...) dessa forma, o atendimento se constitui a válvula de controle da operação, ou seja, controla-se o desempenho de um sistema através do aumento ou diminuição do número de posições de serviço (c).

Aplicação

Para esta pesquisa, com distribuição de chegadas aderente a uma Normal e distribuição dos tempos de atendimento sendo uma Log. Normal, não foram encontradas na bibliografia, modelos consagrados de filas que representem essas duas distribuições simultaneamente. Logo, aplicou-se conservadoramente o modelo das relações de Litte para análise de performance do sistema.

Consideraram-se, chegadas máximas (aplicando 95% da densidade probabilidade Normal), ou seja, (λ) = 2.875 acessos em um mesmo dia e o tempo de atendimento médio (μ) constante de = 6,26h. Vale salientar aqui que, foi considerada amostra crítica relativa ao mês de março de 2014 (pico da safra).

Pode-se então estimar a quantidade de canais de atendimento (vagas) necessárias para a recepção de caminhões no sistema para o estado de equilíbrio estacionário.

Procedeu-se então, o cálculo da quantidade de canais (c) ou unidades de atendimento expresso na equação (2).

$$Lc = \lambda \cdot W, \quad \text{para } Lc = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

onde:

Lc = quantidade de vagas;

λ = frequência de chegadas de caminhões;

W = tempo médio de atendimento;

Desenvolvendo, tem-se que, ao aplicar as chegadas máximas consideradas com o tempo médio de atendimento, obteve-se $Lc = 750$ vagas nominais para o alcance do estado estacionário perfeito.

Aplicando ainda a fração de utilização para um dado servidor, com $\lambda = 2875/24h$, $E = 6,26h$ e $c = 1.400$ vagas atuais, ou seja $= \lambda E/c = (\rho) = 0,53$. Logo, a fração do tempo que um servidor estará ocupado é de 53% (admitindo que cada um dos c servidores suportem em média a mesma carga).

Aplicando o nível de serviço (ρ) de 0,7 imprescindíveis para que não se observe formação de filas aleatórias, seriam necessárias aproximadamente 1.050 unidades de atendimento (c) ou vagas estáticas de estacionamento para atender à demanda de caminhões em um eventual mês pico de safra. Esses resultados são apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Análise de simulação.

	Cenários			
Parâmetros				
Chegadas (λ)	3.750	2.875	2.875	2.875
Tempo médio de atendimento (W)	6,26	6,26	6,26	6,26
Vagas (c)	1.400	1.050	1.400	750
Nível de Serviço (Teoria das filas)				
Taxa de utilização (ρ)	70%	70%	53%	100%

Na prática, a quantidade de vagas que foi previamente dimensionada pela CODESP atendeu confortavelmente o nível de serviço teórico de 0,7 (índice considerado plausível para absorção ótima de variação de demandas) conforme Figura 3.13.

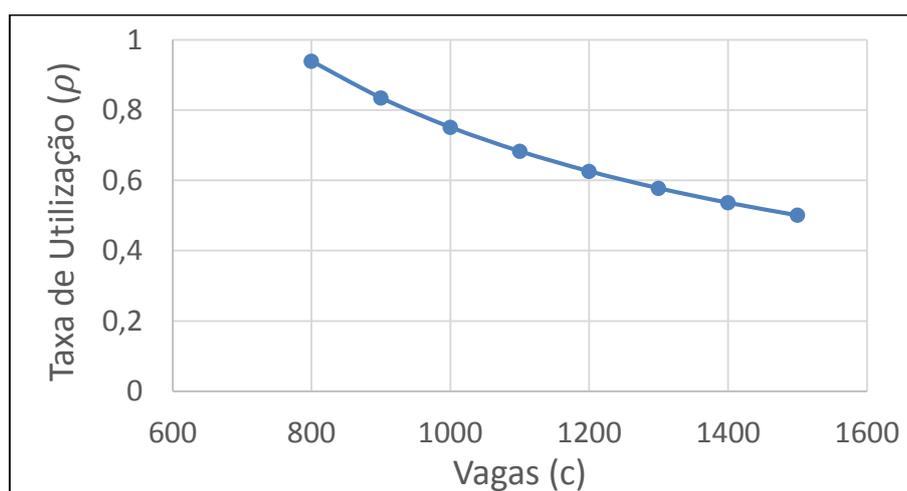


Figura 3.13 – Relação de unidades de atendimento e nível de serviço.

Conforme Figura 3.13, vale salientar que, não necessariamente um sistema com vagas ociosas para absorver as possíveis variações de demanda seja o mais eficiente sob o ponto de vista econômico.

Deve-se buscar, portanto, o equilíbrio entre a curva de custo da estrutura de atendimento (cresce à medida que se aumenta os canais de serviços) e os custos inerentes de espera para atendimentos por vezes intangíveis conforme Figura 3.14.

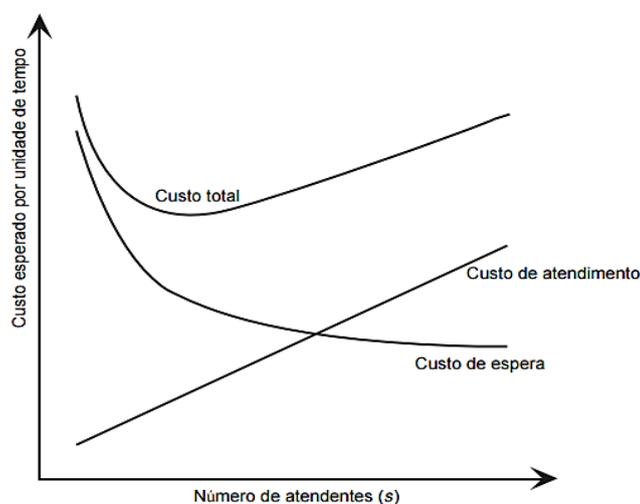


Figura 3.14 – Relação de custos esperados para determinar o número ótimo de atendentes.
 Fonte: HILLIER (2008).

3.3.5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Dadas as premissas adotadas no método proposto, com a estrutura de atendimento observada nos pátios reguladores para acesso ao Porto de Santos, a formação de fila só deve acontecer a partir de chegadas superiores a 3.500 caminhões (conforme Tabela 3.4). Esse valor corresponde a 33% a mais de veículos observados no dia de maior movimentação em 2014.

A relação entre chegadas (λ), taxa de congestionamento (ρ) e média de veículos na fila aguardando para atendimento (L_q) é expressa na Figura 3.15.

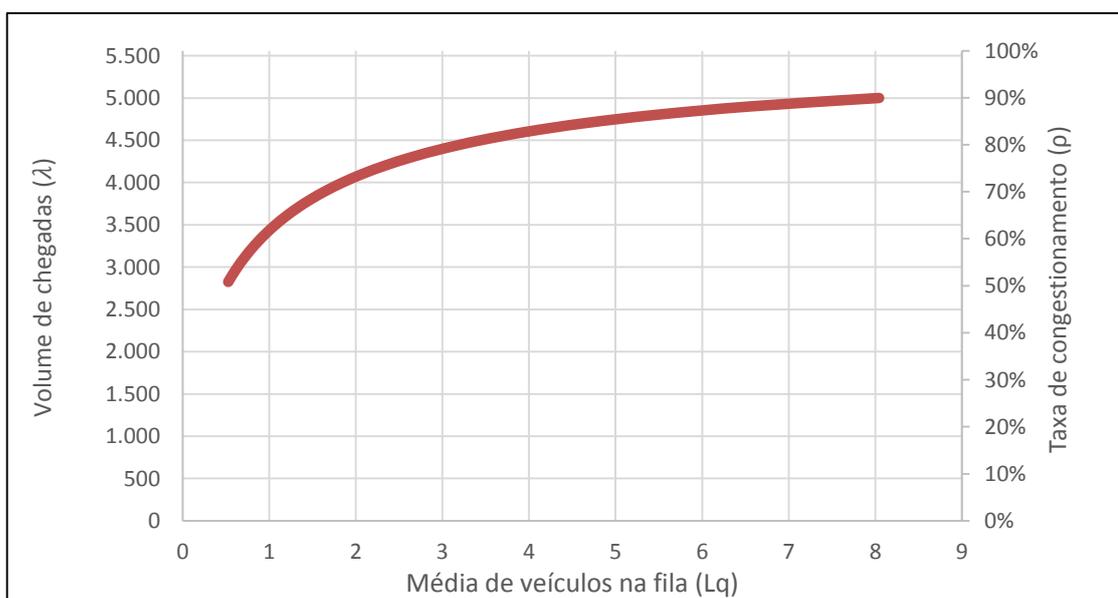


Figura 3.15 – Comportamento da fila com incremento de chegadas.

De acordo com a curva expressa na Figura 3.15, à medida que o volume de chegadas (λ) cresce, a média de veículos na fila aguardando para serem atendidos (L_q) também cresce.

Ainda que, levantada à hipótese de chegadas máximas de 3.500 veículos em um só dia ser menor do que 1% (probabilidade de Poisson) com média dos dias úteis de 2.598 no mês considerado (março de 2014), a infraestrutura instalada atualmente mostra-se suficiente. São 1.400 posições para recepção de veículos (c).

Não foi necessária a aplicação e o desenvolvimento da última etapa do método proposto, ou seja, a aplicação de um modelo de otimização para arranjo das capacidades. Isso porque as quantidades de vagas existentes (c) nos pátios reguladores se apresentaram satisfatórias.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. APRESENTAÇÃO

Os objetivos propostos nesse estudo foram contemplados. Avaliar o sistema de agendamento simulando seu comportamento para a estrutura disponível no ano de 2014 (1), Isolar e elencar as variáveis que necessitam de controles e gerenciamento contínuos à eficiência do sistema (2). Para que a redundância proposta surta a eficiência esperada, as variáveis que devem ser controladas são:

- **Sistema:** Índice de agendamento, Índice de chegadas nas janelas (chegadas determinísticas);
- **Operacional:** Taxa de chegadas por pátio regulador, Tempo médio de processamento e Índice de utilização da capacidade.

O controle e gerenciamento dessas variáveis, bem como futuras correlações de outras variáveis que possivelmente impactam no desempenho do sistema, podem ajudar a encontrar soluções logísticas para as demandas previstas. Essas que estão condicionadas ao aumento da produção agrícola.

Por fim, será apresentada uma medida de aferição de ganhos financeiros após a implementação da sistemática (3).

4.2. ANÁLISE DO RESULTADO DA APLICAÇÃO

Análises de projeção das variáveis de Agendamento e Janela (Objetivo Específico 1)

O sistema de agendamento de veículos transportadores de GSV, para os pátios reguladores ao longo do seu primeiro ano de operação (2014), demonstrou-se gradativamente absorvido pela cultura organizacional dos terminais de embarque no Porto de Santos.

Partiu-se de índices em torno de 50% nos primeiros meses do ano, para estabilizar em índices de 95% já no final do ano conforme Figura 4.1.

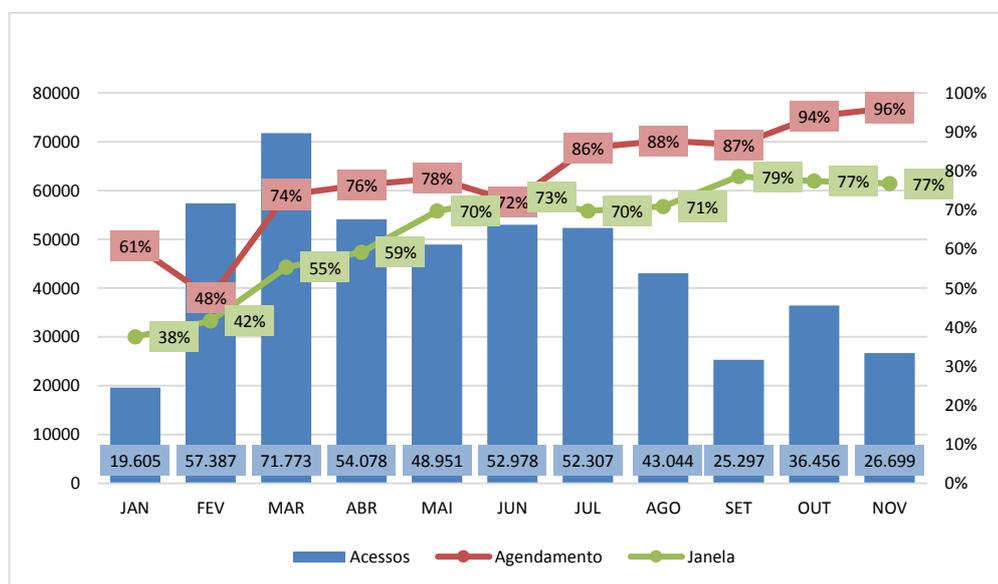


Figura 4.1 – Índices de agendamento.
Fonte: CODESP (2014).

O volume de veículos que chegaram dentro das janelas de 6 horas previamente agendadas também apresentou tendência crescente ao longo do ano. As chegadas nas janelas de agendamento provavelmente devem se comportar como uma variável que segue a distribuição normal, como visto na Figura 4.2.

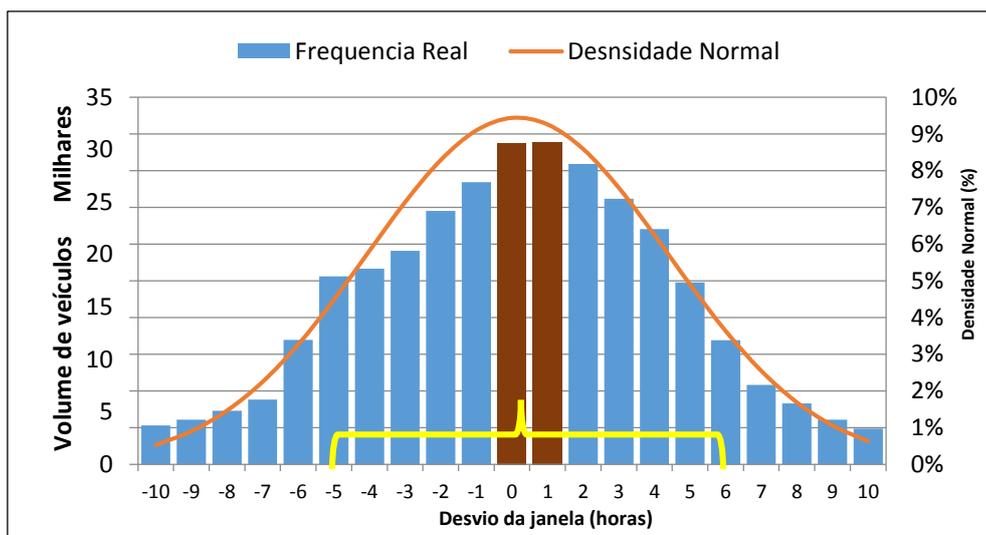


Figura 4.2 – Frequência de chegadas por desvio de janela.

Como pode ser visualizado na Figura 4.2, o desvio de chegadas com relação à hora agendada pode ser ajustado a uma Distribuição Normal, para uma amostra de 32.000 acessos aos pátios em 2014, com desvio padrão de 4,2 horas.

Na análise da Figura 4.2 observa-se que, face os dados da amostra de 2014, aplicando dois desvios padrões, espera-se que 79% dos caminhões agendados chegarão na janela (11 horas de janela efetiva).

Elevados índices de agendamento e janela, tendem a tornar o processo de chegadas de veículos na área portuária de forma determinística. Os Pátios reguladores atuando como subsistemas podem também contribuir à normalização da dispersão de chegadas, têm-se à redundância necessária para evitar as indesejadas filas de veículos nos portos, principalmente nos períodos das safras.

Análises de projeção das variáveis com a capacidade (Objetivo Específico 2)

Conforme abordado na introdução deste trabalho, a taxa de crescimento das exportações de soja tende a acompanhar o ritmo do crescimento do PIB da China para os próximos 20 anos (4,5% ao ano). A China é o maior comprador da soja brasileira (83%) em 2013. Aplicando esse crescimento para os próximos anos, é possível mensurar o ano em que o sistema de embarque de veículos previamente dimensionado suportaria conforme mostrado na Figura 4.3.

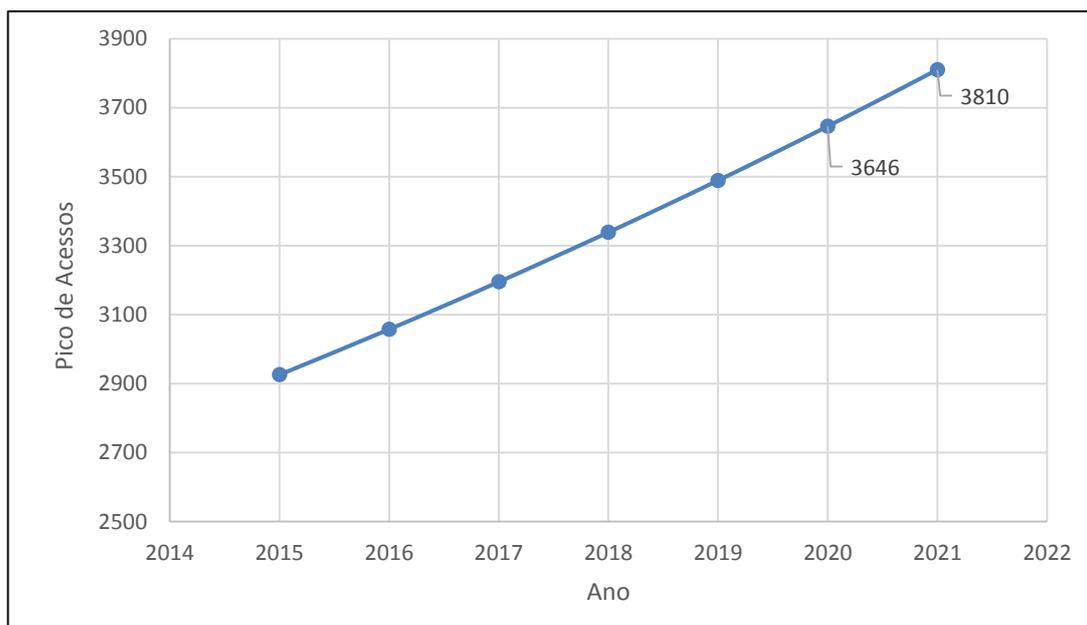


Figura 4.3– Projeção de acessos rodoviários.

Seguindo a tendência, o sistema suportaria até meados de 2020. Nesse ano, com 1.400 vagas de pátio regulador, admitindo ainda que os tempos de atendimento dos pátios permaneçam inalterados (6,2h), o sistema atingiria o nível de serviço crítico (0,7) em aproximadamente 6 anos a partir do ano inicial da operação do sistema (2014).

Análises do Custo de tempo improdutivo de espera ou fila (Objetivos Específicos 2 e 3)

Verificou-se que 13% dos veículos, para os meses de pico, repetem o ciclo (tempo entre sucessivos acessos ao porto) pelo menos duas vezes em um intervalo inferior a 30 dias. Em média esses veículos acessam o pátio a cada 23 dias. Cada hora a menos no sistema representaria uma economia média de 0,2% no ciclo total do veículo.

Eventualmente a ineficiência do sistema pode aumentar o tempo total do ciclo do veículo. Assim sendo, esse impacto na rentabilidade da viagem, faz com que o caminhoneiro compense esse tempo aumentando a velocidade nas vias ou mesmo fazendo menos paradas. Essa conduta traria maior risco de acidentes, encareceria os custos logísticos com seguro além do próprio custo com o estoque parado.

Realizou-se cruzamento dos dados de tempos médios de descarrega para um caminhão nos terminais que movimentam soja e milho no Porto de Santos ao longo do ano de 2014 com os preços médios dos fretes obtidos no IMEA (2014), conforme Figuras 4.4 e 4.5.

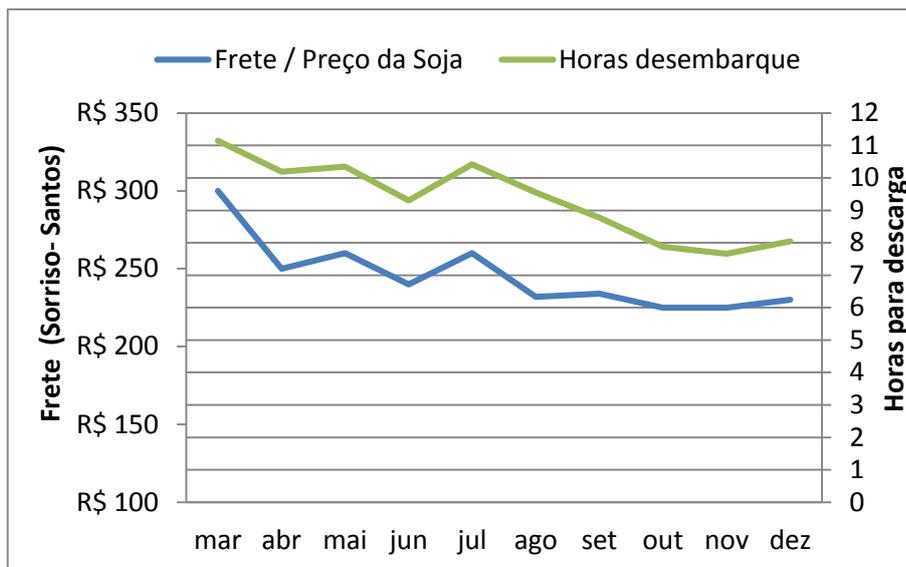


Figura 4.4 – Correlação Preço Frete e Tempos para descarregar no porto.

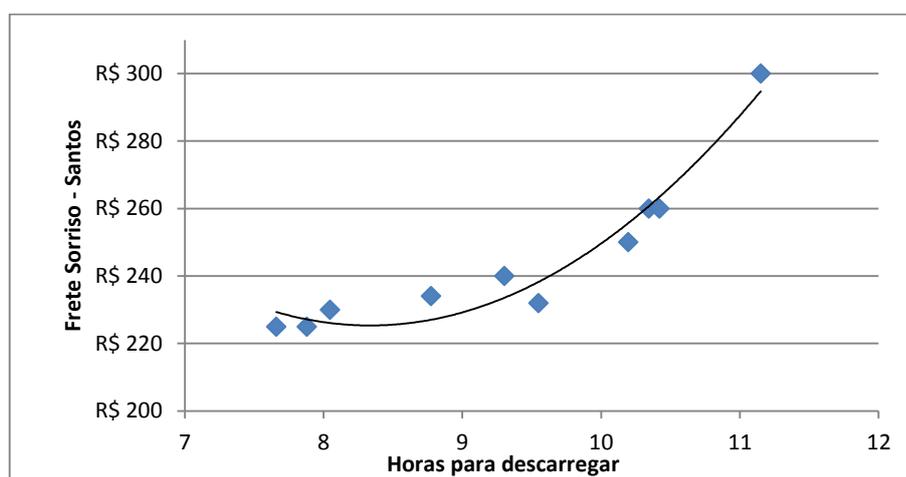


Figura 4.5 – Correlação Preço Frete e Tempos para descarregar no porto.

Pode-se verificar relação entre os preços médios de frete de Mato Grosso (Sorriso/MT) e o Porto de Santos (por tonelada) com os tempos médios totais para desembarque (Tempos de Pátio).

Realizada análise de regressão linear, com variações explicadas em 77% dos pontos ($R^2=0,77$), encontrou-se coeficiente de correção de R\$16,8 no preço médio do frete por tonelada para cada hora a mais no sistema. Corresponde a uma redução de 6,5% para cada hora em relação ao preço médio do frete.

Ou seja, entre 8 e 12 horas, para cada hora a mais que o caminhão permaneça no sistema, essa hora tende a pressionar o preço do frete para cima. Ao diminuir 1h no tempo para descarregar, verificou-se uma tendência de redução do frete total em aproximadamente R\$587 (com margem de erro calculada de 24,7%) por caminhão carregado com 35t de soja proveniente do MT.

Aplicando o volume médio de acessos nos meses de maior demanda (2.000 veículos ao dia), e admitindo que aproximadamente 50% da carga de soja e farelo de soja são provenientes do MT, a economia no frete total seria em torno de 500 mil reais por dia.

Comparação frete Mato Grosso (Sorriso) para Santos e Paranaguá no ano de 2014 (Objetivo Específico 3)

Apresentam-se as distâncias entre a região produtora Figura 4.6, onde se concentra o centroide da origem da maior parte da carga (Soja e Milho) que são exportadas pelos dois principais portos do país.

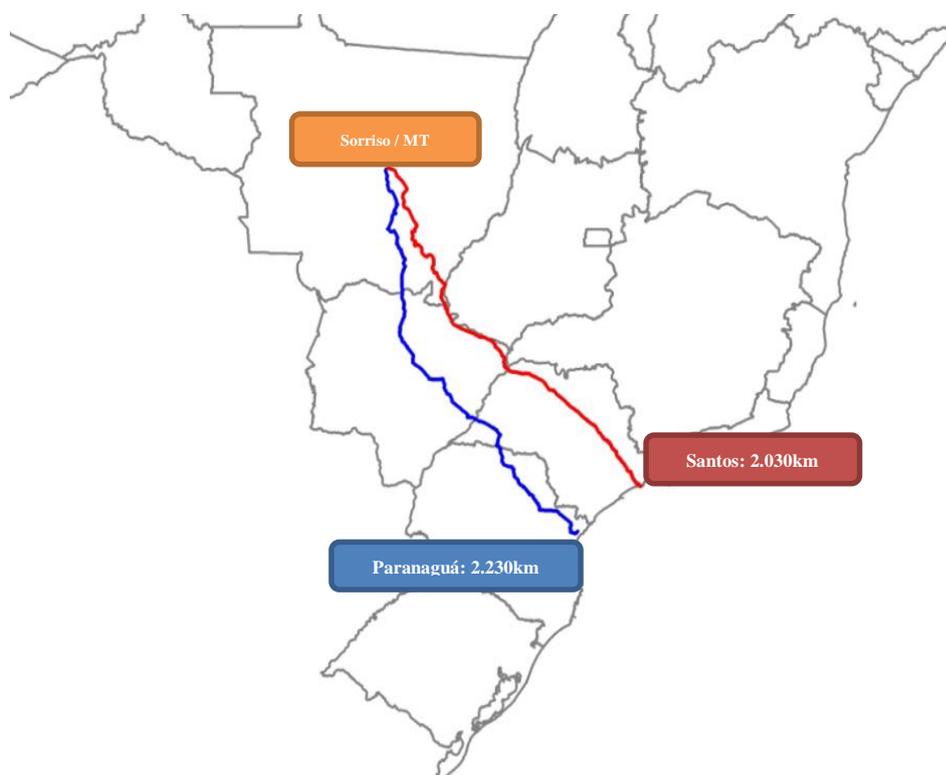


Figura 4.6 - Distância entre Sorriso/MT a Santos e Paranaguá.

De acordo com as estatísticas do Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA), são apresentados abaixo os preços médios do frete com origem no município de Sorriso/MT para os Portos de Santos e Paranaguá.

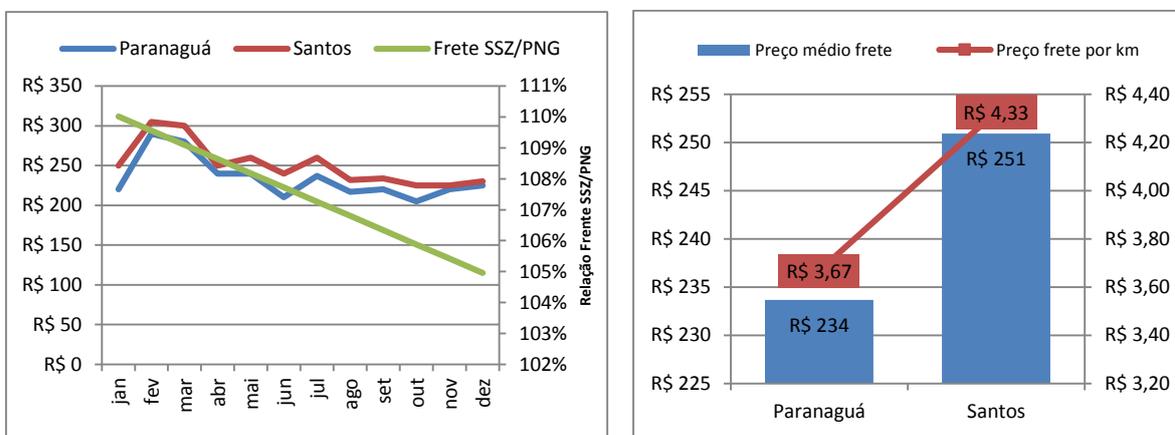


Figura 4.7 – Comparação frete Sorriso Santos x Paranaguá.

Conforme visto na Figura 4.7, embora a distância do centroide Sorriso/MT para Santos seja 10% menor se comparado com Paranaguá, Santos apresenta valor do Frete por toneladas 7% superior em relação com Paranaguá.

Levanta-se aqui a hipótese de que essa diferença de preço seja explicada pelo tempo médio para descarga dos caminhões, uma vez que existe possivelmente uma correspondência entre tempo médio para descarga e preço médio de frete para Santos.

Vale salientar que, conforme verificado na Figura 4.7, o comportamento das curvas de frete de Santos e Paranaguá ao longo do período, se comportam de maneira similar, fato que possivelmente é explicado por condicionantes de mercado (demanda) na composição do valor total do frete.

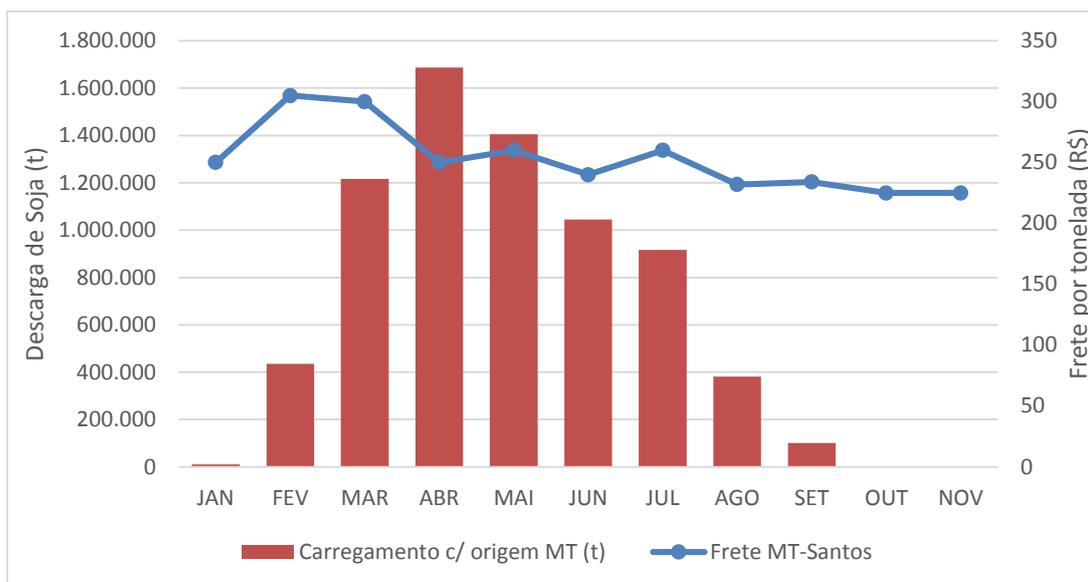


Figura 4.8 – Carregamento soja por Santos com origem no MT x Preço do Frete.
 Fonte: SECEX/MDIC (2014) e IMEA.

O aumento do preço nos primeiros meses do ano parece responder o aumento repentino da demanda de carga de janeiro a março, logo após esse o mês (Figura 4.8), observa-se queda no frete em abril, embora esse seja o mês de maior embarque. Após abril observa-se relativa estabilidade de preço.

Possível ganho é observado quando se compara a diferença entre os fretes de Santos e Paranaguá com origem em Sorriso/MT, sendo o Porto de Paranaguá como um parâmetro de comparação.

Conforme já mensurado neste estudo, Paranaguá possui sistema de agendamento de carga, denominado “Carga On-Line” desde o ano de 2010.

Ao longo do ano de 2014 a diferença de frete entre Santos e Paranaguá (ambas as séries com origem em Sorriso/MT) teve uma redução de 8% ao mês, partido de 14% em janeiro de 2014 para 2% de diferença em dezembro de 2014.

Conforme expressa curva em azul na Figura 4.9 abaixo. Já o índice de agendamento de veículos cresceu a taxa média de 5% ao mês.

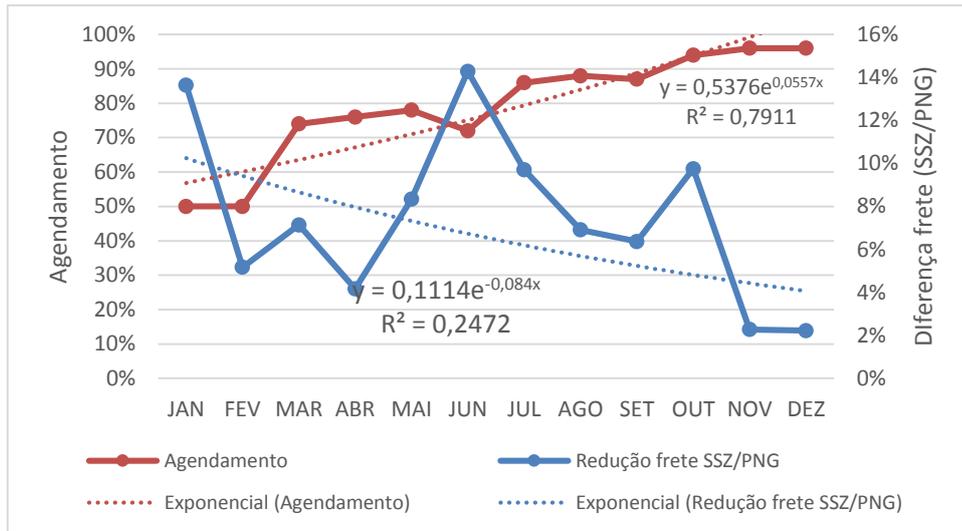


Figura 4.9 – Evolução agendamento e diferença frete Sorriso-Santos x Sorriso-Paranaguá.

Admite-se que, à medida que há maiores índices de agendamento, espera-se também que o processo de chegadas seja menos aleatório e mais determinístico, logo, em média os tempos de espera tendem a diminuir (Figura 4.10). Os ganhos tendem a ser sistêmicos, inclusive no preço médio dos fretes.

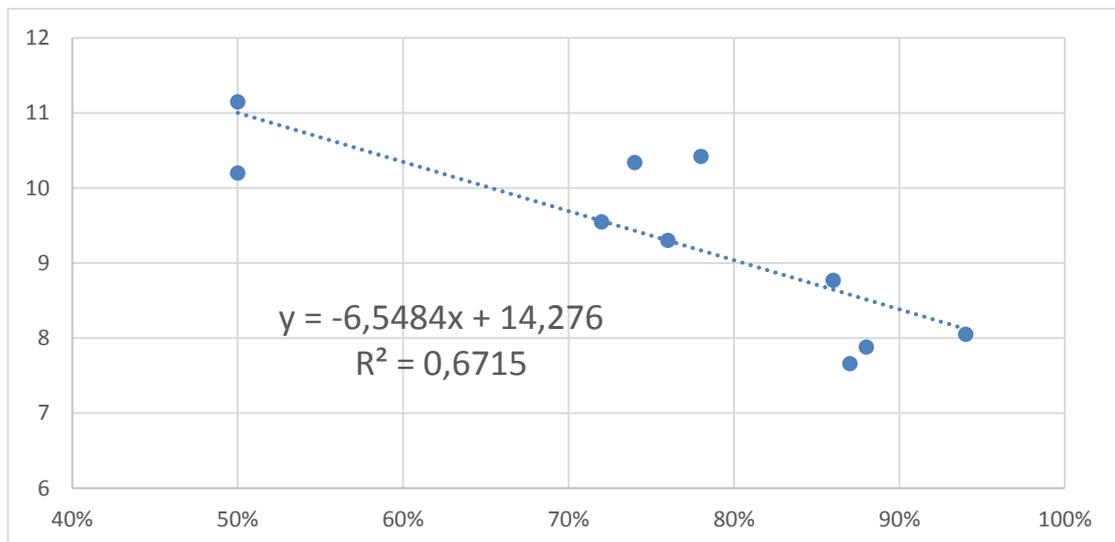


Figura 4.10 – Evolução agendamento e diferença frete Sorriso-Santos x Sorriso-Paranaguá.

A cada 15% de nível de agendamento, tem-se 1 (uma) hora a menos de espera nos pátios para descarregar. Cruzando com a variável preço médio do frete por tonelada de Sorriso a Santos. 80.000 reais foi o impacto para cada 1% de agendamento por dia, o que equivale a

aproximadamente R\$ 2.250.000 de redução do frete para um mês com 2.000 acessos por dia em média.

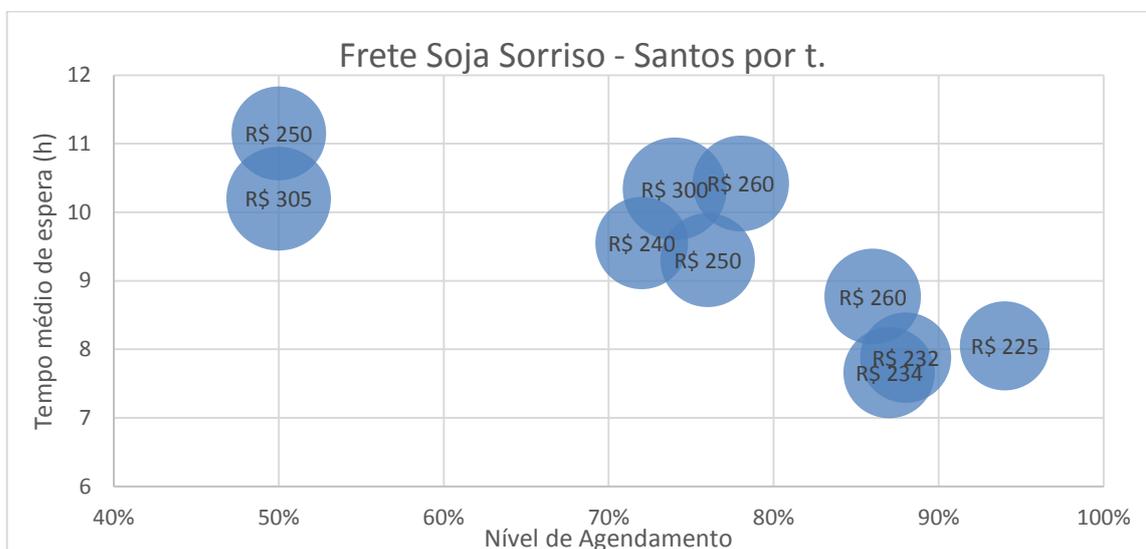


Figura 4.11 – Relação agendamento x Tempo médio para descarregar x Preço t. Sorriso/SSZ.

4.3. TÓPICOS CONCLUSIVOS

Observou-se que o sistema apresenta capacidade suficiente para o atendimento do pico do volume de veículos observados para ano de 2014 e até projeções a 2020.

De acordo com dados do Instituto Mato-grossense de Agricultura e Pecuária (Folha de São Paulo, 2014), o agendamento de caminhões para o Porto de Santos derivou em redução dos engarrafamentos e em menor tempo de espera para o desembarque, reduzindo em 7% o preço médio do frete. Esse valor foi validado pelos teste e análises de dados desta pesquisa.

A partir dos cálculos expressos no item 4.2, observou-se uma redução de R\$16,8 no preço médio do frete por tonelada para cada hora a menos no sistema. Isso corresponde a uma redução de 6,5% para cada hora em relação ao preço médio do frente entre Sorriso/MT e Santos/SP.

No mesmo item, pode-se verificar que, em média, para cada 15% de nível de agendamento, observou-se 1 (uma) hora a menos de espera nos pátios para descarregar.

Logo, aceita-se a hipótese levantada nesse trabalho: O sistema de agendamento de caminhões transportadores de granel sólido vegetal com destino ao Porto de Santos contribuiu para a eficiência do processo de embarque da produção agrícola recorde de 2014. Ou seja, níveis de agendamento maiores proporcionam menores tempos de espera para descarga, o que por sua vez, impactou diretamente no preço médio do frete para a amostra selecionada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição desse trabalho pauta-se pela comprovação de que a gestão de acessos para o porto, por meio de sistema de agendamento, surte efeitos significativos para a não geração de filas, diminuindo a necessidade premente de investimentos em infraestruturas como a construção de vias, terminais, pátios, etc.

Vale salientar que, com o controle e a gestão das variáveis chaves do processo, pode-se atingir um nível de serviço satisfatório aos usuários. Assim, espera-se que haja um aumento da eficiência do processo, redução no tempo de viagem dos caminhões e possivelmente ganhos econômico-financeiros na operação. A redução do frete aqui nesse estudo foi entendida como variável resposta à eficiência operacional do processo de embarque rodoviário de soja no Porto de Santos.

Ademais, a melhoria na eficiência do processo auxilia na rentabilidade da cadeia produtiva total, que se inicia com o produtor, passa pelo transportador e chega ao embarque final no porto. É importante comentar que, via de regra, ganhos econômicos no transporte são propagados para toda à sociedade e este trabalho teve a pretensão de lançar um olhar ao tema, contribuindo para a redução dos custos na operação com o conseqüente aumento da eficiência e da rentabilidade.

Com a redução dos riscos de filas vinculada às chegadas determinísticas causadas pela utilização do sistema de regulação e normalização do tráfego, os ganhos também tendem a surtir efeitos à sociedade, principalmente à comunidade local ao reduzir-se o conflito porto-cidade no entorno portuário.

5.1. RECOMENDAÇÕES

O controle e os ajustes das variáveis que impactam no nível de serviço e eficiência do processo de descarga bem como o desempenho global da cadeia de exportação do granel sólido vegetal, devem ser contínuos. Para o sistema proposto no Porto de Santo, apresenta-se exemplo de um modelo de relatório de acompanhamento no Anexo I.

Sugere-se ainda a elaboração de mecanismos de previsão de demanda, uma vez que a cada dia são gerados mais dados históricos de agendamento e de chegadas. Modelos preditivos de chegadas poderiam melhorar a gestão e planejamento do sistema.

O estudo apresentado neste trabalho limitou-se pelo próprio escopo admitido e pelas premissas adotadas. Uma premissa adotada foi a de que as puxadas de caminhões para os terminais (saídas dos pátios) eram homogêneas e não representavam nenhum gargalo para o sistema, conforme exposto no item diagnóstico do método. Logo, o foco das análises de desempenho se deu exclusivamente na capacidade dos pátios atuarem como regulador do fluxo de caminhões e análises que considerem restrições ao tráfego de veículos entre o pátio e os terminais no porto podem ser realizadas por outros trabalhos.

Para estudos futuros, sugere-se que os modelos de filas levem em consideração os tempos de descarga dos 11 terminais graneleiros do Porto de Santos, com levantamento de todas as estruturas de tombamento de carga, capacidades de processamento e armazenamento. Dessa forma, os pátios reguladores poderiam ser admitidos como estruturas de filas com “K” posições de retaguarda, o que provavelmente aumentaria a precisão dos estudos de performance aqui levantados. Aplicar-se-ia possivelmente um modelo como o $E_k/M/s/K$ ou $D/M/s/K$, uma vez que as chegadas de caminhões são agendadas, os tempos de processamento certamente serão exponenciais com número “s” de terminais de atendimento e número “K” unidades de estacionamento antes da liberação para o atendimento.

Deve-se constantemente verificar a capacidade do sistema pátio regulador comparando-o com o volume utilizado por cada terminal portuário. A distribuição racional das vagas nos pátios é fator importante na mitigação de filas proporcionando mais eficiência ao sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLOU, R.H. (2006) Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / logística empresarial / Ronald H. Ballou; tradução Raul Rubenich. – 5 ed. – Porto Alegre: Bookman.
- BALLOU, R.H. (2004) Business Logistics/Supply Chain Management. 5th Edition, New Jersey: Prentice Hall.
- BEILOCK, K.R. CASAVANT, K. (1984) Perishables - The new intermodal battleground. American Journal of Agricultural Economics, v.66, n.5, p.651-656.
- BARRAZA DE LA CRUZ, B. C. Contribuição para a análise da competitividade da soja em grãos: uma aplicação do modelo de equilíbrio espacial ao estado de Tocantins. Tese de Doutorado em Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- BRASIL (2013) Lei Complementar nº 821 de 27 de dezembro de 2013 Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos.
- BRASIL (2014) Plano Safra. Secretaria dos Portos. Ministério dos Transportes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- CAIXETA-FILHO, J. V. (Org.); GAMEIRO, A. H. (Org.); ORG (Org.). (2001) Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais.. São Paulo: Editora Atlas, v. 1. 218 p.
- CAPDEVILLE, A. (2010). Categorização dos Gargalos de uma Cadeia Logística de Transporte da Safra Agrícola. Dissertação de Mestrado em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 87p.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. (2011). Gestão da Cadeia de Suprimentos – estratégia, planejamento e operação. 4a edição, São Paulo: Pearson-Prentice Hall.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. (2003) Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Tradução: Cláudia Freire. São Paulo. Ed. Pearson Prentice Hall.
- CORREA, H; CORRÊA, C. (2004) Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas.
- FERREIRA, J. O. Simulação de filas GI/G/m e verificação de aproximações destas por filas Ph/Ph/m / J. O. Ferreira. – São José dos Campos: INPE, 1998.
- FLEURY, P. F., WANKE, P., FIGUEIREDO, K. (2000) Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo. Atlas.
- FONSECA, L. R. P. As Novas Estratégias Logísticas. Sem data. Disponível em: <http://www.guialog.com.br/ARTIGO63.htm>. Acessado em: 30/10/2014.
- GRANATO, F. C. (2005) Subsídios Técnicos para o Estabelecimento de um Plano de Gerenciamento Ambiental Integrado do Processo de Dragagem do Porto de Rio Grande – RS. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica – FURG. 138 pg.
- RUSSIANO, A. R. (2010) Modelos de Filas para Dimensionamento de Frota em uma Empresa de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – UFPE. 50 pg.
- GOLDRATT, E.M., COX, JEFF. (1997) A Meta, São Paulo: Educator Editora.
- GUASCH, J. L. and KOGAN, J. (2006) Inventories and Logistics Costs in Developing Countries: Levels and Determinants – A Red Flag for Competitiveness and Growth. Revista de la Competencia y de la Propiedad Intelectual. Lima, Perú.
- HCM (2000): Highway Capacity Manual. *Transportation Research Board*. Washington, DC.
- HILLIER, S. F; LIEBERMAN, G. J.; Introduction to Operational Research 8º Ed. New York: McGraw-Hill, Inc., 2008.
- HOLANDA, N. (2010) Estratégia do PNLT e os avanços do Brasil no LPI-BIRD. Secretaria de Portos, Brasília, DF.

- KANAFANI, A. (1983) *Transportation Demand Analysis*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- LITTLE, J. D. C. A Proof for the Queuing Formula: $L = \lambda W$. *Operations Research*, v. 9, n. 3, p. 383-387, 1961.
- MAGALHÃES, P. S. B. (2010) Transporte marítimo: cargas, navios, portos e terminais. São Paulo: Aduaneiras.
- MOREIRA, D. A. Pesquisa Operacional – Curso Introdutório. 2. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- MORSE, P. M. (1962) "*Queues, Inventories and maintenance*", Wiley.
- MOURA, C. (2004) Gestão de Estoques: ação e monitoramento na cadeia de logística integrada. Rio de Janeiro. Ed. Ciência Moderna, Ltda.
- NEMECEK, R. (2002): Appointment Scheduling: Achieving the Positive Ripple Effect. New York : Elogex, Feb.
- NOVAES, A. G. N. (1975) Pesquisa Operacional e Transportes: modelos probabilísticos. McGraw-Rio do Brasil e Universidade de São Paulo.
- PEREIRA, L., MAIA, N., PEREIRA, W. (2005) A Importância do Investimento em Pátios Reguladores de Caminhões nos Portos Brasileiros. 15º Congresso Brasileiro de Transporte e Transito – Agosto.
- RAMÍREZ, R.G.; ORTIZ, J. Mar; GRACIA, M. D; GUZMÁN, M.A. S.; (2013) A SIMULATION-BASED APPROACH FOR COORDINATING INLAND FLOWS ON A CONTAINER TERMINAL. 22º International Conference on Production Research Abstract ID: SCML10246
- RODRIGUES, P. R. A. (2002) Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional. São Paulo: Aduaneiras.
- Salin, Delmy. Soybean Transportation Guide: Brazil. May 2013. U.S. Dept. of Agriculture, Agricultural Marketing Service. Web. <<http://dx.doi.org/10.9752/TS048.05-2013>>
- SCHWARTZ, J.; GUASCH, J. L.; WILMSMEIR, G.; STOKENBERGA, A. (2009) Logistics, Transport and Food Prices in LAC: Policy Guidance for Improving Efficiency and Reducing Costs, Sustainable Development Occasional Paper Series, No. 2, World Bank, Washington D.C.
- STEPHENS, M. A. (1974) FED para a Bondade de Estatística Fit e algumas comparações, *Jornal da Associação Americana Estatística* Vol. 69, 730-737.
- SLACK, N.; STUART, C.; JOHNSTON, R.; (2002) Administração da Produção. Tradução: OLIVEIRA, M. T. C.; ALHER, F. 2ª ed. São Paulo, Atlas.
- TACHÉ, P. (1978): Le cout de la congestion, TEC, novembro-dezembro.
- TIJMS, H. C. Stochastic modelling and analysis: a computational approach. New York: Wiley, 1994.
- WOLFF, R. W. Stochastic modeling and the theory of queues. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989. 555 p.
- VASCONCELLOS E A. (2006): Transporte e Meio Ambiente: conceitos e informações para análise de impactos. Annablume, São Paulo.

PESQUISAS EM SITES:

<http://www.aprosoja.com.br/>. Acesso em: 05 de janeiro de 2015.

GOOGLE EARTH. [s./d.]. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: agosto de 2014.

<https://www.conference-board.org/>. 26 de fevereiro de 2015.

Folha de São Paulo. Fim de fila no porto de Santos reduz preço de frete.
<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/05/1449943-fim-de-fila-no-porto-de-santos-reduz-preco-de-frete.shtml>. Acesso em 08/06/14.

<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2013/03/congestionamentos-causam-prejuizo-de-r-115-milhoes-no-porto-de-santos.html>. Acesso em 20 de junho de 2014.

<http://www.abttc.org.br/utilitarios/fckeditor/userfiles/file/portaria%20interministerial%20231.pdf>. Acesso em 14 de junho de 2014.

<http://www.portodesantos.com.br/pdf/RES-14-2014.pdf>. Acesso em 30 de junho de 2014.

<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/arquivos/planos-mestres-versao-completa/porto-de-santos-atualizacao.pdf>. Acesso em 12 de julho de 2014.

SIG- ANTAQ www.antaq.gov.br/. Acesso em 10 de setembro de 2014.

SECEX <http://portal.siscomex.gov.br/>. Acesso em: 15 de novembro de 2015.

SEP, <http://www.portosdobrasil.gov.br/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2015.

<http://www.operacaoafra.pr.gov.br/> Acesso em: 20 de fevereiro de 2015.

<http://www.portodesantos.com.br/estatisticas.php>. Acesso em: 15 de dezembro de 2015.

<http://www.sistemas.appa.pr.gov.br/> Acesso em: 20 de fevereiro de 2015.

<http://www.imea.com.br/> Acesso em: 10 de janeiro de 2015

ANEXO II – RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA AO PORTO DE PARANAGUÁ

A visita foi realizada no mês de novembro de 2014 e este relatório baseou-se em entrevista realizada com o Senhor Juliano Vicente Venete, superintendente de tecnologia da informação da Autoridade Portuária de Antonina e Paranaguá (APPA).

Historicamente o Porto de Paranaguá apresentou problemas com filas de caminhões para desembarque no período das safras. Foi elaborada, por parte da APPA, iniciativa de sistematização dos acessos através do programa denominado “Carga On-Line”. Esse programa visou o agendamento e gerenciamento dos acessos de todos os caminhões com destino ao chamado corredor de exportação de Paranaguá. De acordo com o sítio da Autoridade Portuária de Antonina e Paranaguá, “o serviço CARGA On-Line tem por objetivo principal a implementação de uma ferramenta de gestão que permita facilitar o planejamento dos embarques de caminhões e vagões, de forma sincronizada com as condições de descarga, reduzindo o tempo de permanência no Porto ou em filas.”

De acordo com o entrevistado, o sistema possibilitou o embarque de 40% mais caminhões com significativas reduções de filas através das seguintes ações:

- Pátio regulador da própria autoridade portuária com capacidade nominal de 2.500 caminhões para regulação e triagem de carga;
- Multa para os terminais que não cumprirem o agendamento;
- Envio de informações a respeito do agendamento para os aparelhos celulares dos caminhoneiros por meio de mensagens SMS;
- Condicionamento da atracação do navio graneleiro no berço à chegada se 80% da carga no pátio regulador;
- Estipulação de índice de penalização que diminui as cotas de vagas para os terminais que não cumpram exigências mínimas de eficiência, ou seja, se um caminhão permanecer mais do que 18 horas, automaticamente o sistema reduz o número de vagas disponíveis para o próximo dia para o terminal. Se o tempo de permanência for superior a 24h, a redução ocorre para os próximos 2 dias.

O sistema permite, ao usuário e a demais interessados, o acesso em tempo real à informações de volume de veículos no pátio e o tempo médio estimado para descarga acessando o sítio: (<http://www.sistemas.appa.pr.gov.br/>) depois o ícone “Carga On-Line” e logo em seguida “Informações Operacionais”.

A possibilidade de acesso à essas informações auxilia o embarcador e o terminal na tomada de decisão quanto ao gerenciamento da logística de envio de veículos ao porto.



Esquema de fluxo de caminhões para acesso aos terminais.
Fonte: APPA (2014).

Vale salientar que as cotas, entendidas como as vagas que cada terminal tem direito nos pátios reguladores, não são fixas como no caso do sistema do Porto de Santos. Em Paranaguá, as cotas são distribuídas em reuniões periódicas de acordo com as necessidades arroladas pelos gerentes operacionais dos terminais.

Assim como acontece em Santos, o Porto de Paranaguá e seu sistema também opera em regime de 24h por dia.

Ainda de acordo com o superintendente de tecnologia da informação da APPA, ao longo do primeiro ano de operação do sistema (2010) observaram-se 180.000 caminhões com tempo médio de espera de 18h. Já ao longo do ano de 2014, com o sistema melhor estabelecido,

repcionaram-se 400.000 veículos com tempo médio de descarga de 6h, sem nenhuma geração de fila.

O entrevistado afirmou ainda que a autoridade promove, no início de cada ano a “Operação Safra”, uma equipe da APPA dá início à chamada “Operação Porto no Campo” com o intuito de comunicar e integrar as ações junto aos produtores, para que haja uma conscientização acerca da importância do agendamento dos veículos.

O investimento inicial para viabilizar o sistema de agendamento foi da ordem de 100 milhões de reais, mas possibilitou, além dos ganhos de eficiência e a diminuição do impacto nas vias, que a autoridade portuária passasse a arrecadar com a aplicação de multas por ano, em média, 24 milhões de reais. Desta forma, pode-se concluir que o sistema de agendamento de carga do Porto de Paranaguá demonstrou-se eficaz em seus objetivos.

Futuros trabalhos podem, a partir do acesso aos dados do sistema de agendamento de veículos da APPA, realizar análises similares às realizadas neste trabalho para o Porto de Santos, com o objetivo de determinar as variáveis que mais impactaram na eficiência do processo de descarga de veículos no Porto de Paranaguá.