

1 Introdução

De acordo com UNCTAD (2013), o comércio marítimo chegou a 8,7 bilhões de toneladas em conjunto com a evolução da economia mundial e do comércio global de mercadoria. O crescimento das transações comerciais globais proporcionou o aumento do volume movimentado nos portos em todo o mundo. Segundo a ONU (2014), nos últimos anos, o transporte marítimo tem sido responsável por movimentar quase 90% do volume das exportações e importações em todo mundo. Impulsionado pelo crescimento no mercado de contêiner e de granéis sólidos, o comércio marítimo mundial cresceu 2,1%, em 2013, em relação a 2012. No Brasil, a movimentação total de cargas nas instalações portuárias no ano de 2013, foi de 931 milhões de toneladas, apresentando um incremento relativo de 2,9% e absoluto de 26,6 milhões de toneladas em relação ao ano de 2012, enquanto a movimentação da carga geral conteneurizada apresentou um desempenho excepcional, com crescimento de 12,2% (com incremento de 10,7 milhões de toneladas movimentadas no comparativo de 2012 e 2013), segundo dados da Agência Nacional de Transporte Aquaviários (ANTAQ, 2014).

Além disto, para ILOS (2013), do ano de 2013 até 2021, o volume dos produtos transportados em contêineres deverá aumentar em um milhão de TEUs (unidade de medida equivalente a um contêiner de 20 pés). De 2013 até 2021, estima-se que o Brasil deverá crescer na movimentação de contêineres 7,4% ao ano, atingindo 14,7 milhões de TEUs.

Para atender às novas demandas, conforme as perspectivas mencionadas, os terminais de contêineres estão se expandindo, investindo em recursos, ampliação de áreas e berços de atracação de navios. Além disto, novos terminais estão surgindo no mercado. Meermans e Dekker (2001) já afirmam que a logística de contêiner é de grande importância social. Desde então, surgiram projetos de pesquisa na Europa e Ásia e, como resultado, o tema ganhou mais atenção da área científica. Segundo Vilar e Dominguez (2008), seguindo uma tendência internacional, o Brasil está vivendo uma fase de forte ampliação no uso de contêineres. Nos últimos dez anos, aumentou-se o volume de cargas, antes consideradas como carga solta (*break-bulk*), ou seja, cargas que eram armazenadas diretamente no porão do navio, e que agora são conteneurizadas, como, por

exemplo, *comodities*. E ainda, segundo Patrício e Botter (2012), dentre toda indústria marítima, o transporte de cargas em contêineres é o mercado que mais cresce e continuará crescendo principalmente em razão dos seguintes fatores: (i) contínua expansão da contêineirização nos países desenvolvidos e em desenvolvimento; (ii) aumento do comércio de mercadorias de maior valor agregado e industrializado; (iii) migração de diversas *comodities* agrícolas para contêineres e (iv) crescimento do tamanho dos navios.

Dados da Secretaria Especial de Portos (SEP) apontam que o Brasil já possui 35 portos públicos (34 marítimos e 01 fluvial) sob gestão da SEP, dos quais 14 encontram-se delegados, concedidos ou tem sua operação autorizada pelos governos estaduais e municipais. Os outros 23 portos marítimos são administrados diretamente pelas Companhias Docas, sociedades de economia mista, que tem como acionista majoritário o Governo Federal e, portanto, estão diretamente vinculados à Secretaria de Portos.

Dada à dimensão do segmento de mercado, ao qual pertencem os terminais e todos os dados de crescimento do volume de contêineres transportados, torna-se imprescindível a estruturação dos terminais portuários para que se ofereçam serviços com maior agilidade e qualidade, sendo a eficiência dos mesmos fundamental na cadeia logística de abastecimento de um país, além de favorecer o crescimento econômico da nação. Portanto, é necessário que terminais portuários conheçam seus pontos críticos de forma a trabalhar para sanar eventuais problemas que venham surgir. Esses pontos críticos podem ser área disponível para armazenagem, quantidade de equipamentos adequados para operação, número de efetivos operacionais, processos estruturados, sistemas operacionais adequados, entre outros.

A questão da utilização eficiente do espaço de armazenagem e equipamentos em ambiente portuário são temas atuais, pois longas filas de caminhões são formadas em estradas e dentro de cidades, onde se localizam tais terminais. Essas filas são formadas, ou por falta de recursos para atender o volume de caminhões, ou porque não há espaço dentro dos terminais para armazenar toda a carga a ser movimentada. Para resolver essa problemática há basicamente duas formas. A primeira seria investir em ampliação de áreas de armazenagem, o que nem sempre é simples e viável físico-economicamente, pois terminais de

contêineres geralmente estão localizados em regiões já totalmente povoadas, como é o caso dos terminais de Santos, ou requerem grandes somas de investimento para aterrar áreas de mar. Outra forma é aumentar a produtividade da operação de navios no terminal de modo a dar maior giro à carga armazenada. A produtividade do terminal pode ser ampliada através da disponibilidade de mais berços de atracação de navios ou através da quantidade de equipamentos alocados na operação. A correta alocação da quantidade de equipamentos na operação do navio favorece a produtividade do terminal, por reduzir o tempo de operação necessário para concluir carregamento/descarregamento de contêineres, e permitir que o navio prossiga em sua rota programada e chegue ao próximo terminal dentro da janela de tempo prevista. Da mesma forma, o investimento em construção de novos berços de atracação favorece o giro de cargas no terminal, pois aumenta o número de navios operados durante um mesmo período de tempo.

Os terminais de contêineres podem ser considerados sistemas complexos por haver várias entidades e recursos que interagem entre si através de processos característicos dessa atividade. Oferecer um nível de serviço adequado ao cliente só é possível quando os processos estão estabilizados, produtivos e eficientes. E o processo só se torna eficiente quando é possível minimizar o tempo de operação do navio, de atendimento de carretas nos portões de entrada/saída, denominados *gates* e dos Órgãos Anuentes, como Ministério de Agricultura, Receita Federal do Brasil, Agência Nacional Vigilância Sanitária. Mas, para tanto, torna-se fundamental dimensionar corretamente os recursos e os sistemas com o objetivo de evitar situações de restrições operacionais e gargalos que possam diminuir a capacidade de movimentação de um terminal e um nível de serviço fora do esperado.

Neste contexto, a simulação vem sendo utilizada por profissionais como forma de identificar e tratar os gargalos operacionais através do mapeamento dos processos e inserção de dados reais em sistemas construídos virtualmente que passam a se comportar como o sistema real. Esse, é precisamente, um dos motivos que fizeram com que a simulação passasse a ser uma aliada nas tomadas de decisões estratégicas.

Vários processos já foram mapeados e construídos em ambientes virtuais com o objetivo de identificar gargalos. Esta é uma prática comum em terminais de

granéis no Brasil (Camelo et al.(2010); Juliá, A.F.(2010); Neto et al. (2006); Carvalho, T.D (2003)), especialmente nos que operam minério e carvão, e tem obtido ótimos resultados com decisões tomadas baseadas nos resultados dos simuladores construídos.

Duinkerken et al. (2006) destacam que terminais portuários, por se tratarem de sistemas complexos, possuem um número grande de produtos. As inúmeras interações entre os sistemas e subsistemas dificultam o tratamento analítico e a simulação torna-se uma saída viável. Neste contexto, a simulação de diversos cenários nas operações portuárias ajuda a avaliar o desempenho do terminal.

No caso dos terminais de contêineres, existem diversos estudos publicados fora do país, principalmente em nações onde estão localizados os portos mais eficientes do mundo como Itália (Gudelj et al. (2010), Belgica (Tahar, R.M; Hussain, K. (2000)), Holanda, Coreia (Park, Dragovic (2009)) e Japão (Huang et al.(2008)) Já no Brasil, poucas são as publicações relacionadas a estudos que focam em melhorias desses processos logísticos e das publicações existentes é possível verificar a existência de uma lacuna no que se refere a consideração de exigências dos Órgãos Anuentes.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma proposta de modelagem e simulação de eventos discretos do sistema logístico de um terminal portuário, cuja atividade fim é a movimentação de contêineres.

Os objetivos específicos do presente trabalho são: (i) apresentar o processo de operação em um terminal de contêineres; (ii) modelar as operações e simular cenários atuais e futuros que auxiliem na tomada de decisões da diretoria, quanto aos investimentos a serem realizados para obter os recursos necessários capazes de movimentar um volume específico de contêiner.

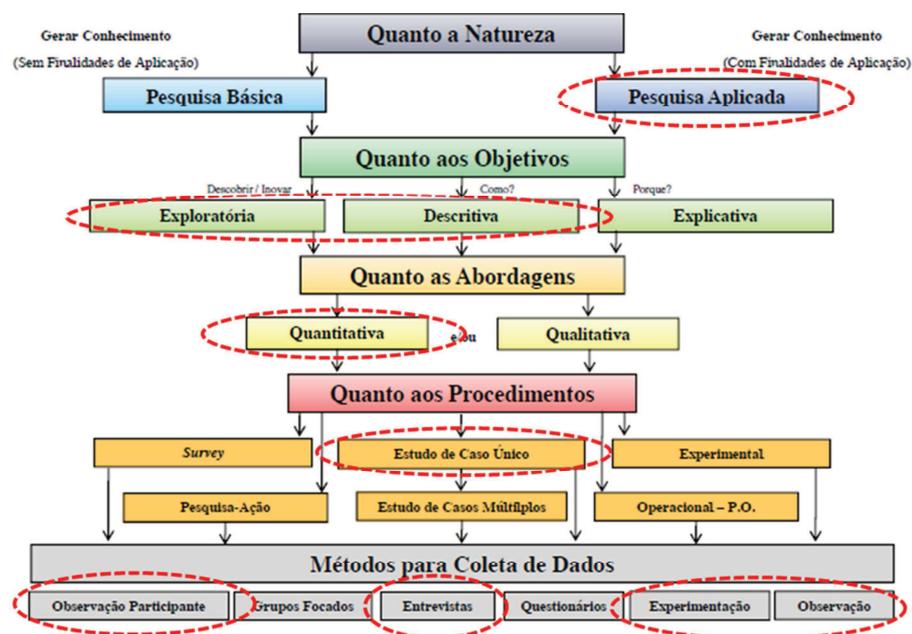
O terminal escolhido para desenvolver o estudo está situado no Rio de Janeiro e aproximadamente metade do volume de contêiner movimentado neste terminal é classificado no regime aduaneiro como transbordo, o que significa que o contêiner chega e sai do terminal por navio. Porém, deve ser esclarecido que as regulamentações estabelecidas pelos Órgãos Anuentes (ANVISA, Receita Federal

do Brasil e outros órgãos) são iguais a todos os outros terminais públicos. Portanto, o estudo pode ter sido estendido completamente para outras regiões ou terminais de maneira direta.

1.2 Metodologia do Trabalho

A metodologia científica é o estudo dos métodos de conhecer, de buscar o conhecimento, é uma forma de pensar para se chegar à natureza de um determinado problema, seja para estudá-lo ou explicá-lo. O método científico é entendido como um conjunto de processos orientados por uma habilidade crítica e criadora voltada para descoberta da verdade e para construção da ciência hoje. (Kahlmeyer-Mertens, et al. 2007).

A metodologia utilizada na elaboração do presente trabalho pode ser observada na Figura 1.



CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PESQUISAS

Figura 1 – Classificação dos Tipos de Pesquisas Bibliográficas

Fonte: Jung, 2009

Quanto à natureza do trabalho, pode-se dizer que é uma pesquisa aplicada, cuja finalidade é explicar o processo de operação em um terminal de contêiner,

apresentando as principais regulamentações às quais os terminais estão sujeitos e modelar as operações, simulando cenários atuais e futuros que auxiliem na tomada de decisão da diretoria quanto aos investimentos a serem realizados. Para desenvolver a modelagem foi necessário adotar uma abordagem quantitativa quanto aos processos mapeados e seus resultados em um estudo de caso único. O método de coleta de dados utilizados no estudo de caso foi a utilização de diferentes fontes de dados para o levantamento e análise dos comportamentos de atendimento dos diferentes processos, entrevistas e observações.

1.3 Delimitações do Tema

O trabalho limita-se a avaliar questões relativas aos processos de atendimento de *gate*, armazenagem de contêiner, operação de navio, inspeção e escaneamento de contêiner, por considerar essas atividades de maior impacto na produtividade de um terminal. Para a construção do modelo será abordado os seguintes tipos de carga: importação, exportação e transbordo. Não sendo, portanto, considerada a abertura quanto a cargas de cabotagem, uma vez que o modelo não fará diferenciações relacionadas ao porto de origem e destino da carga movimentada.

Não será considerada a modelagem de operações com vagões ferroviários e de áreas de classificadas como *Container Freight Station – CFS*, utilizadas para processos de ova/desova de contêiner dentro dos terminais, além do recebimento de cargas de projetos. Além disso, o modelo a ser construído também não fará diferenciações quanto às características físicas do contêiner e sua carga: *dry, high cubic, reefer, flat rack, open top*, tanque e demais.

1.4 Estrutura Apresentada

No presente capítulo foi realizada a apresentação e contextualização do tema, discutido sua aplicação e objetivos, delimitação do escopo do trabalho e a metodologia utilizada para elaboração do mesmo.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, onde se encontram os principais trabalhos acadêmicos publicados nos últimos anos, relacionados a modelos de simulação e otimização aplicados em terminais de contêiner, com finalidade de avaliar os gargalos operacionais e seus processos.

No capítulo 3 é apresentado um descritivo das principais operações de um terminal portuário, bem como os tipos de equipamentos utilizados em cada uma, enquanto no capítulo 4 é apresentado o mapeamento dos processos portuários. No capítulo 5 modela-se e simula-se os cenários desenvolvidos através de um software de simulação amplamente utilizado no mercado.

Finalmente, o capítulo 6 apresenta todas as conclusões a cerca do tema abordado e sugestões de pesquisa futura.