

2

O Problema em Estudo

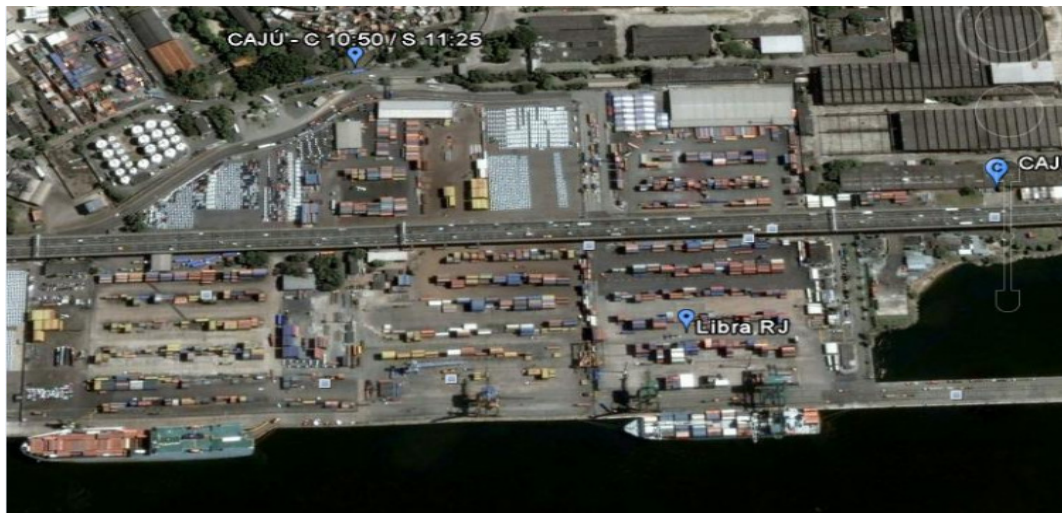
2.1. Delimitações do ambiente

Grandes instalações, em busca de níveis de eficiência compatíveis com seu porte e ciclo operacional, absorvem facilmente os custos de aquisição e utilização dos equipamentos mecânicos, não automatizados mais produtivos em termos de movimentação de carga de pátio – os RTGC e os RMGC. Neste sentido, o estudo dos problemas referentes a processos envolvendo-os, considerada a perspectiva de ganhos de escala associadas, atraem a grande maioria dos trabalhos técnicos desenvolvidos.

A instalação, fruto da pesquisa desenvolvida neste trabalho, possui menor porte em relação a estes grande terminais, utilizando-se exclusivamente de *reach stackers* para a movimentação de cargas de pátio, equipamentos menos onerosos e mais flexíveis (maior mobilidade ao longo do pátio), embora menos produtivos (exigem maior quantidade de movimentos improdutivos para acesso a contêineres desejados), comparativamente aos RTGC e RMGC acima citados.

O Quadro 2.1.A apresenta uma visão geral das instalações em estudo.

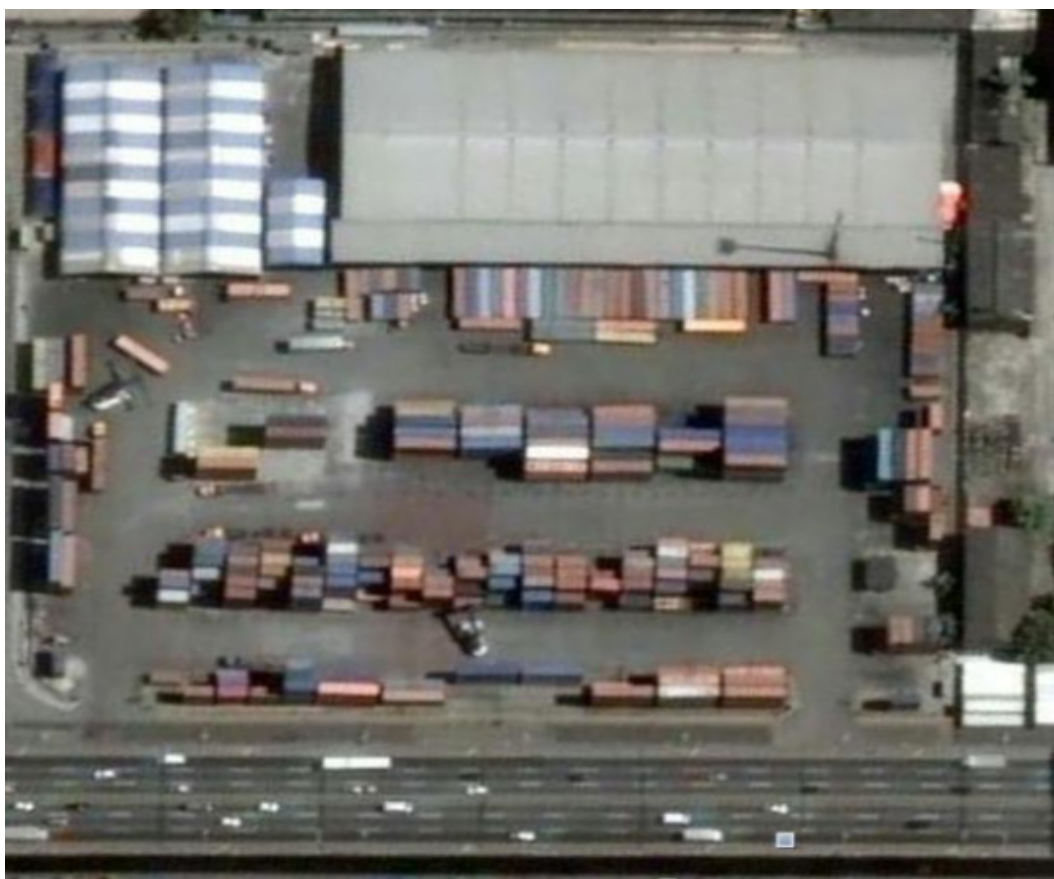
Quadro 2.1.A - INSTALAÇÕES DA LIBRA TERMINAIS RIO (2008)



Fonte: Goggle Earth

O Quadro 2.1.B apresenta a área específica onde será alocada a quadra de contêineres de importação pré-segregados por janela de tempo, foco deste estudo. Observa-se a estrutura de seis contêineres lateralmente dispostos, acesso por ambos os lados, com um *reach stacker* em operação.

Quadro 2.1.B - INSTALAÇÕES DAS QUADRAS DE CONTÊINERES DE IMPORTAÇÃO DA LIBRA TERMINAIS RIO (2008)

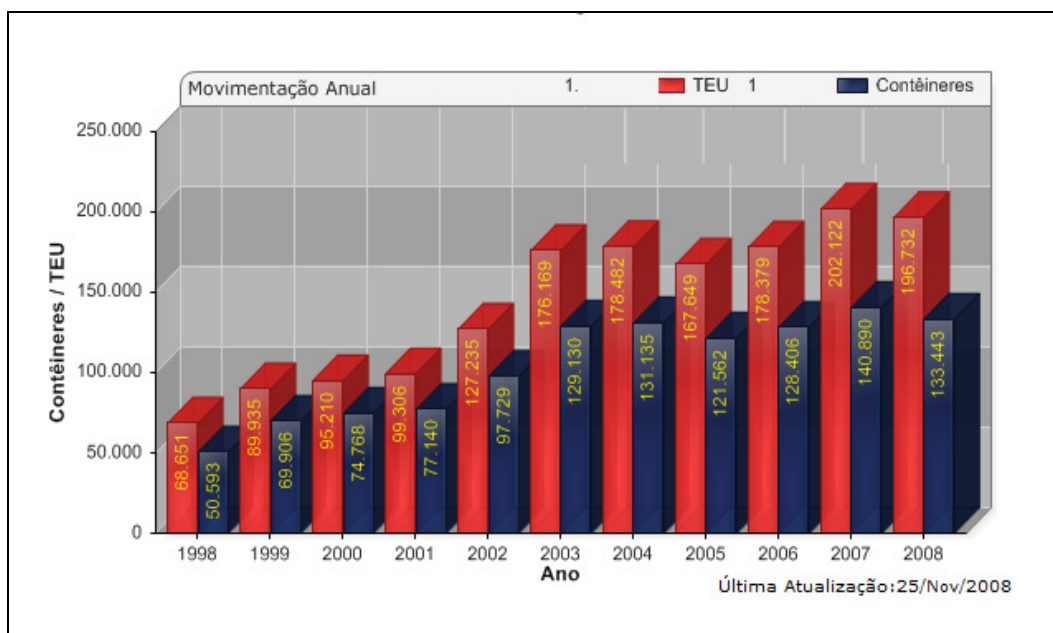


Fonte: Goggle Earth

Pretende-se que, em uma destas quadras, sejam alocadas as diversas janelas de tempo correspondentes aos contêineres pré-agendados, conforme será discriminado adiante (Quadro 2.3.A).

Para retratar o porte da instalação e seus níveis de produtividade, apresenta-se o Quadro 2.1.C.

**Quadro 2.1.C – MOVIMENTAÇÃO ANUAL DE CONTÊINERES
LIBRA TERMINAIS - ANO BASE – 2008**



Fonte: <http://www.t1rio.com.br/estatisticas.aspx>.

Comparando os dados de 2005 deste Quadro, com os do Brasil no contexto mundial em mesmo período (Gráfico 1.1.A no item 1.1), observa-se que esta instalação operou apenas 3,0% do total movimentado no Brasil nesse ano.

Pela análise do gráfico, observa-se um crescimento operacional bastante expressivo ao longo da última década (desde que obteve a licitação para sua operação portuária em 1998) - de mais de 300 % em TEU's.

Os ganhos em produtividade também são expressivos neste período, mais que dobrando o indicador contêineres/hora nas operações de carga/descarga de navios, segundo dados fornecidos pela instalação no site (www.t1rio.com.br).

Suas perspectivas de crescimento são positivas, em um horizonte de curto prazo, acompanhando a tendência mundial, representada por informações fornecidas em relação ao Porto de Hong Kong (apresentadas no item 1.1 anterior).

A reformulação destas projeções, dada a nova realidade mundial recentemente observada de recessão, ainda não devidamente mensuradas e retratadas pelos analistas, certamente deverão refrear estes níveis de crescimento,

representando um incentivo adicional a este e outros trabalhos, com a busca de ganhos de produtividade e rentabilidade.

Para os fins a que esta pesquisa se propõe, torna-se relevante modelar as características operacionais representativas do novo processo, na qual o tipo de equipamento de manuseio de contêineres de pátio utilizado é de fundamental importância.

Os *reach stackers* utilizados pela instalação são de marca KALMAR, modelo DRF 450. Possuem capacidade de operação de cargas diferenciadas em termos de toneladas/contêiner na primeira distância (1ª pilha), na segunda distância (2ª pilha) e na terceira distância (3ª pilha). Tais informações são irrelevantes para os fins a que esta pesquisa se propõe, pelas razões abaixo apresentadas.

A Figura 2.1.D apresenta um *reach stacker* em operação.

Figura 2.1.D – OPERAÇÕES COM REACHSTACKERS



Fonte: <http://www.kalmarind.com/show.php?id=1019727>

Cabem aqui algumas considerações sobre a capacidade de movimentação de contêineres em distâncias diversas:

- Embora o sistema de informações da Administração da instalação tenha a informação do peso de cada contêiner, em tempo real de operação de pátio esta informação não está disponível. Como uma das características funcionais do *reach stacker*, este possui sensor de carga que identifica efetivamente se esta é passível ou não de ser movimentada. Assim sendo, apenas tentando levantar um contêiner, o *reach stacker* acusa se esta operação é ou não possível, pois o operador não possui tal informação. Os ganhos de produtividade em acessar contêineres em distâncias (pilhas) diversas da primeira são, portanto, questionáveis, vez que o esforço dispendido em acessá-lo nesta situação, pode se tornar infrutífero. Nestes casos, o operador é obrigado a retorná-lo à sua posição original, caso exceda a capacidade de equipamento.
- Com relação ao empilhamento, a política operacional utilizada exige que nenhuma pilha seja criada até que a anterior esteja plenamente ocupada. A partir daí, extremamente poucas destas geometrias seriam passíveis de ocorrer na prática, vez que as segundas e terceiras pilhas deverão estar sempre com cinco contêineres de altura.

Nestas condições, empilha-se ou retira-se, sempre e primordialmente, na primeira pilha, ou seja, a mais próxima do *reach stacker*, quando este se encontra em operação.

Com base nestas informações, o modelo formulado considera que a movimentação de um contêiner exige que todos os anteriores e os superiores a este sejam retirados. Em capítulo posterior, tratando da modelagem propriamente dita, retorna-se a este assunto.

Na modelagem propriamente dita, tal simplificação representa muito, dada a já grande complexidade de representação da estrutura combinatória envolvida.

Outra característica operacional importante e diferenciada em relação a seus concorrentes é que estes equipamentos *reach stackers* são de acesso lateral às pilhas, ao invés dos RTGC's e RMGC's, de acesso superior (maiores detalhes serão fornecidos no Capítulo 3). Essa característica traz consigo uma bastante superior quantidade de movimentações improdutivas para acessar contêineres em pilhas nos equipamentos de acesso lateral, que nos de acesso vertical.

2.2. Premissas operacionais do processo atualmente vigente

Em termos do processo em estudo, nas regras atuais (ainda vigentes), da retirada de contêineres de importação, os clientes pré-agendam a retirada de seus contêineres, à medida de sua liberação pelos órgãos aduaneiros.

A instalação não impõe limitação de clientes a serem atendidos por faixa de horário (janela de tempo). O resultado pode ser avaliado pela Figura 4.2.A no item 4.2.

A retirada é flutuante ao longo do dia, ocasionando níveis de utilização de recursos também flutuantes, e imprevisibilidade operacional em última análise.

Não são fornecidas aqui informações adicionais sobre este processo, por não serem úteis para os fins a que esta dissertação se propõe.

2.3. Premissas operacionais do novo processo (em estudo)

Murty *et al* (2005) apontam, ao descrever as decisões a serem tomadas em base diária, relativamente à entrega de contêineres de importação:

“... Agendamento de horários para Carretas Externas – Idealmente, todos os clientes agendam previamente o horário para a entrega de seus contêineres de exportação ou a retirada de seus contêineres de importação. Regras de decisão simples online para registrar estes agendamentos devem se desenvolver, com fins de minimizar os tempos de espera das carretas e a congestão nas vias”

Este trabalho surge com a necessidade de identificar níveis de desempenho relativos à formalização de novo processo de retirada de contêineres de

importação, sem base de comparação com o anterior, como já acima descrito sumariamente, tipicamente circunstancial.

Objetiva-se aqui a racionalização dos recursos operacionais necessários para atender aos níveis de desempenho desejados neste processo, com o estudo comparativo de modelos e cenários previamente estabelecidos.

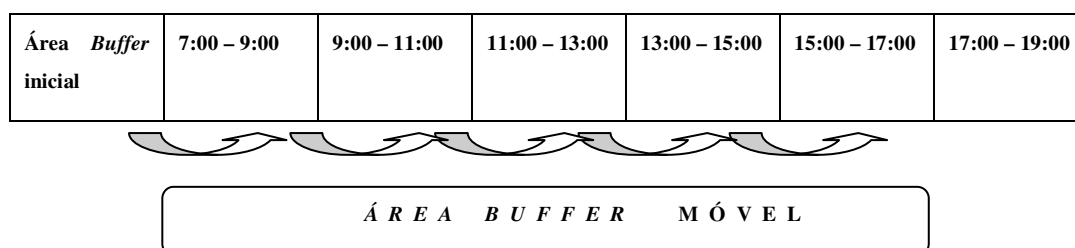
As bases da operação propostas no novo processo são as que se seguem:

- O cliente importador deve pré-agendar a retirada de seus contêineres antecipadamente, com prazo-limite até o dia anterior ao da retirada efetiva prevista, dentre diversas janelas de tempo predeterminadas, sem horário específico dentro da janela (sem ordenamento prévio);
- Com base neste agendamento, a instalação segrega, na noite anterior à da entrega programada, em área específica, os contêineres a serem entregues nas diversas janelas de tempo do dia seguinte;
- Considera-se janela de tempo, o intervalo de tempo compreendido em uma das seguintes faixas horárias: de 7:00 as 9:00; de 9:00 as 11:00; de 11:00 as 13:00, de 13:00 as 15:00, de 15:00 as 17:00 horas, de 17 as 19 horas.
- Em cada janela de tempo podem ser agendados no máximo 30 contêineres.
- A instalação deverá garantir o atendimento ao cliente, dentro da janela de tempo programada.
- A carreta deverá chegar na instalação antes do término da janela de tempo na qual esteja previamente agendada, de forma a garantir seu atendimento.
- Serão disponibilizadas seis possíveis localizações físicas de pilhas de contêineres (uma para cada janela de tempo prevista), a serem utilizadas para garantir sua prévia segregação, a partir do pré-agendamento (operação efetuada na noite anterior ao dia da efetiva retirada).
- Para cada janela de tempo serão formadas seis pilhas, com cinco alturas, totalizando os trinta contêineres a serem atendidos em cada janela.

- O acesso às pilhas será realizado pelos dois lados, de forma a obter o melhor desempenho do *reach stacker*.
- Será destinada uma quadra específica à alocação das pilhas das diversas janelas de tempo, dos contêineres de importação, minimizando problemas de fluxo de veículos na área de operação.
- Em uma das extremidades desta quadra, será disponibilizada uma área *buffer*, compatível com a área correspondente à de uma janela de tempo, ou seja, capaz de abrigar até trinta contêineres. Esta área *buffer* será móvel, acompanhando a janela de tempo ativa, ocupando o lugar da última janela recém-atendida. A Figura 2.3.A é auto-explicativa, representando a estrutura física da operação. Pretende-se assim eliminar variações de tempos de deslocamento do *stacker* de uma janela de tempo para outra, mantendo-os homogêneos dentre as diversas janelas.
- Será destinado, a princípio, apenas um *reach stacker* para a operação (este estudo pretende identificar se apenas a utilização deste recurso é suficiente).

O Quadro 2.3.A representa a estrutura física da operação, conforme planejada:

Quadro 2.3.A – ESTRUTURA DE CONTÊINERES DAS JANELAS DE TEMPO



Cabe observar que, a partir da definição das premissas operacionais acima (especificamente de não se agendarem horários específicos para atendimento de clientes) surge a necessidade de modelagem para resolver o problema.

Caso se estabelecesse um agendamento segundo ordenamento por horário, bastaria organizar as pilhas de acordo com as chegadas previstas, e não haveria, em tese, movimentos improdutivos. Por outro lado, submeter-se a processo tão dependente de variáveis exógenas não-controláveis representaria o mesmo risco que o de manter o processo atualmente existente, mantendo ociosidade em equipamento, motivado pela imprevisibilidade do processo propriamente dito.

2.4. Análise de Regras de Seqüenciamento/Despacho

A partir do processo de retirada de contêineres, tal como pré-definido no item anterior, levanta-se a discussão sobre as regras de seqüenciamento de produção mais efetivas a serem consideradas nesta pesquisa.

Há, ainda a ser estabelecida, uma regra padrão que possa produzir medidas de desempenho para comparação com regra de seqüenciamento com critério otimizador de retirada de contêineres a ser proposta. A motivação para tal deve-se a, como já mencionado anteriormente, tratar-se de processo novo, sem base de comparação com o anterior.

O processo de atendimento envolvido é representado por movimentações de contêineres, tantas quantas sejam necessárias, até a retirada e entrega à carreta, do contêiner desejado.

Assim sendo, o tempo de processamento para obter determinado contêiner é dependente do conjunto de movimentações anteriormente realizada para acessá-lo.

Nesta ótica, algumas das regras mais utilizadas podem ser eliminadas de imediato:

- LPT (*longest processing time*) – seu objetivo não é compatível com o do problema proposto. Em ambiente de produção job shop, com várias máquinas envolvidas, esta regra apresenta fundamentação para seu uso. No ambiente em estudo, equivalente a uma única máquina em operação, com tempo de atendimento proporcional ao nível de acesso e dependente do atendimento anterior, não se justifica. Ao contrário, acessando-se primeiramente os contêineres

mais próximos (mínimo tempo de processamento), reduz-se, em tese, a quantidade de movimentações improdutivas para acesso aos demais.

- WSPT (*weighted shortest processing time*) e WLPT (*weighted longest processing time*) – Uma vez que, dentre as premissas do processo não foram estipuladas regras de penalidade por espera em fila/atraso, não se cogita sua avaliação como regra passível de utilização.

- MST (*minimum slack time*) – a natureza sequencial e ininterrupta do processo (exceto por ociosidade eventual provocada pela não-chegada de carreta associada à inexistência de fila de atendimento) elimina este critério de sequenciamento de análise. As folgas são eventuais, contingenciais, não oriundas de programação de produção, como a regra pretende atender.

- EDD (*earliest due date*) – sequenciamento de acordo com a menor data de comprometimento de entrega – o processo em estudo estipula, como comprometimento de entrega ao cliente, qualquer horário dentro da janela de tempo programada, não havendo sentido em considerar esta regra.

- SPT (*shortest processing time*) – esta regra considera o mínimo tempo de processamento – identifica-se aqui forte conexão com a natureza do problema em estudo. Contêineres atendidos segundo este critério, em última análise, abrem caminho para contêineres menos acessíveis na estrutura de pilhas, por sua vez submetidos a mesmo critério, sequencialmente, até esgotarem-se as pilhas, dada a característica de uniformidade de processamento associado a cada acesso. Doravante esta regra estará sendo denominada de **MOVIMENTAÇÃO MÍNIMA ou MÍNIMO TEMPO DE PROCESSAMENTO**, com o mesmo sentido que SPT.

Esta seria, então, a regra de sequenciamento mais adequada a ser estudada para este processo. Não se pode garantir que forneça a solução ótima, dada a natureza combinatorial do problema e de serem consideradas algumas poucas combinações de acessos (apenas as relacionadas ao cumprimento do critério SPT) na solução proposta. Pode-se sim considerá-la, de certa forma, otimizante, no sentido de que produz o melhor desempenho, acesso a acesso, conduzindo a um resultado final “ótimo”, como consequência de processos parciais sequenciais otimizantes em relação a tempo e custos.

Em busca de um termo de comparação de parâmetros de desempenho, discutida acima, optou-se por compará-lo com regra **PEPS** (primeiro a entrar, primeiro a sair), dada a correspondência biunívoca carreta-contêiner já estabelecida. Esta regra é considerada, neste estudo, compatível com os objetivos do processo (atendimento hábil, dentro de janela de tempo prevista) e capaz de produzir a estrutura mais simples possível de controle do processo - o atendimento por ordenamento de chegada.

Utilizam-se assim, comparativamente, duas regras, uma que necessita de um mínimo de controle possível (**PEPS**), com outra (**MOVIMENTAÇÃO MÍNIMA**) que necessita de um nível de controle máximo (por envolver decisões a cada acesso, desde que caracterizada formação de fila, do contêiner de mínima movimentação dentre os correspondentes às carretas em fila de espera). Nesta última, portanto, decisões devem ser tomadas, ao término de cada atendimento, e transmitidas em tempo real ao operador do *reach stacker*.

2.5. Outros fatores relevantes

O problema de saída de contêineres de importação de terminal portuário com janelas de tempo envolve, como já comentado acima, a movimentação e retirada de contêineres de pilhas pré-segregadas de contêineres de importação, em busca de contêineres específico para entrega a cliente (carreta) .

Alguns fatores que agregam complicadores ao problema são:

- (a) o acesso a estas pilhas é realizado através de *reach stackers*, equipamentos estes que apresentam peculiaridades bastante diversas de outros equipamentos, com mesmo fim e amplamente estudados. Configura-se, assim, um trabalho de pesquisa com muito pouco apoio em literatura técnica.
- (b) o caráter combinatorial do problema agrega dificuldade, restringindo a utilização de técnicas passíveis de solucioná-lo. Ainda, a adequada representação de estruturas desta natureza, por

sua especificidade, fica comprometida ao fazer-se uso de linguagens específicas de simulação.

- (c) parte-se de um processo que está sendo radicalmente alterado, havendo pois que representar o desenvolvimento de modelo base de comparação, além do modelo em estudo, por não haver como obter benefícios de bases de dados passados, passíveis de nortear o comportamento das variáveis relevantes, comparativamente a este novo processo.