

Análise das Condições Operacionais do Porto do Rio Grande Utilizando a Técnica de Simulação

Natália Lemke¹ & Milton Luiz Paiva de Lima²

¹Mestre em Engenharia Oceânica – FURG, Rio Grande, RS – natalia_lemke@yahoo.com.br

²Departamento de Materiais e Construção – FURG, Rio Grande, RS – milton@dmc.furg.br

RESUMO: Este trabalho apresenta uma análise operacional dos terminais do Porto do Rio Grande, realizada através da técnica de Simulação, com o *software* Arena. De acordo com os dados de movimentação de navios, relativos aos anos de 2004, 2005 e 2006, fornecidos pela Superintendência do Porto do Rio Grande, analisaram-se os intervalos entre as chegadas de navios, e os tempos de cada atendimento, com intuito de representar estes dados através de determinada distribuição estatística. Especificamente, para o terminal Tecon, foram realizadas análises mensais dos processos de chegada e de atendimento, com a finalidade de estimar a demanda para os próximos anos, pois este terminal passará a operar com mais um berço de atracação. Para cada simulação, o programa Arena forneceu inúmeros resultados, entre eles, o índice de congestionamento.

PALAVRAS-CHAVE: Operacionalidade, Simulação, Porto do Rio Grande.

ABSTRACT: This work presents an operational analysis of the terminals of the Port of Rio Grande, carried through the technique of Simulation, with the software “Arena”. In accordance with the data of movement of ships, relative to the years of 2004, 2005 and 2006, supplied for the Supervision of the Port of Rio Grande, had analyzed the intervals between the arrivals of ships, and the times of each attendance, with intention to represent these data through definitive distribution statistics. Specifically, for the Tecon terminal, monthly analyses of the processes of arrived and attendance had been carried through, with the purpose esteem the demand for the next years, therefore this terminal will start to operate with plus a cradle of mooring. For each simulation, the program “Arena” supplied innumerable resulted, between them, the index of congestion.

KEYWORDS: Operationalization, Simulation, Port of Rio Grande.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

O transporte é um dos subsistemas mais importantes da logística, do qual, o subsistema portuário é parte integrante e fundamental para o desenvolvimento do comércio exterior. Portanto, os portos devem ser eficientes, contribuindo para o crescimento da economia regional, nacional e mundial.

Na era da globalização, rodovias, ferrovias, hidrovias, portos, dutos e aeroportos do Brasil precisam estar cada vez mais integrados, física e operacionalmente, permitindo obter o melhor aproveitamento de cada modal de transporte, a fim de reduzir distâncias, ganhar tempo, baixar fretes e tornar os produtos do país mais baratos no mercado interno, e mais competitivos no

mercado externo. Em relação aos sistemas portuários brasileiros, ainda existem muitos problemas, os quais afetam a eficiência dos mesmos.

Neste contexto, o presente trabalho faz uma análise da operação dos terminais privados de um Porto, em termos de congestionamento, através do estudo dos dados de movimentação de navios, usando a técnica de Simulação. É usado como estudo de caso o Porto do Rio Grande e a técnica de simulação é empregada para avaliar a suas condições de operação nos anos de 2004, 2005 e 2006. Essa técnica também é empregada para estimar as condições de operação de um terminal específico, o de contêineres, para o ano de 2009.

1.2. Justificativa

Atualmente, a moderna Logística tem como ponto fundamental a satisfação dos clientes, a qual deve ser conseguida sem perder de vista a questão dos custos. Dessa forma, deve haver uma preocupação no estabelecimento do nível de serviço adequado a ser oferecido e seus custos. Para que isso seja conseguido, é necessário que os diversos subsistemas que formam o chamado sistema logístico estejam funcionando adequadamente.

Um dos subsistemas mais importantes da logística é o de transportes e, compondo este, pode-se destacar o subsistema portuário, o qual deve operar dentro de certos padrões para que o sistema como um todo funcione satisfatoriamente.

Assim, é importante que se aplique alguma metodologia que possibilite a avaliação das operações portuárias, pois isso permite a tomada de decisões corretivas, caso este importante subsistema apresente tendência de diminuição do padrão de atendimento como, por exemplo, a tendência de formação de congestionamentos, formação de filas de espera, etc.

Segundo a Superintendência do Porto do Rio Grande [10], no cenário atual do comércio exterior uma das grandes exigências tem sido a cobrança de mais rapidez no atendimento, devido aos altos custos envolvidos nesse setor. Quanto mais eficiente na operação for o porto, menor será o tempo de permanência do navio, diminuindo os custos com fretes. Com isso, o porto torna-se mais competitivo. São muitos os fatores que influenciam na eficiência portuária, entre eles, ressaltam-se: a velocidade de movimentação de contêineres e navios, a seleção de armadores e companhias, a profundidade do canal de navegação, a adaptabilidade às mudanças no mercado, e a acessibilidade ao transporte terrestre.

Diante deste contexto, entende-se que é importante a aplicação de uma metodologia que, baseada nos dados de movimentação do porto coletados ano a ano, permite dar uma idéia a respeito da sua operacionalidade.

1.3. Estudos de operações logísticas e portuárias através da técnica de simulação

Atualmente diversos pesquisadores têm realizado estudos relacionados à operacionalidade de sistemas portuários. Uma metodologia largamente utilizada para estes estudos é a construção de modelos matemáticos através de específicas equações, visando evidenciar a situação operacional dos portos. No entanto, devido às inúmeras dificuldades encontradas no estudo de um complexo portuário, tem-se adotado uma técnica que possibilita identificar os pontos onde ocorrem gargalos, e assim tentar solucionar o problema, a qual é a simulação.

A técnica de simulação está sendo amplamente utilizada nas mais diversas áreas de conhecimento. Cabe destacar alguns estudos desenvolvidos através deste método para operações logísticas e portuárias, os quais são:

- Modelagem e Simulação: Poderosa Ferramenta para a Otimização de Operações Logísticas [3];
- Modelo de Simulação de Operações Portuárias [7];

- Tecnologia de Informação: uso da Simulação para Obtenção de Melhorias em Operações Logísticas [8];
- Análises das Operações com Embarcações de apoio *Offshore* na Bacia de Campos – RJ [2].

Com base nestes estudos, foi realizado este trabalho, que consiste em empregar a técnica de simulação para avaliar a operacionalidade no sistema portuário de Rio Grande, e assim, diagnosticar pontos onde ocorrem ou podem ocorrer congestionamento, e testar hipóteses para melhorar o sistema em questão, sem refletir em custos extremamente dispendiosos, de maneira a colaborar com a operacionalidade do Porto do Rio Grande, em termos de congestionamento.

2. SIMULAÇÃO

2.1. Introdução

De acordo com Saliby [8], a logística moderna vem sendo fortemente influenciada pela evolução da tecnologia da informação. Esta evolução tecnológica proporciona vantagens para operações logísticas, que passam a ser mais rápidas, mais confiáveis, e de menor custo. Enfim, mais eficientes. O avanço tecnológico implica também no gradativo barateamento da tecnologia, influenciando diretamente o custo. Atualmente, há uma grande disseminação de ferramentas quantitativas sofisticadas que, há pouco tempo, apenas empresas de grande porte tinham o privilégio de utilizar.

Conforme Andrade [1], a simulação sempre foi usada pela humanidade como forma de representar os processos relativos aos sistemas onde as pessoas viviam. Nesse caso estão as esculturas, pinturas e todas as formas de representação de idéias. Na ciência, a utilização de modelos é uma atividade corriqueira, desde os modelos em escala reduzida (barragens, topografia, edificações etc.), modelos de aviões para estudo de aerodinâmica e modelos analíticos de processos físicos e mentais.

Segundo a ref. [8], as primeiras aplicações da simulação no campo da Logística foram nas áreas de mineração, siderurgia e transportes marítimos. Hoje, devido às facilidades decorrentes da evolução da tecnologia da informação, praticamente encontram-se aplicações de modelagem e simulação nas mais diversas áreas.

2.2. Conceituação de simulação

A simulação é essencialmente um trabalho com analogias. É uma modalidade experimental de pesquisa que procura tirar conclusões próprias através de exercícios com modelos que representam a realidade. A simulação consiste em um processo de imitar uma realidade através de modelos. Tais modelos podem conservar ou não as características físicas e lógicas do sistema imitado [9].

A simulação é uma técnica que permite imitar o funcionamento de um sistema real. Os modernos programas de computador permitem construir modelos nos quais é possível visualizar na tela o funcionamento do sistema em estudo, tal como em um filme. A grande vantagem da simulação reside no fato de permitir a análise de diversas alterações no cenário virtual, sem o custo e o risco de atuar no cenário real [5].

2.3. Vantagens do uso da simulação

Andrade [1] apresenta uma série de vantagens referentes ao uso da simulação. A seguir são citadas algumas das delas:

- A simulação permite estudar e experimentar complexas interações internas de um dado sistema seja ele uma empresa ou parte da mesma;
- Através da simulação podem ser estudadas algumas variações no meio ambiente e verificados seus efeitos no sistema total;
- A experiência adquirida em construir os modelos e realizar a simulação pode conduzir a uma melhor compreensão do sistema, com possibilidades de melhorá-lo;
- A simulação pode ser usada para experiências com novas situações, sobre as quais se tem pouca ou mesmo nenhuma informação, com o intuito de preparar a administração para o que possa acontecer;
- A simulação pode servir como um primeiro teste para se delinear novas políticas e regras de decisão para a operação de um sistema, antes de experimentar no sistema real.

2.4. *Softwares* para simulação

De acordo com Saliby [6], o contínuo uso da simulação na modelagem de sistemas deu origem ao desenvolvimento e comercialização de muitos *softwares* de simulação. No entanto, dependendo da aplicação, não se deve desconsiderar a possibilidade do uso de planilhas eletrônicas. Além disso, há outros *softwares* que podem muito auxiliar a simulação, são os estatísticos, os quais têm o poder de identificar distribuições de probabilidades para dados de entrada.

Atualmente, existem inúmeros programas de simulação, entre eles: Arena, AutoMod, Extend, GPSS H, Micro Saint, ProModel, SIMPLE ++, Simscript II.5 e MODSIM III, TAYLOR IIb, VisSim, etc. Conforme já descrito, no presente trabalho adotou-se a técnica de Simulação, com o auxílio do *software* Arena. Optou-se em adotar este programa devido ao fato de existirem muitas referências quanto ao seu uso em outros trabalhos científicos e à facilidade de obtenção de uma versão acadêmica do mesmo.

Segundo Prado [5], o programa Arena foi lançado em 1993 por uma empresa americana. O Arena possui um conjunto de blocos (ou módulos) que são utilizados para descrever uma aplicação real, os quais funcionam como comandos de uma linguagem de programação convencional, tal como Fortran, Cobol, Visual Basic, Delphy, etc.

O *software* Arena possui ainda ferramentas indispensáveis para a formulação do processo de simulação, as quais são: analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*), e o analisador de resultados (*Output Analyzer*). Através da ferramenta *Input Analyzer*, é possível realizar a análise dos dados reais, e assim, escolher a distribuição estatística mais aplicável aos mesmos. A ferramenta *Output Analyzer* possui vários recursos que permitem analisar dados coletados durante a simulação (esta análise pode ser gráfica), e podem realizar comparações estatísticas.

3. UMA VISÃO DO LOCAL DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: O PORTO DO RIO GRANDE

3.1. Situação geográfica

Localizado no município de Rio Grande (RS), o referido porto está situado a 32 graus 07 minutos e 20 segundos (32° 07' 20'') de latitude Sul e a 52 graus 05 minutos e 36 segundos (52° 05' 36'') de longitude Oeste de Greenwich. É o porto de mar mais meridional do Brasil, localizado na margem Oeste do Canal do Norte, que é o escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Laguna dos Patos.

3.2. Estrutura do Porto do Rio Grande

Atualmente, o Porto do Rio Grande é constituído por três áreas (Porto Velho, Porto Novo e Superporto), com possibilidade de uma futura expansão para a área confronte ao Porto Novo, no município de São José do Norte.

3.2.1. Porto Velho

No Porto Velho são desenvolvidas diversas atividades, entre elas, a pesca; há ainda uma área destinada ao embarque e desembarque de passageiros para a travessia Rio Grande/São José do Norte.

Possui um cais acostável de 640 metros de comprimento e profundidade de 15 pés. E no canal de acesso, possui largura de 100 metros, e a profundidade de 15 pés [10].

3.2.2. Porto Novo

O Porto Novo possui um cais acostável de 1952 metros, e calado com a profundidade média de 31 pés. A largura no canal de acesso é de aproximadamente 150 metros [10].

Nas áreas de embarque e desembarque, o terminal Porto Novo, possui os seguintes berços: de Barcaças, de Carga Geral, de Contêineres, de Fertilizantes, de Granéis Líquidos, e de Granéis Sólidos. No entanto, de acordo com a Superintendência do Porto do Rio Grande [10], o Berço de Granéis Líquidos não está sendo utilizado desde o ano de 2006, devido ao baixo número de movimentações neste local.

3.2.3. Superporto

O Superporto é constituído pelos terminais administrados pela iniciativa privada, os quais são: Bianchini, Bunge Alimentos, Copesul, Petrobrás, Tecon, Termasa, Tergrasa e Trevo Operadora.

O terminal Bianchini, que trabalha com grãos e farelos, possui três berços de atracação, onde navios e barcaças podem operar.

O terminal Bunge Alimentos é especializado na armazenagem e movimentação de grãos, farelos e óleos vegetais, para exportação, possui dois berços de atracação, onde podem operar navios e barcaças.

O terminal Copesul é destinado à armazenagem de produtos petroquímicos produzidos no Pólo Petroquímico do Rio Grande do Sul e estocagem de gás liquefeito, possui um berço de atracação.

O terminal Petrobrás é destinado ao recebimento e embarque de produtos derivados de petróleo e ácidos para fabricação de adubos, possui dois berços para navios e um para barcaças.

O terminal Tecon é especializado na movimentação e armazenagem de contêineres; atualmente possui dois berços de atracação, e está com projetos de ampliação do cais (para o ano de 2009), onde passará a operar com mais um berço de atracação.

O terminal Termasa, no ano de 2004 contava apenas com um berço de atracação, desde 2005, este terminal passou a operar com dois berços, sendo um para navios, e um para barcaças.

O terminal Tergrasa, que opera com grãos agrícolas; utilizava dois berços de atracação em 2004, e a partir de 2005, passou a utilizar seis berços, dos quais dois são destinados a navios, e quatro a barcaças.

O terminal Trevo Operadora é especializado em movimentação de matérias-primas para fertilizantes e produtos químicos, possui quatro berços de atracação, dos quais dois são destinados a navios, e dois a barcas.

4. APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE SIMULAÇÃO AO PORTO DO RIO GRANDE

4.1. Introdução

Uma avaliação de eficiência portuária pode ser realizada de acordo com a análise de vários dados como: número de chegadas diárias dos navios, duração de cada atendimento dos navios, tempos de espera dos navios, e o número de posições de atracação do porto [4].

Para o presente estudo, os dados de movimentação de cargas nos navios (datas e horários de chegadas, e tempos de atracação), referentes aos anos de 2004, 2005 e 2006, foram concedidos pelo setor de estatística da Superintendência do Porto do Rio Grande [10]. Com estes dados, foi feita a tentativa de representá-los através de distribuições estatísticas.

A distribuição de probabilidades mais aplicável à análise de intervalos entre chegadas geralmente é a exponencial. Se a análise é realizada em relação ao número de chegadas em um intervalo de tempo, comumente aplica-se a distribuição de Poisson. Para os dados de atendimento, uma das distribuições de probabilidades aplicável, geralmente, também é a exponencial [5].

Levando em conta o exposto no parágrafo anterior, procurou-se verificar se os dados de intervalos entre as chegadas, e os dados de duração de cada atendimento, ajustavam-se à distribuição exponencial. Para tal, foi utilizado o *software* Arena. Esta análise foi realizada para cada terminal do Porto do Rio Grande, de duas maneiras distintas: primeiramente, o terminal foi considerado no seu todo, de forma homogênea, ou seja, considerou-se que os berços de atracação componentes do mesmo podiam receber indistintamente qualquer tipo de navio; já na segunda maneira, o terminal foi desmembrado de acordo com o tipo de berço e a análise foi realizada de forma separada para cada berço específico.

4.2. Processo de chegada

Segundo Novaes [4], a análise dos intervalos entre as chegadas fornece mais informações do que a análise do número de chegadas. Então, para cada terminal do Superporto foram calculados os intervalos entre as chegadas, já que estes são mais precisos que os números de chegadas. Posteriormente, estes dados foram analisados através do *software* Arena, submetidos ao *Input Analyser*, que permite fazer uma avaliação dos dados fornecidos, agrupando-os em intervalos de acordo com a distribuição estatística escolhida, indicando o valor da probabilidade de estes dados ajustarem-se à função considerada. Através dessa avaliação, o *software* Arena gera um gráfico com a distribuição selecionada, no caso a exponencial, e apresenta resultados como: média da distribuição estatística, o valor do teste Qui-Quadrado, o número de graus de liberdade, o número de intervalos agrupados pelo programa, o valor da probabilidade de os dados aderirem a esta distribuição, etc.

De acordo com Triola [11], os dados analisados aderem à curva escolhida, quando estiverem dentro de um grau de confiança. O grau de confiança, também chamado de nível de significância ou coeficiente de confiança, representa a probabilidade $1 - \alpha$ (comumente expressa como o valor percentual equivalente) de o intervalo de confiança conter o verdadeiro valor do parâmetro populacional. Geralmente, as escolhas para o grau de confiança são: 90% (com $\alpha = 0,10$), 95% (com $\alpha = 0,05$) e 99% (com $\alpha = 0,01$). A mais comum é a opção 95%, porque propicia bom equilíbrio entre a precisão (refletida na amplitude do intervalo de confiança) e a confiabilidade (expressa pelo grau de confiança).

Portanto, neste trabalho optou-se por adotar o grau de confiança de 95% (com $\alpha = 0,05$). Então, conclui-se que as amostras analisadas podem ser representadas pela curva estatística adotada, quando a probabilidade de aderência calculada pelo programa Arena for maior que 5%, pois assim está dentro do nível de confiança de 95% (nestes casos, usava-se a distribuição estatística com, sua média, no modelo de simulação do *software* Arena). Nas situações em que esta probabilidade não atingiu este valor mínimo, o Arena gerou dados da função cumulativa, e no modelo de simulação do Arena, informaram-se os dados gerados por esta função.

4.3. Processo de atendimento

Os tempos de atendimentos, fornecidos pela Superintendência do Porto do Rio Grande [10], representam o tempo que cada navio permanece atracado, até que o serviço de descarga e/ou carga seja finalizado.

De maneira análoga ao processo de chegada, os dados do processo atendimento (tempos) foram analisados através do *software* Arena, com o auxílio do *Input Analyser*, que agrupou os dados em diferentes intervalos, de acordo com a distribuição estatística escolhida, indicando o valor da probabilidade destes dados ajustarem-se à determinada função. O *software* Arena gera um gráfico com a distribuição selecionada, no caso a exponencial, e apresenta os resultados como: média da distribuição estatística, o valor do teste Qui-Quadrado, o número de graus de liberdade, o número de intervalos agrupados pelo programa, o valor da probabilidade de os dados aderirem a esta distribuição, etc.

Nas situações em que esta probabilidade de aderência não ficou dentro do intervalo de confiança de 95%, o Arena gerou dados da função cumulativa. E, para este casos, no modelo de simulação do Arena, informaram-se os dados gerados por esta função. Já para as situações em que a probabilidade ficou dentro do intervalo de confiança, informou-se, no modelo de simulação do Arena, a distribuição estatística com sua média.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados referentes ao índice de congestionamento para o terminal público Porto Novo e seus berços de atracação, durante os anos de 2004, 2005 e 2006

De acordo com a Figura 1, nota-se que o Berço de Contêineres obteve os menores valores para os índices de congestionamento nos anos de 2004 e 2005, em relação às demais análises, onde atingiu 0,044 e 0,016, respectivamente. Em 2006, sofreu um pequeno acréscimo, no qual passou a 0,170. O Berço de Granéis Sólidos e Líquidos descreveu um comportamento com pouca variação ao longo dos anos analisados, apresentando 0,125, 0,089 e 0,123, ordenadamente. Já o Berço de Barcaças teve uma progressão em relação à taxa de ocupação no decorrer dos anos, onde alcançou 0,196, 0,241 e 0,336, concomitantemente. Constata-se ainda, que o Berço de Carga Geral, nos primeiros anos apresentou os valores de 0,368 e 0,357, e adquiriu um significativo acréscimo no ano de 2006, quando passou para 0,593. O berço de Fertilizantes, que em 2004 assumiu o maior índice em relação aos demais berços, em torno de 0,708, obteve um decréscimo considerável nos anos seguintes, alcançando os valores de 0,348 e 0,132, simultaneamente.

No estudo do Porto Novo, como um sistema global, verifica-se que os valores dos índices de congestionamento foram de 0,287, 0,172 e 0,245, ordenadamente.

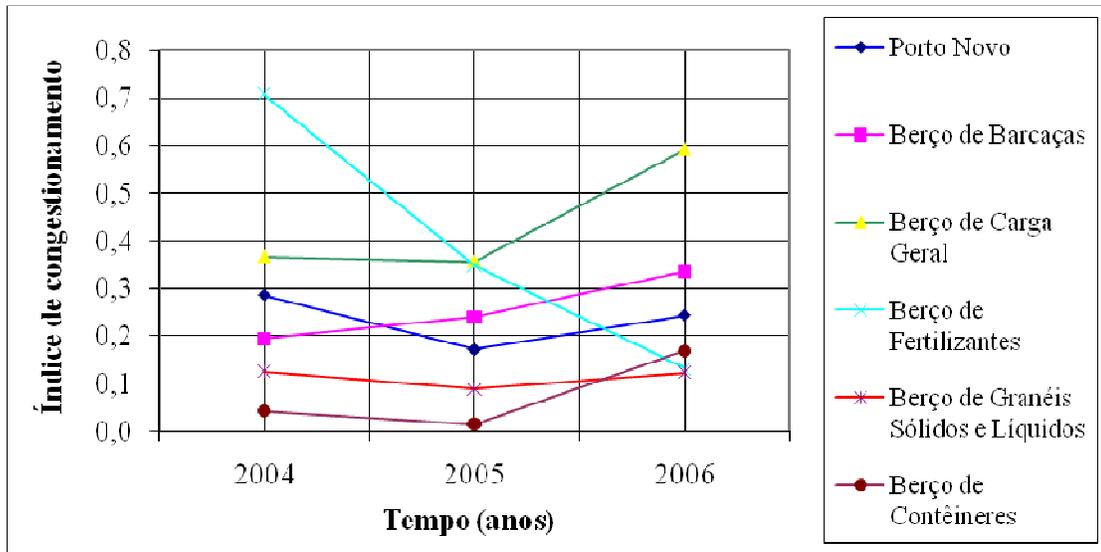


Figura 1 - Índices de congestionamento para o terminal Porto Novo e seus berços de atracação.

5.2. Resultados referentes ao índice de congestionamento para os terminais privados do Superporto e seus berços de atracação, durante os anos de 2004, 2005 e 2006

Conforme a Figura 2 observa-se que o Terminal Bunge Alimentos obteve os menores valores para o índice de congestionamento em relação aos demais terminais, os quais foram de 0,154, 0,123 e 0,243, respectivamente.

Logo, segue o terminal Petrobrás, com um comportamento progressivo ao longo dos anos analisados, com os valores 0,209, 0,236 e 0,296, concomitantemente.

O terminal Tergrasa, obteve os valores 0,307 e 0,366, em 2005 e 2006, respectivamente.

O terminal Bianchini obteve valores próximos nos primeiros anos, os quais foram de 0,320 e 0,322, simultaneamente. Já em 2006, sofreu um acréscimo, onde obteve 0,395.

O terminal Copesul obteve os valores de 0,413, 0,311 e 0,438, simultaneamente nos referidos anos da análise. Constata-se que houve um pequeno decréscimo em 2005, seguido de um acréscimo no ano posterior.

O terminal Termasa, em 2004, alcançou o valor de 0,614, e em 2005 apresentou um significativo decréscimo, onde atingiu 0,262, e em 2006 um acréscimo para 0,312.

O Tecon, que em 2004 atingiu o valor de 0,606, apresentou um significativo acréscimo em 2005, onde alcançou 0,790, e em 2006 decresceu para 0,774.

O terminal Trevo Operadora que obteve o valor de 0,929 em 2004, apresentou um significativo decréscimo em 2005, onde alcançou 0,530, e em 2006 um acréscimo para 0,688.

Ainda, de acordo com a Figura 2, verifica-se que em 2005 tanto o berço de navios quanto o de barcaças e o sistema íntegro do terminal Termasa obtiveram valores próximos. Já em 2006, o berço de navios apresentou maior índice que o sistema global, e este maior que o berço de barcaças. No ano de 2004 havia apenas um berço de atracação.

No terminal Tergrasa, constata-se que em 2005 e 2006, os berços de barcaças obtiveram maiores índices de congestionamento que o terminal na sua integridade, e este por sua vez, obteve maiores índices que os berços de navios.

Para o terminal Bianchini, observa-se que o berço de navios apresentou maiores índices de congestionamento que o terminal no sistema global, e este, maiores índices que os berços de barcaças. Tanto o berço de navios quanto os berços de barcaças, mostraram um decréscimo no índice de congestionamento no ano de 2005 em relação a 2004, e um acréscimo no ano de

2006. Já o terminal Bianchini como um único sistema, obteve um acréscimo no índice ao longo do período analisado.

No terminal Trevo Operadora, os berços de barcaças, os berços de navios, e o sistema global apresentaram significativos decréscimos na taxa de ocupação em 2005, e acréscimos em 2006. Salienta-se que os berços de barcaças obtiveram maiores índices que o sistema íntegro, e este, maiores índices que os berços de navios.

Por fim, para o terminal Petrobrás, constata-se que tanto os berços de navios quanto o sistema global, tiveram um acréscimo em relação à taxa de ocupação ao longo do período estudado. Já o berço de barcaças apresentou um acréscimo em 2005, e quase imperceptível redução em 2006. Nota-se ainda, que o berço de barcaças apresentou maiores índices que o sistema íntegro, e este, maiores que os berços de navios.

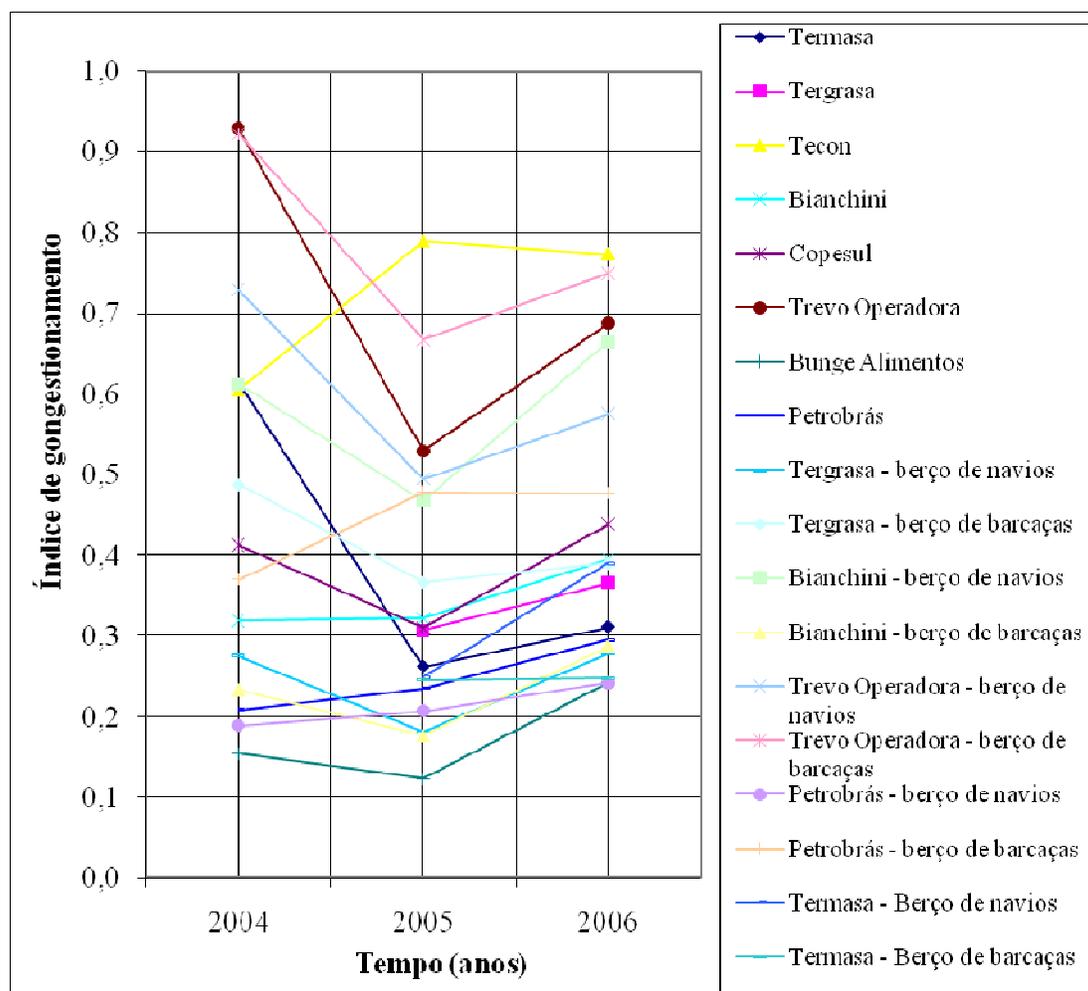


Figura 2 - Índices de congestionamento para os terminais e berços do Superporto.

5.3. Resultados referentes ao índice de congestionamento para os terminais do Porto do Rio Grande

Através da Figura 3, é possível avaliar as relações entre terminais privados do Superporto e o terminal Porto Novo, o qual é público. Nota-se que o terminal Bunge Alimentos obteve os menores índices de congestionamento em relação aos demais terminais privados e ao terminal Porto Novo. O terminal Petrobrás, em 2004, apresentou menor índice que o Porto Novo, ao

contrário de 2005 e 2006. Os demais terminais privados (Termasa, Tergrasa, Tecon, Bianchini, Copesul e Trevo Operadora) obtiveram maiores valores para a taxa de ocupação que o terminal Porto Novo, no decorrer dos anos do referido estudo.

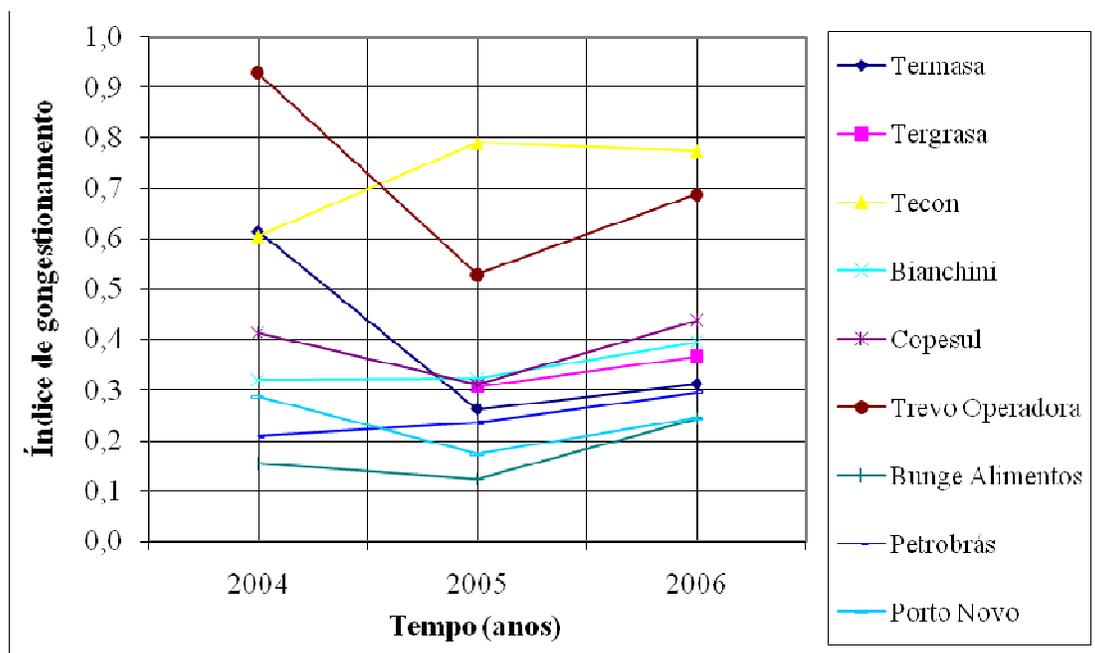


Figura 3 - Índices de congestionamento para os terminais do Porto do Rio Grande.

5.4. Resultados mensais referentes ao índice de congestionamento para o terminal Tecon, durante os anos de 2004, 2005 e 2006, e a estimativa para o ano de 2009

De acordo com a Figura 4, observa-se que nos meses de janeiro, abril, junho, julho e dezembro, o terminal Tecon apresentou um comportamento crescente, em relação à taxa de ocupação, de 2004 a 2006. Já nos meses de fevereiro, abril, agosto, setembro, outubro e novembro, o índice de congestionamento mostrou-se crescente de 2004 a 2005, a decrescente no ano posterior. Somente no mês de março, observou-se um decréscimo de 2004 a 2005, seguido de um acréscimo em 2006.

Ressalta-se que nos meses de agosto e setembro de 2005, o terminal Tecon apresentou valores altos para a taxa de ocupação, sendo de 0,92 e 0,95, respectivamente. Salienta-se ainda, que em julho de 2006, foi atingido o valor igual a 1,00 para esta taxa; fato que significa a ocorrência de congestionamento neste mês.

Para o ano de 2009, foram estimadas consideráveis reduções nos índices de congestionamento, podendo atingir o valor de 0,32 no mês de novembro. No entanto, salienta-se que mesmo com estas reduções, o mês de julho ainda poderá apresentar um valor alto para este índice, sendo estimado em torno de 0,81.

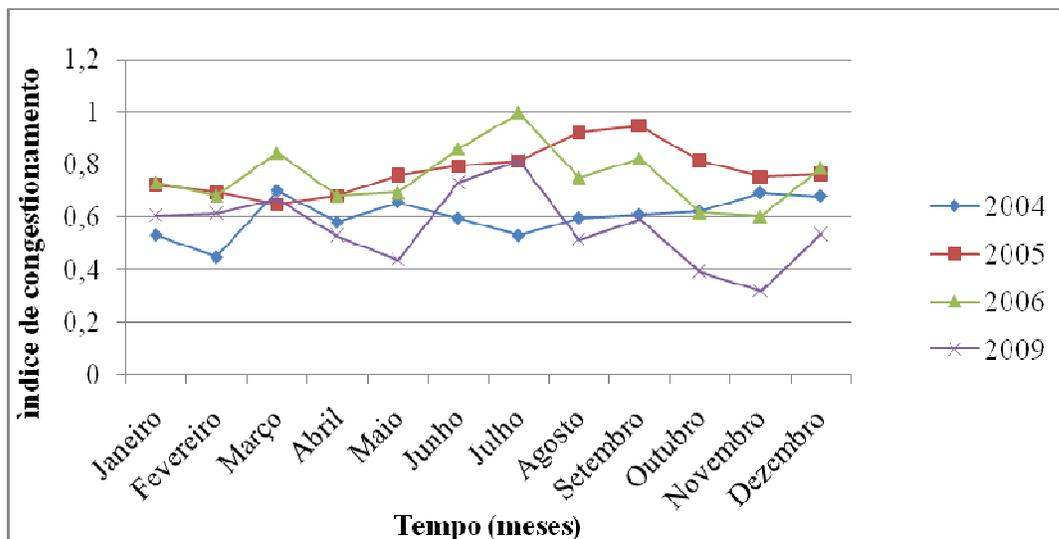


Figura 4 - Índices de congestionamento para o terminal Tecon.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como principal conclusão das análises realizadas anualmente, cita-se que em todos os terminais e berços analisados, nos referidos anos do estudo, não ocorreram índices de congestionamento com valores iguais ou maiores que 1, indicando assim que não houve congestionamento. Ou seja, o ritmo médio de chegadas é menor que o ritmo médio de atendimentos. Ressalta-se que o maior índice de congestionamento do Superporto, ocorreu no terminal Trevo Operadora, em sua análise global, no ano de 2004, quando atingiu 0,929, valor próximo a 1. Já no terminal público, Porto Novo, o maior índice de congestionamento surgiu na análise realizada separadamente ao Berço de Fertilizantes, onde obteve 0,708, também no ano de 2004.

Em relação às análises realizadas mensalmente para o terminal Tecon, conclui-se que na maioria dos meses dos referidos anos do estudo, não foi alcançado o índice de congestionamento igual ou maior que 1, indicando assim que não houve congestionamento. No entanto, em julho de 2006, foi obtida a taxa de ocupação com valor igual a 1, fato que significa a ocorrência de congestionamento. De acordo com as simulações realizadas para o ano de 2009 (período previsto para o Tecon operar com três berços de atracação), conclui-se que em todos os meses poderão ocorrer significativas reduções em termos de congestionamento. Salienta-se que em julho de 2009, o Tecon poderá obter taxa de ocupação aproximadamente igual a 0,82, apresentando assim, uma considerável redução no congestionamento, contribuindo para a melhoria do porto.

Visando colaborar com a operacionalidade do Porto do Rio Grande, recomenda-se que este trabalho tenha continuidade, utilizando-se de uma amostra maior de dados (talvez 10 anos), e realizando análises mensais ou até mesmo semanais, para esclarecer o comportamento real dos terminais e berços de atracação ao longo do tempo. Deste modo, poderão ser realizadas simulações de fatos que já ocorreram, para então descrever a operacionalidade existente do porto, em termos de congestionamento; e assim, estimar futuras demandas, visando realizar simulações para prever as operações portuárias em um futuro próximo. Também poderão ser realizadas modificações nos sistemas portuários, como por exemplo, alterar o número de berços de atracação; e assim verificar os efeitos na eficiência portuária.

REFERÊNCIAS

1. ANDRADE, E. L. *Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e técnicas para análise de decisão*. Ed. LTC- Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1989.
2. BATISTA, B. C. D. *Análise das Operações com Embarcações de Apoio Offshore na Bacia de Campos - RJ*. Rio de Janeiro, 2005. Tese (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia Oceânica.
3. CARVALHO, L. S. *Modelagem e Simulação: poderosa ferramenta para a otimização de operações logísticas*. Bahia Análise e Dados – Salvador. V. 13, n. 2, p. 267-274, 2003.
4. NOVAES, A. G. *Pesquisa Operacional e Transportes: Modelos Probabilísticos*. Ed. Mc Graw-Hill do Brasil Ltda, São Paulo, 1975.
5. PRADO, D. S. *Usando o Arena em Simulação*. Ed. Desenvolvimento Gerencial, Belo Horizonte, 2004.
6. SALIBY, E. *Softwares para simulação*. *Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro, v.16, n. 1, p. 67-71, 1997.
7. SALIBY, E.; LARA, M. S.; LACERDA, L.; NAZARIO, P.R.S. *Modelo de Simulação de Operações Portuárias*. In: IX CLAIO, 1998, Buenos Aires. Anais do IX CLAIO, 1998, p. 316-321.
8. SALIBY, E. *Tecnologia de informação. Uso da simulação para obtenção de melhorias em operações logísticas*. In: Fleury, P. F.; Wanke, P. F.; Figueiredo, K. F. (eds.) *Logística Empresarial: a Perspectiva Brasileira*. São Paulo, 2000.
9. SHIMIZU, T. *Pesquisa Operacional em Engenharia, economia e administração: modelos básicos e métodos computacionais*. Ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1984.
10. SUPRG. *Página eletrônica do Porto do Rio Grande. Superintendência do Porto do Rio Grande*. Disponível site: <http://www.portoriogrande.com.br>. Acessado em: 12, dezembro de 2006.
11. TRIOLA, M. F. *Introdução à estatística*. Ed. LCT – Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1999.