

# 1

## Introdução

### 1.1. Contextualização

Os terminais de contêineres representam um elo cada vez mais expressivo na cadeia de suprimentos dos mais diversos setores produtivos. Estatísticas apontam um crescimento expressivo, ao longo das últimas décadas, de transporte de cargas em contêineres justificando a grande quantidade de estudos acadêmicos de logística neste terminais.

Decisões operacionais em caráter diário, associados a uma dinâmica única e complexa, torna a gestão de Terminais de Contêineres, singular em relação a outros integrantes da Logística de armazenagem/movimentação de cargas.

Os principais processos que pontuam esta dinâmica operacional são associados às:

- chegadas de navios, com suas correspondentes necessidades operacionais de cargas e descargas,
- chegadas de carretas trazendo contêineres de exportação para embarque,
- chegadas de carretas buscando contêineres de importação, para retirada,
- armazenagem de contêineres – cheios ou vazios,
- movimentações de contêineres em operações de pátio,
- a ovação/desunitização de cargas de contêineres para embarque/troca/devolução de contêineres, respectivamente,
- recepção de cargas com problemas alfandegários, menos comuns, e sua manutenção em estoque, como fiel depositário, pelo prazo que se fizer necessário.

Neste conjunto de operações, a gestão de espaço físico é crítica, seja nos galpões, para o manuseio/estocagem de cargas soltas; seja nos pátios de armazenamento, para a estocagem dos contêineres.

Neste contexto estão envolvidas decisões relativas às estratégias operacionais a serem utilizadas e que envolvem, desde:

- (a) o estabelecimento do melhor layout de pátio, das diversas quadras e suas correspondentes representações funcionais,
- (b) a geometria e estrutura das pilhas, intrinsecamente relacionada aos tipos de equipamentos de manuseio de contêineres utilizados na instalação,
- (c) as estratégias de movimentação de contêineres (p.ex.: rearranjos de pilhas periodicamente, visando acessos mais eficientes e rápidos aos mais antigos na instalação, ou mesmo a pré-segregação de pilhas para fins de retirada de contêineres),
- (d) a estruturação das rotas a serem utilizadas pelos equipamentos de movimentação no pátio, evitando riscos e ociosidades decorrentes de um inadequado planejamento,
- (e) a definição de frota mínima operacional, de forma a atender a movimentação dos fluxos de chegadas/saídas de contêineres no tempo.

Em relação a esse último item (e), ressalta-se trabalho desenvolvido por Vis *et al* (2005). Através de um modelo de programação linear inteira, os autores obtém a solução do problema de definição de frota mínima operacional, validando o modelo analítico através de simulação. O modelo associa a cada contêiner a ser movimentado uma janela de tempo no qual ele deve ser deslocado de sua posição original até uma posição final, seqüencialmente em etapas, objetivando minimizar a frota necessária para fazê-lo. Não entra no pormenor das posições relativas dos contêineres nas pilhas, aspecto primordial para nossos interesses. A existência de contêineres em endereços diversos é uma premissa de seu modelo, o que não é o

do caso aqui em estudo. Nesta dissertação a pré-segregação, à noite, dos contêineres de importação (maior detalhamento no item 2.3 adiante) representa abordagem diversa dos autores supracitados.

Referencia-se este, principalmente pela abordagem original e única, e pelo interesse comum com esta linha de pesquisa – atendimento em janela de tempo.

Para fins de gestão e controle de cada um destes processos operacionais acima citados, diversos indicadores-chave são utilizados para quantificar o desempenho relativo de cada processo. Murty *et al* (2005) apresentam uma descrição bastante detalhada de indicadores para cada um dos processos produtivos envolvidos num terminal de contêineres.

Um destes indicadores - a quantidade de movimentos improdutivos <sup>1</sup> de contêineres, mensura o nível de eficiência média da instalação em recuperar contêineres de grupo de pilhas. É consequência direta do conjunto de estratégias operacionais utilizadas pela instalação e, também, a parcela mais representativa dos custos operacionais variáveis de pátio.

Analisando agora as principais variáveis envolvidas nas relações terminal-clientes, tem-se que:

- na relação do terminal com o exportador, o trade-off caracteriza-se pela busca do equilíbrio entre:
  - (a) a capacidade do terminal em programar o recebimento dos contêineres de exportação com antecedência mínima que garanta seu planejamento de embarque em prazo hábil e
  - (b) o armazenamento pelo menor prazo possível antes do embarque, para reduzir os custos para o exportador. Regras de operação devem

---

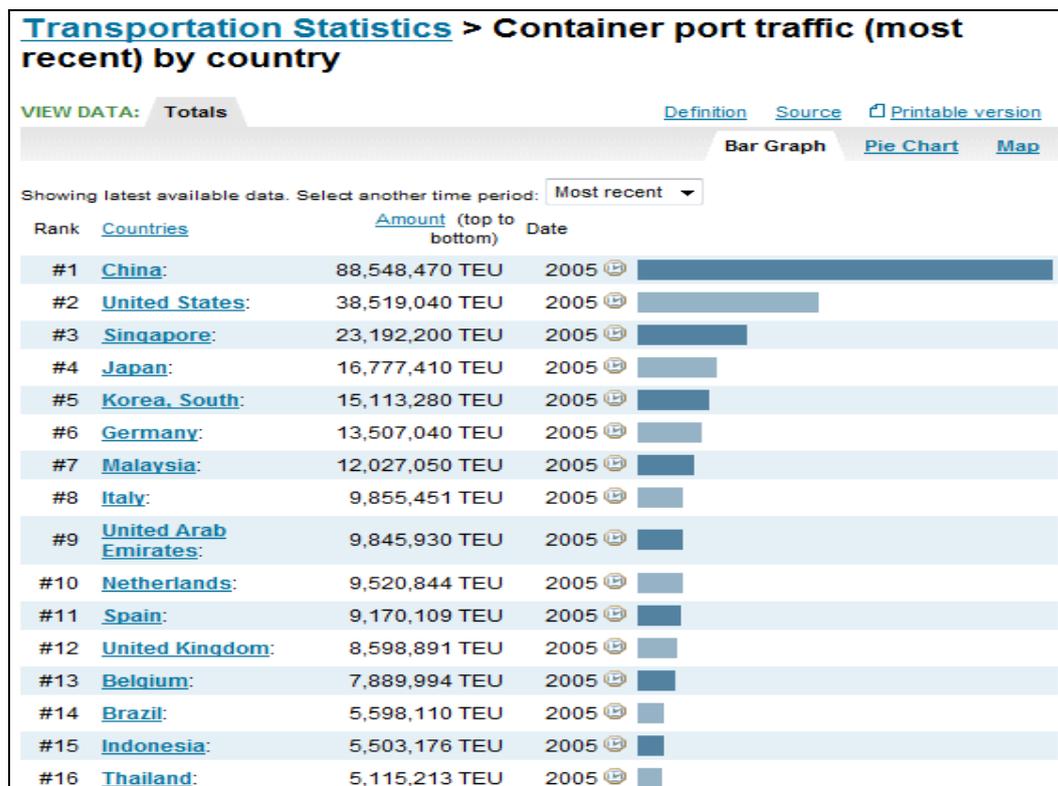
<sup>1</sup> Considera-se movimentos improdutivos, a quantidade de movimentação em contêineres indesejados, necessárias para se recuperar contêiner específico .na estrutura de pilhas em que este esteja presente.

ser bem definidas entre o terminal e seus clientes exportadores, para que a operação seja possível, considerados os prazos a serem atendidos e os recursos a serem disponibilizados para atendê-los, planejados e programados pela instalação.

- Na relação do terminal com o armador, ou seja, nas operações de carga e descarga de navios, prazos fixados em contrato balizam os níveis de satisfação desejados, onde se busca desempenho no seu mais elevado nível. Por tratar-se da principal atividade de um terminal e, dados os elevados patamares de custos envolvidos, nestes estão concentrados a grande maioria dos estudos técnicos desenvolvidos até então.
- Na relação do terminal com o importador, o *trade-off* pode ser avaliado considerando-se o seguinte conflito. Por um lado, a permanência prolongada destes contêineres de importação é desejada pelo terminal, por representar maiores receitas para a instalação; por outro, pátios mais ocupados representam custos de movimentação crescentes - pilhas mais altas e espaços de movimentação de cargas menores, trazendo consigo os custos e riscos inerentes a esta configuração à instalação. Na ótica do cliente importador, a eficiência na liberação de suas cargas no tempo mais curto possível após o advento de seu desembarço aduaneiro representa eficiência da instalação, pela liberação de custos de permanência desnecessários, agregando níveis de satisfação a suas operações com o terminal.

Em um contexto de mercado, objetiva-se competitividade comparativamente ao cenário mundial, em termos de volume operado. Avaliando a participação do Brasil neste cenário, segundo dados atualizados até 2005, o Brasil ocupava o 14º lugar, em movimentação de TEU's, conforme mostrado no gráfico 1.1.A.

**Gráfico 1.1.A - MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINERES/ANO (TEU's) POR PAÍS - ANO BASE- 2005**



Fonte: [http://www.nationmaster.com/graph/tra\\_con\\_por\\_tra-transportation-container-port-traffic](http://www.nationmaster.com/graph/tra_con_por_tra-transportation-container-port-traffic)

Segundo Murty *et al* (2005), o terminal de contêineres de maior nível de ocupação do Mundo - Hong Kong, cresce a uma taxa de 10% ao ano desde 1996 e quase duplicará de 2000 a 2016 (de 18,1 milhões de TEU's em 2000, para previstos 32,8 milhões de TEU's em 2016).

Para atender a estes desafios, níveis de eficiência operacional e a busca permanente de eventuais folgas de instalação devem ser perseguidos nas operações, através de processos decisórios de caráter diário e um planejamento eficaz de médio e longo prazo.

Crescimento de volumes operados são desejados, mas fazem parte de um contexto mais ou menos desenhado pela conjunção de outros fatores. Estes mercados são regidos pela cadeia logística envolvida – infra-estrutura logística retro-portuária, políticas governamentais vigentes relativas às exportações/importações, níveis de operação comercial e de integração dos mercados nacional e internacional. De qualquer forma, os patamares de

desempenho (adequada relação produtividade/custos) dos terminais de contêineres dos países mais desenvolvidos deve ser sempre uma meta a ser perseguida.

Alguns autores apresentam contribuições expressivas sob a forma de *surveys* em gestão de instalações de contêineres. Os problemas típicos destas instalações, exaustivamente estudados, e as linhas de pesquisa desenvolvidas para resolvê-los, são apresentadas em Steenken *et al* (2004), Murty *et al* (2005) e Stahlbock e VoB (2008). Pretende-se ressaltar que referências à ferramenta simulação em terminais de contêineres são uma constante nestes textos, dados os níveis de incerteza presentes nas operações deste tipo de instalação.

Murty *et al* (2005), em especial, analisam o efeito de incertezas em um sistema de apoio a decisão do segmento portuário, alertando para que sistemas desta natureza devam suportar flutuações eventuais, sempre presentes neste ambiente.

## **1.2. Objetivos geral e específicos**

Neste estudo se aborda um tema pouco estudado – a programação de saída de contêineres de importação.

O estabelecimento de pré-agendamento em janelas de tempo para retirada de contêineres favorece o planejamento operacional da instalação, elevando a previsibilidade, reduzindo ociosidade e conseqüentemente a má-utilização de recursos.

A instalação em estudo redesenha o processo, uma vez que o até então vigente era circunstancial (sem janelas de tempo definidas), e levanta o problema de avaliar os impactos de sua utilização, motivação desta Dissertação.

O objetivo geral desta é, portanto, avaliar o desempenho no tempo do procedimento de pré-agendamento em janelas de tempo para movimentações diversas em pilhas de contêineres de saída, para a retirada de contêineres desejados.

Como objetivo específico, pretende-se avaliar o desempenho relativo de entregas de contêineres de importação em janelas de tempo, contêineres estes com

entregas pré-agendadas previamente, pré-segregados em noite anterior à da efetiva entrega, segundo dois principais regimes de atendimento:

- (a) **PEPS** (primeiro a entrar, primeiro a sair) e
- (b) **MOVIMENTAÇÃO MÍNIMA** (mínimo tempo de processamento - SPT) - regime de priorização de carreta a ser atendida, sempre que se consubstanciar a formação de fila de atendimento, segundo a identificação do contêiner com a menor quantidade de movimentações improdutivo possível, dentre os presentes.

A cada carreta que chega, há um correspondente contêiner, de mesma identificação (numeração) presente nas estruturas de pilhas.

O regime **PEPS** é desenvolvido apenas para fornecer base de comparação com o **MOVIMENTAÇÃO MÍNIMA**, pela ausência de dados históricos de taxas de chegadas de carretas e de níveis de serviços na movimentação de contêineres relativamente ao processo atual. Em não havendo base de comparação dentre o processo atual e o proposto, desenvolve-se esta comparação para estabelecer uma referência.

Esse último regime baseia-se em critério decisório otimizador, dada a realidade operacional presente – em se constatando a formação de fila, o critério decisório de qual contêiner será retirado aponta para aquele que tiver o mínimo de movimentações improdutivo associada a este, dentre os presentes na fila.

Não se pode afirmar que a solução ótima seja atingida, haja visto que sempre possa haver possível combinação de retiradas (diversa da produzida por este critério), passível de obtê-lo.

Pretende-se obter e comparar as estatísticas relevantes que possibilitem uma análise do desempenho relativo dentre os regimes, considerando as variáveis de saída específicas deste processo.

### 1.3. Relevância da pesquisa

A grande maioria das instalações de menor porte utiliza-se de equipamentos *reach stackers* na movimentação de contêineres em pátios,

motivado por fatores econômicos diversos envolvidos nesta atividade operacional. Muitas das instalações sul-americanas possuem porte compatível adequado à utilização deste tipo de equipamento, utilizados também em instalações de maior porte, para operações onde a agilidade seja o fator relevante. Desta forma, a aplicabilidade deste trabalho é ampla, em se tratando de instalações passíveis de utilizá-lo.

Aplicações também podem ser estendidas aos processos de carga de carretas, para fins de carregamento de navios com contêineres de exportação, também em instalações de pequeno/médio portes.

Cargas de contêineres em carretas, seja para saída do terminal, seja para suprir *quay cranes* em cargas de navios, são processos bastante análogos, em termos de movimentação de pilhas, presentes em ambos.

Em suma, toda operação de movimentação de contêineres em pilhas via *reach stackers* pode se beneficiar deste estudo, haja ou não pré-segregação, pois o critério apura, em última análise, mínimas movimentações improdutivas para acessos a contêineres. Possui portanto desdobramentos aplicáveis a processos de avaliação/dimensionamento de *stackers*, necessários a operações sob restrições de tempo.

Outra característica relevante desta pesquisa relaciona-se à utilização da linguagem utilizada nos modelos de simulação. Estes foram integralmente desenvolvidos em linguagem VBA (Visual Basic for Applications) em ambiente Excel. As vantagens em utilizá-lo são múltiplas, principalmente por:

- beneficiar-se das funções estatísticas e lógicas, intrínsecas à estrutura do Microsoft Excel,
- por ser a linguagem de relativamente fácil aprendizado, com facilidades típicas exclusivamente desta, a exemplo de criação de macros via ações em planilhas Excel,
- por ser linguagem disponível no Microsoft Office, sem custos adicionais de aquisição de softwares específicos de simulação, normalmente bastante onerosos.

Ainda, o fato de não ter sido possível obter-se na literatura técnica modelagem de processo semelhante, tal como o concebido pela Libra Terminais, constitui desafio adicional.

A grande maioria dos trabalhos encontrados na realização desta pesquisa é voltada a operações de carga/descarga de navios, como já mencionado anteriormente, pela expressão dos custos relativos envolvidos neste tipo de operação. Inclusive softwares específicos para planejamento/programação de cargas/descargas de navios, utilizando-se das técnicas específicas desenvolvidas nestes trabalhos são facilmente obtíveis no mercado.

#### **1.4. Estrutura da dissertação**

A dissertação está estruturada em sete capítulos, incluindo esse capítulo introdutório.

O Capítulo 2 – O Problema em Estudo – pretende lançar as bases para reflexão no foco pretendido neste trabalho, nas delimitações do ambiente operacional - um terminal marítimo de movimentação de contêineres; nos processos operacionais – vigente e proposto; nas regras de seqüenciamento pertinentes a serem estudadas, principalmente.

O Capítulo 3 – O Problema do Empilhamento – Apresenta uma revisão bibliográfica realizada em busca de arcabouço teórico para subsidiar este trabalho, a identificação de algumas das principais linhas de pesquisa, discutindo as vertentes mais abordadas, estabelecendo um comparativo com a abordagem pretendida.

O Capítulo 4 – Levantamento de dados operacionais preliminares - apresenta uma discussão sobre os parâmetros e variáveis da instalação, relevantes para os fins de modelagem do processo – as taxas de chegadas de carretas, as taxas de atendimento, bem como as estimativas e aproximações necessárias à construção do modelo.

No Capítulo 5 – O modelo de simulação - é apresentado todo o arcabouço lógico sobre o qual foram construídos os modelos lógico e funcional – a seleção do ambiente de desenvolvimento, a estrutura de arquivos Excel (sobre a qual foram estruturados os modelos) e sua funcionalidade, o aplicativo final, os testes de validação realizados, de forma a garantir sua aderência à realidade e as variáveis chave de saída desenvolvidas para retratar seu desempenho.

No Capítulo 6 – Os resultados preliminarmente obtidos – apresentam-se os resultados dos modelos dos regimes de atendimento **PEPS** e

**MOVIMENTAÇÃO MÍNIMA**, comparando-os em relação às variáveis de desempenho estipuladas, visando o atendimento às restrições do problema.

No Capítulo 7 – Análise de resultados do modelo – efetua-se a análise dos diversos cenários identificados como representativos, à luz do processo avaliado.

Por fim, no Capítulo 8 – Conclusões e sugestões – apresentam-se as conclusões finais sobre o trabalho, assim como possíveis novos desenvolvimentos a serem realizados a partir desta pesquisa.