

## 4

### Levantamento de dados operacionais preliminares

A modelagem em simulação exigia que alguns levantamentos de dados estatísticos fossem efetuados. Na prática, infelizmente, muito pouco pôde ser obtido efetivamente que pudesse contribuir na construção dos modelos. Buscou-se, então, extrair das entrevistas o máximo de informação, vez que levantamentos de dados de campo não foram viabilizados, nem dados de séries históricas disponíveis mostraram-se úteis para estes fins. Um determinado nível de abstração teve então de ser assumido no comportamento de algumas variáveis, para as quais se buscou, na literatura, embasamento teórico coerente.

#### 4.1. Distribuição estatística de tempos de atendimento

A mais importante estatística a ser considerada na pesquisa relativa a este processo é a produtividade de um operador de *reach stacker*, medida em termos de contêiner movimentado/unidade de tempo.

Considera-se aqui a impossibilidade de definir padrão de movimentação de contêineres observando-se a média das operações de pátio, por estas envolverem movimentações em distâncias diversas ao longo das quadras.

Estabelece-se então o padrão de movimentação de contêiner a ser avaliado, como aquele associado à sua retirada de uma pilha, para sua colocação em pilha imediatamente ao lado da considerada.

Esta vem a ser, com aproximação bastante razoável, a movimentação realizada na operação a ser mais utilizada em ambiente de operação neste processo – a movimentação improdutiva (da estrutura **ORIGINAL** para a **BUFFER**, ou vice-versa) ou a produtiva (da estrutura original ou *buffer*, para carga na carreta).

Cabe frisar que as movimentações produtivas, em menor quantidade, também ficam razoavelmente aproximadas por este padrão, considerado que, neste novo processo, a carreta deverá estacionar junto à área **BUFFER**, para carregamento.

Como já estabelecido acima e devidamente retratado no Quadro 2.3.A, a estrutura *buffer* deve acompanhar, por faixa de horário, as estruturas de pilhas das

janelas ainda não entregues. Esgotada a janela de tempo de 7–9 horas, por exemplo, esta área recém-disponibilizada passa a ser a nova área *buffer* para a estrutura de pilhas da próxima janela (de 9-11 horas), visando a redução de deslocamento do *reach stacker*.

Séries históricas de dados neste padrão de movimentação acima estipulado e a perspectiva de levantamento de mensurações em operações de pátio não foram disponibilizados pela instalação.

Informações fornecidas em entrevista realizada com a Área de Operações apontam, para operações do tipo acima estipuladas, um patamar de desempenho médio de 2,5 minutos (retirada de um contêiner de uma pilha e reposicionamento em pilha ao lado), com variação limite de 0,5 minutos para cima ou para baixo.

Foi informado ainda que exceções a estes padrões são extremamente raras. Os operadores são tidos como muito experientes na movimentação de cargas, com turn-over muito baixo.

Pode-se inferir então que, dentre os operadores, há um padrão de movimentação de contêineres bastante estável, permitindo assumir que a curva estatística de movimentação de contêineres (a ser abaixo especificada) seja representativa para todos os operadores da instalação.

A homogeneidade dentre os operadores, retratada em entrevistas, permite que se assuma que a variável aleatória *tempo de movimentação de contêiner*, possa ser considerada como uma distribuição estatística Normal, em um horizonte longo de operação.

Para obter o desvio-padrão desta distribuição, utiliza-se a informação fornecida de que eventos que se apresentam fora da região de 0,5 minutos para cima ou para baixo da média são tidos como raros.

Sabe-se da teoria estatística que, dentro da região da distribuição normal de  $3\sigma$  (para cada lado da média), estão presentes 99,73% dos eventos observados. Montgomery e Runger (1999) inclusive referem-se a esta como a “largura de uma distribuição normal”.

Aplicando tais conceitos ao problema em estudo, obtém-se:

$$3\sigma = 0,5 \text{ minutos, sendo portanto } \sigma = 0,1667 \text{ minutos}$$

Assume-se, assim, a distribuição das taxas de atendimento (movimentação de contêineres) como uma  $N(2,5 ; 0,1667)$ .

Para obter uma geração aleatória de taxas de atendimento segundo esta distribuição, aplica-se o método polar descrito por Law e Kelton (1991). Maior detalhamento deste método encontra-se no Apêndice 2.

## 4.2. Distribuição estatística de taxas de chegadas

É apresentado, na Figura 4.2.A, a série histórica da distribuição, por faixa de horário, da retirada de contêineres de clientes.

**Figura 4.2.A**



Fonte: Terminal 1 - RIO

Este torna-se apenas ilustrativo das faixas de horários mais utilizadas (desejadas, vez que no processo ainda vigente há esta conotação) pelos clientes para a retirada de seus contêineres. A retirada é oriunda, até então e conforme já discutido, de um processo circunstancial, dependente principalmente do desembaraço da carga e liberação da mercadoria. Fatores administrativos são, portanto, os relevantes para a tomada de decisão de retirada de contêineres. Observa-se apenas que a faixa de horário mais cobiçada é a comercial, mormente no período da tarde.

Assim sendo, e a partir destes dados, inclusive em seu nível primário, nada se pode inferir estatisticamente sobre o processo de chegadas propriamente dito.

O processo em estudo neste trabalho, formalizado no ítem 2.3. acima, é totalmente estruturado, com base em agendamento prévio em janelas de tempo, com quantidade de contêineres fixos por janela. Tais circunstâncias, certamente, deverão afetar o comportamento de chegadas dos clientes, ao restringi-los a rígidos padrões pré-estabelecidos de janelas de tempo, alterando doravante a curva de dados históricos acima.

Não havendo, portanto, séries históricas de dados da instalação passíveis de permitir uma estimativa de taxas de chegadas, conhece-se, de acordo com Law e Kelton (1991):

*“... The Poisson process is the most commonly used model for the arrival process of customers to a queueing system.”*

Também citado por Novaes (1975), para terminais de contêineres, o intervalo entre chegadas exponencial é característica de diversos regimes de filas.

Assume-se, assim, uma distribuição de chegadas de carretas, de acordo com um processo de Poisson e seu correspondente tempo entre chegadas, exponencial, garantidas assim a independência dos eventos de chegadas, dentro de cada uma das janelas de tempo consideradas.

Para uma estimativa inicial do parâmetro  $\lambda$  desta exponencial, considera-se a premissa do processo de que a última carreta a ser atendida deverá chegar na instalação, no limite de tempo de seu término.

Com a chegada necessária de 30 carretas em um máximo de 120 minutos, estima-se o valor esperado da distribuição exponencial de 4 (quatro) minutos/chegada, utilizando-o no modelo. Valores esperados inferiores são, de mesma forma, factíveis, devendo compor cenários específicos também neste estudo.

Para a geração dos tempos aleatórios entre chegadas, necessário ao modelo, utiliza-se o procedimento estabelecido em Law e Kelton (1991). Detalhes deste são fornecidos também no Apêndice 2.

Necessita-se garantir que a soma dos tempos entre chegadas, com a sequência de 30 chegadas geradas aleatoriamente, totalize um máximo de duas horas, caso contrário os resultados da simulação seriam prejudicados. Neste sentido, os modelos de simulação desenvolvidos nesta pesquisa pré-criticam esta soma, abandonando previamente as gerações que ultrapassam este tempo.

Mantém-se, desta forma, a integridade na geração de chegadas, coerente com as premissas assumidas no modelo.

### 4.3. Previsão de Demanda

A partir da disponibilidade de série histórica diária de nove meses de dados de demanda por contêineres de importação, apresentada sinteticamente no gráfico da Figura 4.2.A, discute-se a pertinência de um estudo de previsão de demanda nesta pesquisa.

As premissas já estabelecidas pelo novo processo, de atendimento máximo de 30 contêineres/janela de tempo, (que fixa a demanda de cada janela), e a quantidade de janelas definidas (que fixa a demanda máxima a ser atendida por dia) restringem esta demanda a um máximo de 1800 contêineres/dia.

Além destes argumentos relacionados ao processo propriamente dito, por si só suficientes para a não realização de estudos neste sentido, agregam-se outros:

- na ótica do autor, a nova conjuntura econômica mundial de crise, redesenhada neste final de 2008, prolongando-se até então, restringe sobremaneira a utilização de séries históricas de dados passados, como base para projeções futuras e,

- objetivamente, flutuações de demanda, para fins do processo operacional em si, são gerenciados em caráter diário e representam, em termos práticos, a abertura ou fechamento de janelas de tempo, ou a elevação/redução da taxa de serviço através da alteração na quantidade de *reach stackers* em operação,

- como argumento final, esta pesquisa foca especificamente no desempenho de uma janela de tempo de operação de trinta contêineres (demanda fixa, portanto).

A discussão é pertinente para justificar a validade e estabilidade do modelo proposto, independente dos reais patamares de demanda.