

TEORIA DAS FILAS APLICADA AO CASO: PORTO DE ITAJAÍ-SC

Vanina Macowski Durski Silva

Eng. de Prod. Agroindustrial, Mestranda em Logística e Transporte, Curso de Eng. de Produção, UFSC.

vaninadurski@gmail.com

Resumo - com o fortalecimento e melhor preparo das instituições, o Brasil se encontra na rota do crescimento com sustentabilidade devido às exportações, permitindo um PIB em crescimento. Esta é uma evidência de que a economia brasileira está mais aberta e preparada para o comércio internacional do que em anos anteriores e necessita de estudos aprofundados sobre formas de se melhorar o serviço oferecido, dentre eles, o serviço portuário. Diante da importância do tema e da carência de literatura sobre o assunto, o presente trabalho tem por objetivo aplicar a Teoria das Filas, uma das ferramentas da Pesquisa Operacional, no Porto de Itajaí (SC) de modo a analisar as características de atendimento aos navios que ali atracam e identificar possíveis melhorias.

Palavras-Chave - Teoria das Filas; Serviço Portuário; Competitividade.

TEORIA DAS FILAS APLICADA AO CASO: PORTO DE ITAJAÍ-SC

1. INTRODUÇÃO

Há muito tem se falado no Brasil em exportação, equilíbrio da balança comercial dentre outros assuntos do gênero e é sabido, como disse o Sr. Rubens Ricupero (ex-Ministro da Fazenda) que “o desenvolvimento do comércio internacional está ligado diretamente à questão portuária, uma vez que a maioria das mercadorias comercializadas no mundo transporta-se em navios e são movimentadas em portos” (OLIVEIRA, 2.000).

Para Silva (1.999) os portos são os lugares centrais dessa conexão com a troca internacional, permitindo que cada país introduza, não apenas mercadorias mas também as mais-valias resultantes da passagem das mesmas por essa conexão, portanto, sendo visto como uma porta de entrada, uma abertura para a constituição de negócios, criando um amplo campo de oportunidades industriais e comerciais.

Dizia em 1.972 o professor Gudín, citado em Oliveira (2.000):

“O comércio internacional é um fator de prosperidade e de enriquecimento para os países que dele participam. Primeiro, porque eleva o padrão de vida; segundo, porque utiliza a capacidade ociosa da produção e, com o aumento do volume dessa produção, seus custos tendem a baixar; terceiro, porque incrementa o volume de emprego”.

Ainda no ano de 2.000 uma pesquisa realizada com empresários brasileiros demonstrou que 93.50% das respostas reivindicavam a modernização dos portos, como forma de tentar angariar melhores condições competitivas ao negócio. Exemplo disso é o caso da China que em 1.980 as exportações somavam US\$ 18 bilhões quando as do Brasil somavam US\$ 20 bilhões e, já em 1.991 as do Brasil somavam US\$ 31 bilhões, enquanto que as exportações da China somavam US\$ 72 bilhões.

O que aconteceu na maioria dos países que tem superávit nas exportações foi a privatização dos portos, pois dessa forma foi possível investir fortemente em equipamentos e dar condições de trabalhar com ótimos navios, melhorando o nível de serviço. Já nos portos nacionais, o sonho de competitividade dos produtos brasileiros há tempos sofre a ação de ineficiência gerencial, além de custos portuários exorbitantes, o que representa a perda de bilhões de dólares nas exportações, inviabilizando a movimentação de cargas.

Conforme Oliveira (2.000), é comum o interesse dos portos (nacionais e internacionais) pelos contêineres, aptos a abrigar até 50t de carga e a melhor forma de se transportar produtos de um país a outro. Em 1.991 o porto de Hong Kong movimentou 200 mil contêineres enquanto que o porto de Cingapura movimentou 6,3 milhões. Já no porto de Roterdã, o maior porto do mundo, transitaram 3,1 milhões de unidades. Como se trata de um alto volume movimentado de carga, os portos modernos têm introduzido equipamentos computadorizados e automatizados, diminuindo o custo dos serviços de forma drástica.

No ano de 2.000, no porto de Roterdã, apenas um trabalhador comandava de sua cabine não só as imensas pontes rolantes, como também dirigia os caminhões que transportavam os contêineres. Nos portos nacionais, a mesma operação poderia demandar de 40 a 50 homens. Como resultado, a movimentação de contêineres no cais brasileiro custava pelo menos três vezes mais do que nos países industrializados, como a Holanda, Bélgica e Alemanha.

Neste mesmo ano, em decorrência da falta de infraestrutura adequada, aproximadamente 600 mil/t de fertilizantes deixavam de aportar no porto de Paranaguá e, algumas vezes, os navios que traziam 900 mil/t ficavam até 30 dias no porto, ao custo médio diário de US\$ 10 mil, à espera de uma vaga para de descarregar (OLIVEIRA, 2.000).

Dentre os portos nacionais, é grande a importância do porto de Itajaí (em SC), o qual, sendo incluído à lista de aplicação da moderna orientação privatista, em meados do ano 2.000 e contando com o apoio de empresários, trabalhadores e

autoridades locais, melhoraram alguns serviços, e diminuíram custos, além da implantação e validação da Lei nº 8.630 de 25 de fevereiro de 1.993 para a modernização dos portos, onde foi possível melhorar a qualidade dos serviços além da diminuição dos custos (em 1.993 o porto movimentou 1,8 milhão/t com faturamento cambial de US\$ 1,5 bilhão).

Em um artigo publicado por Oliveira(2.000), o mesmo citava que:

“Na acirrada luta pelos mercados, que se trava em todos os Continentes, cada vez mais cresce em sua importância o item de serviços portuários. As empresas de comércio exterior, notadamente os exportadores, sabem que a colocação de seus produtos depende também da qualidade e dos custos das operações de carga e descarga.”

Assim, não basta ter um artigo de qualidade, se o atraso no embarque ou descarregamento retarda a entrega do produto no mercado consumidor, ou se até mesmo o custo dos serviços portuários retiram a margem de competitividade (custos estes formados pelos impostos e tarifas além de salários aos portuários).

Dados de 1.994 informam que o preço médio do metro cúbico do produto embarcado em Roterdã era de apenas US\$ 4,70 e no Rio de US\$ 15, enquanto que no porto de Santos era de US\$ 25. Os embarques de contêineres em Imbituba e Itajaí não saiam por mais de US\$ 100 ao passo que no porto paulista subiam a US\$ 250. A propósito dos crônicos atrasos, decidiu-se criar sobretaxas de congestionamento, a qual pode chegar a US\$ 250 por unidade, o que torna ainda mais caro o processamento de contêineres em Santos, atingindo altos níveis de ineficiência, não podendo arcar com os custos e perdas resultantes da demora da atracação.

Ainda em 2.000, o porto privatizado de Buenos Aires movimentava 50 contêineres por hora contra apenas 10 no porto de Santos, com menor número de trabalhadores. Em consequência, o custo da operação de um contêiner no porto argentino caiu para US\$ 85, contra mais de US\$ 300 cobrados no porto santista. Neste mesmo período, sob o monopólio das

estatais Cias. Docas, o Brasil continuava a manter os piores e mais caros serviços portuários do mundo (OLIVEIRA, 2.000).

Cabe aqui a ressalva para o caso brasileiro, onde inexistindo infra-estrutura as pessoas e mercadorias não podem se movimentar com qualidade. Exemplo disso: o porto de Santos que movimentava em 2.000 apenas 10% do volume movimentado pelo porto de Roterdã, com 18 mil trabalhadores encarecendo as operações e inibindo a participação das empresas privadas, e impedindo a criação de empregos nas atividades do retroporto. Em 1.992 armadores estrangeiros esperavam ter o Brasil com serviços portuários a níveis internacionais de qualidade e preços a fim de se tornar viável as negociações.

O governo chinês em 1.992 preocupava-se com o tempo de descarregamento de um graneleiro, o qual demorava 26 dias quando nos portos modernizados demorava em torno de 5 a 6 dias. Como o custo de um navio parado era de US\$ 10 mil a US\$ 15 mil, era preocupante o arcaico sistema portuário.

Em um documento publicado por Oliveira em outubro de 1.995 é possível se ter uma idéia de como o porto brasileiro já estava competitivamente atrás de alguns portos internacionais devido sua onerosa taxa de movimentação de contêiner. Enquanto que no porto de Antuérpia era cobrado em torno de US\$ 107 pela movimentação de um único contêiner e, em Roterdã, US\$ 150, no Brasil, nos portos de Santos e Rio de Janeiro, a mesma taxa podia ultrapassar a casa de US\$600. Outro exemplo é porto de Kwai Chung que já no ano de 2.000 superou o recorde de produtividade, retirando 236 contêineres do navio em apenas uma hora, graças a sofisticados equipamentos automáticos e computadorizados.

É neste caótico cenário que os portos nacionais devem adotar uma nova função que é a de organizar e gerenciar fluxos contínuos de bens para a produção e o consumo, a partir de redes de empresas que se estendem pelos territórios. Segundo Silva (1.999), a crescente containerização das cargas tem facilitado tecnologicamente esse processo, com o uso intensivo de equipamentos automatizados, exigindo-se um desempenho mais qualificado do serviço portuário.

A globalização econômica gerou um grande aumento dos fluxos de mercadorias que circulam por um navio de um continente para outro, abrindo novas perspectivas e aumentando a competitividade. Conforme Silva, a concorrência entre os portos se dá sobre algumas frentes, dentre elas: na eficácia interna do porto, visto como uma máquina capaz de fazer circular fluxos de mercadorias cada vez maiores em um tempo cada vez menor, e com custos sempre mais baixos e competitivos. Ainda defende que a eficiência interna do porto constitui hoje uma condição prévia de sucesso, sem a qual, não é possível competir com seus concorrentes.

Portanto, é neste contexto que o presente trabalho pretende atuar na busca de um estudo no Porto de Itajaí em Santa Catarina, na tentativa de verificar se há possibilidade de melhor utilização do mesmo, ganhando agilidade no atendimento e com isso, tornando-se cada vez mais competitivo.

2. PORTO DE ITAJAÍ-SC

Suas instalações têm mais de 15.000 m² de área coberta para estocagem de produtos e 38.000 m² de área descoberta para armazenagem de contêineres. Os usuários do Porto de Itajaí têm a sua disposição, a qualquer momento, mais de 70 equipamentos, com capacidade de 1 a 37 toneladas para auxílio na carga e descarga de suas mercadorias. Tudo isso conforme os padrões internacionais de segurança. As unidades operacionais do Porto de Itajaí são totalmente informatizadas, empregando-se desde cabeamento de fibra ótica até computadores de última geração.

O Porto de Itajaí, pensando no bem estar do exportador e importador, conta ainda com uma Estação Aduaneira de Interior (porto seco), totalmente alfandegada e sincronizada com o Porto, com 31.500 m² para armazenagem coberta e pátios de armazenagem de contêineres com mais de 120.000 m² de área. Com toda essa estrutura, segurança, agilidade, qualidade de serviços e preços baixos, o Porto de Itajaí é com certeza o seu porto de chegada.

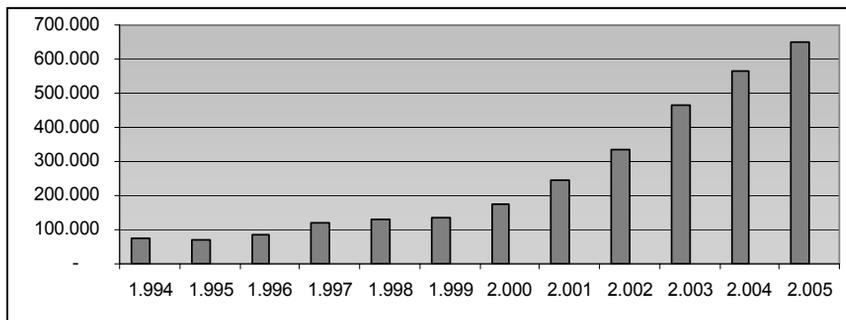
Sendo tradicionalmente um porto de carga geral, o Porto de Itajaí vem apresentando um crescimento surpreendente nos últimos anos. Tendo embarcado/ desembarcado, apenas no cais comercial, 732 mil toneladas em 1.990, superou pela primeira vez a marca de 1 milhão de toneladas em 1.992. Dados de 2.005, apresentam movimentação de 6.135.558 toneladas.

Itajaí caracteriza-se por ser um porto essencialmente exportador, onde cerca de 24% da movimentação, correspondem a importação. Este fato reflete bem a característica econômica do Estado de Santa Catarina, cuja produção agroindustrial tem grande aceitação nos mercados consumidores internacionais.

A tabela a seguir demonstra o crescimento da movimentação de cargas e contêineres no Porto de Itajaí nos anos de 1.993 a 2.005:

FIGURA 1 - Evolução na movimentação de TEU's no porto de Itajaí

Fonte: site da FIESC



Como é possível facilmente visualizar, o Porto de Itajaí tem evoluído na movimentação de cargas nos últimos anos devido ao oferecimento de melhores níveis de serviços e boa gestão, tornando-se mais competitivo frente aos outros portos nacionais, motivo pelo qual este estudo irá tentar a aplicação da Teoria das Filas a fim de se buscar melhorias na gestão do porto, de modo que amplie sua participação nas exportações brasileiras favorecendo a economia nacional.

3. TEORIA DAS FILAS

Um dos sintomas frequentes de funcionamento deficiente de um sistema é o congestionamento de clientes. De acordo com Andrade (2.000), um dos campos da Pesquisa Operacional é a Teoria das Filas, que trata de problemas de congestionamento de sistemas, onde a característica principal é a presença de “clientes” solicitando “serviços” de alguma forma.

O exemplo tradicional de fila, segundo Shamblin (1.989) compõe-se de dois elementos, como mostra a figura abaixo. Os clientes que chegam ao sistema de fila esperam em linha até serem atendido, ou se o sistema estiver vazio, o recém chegado poderá ser atendido imediatamente. Uma vez completado o atendimento, o cliente deixa o sistema.

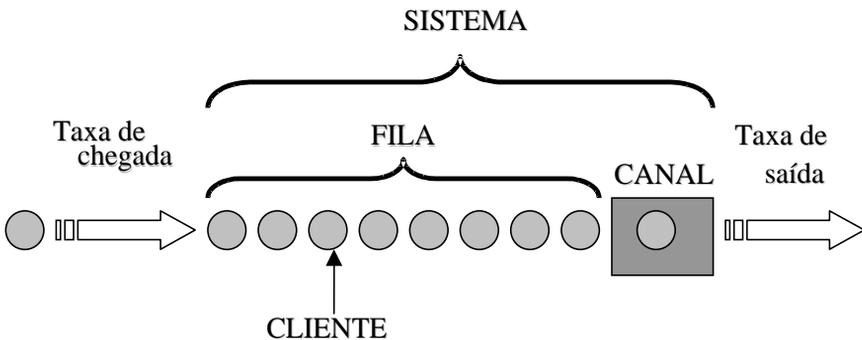


FIGURA 2- Elementos principais de um sistema de fila de espera
Fonte: SHAMBLIN (1.989)

Cliente: unidade de chegada que requer atendimento, podendo ser máquina, pessoas e neste trabalho específico, navios.

Fila: número de clientes esperando atendimento. Normalmente, a fila não inclui o cliente que está sendo atendido.

Canal de atendimento: processo ou sistema que realiza o atendimento do cliente. Pode ser um canal múltiplo ou único. O símbolo c indicará o número de canais de atendimento.

Conforme Bronson (1.985), os sistemas de filas são caracterizados por cinco componentes: modelo de chegada dos usuários, modelo de serviço, número de atendentes, capacidade do estabelecimento para atender usuários e ordem em que os usuários são atendidos.

Modelo de chegada dos usuários: especificada pelo *tempo entre chegadas* (λ), tempo entre chegadas sucessivas de usuários ao estabelecimento de prestação de serviços.

Modelos de serviços: especificado pelo *tempo de serviço* (μ), tempo requerido por um atendente para atender um usuário.

Capacidade do sistema: é o número máximo de usuários, tanto aqueles sendo atendidos quanto aqueles nas filas, permitidos no estabelecimento de prestação de serviços ao mesmo tempo, podendo ser finita ou infinita.

Disciplina das filas: é a ordem na qual os usuários são atendidos. Pode ocorrer na base do primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO), na base do último a entrar, primeiro a sair (LIFO).

Outras definições:

Número esperado na fila (L_q): número esperado de clientes que aguarda atendimento.

Número esperado no sistema (L): número esperado de clientes ou esperando na fila e/ou não atendidos.

Tempo de espera na fila (W_q): tempo que espera que um cliente gaste aguardando em fila.

Tempo de espera no sistema (W): tempo que espera um cliente na fila mais o tempo em que é atendido.

Há ainda a probabilidade de que um usuário permaneça mais que t unidades de tempo no sistema (W_t) e, a probabilidade de que um usuário permaneça mais que t unidades de tempo na fila ($W_{q(t)}$).

4. TEORIA DAS FILAS APLICADA AO CASO: PORTO DE ITAJAÍ

Com base nos dados de atracções e desatracções do Porto de Itajaí durante os meses de janeiro de 2.006 a maio de 2.006, pode-se tirar que:

Taxa de chegada de navios no porto (λ): 2,7 navios/dia;

Taxa de atendimento de navios (μ): 2,7 navios/dia;

O porto trabalha atualmente com três berços para atracção, ou seja, $c = 3$, o que quer dizer que existem três canais de atendimento. Com base nos dados obtidos pode-se definir este problema de filas como sendo do tipo: $M | M | 3 : (\infty, \text{FIFO})$, ou seja, possui taxa de chegada e taxa de atendimento seguindo uma distribuição de Poisson, com 3 canais de atendimento sendo que a capacidade do sistema não é limitada e com ordem de atendimento do tipo FIFO. Pode-se dizer que o sistema assume a distribuição de Poisson, pois esta é aplicável quando a oportunidade de ocorrência de um evento é grande, mas a ocorrência real tem baixa probabilidade (ANDRADE, 2.000).

A taxa média de ocupação dos berços se calcula da seguinte maneira:

$$\rho = \lambda / c * \mu = 0,33$$

Uma vez definida a taxa de ocupação, é possível encontrarmos a probabilidade do sistema estar vazio (P_0), ou seja, a probabilidade de haver zero navios no sistema:

$$P_0 = \{ [(c^c) * (\rho^c + 1)] / c! * (1 - \rho) \} + \left[\sum_{i=0}^{c-1} \frac{(c * \rho)^i}{i!} \right]^{-1} = 0,36745$$

$$P_0 = 36,74\%$$

E com este resultado, buscamos o número médio de navios no sistema (L):

$$Lq = \{ [(c^c) * (\rho^c + 1)] / c! * (1 - \rho)^2 \} * P_0 = 0,0436 \text{ navios}$$

$$Wq = Lq / \lambda = 0,0161 \text{ dia} = 0,3864 \text{ horas} = 23,184 \text{ min}$$

$$W = Wq + 1 / \mu = 0,3864 \text{ dia} = 9,2736 \text{ horas}$$

$$L = \lambda * W = 1,0432 \text{ navios}$$

Com estas características de operação no porto de Itajaí podemos dizer que a probabilidade de que um navio permaneça

mais que 1,5 dias na fila é de 0,00258%, calculado através da equação:

$$Wq(1,5)=(((c*\rho)^c*P_0)/c!(1-\rho))*e^{-c*\mu}*t*(1-\rho)$$

Como este artigo tinha por objetivo identificar alguma possível melhoria no atendimento dos navios, uma delas a ser citada, seria implantar no porto mais um berço para atracação, ou seja, de três passaria a operar com quatro berços, a probabilidade do sistema estar vazio (P_0) seria de 36,73%, calculado após encontrado a nova taxa de utilização ($\rho=0,25$). Deste modo, com a implantação do quarto berço, o número médio de navios no sistema passaria para 1,0065 navios e haveria uma redução no tempo médio que um navio permanece no sistema de 0,0136 dia ou 0,3264 horas, podendo então desatracar em menos tempo e com isso melhorar o nível de atendimento aos clientes que esperam pela mercadoria em seus destinos:

$$W_{3\text{berços}}-W_{4\text{berços}}=0,3864\text{dia}-0,3728\text{dia}=0,0136\text{dia}$$

5. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, após a aplicação de uma das ferramentas da Pesquisa Operacional, pôde-se ver que os mesmos são significativos e que há espaço para melhorias a fim de reduzir custos e tempo de operação e com isso garantir a competitividade do Porto de Itajaí, como no caso da implantação de um berço a mais a fim de reduzir o tempo de permanência de um navio atracado.

Neste artigo, pôde-se ver que com a implantação de um quarto berço no Porto de Itajaí, seria possível melhorar o atendimento aos navios clientes que utilizam o serviço, reduzindo o tempo de permanência no porto, em 0,0136 dia ou 0,3264 hora, ou ainda, 19,584min. Ficou claro que haveria maior agilidade no atendimento dos navios, porém devido o alto custo de implantação do berço, faz-se necessário um estudo mais detalhado sobre a viabilidade financeira de implantação do mesmo, pois dependendo do resultado obtido, torna-se inviável esta operação, restando ao

Porto de Itajaí continuar suas atividades contando apenas com os berços já implantados.

Nos próximos anos a questão portuária se resumirá em qualidade, ou seja, quem oferecer o melhor serviço com o menor custo permanecerá no mercado. Desta maneira, os portos brasileiros terão que buscar o padrão de tecnologia operacional da atividade e modelar suas estruturas organizacionais para o atendimento a uma atividade cada vez mais comercial e competitiva.

Como os portos nacionais estão em centros urbanos com deficiência de áreas e instalações impossibilitadas de crescer em volume de atividade, resta-nos atuarmos nos principais pontos deficientes para fazê-los ressurgir e, se não forem mudados os padrões da atividade portuária brasileira deixaremos de pertencer ao chamado clube dos países em desenvolvimento, uma vez que essa atividade, pela nossa geografia continental, é fator primordial para o crescimento do país.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. de. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 2. ed. LTC: Rio de Janeiro, 2.000.

BRONSON, R.. **Pesquisa Operacional**. McGraw-Hill do Brasil: São Paulo, 1.985.

OLIVEIRA, C. T. de. **Modernização dos portos**. 3. ed. Aduaneira: São Paulo, 2.000.

SHAMBLIN J. E., STEVENS, G.T, Jr. **Pesquisa Operacional: Uma abordagem básica**. 1. ed. Atlas: São Paulo, 1.989.

SILVA, G.. COCCO, G.. **Cidade e portos: os espaços da globalização**. DP&A: Rio de Janeiro, 1999.

FIESCNET Movimentação de cargas em Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.fiescnet.com.br/compi/>>. Acesso em: 15 jun. 2006.