

METODOLOGIA PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DE MOVIMENTAÇÃO DE UMA CARGA EM UM PORTO: APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CARGAS TECAR EM ITAGUAÍ

Lais Kimie Oshiro Caldeira (UnB)

lkocdomileniu@hotmail.com

Luiza Lavocat Galvao de Almeida (UnB)

luizalavocat@gmail.com

Sanderson Cesar Macedo Barbalho (UnB)

scmbbr@yahoo.com.br



O processo de globalização trouxe a responsabilidade de uma operação portuária eficiente, sendo os portos elos fundamentais da cadeia logística de movimentação da maior parte das cargas transportadas no comércio internacional. No Brasil os portos são fortemente operados por arrendamentos e regulados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). As arrendatárias verificam a necessidade de investimentos para atender sua demanda atual e futura. Dada a legislação, novos investimentos dependem de solicitação de prorrogação antecipada do contrato de arrendamento, justificada por estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA). Ao decisor público cabe analisar as condições de alteração contratual. Nesse sentido, é necessário que o poder público utilize de uma metodologia capaz de analisar os EVTEA disponibilizados pelas arrendatárias verificando a eficácia da capacidade de movimentação das cargas, a ponto de decidir quanto à aprovação e o apoio aos investimentos propostos. Nesse artigo, apresenta-se uma proposta de metodologia adaptada a essas condições. Em seguida, é mostrada uma aplicação dela em situação real em um dos arrendamentos do Porto de Itaguaí (TECAR). Percebe-se que a metodologia permite analisar criticamente o EVTEA da empresa solicitante, suas premissas e deficiências. Permite ainda projetar, para diferentes perfis de produtividade dos recursos, em quanto tempo será necessário mais investimento em capital, comprovando ou refutando os estudos apresentados nos EVTEA. E enfim, estabelece um

roteiro de informações que podem ser usados para padronizar os elementos necessários às análises das operações portuárias nos estudos de viabilidade.

Palavras-chave: portos, capacidade de movimentação, análise de capacidade

1. Introdução

Com o avanço da globalização os portos passaram a ser mais importantes no crescimento econômico dos países. As empresas que têm portos como elos na cadeia logística passaram a exigir maior eficiência na operação portuária. Isso fez com que recaísse sobre os portos a responsabilidade de aperfeiçoar a movimentação de cargas, tanto importadas quanto exportadas (ARRUDA et al., 2008).

Nesse contexto se encontram os portos brasileiros regulados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). Segundo normatização da ANTAQ, as empresas arrendatárias de terminais podem solicitar a prorrogação antecipada dos contratos de arrendamento caso tenham verificado a necessidade de investimentos imediatos para atendimento de demanda atual e futura. Tal solicitação deve ser embasada em um Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) que sistematize a necessidade de incremento das instalações e operações portuárias e subsidie a tomada de decisão sobre a prorrogação do contrato de arrendamento.

Há nesse contexto, a necessidade de uma metodologia capaz de, a partir do EVTEA disponibilizado pela arrendatária de um determinado terminal de um dado porto, verificar a eficácia da capacidade de movimentação de carga no porto mediante tais investimentos frente à demanda projetada. O objetivo é emitir um parecer técnico-operacional, favorável ou não à prorrogação do contrato de arrendamento. Essa metodologia inexiste por parte dos órgãos responsáveis pelas concessões e contratos. Sua proposição é o objeto de estudo desse artigo.

Na seção seguinte é apresentado o referencial bibliográfico da metodologia, a qual é explicitada a seguir, considerando seus objetivos e restrições. Logo após, ela é aplicada em uma situação real do Porto de Itaguaí. Por fim, conclui-se o artigo e são apontados trabalhos futuros.

2. Referencial bibliográfico

Segundo Monié e Vidal (2006), o transporte marítimo é responsável pela maioria dos fluxos intercontinentais de bens materiais. Ainda segundo os autores, países inseridos nos fluxos do

comércio global empreenderam reformas portuárias para conferir maior competitividade aos seus portos.

Para se destacar no mercado e aumentar sua competitividade, o porto deve oferecer infraestrutura adequada e eficiente para movimentação e armazenamento de cargas, segurança na logística de embarque e desembarque, serviços rápidos e um preço acessível. Há poucos estudos enfocando o aspecto da produtividade de operações portuárias.

Para Arruda et al. (2008), a operação portuária é um conjunto de atividades que englobam desde a chegada da carga pelo acesso terrestre do porto até seu embarque nos navios. Os autores discutem indicadores de eficiência portuária, porém não descrevem uma metodologia para se dimensionar a capacidade de um porto ou terminal, objeto do presente artigo.

A seguir, alguns conceitos específicos utilizados na metodologia proposta são apresentados.

2.1. Mapa de processos

Slack et al. (2002) afirmam que o mapa de processos permite um melhor entendimento do processo ao registrá-lo de forma mais enxuta. De acordo com Pinto (2006) depois de analisar o mapa de processo, pode-se concluir que operações podem ser alteradas ou até mesmo eliminadas. Na metodologia, é mapeado todo o processo de movimentação das mercadorias, abrangendo o embarque, armazenamento e desembarque, para uma melhor compreensão de todo o processo do porto além de facilitar a identificação dos equipamentos utilizados em cada etapa. Para tal foi utilizada a ferramenta do fluxograma vertical.

2.2. Capacidade nominal e efetiva

Moreira (1993) define capacidade como o máximo de serviços e/ou produtos que são produzidos em um determinado período de tempo. Slack et al. (2002), apresenta dois tipos de capacidade: a capacidade de projeto (nesse artigo a nomenclatura adotada foi de capacidade nominal) e a capacidade efetiva. Na capacidade de nominal não são consideradas as perdas do sistema produtivo nem seus fatores limitantes. Por sua parte, a capacidade efetiva já leva todos esses fatores em consideração.

2.3. Gargalo

Slack et al. (2002) compara o sistema produtivo a uma tubulação de vários diâmetros ao longo de seu comprimento onde há o fluxo de um líquido. A parte que possui menor diâmetro, o gargalo, será a que ditará o fluxo do líquido em toda a tubulação, ou ritmo da produção, no caso do sistema produtivo. Basicamente, após identificado o gargalo, ele é que definirá qual será a capacidade máxima de movimentação das cargas (ou mercadorias), o que em operações portuárias é denominado “giro de berço”.

2.4. Disponibilidade do berço

Conforme Silva (2007), berço é o espaço no cais onde os navios podem realizar suas operações com segurança. Em função do espaço limitado dos berços e do grande volume de contêineres movimentados diariamente em um porto moderno, é importante uma eficiente alocação deles, pois o navio deve aguardar seu momento de atracar quando não há um berço disponível. O autor afirma ainda que de todos os recursos do porto, os berços figuram entre os mais importantes, exigindo então um maior planejamento e agendamento.

2.5. Efetividade Global do Equipamento (OEE) e produtividade

O método de “efetividade geral do equipamento” usa uma medida de disponibilidade (utilização), uma medida de velocidade de fluxo (produtividade) e uma medida de qualidade do volume produzido pelo equipamento (Slack et al., 2002). Estudos de benchmarking para indicadores de capacidade de sistemas produtivos são difíceis de serem conseguidos. Dados de mercado registram valores típicos de OEE da ordem de 100%, 85%, 60% e 40% para unidades respectivamente classificadas como “perfeitas”, “classe mundial”, “típicas” e de “baixa OEE” (VORNE INDUSTRIES, 2008).

3. Metodologia de análise de capacidade em portos

As informações necessárias para aplicação da metodologia aqui apresentada têm como base referencial não apenas os EVTEA apresentados pelos arrendatários, mas também os Planos Mestres de cada porto e os Planos de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário (PDZ) disponíveis. Utilizam-se também dados da ANTAQ e outras bases de informação oficiais (como as Companhias de Docas). Assim, consegue-se averiguar a consistência dos dados apresentados pela arrendatária com os dados e históricos oficiais do porto e da carga analisados.

A seguir são apresentadas todas as etapas da metodologia desenvolvida.

3.1. P1: Objetivos da análise

É fundamental que o analista defina o objetivo da análise. Isso porque, a partir do objetivo será possível delimitar a carga em questão e os processos que serão abrangidos.

Por exemplo, o caso a ser apresentado neste artigo trata da análise do minério de ferro, mesmo sendo o arrendamento analisado responsável pela movimentação de outras cargas. Além disso, a análise envolve apenas o processo de exportação (embarque), o que implica em desconsiderar as variáveis que englobam as etapas de desembarque.

3.2. P2: Cálculo da disponibilidade

O cálculo da disponibilidade teórica anual (D_t) do porto, ou seja, aquela que representa em horas todo o seu período de funcionamento ao longo do ano é baseado nos turnos de trabalho que constam no EVTEA e na interrupção ou não da operação em caso de recessos e feriados.

Apesar de o porto estar aberto a operações em todo o período da disponibilidade teórica, sabe-se que existem limitantes que restringem esse tempo. A metodologia solicita a descrição desses limitantes, a fim de determinar quantitativamente um índice limitante da disponibilidade (L).

Os limitantes da disponibilidade dependem do caso, como por exemplo: interrupção de operação devido a precipitações, operação de berço compartilhada com outra carga que não a considerada nos objetivos da análise, tempo de desembarque quando se analisa apenas o processo de exportação.

Determinado o índice limitante da disponibilidade, parte-se para a determinação da disponibilidade real (Dr), aquela que representa, de fato, o tempo no qual o porto está disponível para as operações consideradas na análise. A disponibilidade real, dada em horas por ano é:

$$Dr = Dt - L \quad (1)$$

Dessa forma, o índice de disponibilidade utilizada para cálculo da capacidade nominal é a disponibilidade teórica, e a disponibilidade utilizada para cálculo da capacidade real é a disponibilidade real, ou seja, a que considera apenas as horas de funcionamento destinadas exclusivamente para a operação em análise, que pode ser limitada por fatores planejados ou não.

3.3. P3: Processo operacional

Além da compreensão dos períodos de disponibilidade do porto, também é necessário levantar os seus processos operacionais e os equipamentos utilizados em cada etapa, considerando a carga e o objetivo da análise baseado na proposta apresentada pelo EVTEA. A metodologia aplica a ferramenta do fluxograma vertical - com adaptações (Figura 1).

Figura 1 - Levantamento do processo de operação do porto

Etapa do Processo	Tipo de Processo	Descrição	Máquina	Quantidade [unidade]	Capacidade Individual [t/h] para desembarque e embarque e [t] para
	○ ⇄ □ △ ▽ ▢				

O processo foi subdividido nos grupos: desembarque, armazenagem e embarque. Desembarque são atividades responsáveis por receber a carga do modal de transporte específico e movimentá-la até o local de armazenagem. Armazenagem se resume ao estoque das cargas. O embarque considera desde a retirada da carga do armazém até sua acomodação ao meio de transporte de saída do porto.

O tipo de processo é caracterizado de acordo com a legenda da Figura 2 e a descrição apresenta um breve esclarecimento.

Figura 2 - Legenda do tipo de processo.

Símbolo	Tipo de processo
●	Análise ou operação
➡	Transporte
■	Execução ou Inspeção
▲	Estoque provisório
▼	Estoque definitivo
■	Espera

Fonte: Adaptado de Slack et al. (2002)

Parte-se para caracterizar os equipamentos responsáveis pelo processo. Coloca-se o nome da máquina em questão, o número de máquinas do mesmo tipo disponíveis no arrendamento analisado e sua capacidade nominal individual.

Nos casos dos processos de desembarque e embarque, a capacidade das máquinas é apresentada em toneladas/hora, visto que são capacidades dinâmicas. No armazenagem, no entanto, por ser uma capacidade estática, é dada em toneladas.

Ao final, para determinação da capacidade de cada etapa do processo, multiplica-se a quantidade de máquinas existentes por sua capacidade nominal individual, visto que os equipamentos de uma mesma etapa operam em paralelo.

3.4. P4: Capacidades nominais

Tendo concluída a caracterização do processo específico para a carga em análise, deve ter sido identificado o gargalo das etapas de desembarque e embarque, bem como a capacidade estática de armazenagem.

Os gargalos determinam a velocidade da operação, por isso, as capacidades encontradas para os gargalos de desembarque e embarque são multiplicadas pela disponibilidade teórica (Dt) a fim de obter a capacidade nominal por ano, tanto do embarque como do desembarque.

$$CapacidadeDesembarque = CapacidadeGargaloDesembarque * Dt \quad (2)$$

$$CapacidadeEmbarque = CapacidadeGargaloEmbarque * Dt \quad (3)$$

Para determinar a capacidade de armazenagem, o procedimento exige o cálculo prévio do giro anual de pátio. Para obtenção dessa variável, é necessário levantar a estadia média da carga no terminal em horas, o que deve ter sido informado no EVTEA. É possível então calcular o giro de pátio como sendo:

$$GiroPátio = \frac{Dt}{EstadiaMédiaCarga} \quad (4)$$

Calculado o giro de pátio, parte-se para a fórmula da capacidade de armazenagem (Ca), a saber:

$$CapacidadeArmazenagem = CapacidadeEstáticaArmazém * GiroPátio \quad (5)$$

Dessa forma, obtém-se a capacidade de armazenagem do armazém em questão em toneladas por ano, ou seja, o máximo que pode ser armazenado em um ano daquela carga, o que também gera impacto na capacidade/necessidade de movimentação do porto.

3.5. P5: Produtividade teórica

O método de cálculo de produtividade teórica utilizado envolve o levantamento dos seguintes dados: número de berços, lote médio (Lm) e tempo médio de atracação (TAm). Sobre tais variáveis, é importante fazer algumas observações:

- O número de berços engloba os berços compartilhados com cargas que não a que está em análise ou berços compartilhados com outros arrendatários;
- O lote médio normalmente é fornecido no Plano Mestre ou no Plano de Zoneamento do porto. Caso contrário, é calculado pela razão entre o total de carga movimentada no terminal e o número de navios que atracaram nele no ano;
- O tempo médio de atracação envolve todo o tempo no qual o berço está destinado para uso exclusivo de determinado navio. Consideram-se os tempos de pré-operação, desembarque, transição, embarque, e pós-operação. Atividades como limpeza de porão, imprevistos com mau tempo, defeito dos equipamentos ou ocorrências que possam impactar no tempo de operação de desembarque e embarque das cargas estão considerados neste tempo;
- No cenário final, o tempo de atracação é estimado tendo em vista a relação de proporcionalidade existente entre essa variável, a capacidade de embarque e o lote médio. Sendo assim, apenas no cenário final, o TAm é calculado pela seguinte fórmula:

$$TAm\ Final = \frac{CapacidadeEmbarque\ Inicial * Lm\ Final * TAm\ Inicial}{CapacidadeEmbarque\ Final * Lm\ Inicial} \quad (6)$$

- Na metodologia, determinou-se que para o cálculo do TAm Final é utilizada a capacidade de embarque porque na avaliação de pedidos de prorrogação de contrato de arrendamento na SEP/PR a partir de EVTEA, os investimentos propostos vêm geralmente no sentido de aumentar a capacidade de saída de cargas do terminal;

Observadas essas considerações é possível realizar o cálculo da produtividade teórica (P), que é dada em toneladas/hora.

$$P = \frac{Lm}{TAm} * NúmeroBerços \quad (7)$$

Esta equação permite avaliar a capacidade de movimentação de carga no porto, consideradas suas condições presentes, cujas informações são fornecidas pelo EVTEA, e compará-la a movimentação que de fato ocorre (identificada por dados históricos) e fazer uma análise crítica da necessidade ou não dos investimentos propostos.

3.6. P6: Taxa de ocupação

A taxa de ocupação do porto é o percentual da disponibilidade teórica na qual o berço está ocupado com navios, independentemente da operação que está sendo realizada com base na fórmula:

$$TaxaOcupação = \frac{\left(\frac{NúmeroNavios}{NúmeroBerços}\right) * TAm}{Dt} \quad (8)$$

Onde, o número de navios é um dado necessário nos EVTEA. Esta informação complementa o cálculo da produtividade exposto no item anterior, pois permite identificar ociosidade na utilização dos berços.

Por vezes a insuficiência na movimentação de carga ocorre pela má utilização dos recursos disponíveis e não pela falta de capacidade para atender à demanda tornando inconsistentes os investimentos propostos. Isso reforça a importância da metodologia desenvolvida.

3.7. P7: Capacidade real

Nessa etapa calcula-se a capacidade real (C_r) de operação do terminal em questão para a carga específica em análise, em toneladas/ano.

$$C_r = D_r * P \quad (9)$$

Onde P é a produtividade teórica; e D_r é a disponibilidade real, dada pela subtração dos fatores limitantes do tempo de operação do porto da disponibilidade teórica, calculada na etapa P2, conforme a Equação (1).

Essa capacidade real já pode servir de base para comparação e avaliação das proposições colocadas nos EVTEA, pois seu valor consiste na capacidade de movimentação de carga no porto caso o mesmo não tenha perdas por ociosidade.

3.8. P8: OEE

Devido à forma como é calculada, a capacidade real pode estar superestimada. Então, com intuito de torná-la mais compatível à realidade, serão aplicadas as taxas padrões do método OEE, estabelecidas pela literatura. Sendo assim, aplicam-se as taxas de 85%, 60% e 40% como insumos para a avaliação das propostas dos EVTEA analisados.

Diversos cenários podem emergir dos valores calculados. Dependendo do caso, especialmente dos objetivos da análise e das considerações práticas realizadas para efetivar o cálculo, o analista pode inferir que elementos mais impactam na viabilidade técnico-operacional dos EVTEA analisados, especialmente seu impacto no resultado econômico do investimento.

4. Aplicação da metodologia no Porto de Itaguaí

4.1. Contexto

Para a validação da metodologia desenvolvida, ela foi aplicada ao EVTEA do arrendamento de um Terminal de Carvão do Porto de Itaguaí (TECAR), cujo arrendatário não é citado por questões de sigilo.

O EVTEA analisado foi elaborado com o intuito de prorrogação antecipada do prazo do contrato de arrendamento do terminal em questão, e tem como premissa a ampliação da

capacidade de movimentação de carga para atendimento da crescente demanda de exportação do minério de ferro, mantendo ou reduzindo as operações de carvão, coque e outras cargas.

Os cenários iniciais e finais serão apresentados em cada etapa da metodologia, permitindo uma comparação mais direta de seus resultados.

4.2. Análise

Foi levantada a disponibilidade teórica do porto, que opera 24 horas/dia, todos os dias do ano. Considerando-se um ano de 365 dias, a Disponibilidade Teórica calculada foi de 8.760 horas/ano. Este valor é o mesmo para os dois cenários analisados. Além disso, não há limitantes no tempo disponível teórico de operação e, portanto, o tempo disponível real mantêm-se de 8.760 horas.

O mapeamento do processo de movimentação das cargas foi realizado de acordo com o descrito no EVTEA, tanto para o cenário inicial, quanto final. A partir desta análise é possível perceber as propostas de investimento e mudanças de equipamentos.

Figura 3 – Fluxograma de movimentação da carga - cenário inicial

Cenário Inicial					
Etapas do Processo	Tipo de Processo	Descrição	Máquina	Quantidade [unidade]	Capacidade Individual [t/h] para desembarque e embarque e [t] para armazenagem
Desembarque	○ → □ △ ▽ ▢	Recebimento do minério de ferro pela malha ferroviária.	Trem	2	-
Desembarque	● → □ △ ▽ ▢	Descarga do minério de ferro em silos.	Virador de Vagão	1	8.800
Desembarque	● → □ △ ▽ ▢	Transferência do minério de ferro para os transportadores de correias.	Silos	-	-
Desembarque	○ → □ △ ▽ ▢	Direcionamento do minério de ferro para os pátios de estocagem.	Transportadores de Correias	-	-
Desembarque	● → □ △ ▽ ▢	Empilhamento do minério de ferro no pátio de estocagem.	Empilhadeiras Recuperadoras	1	8.800
Armazenagem	○ → □ ▲ ▽ ▢	Estocagem do minério de ferro.	Pátio de Estocagem	-	-
Embarque	● → □ △ ▽ ▢	Recuperação do minério de ferro e alimentação das linhas de embarque.	Empilhadeiras Recuperadoras	2	8.800
Embarque	○ → □ △ ▽ ▢	Direcionamento do minério de ferro para embarcação nos navios.	Transportadores de Correias	2	17.600
Embarque	○ → □ ■ △ ▽ ▢	Verificação da composição e da qualidade do minério de ferro embarcado.	Sistemas de Amostragem	-	-
Embarque	● → □ △ ▽ ▢	Embarcação do minério de ferro nos navios.	Carregadores de Navio	1	17.600
Capacidade do Gargalo de Desembarque [t/h]					8800
Capacidade Estática [t]					0
Capacidade do Gargalo de Embarque [t/h]					17600

Figura 4 - Fluxograma de movimentação da carga - cenário final

Cenário Final					
Etapas do Processo	Tipo de Processo	Descrição	Máquina	Quantidade [unidade]	Capacidade Individual [t/h]
Desembarque	○ → □ △ ▽ ▢	Recebimento do minério de ferro pela malha ferroviária.	Trem	2	-
Desembarque	● → □ △ ▽ ▢	Descarga do minério de ferro em silos.	Virador de Vagão	3	8800
Desembarque	● → □ △ ▽ ▢	Transferência do minério de ferro para os transportadores de correias.	Silos	-	-
Desembarque	○ → □ △ ▽ ▢	Direcionamento do minério de ferro para os pátios de estocagem.	Transportadores de Correias	-	-
Desembarque	● → □ △ ▽ ▢	Empilhamento do minério de ferro no pátio de estocagem.	Empilhadeiras Recuperadoras	-	8800
Armazenagem	○ → □ ▲ ▽ ▢	Estocagem do minério de ferro.	Pátio de Estocagem	-	-
Embarque	● → □ △ ▽ ▢	Recuperação do minério de ferro e alimentação das linhas de embarque.	Empilhadeiras Recuperadoras	3	8800
Embarque	○ → □ △ ▽ ▢	Direcionamento do minério de ferro para embarcação nos navios.	Transportadores de Correias	2	17600
Embarque	○ → □ ■ △ ▽ ▢	Verificação da composição e da qualidade do minério de ferro embarcado.	Sistemas de Amostragem	-	-
Embarque	● → □ △ ▽ ▢	Embarcação do minério de ferro nos navios.	Carregadores de Navio	2	17600
Capacidade do Gargalo de Desembarque [t/h]					26400
Capacidade Estática [t]					0
Capacidade do Gargalo de Embarque [t/h]					26400

A análise destes dois fluxos demonstra inexistir informações da capacidade de armazenagem do arrendamento no EVTEA, uma lacuna a ser observada pelo decisor quando da análise. Além disso, é possível observar um incremento significativo da capacidade dos gargalos de desembarque e embarque, explicada pela aquisição de novos equipamentos.

O EVTEA também não disponibilizava informação sobre a estadia média da carga no porto. Assim, as informações referentes à etapa P4 da metodologia não puderam ser calculadas.

De acordo com as fórmulas (2) e (3), foram calculadas as capacidades nominais para desembarque e embarque. Para o cenário inicial, os valores encontrados foram 77.088.000 e 154.176.000 toneladas/ano, respectivamente. E no cenário final, ambos aumentam para 231.264.000 toneladas/ano.

Em seguida, foi calculada a produtividade de embarque da carga –se trata de terminal de exportação – para os cenários inicial (Figura 5) e final (Figura 6), utilizando a metodologia exposta e adequando as informações de acordo com foi fornecido no EVTEA sobre as mudanças na operação após os investimentos.

Figura 5 - Produtividade - cenário inicial

Cenário Inicial	
Número de Berços	1
Lote Médio (Lm) [t/navio]	155.588
Tempo Médio de Atracação (TAm) [h/navio]	48
P [t/h]	3.215

Figura 6 - Produtividade - cenário final

Cenário Final	
Número de Berços	2
Lote Médio (Lm) [t/navio]	155.588
Tempo Médio de Atracação (TAm) [h/navio]	32
P [t/h]	9.644

Conclui-se que, de fato, os investimentos propostos implicarão na melhora da produtividade teórica do porto e reduzirão o tempo médio de atracação de cada navio impactando no aumento da capacidade de atendimento de navios, sendo corroborado pela taxa de ocupação dos berços, que passará de 78% para 92%.

Figura 7 - Taxa de ocupação inicial

Cenário Inicial	
Número de Navios [navio/ano]	142
Taxa de Ocupação de Berço	78%

Figura 8 - Taxa de ocupação final

Cenário Final	
Número de Navios [navio/ano]	250
Taxa de Ocupação de Berço	92%

Aplicando a fórmula (9), calculou-se a capacidade real de movimentação de carga para os dois cenários e foram aplicados os OEE referências de 100%, 85%, 60% e 40%. A capacidade com OEE de 100% corresponde à aplicação direta dos dados fornecidos pelo EVTEA.

No cenário inicial, mostrado pela Figura 9, a capacidade é de 28.160.142 t/ ano com OEE de 100% e, quando aplicadas as taxas de 85%, 60% e 40%, são obtidas 23.936.121 t/ano, 16.896.085 t/ano e 11.264.057 t/ano, respectivamente.

Figura 9 - Capacidade calculada com aplicação do OEE - inicial

Cenário Inicial	100%	85%	60%	40%
Capacidade [t/ano]	28.160.142	23.936.121	16.896.085	11.264.057
Ociosidade [t/ano]	0	4.224.021	11.264.057	16.896.085

Já no cenário final (Figura 10), a capacidade é de 84.480.426 t/ano com OEE 100% sendo obtidas 71.808.362 t/ano, 50.688.256 t/ano e 33.792.171 t/ano, para 85%, 60% e 40%, respectivamente.

Figura 10 - Capacidade calculada com aplicação do OEE - final

Cenário Final	100%	85%	60%	40%
Capacidade [t/ano]	84.480.426	71.808.362	50.688.256	33.792.171
Ociosidade [t/ano]	0	12.672.064	33.792.171	50.688.256

A ociosidade calculada em cada um dos cenários corresponde à diferença entre a capacidade com 100% de disponibilidade e a capacidade com a respectiva taxa de disponibilidade simulada. Exemplo disso é a diferença entre a capacidade de OEE 100% (84.480.426 t/ano) e a de OEE 85% (71.808.362 t/ano), no cenário final, que resulta em 12.672.064 t/ano de ociosidade.

Por fim, para validação da necessidade dos investimentos propostos, a capacidade calculada é comparada com a previsão de demanda projetada para a carga em questão, e analisada no horizonte de tempo referente à solicitação de prorrogação do arrendamento, no caso até 2048.

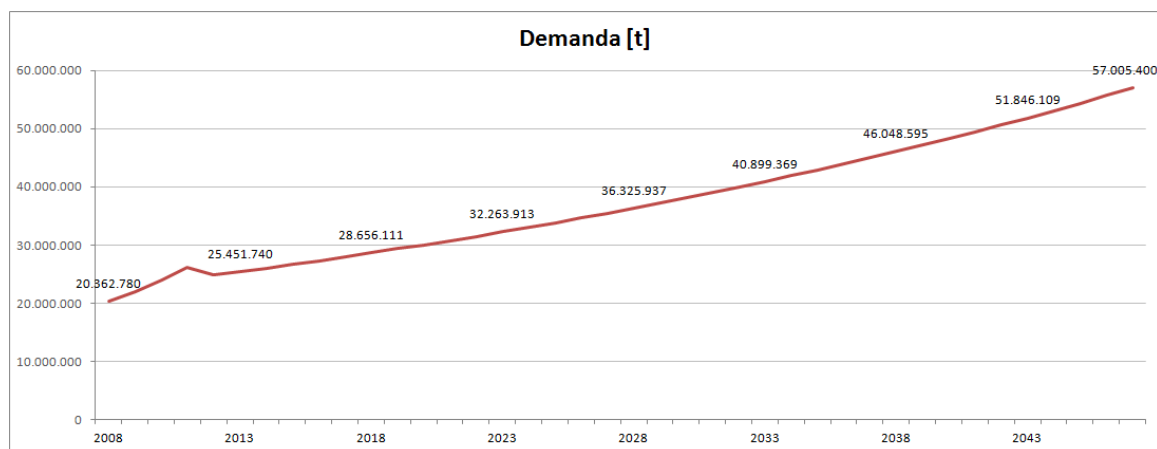
Para projeção da demanda, devido à falta de informações específicas para a carga do terminal em questão no EVTEA, partiu-se de dados históricos (2008 a 2013) da movimentação de graneis sólidos para todo o Porto de Itaguaí. Aplicou-se a taxa de representatividade do minério de ferro dentro dessa categoria (86,9%), conforme o Plano Mestre do Porto de Itaguaí 2014. Em seguida, calculou-se a proporção de movimentação dessa carga pela TECAR (54,4%). Chegou-se aos valores apresentados na Figura 11.

Figura 11 - Demanda estimada para movimentação de minério de ferro

Ano	Demanda [t]
2008	20.362.780
2009	21.928.673
2010	23.918.502
2011	26.204.291
2012	24.965.435
2013	25.451.740

Segundo estudos apresentados pelo Plano Mestre 2014, a taxa de crescimento para a demanda é de 2,4% ao ano. Assim, foi possível fazer uma projeção até o ano de 2048, data em que se encerraria o novo contrato de arrendamento, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Regressão linear da demanda



Os valores de demanda projetados (Figura 12) foram comparados com os de capacidade obtidos para cada um dos valores de OEE nos cenários inicial e final, mostrados nas Figuras 9 e 10. Assim, foram calculadas as diferenças entre eles, apresentadas nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Demanda projetada x capacidade com OEE - inicial

Cenário Inicial		Diferença entre a Demanda e a Capacidade produtiva com OEE definido		
Ano	Demanda [t/ano]	OEE 85%	OEE 60%	OEE 40%
2013	25.451.739,61	-1.515.619	-8.555.654	-14.187.683
2014	26.062.581,36	-2.126.461	-9.166.496	-14.798.524
2015	26.688.083,31	-2.751.962	-9.791.998	-15.424.026
2016	27.328.597,31	-3.392.476	-10.432.512	-16.064.540
2017	27.984.483,64	-4.048.363	-11.088.398	-16.720.427
2018	28.656.111,25	-4.719.990	-11.760.026	-17.392.054

Portanto, os valores apresentados nas três colunas à direita correspondem à falta de capacidade comparada à demanda, podendo ser interpretada também como a demanda que não poderia ser atendida pelo arrendamento, caso não houvesse investimento algum. Exemplo disso é a diferença entre a demanda de 2018 (28.656.111 t/ano), apresentada na Figura 12, e a capacidade produtiva de OEE 60% (16.896.085 t/ano), apresentada na Figura 9, que resulta em uma defasagem de 11.760.026 t/ano na capacidade de atendimento da demanda, conforma a Figura 13.

Assim, para o cenário inicial, mesmo com um OEE considerado ótimo de 85%, a capacidade não atende à totalidade da demanda de exportação de minério de ferro pelo porto de Itaguaí, o que justificaria o EVTEA para prorrogar o contrato de arrendamento mediante investimento do arrendatário.

O mesmo procedimento foi aplicado ao cenário após investimentos propostos, e obteve-se o resultado apresentado na Figura 14:

Figura 14 - Demanda projetada x capacidade com OEE - final

Cenário Inicial		Diferença entre a Demanda e a Capacidade produtiva com OEE definido		
Ano	Demanda [t/ano]	OEE 85%	OEE 60%	OEE 40%
2018	28.656.111,25	43.152.251	22.032.145	5.136.059
2023	32.263.912,99	39.544.449	18.424.343	1.528.258
2028	36.325.936,63	35.482.426	14.362.319	-2.533.766
2033	40.899.368,66	30.908.994	9.788.887	-7.107.198
2038	46.048.595,37	25.759.767	4.639.660	-12.256.425
2043	51.846.109,24	19.962.253	-1.157.853	-18.053.939

Verificou-se que para um OEE de 85% (cenário otimista), o investimento atenderá a demanda durante todo o período de prorrogação do contrato. Entretanto, para os demais OEE (60% e 40%), o tempo de atendimento à demanda é inferior. Para OEE de 60% em 2043 haverá demanda não atendida e para OEE de 40% já em 2028 o não atendimento da demanda deverá implicar em necessidade de novos investimentos.

Dessa forma, é possível concluir que o investimento proposto não contempla a condição de operação contínua do porto até o ano para o qual é solicitada a prorrogação do arrendamento. Ou seja, seria necessário à proponente reprojeter seu investimento, definir melhor como realizará operação e em qual nível de disponibilidade, produtividade e qualidade (variáveis relativas à OEE) e assim justificar ou recalculer sua análise de viabilidade econômica.

5. Conclusão

A atual legislação portuária brasileira permite que as empresas arrendatárias de terminais possam solicitar a prorrogação antecipada dos contratos de arrendamento, se tiverem verificado a necessidade de investimentos imediatos para atendimento de demanda atual e futura, conforme descrito em EVTEA. Os órgãos responsáveis por conceder esse tipo de benefício que chega a bilhões de reais dependendo do terminal e do porto considerado, não utilizam metodologia de análise que leve em conta a teoria vinculada ao planejamento da capacidade, o que implica em grande subjetividade na tomada de decisão.

Com intuito de reduzir essa lacuna foi desenvolvida uma metodologia, cujo objetivo é aumentar a confiabilidade e o embasamento técnico para tomada de decisão pública, permitindo ações mais coerentes com as necessidades dos portos.

O estudo apresentado, realizado no porto de Itaguaí, e os outros quatro realizados, todos baseados nos seus EVTEA e na comparação dos resultados com demais estudos de demanda e capacidade disponíveis na esfera pública, permitiu demonstração prática da metodologia.

Conclui-se que os resultados encontrados são condizentes e permitem identificar suas premissas e analisar suas deficiências.

Visto que uma característica particular da demanda que culminou no desenvolvimento da metodologia é a irregularidade das informações disponibilizadas em cada EVTEA, o procedimento descrito implica na vantagem de realizar os cálculos de capacidade da forma mais independente possível dos dados fornecidos pelo arrendatário. Sendo assim, no caso de indisponibilidade de informações no EVTEA, é ainda possível extrair diversos cálculos de capacidade, o que permite uma análise aproximada da realidade e confere um parecer confiável acerca do benefício do arrendamento.

Bibliografia

- ARRUDA, C. M. et al. *Método Dos Indicadores De Desempenho Proposto Pela Antaq: Uma Aplicação Ao Terminal Portuário Do Pecém*. Anais do XXVIII ENEGEP. Rio de Janeiro, 2008.
- FIGUEIREDO, G. S. *O Papel dos Portos Concentradores na Cadeia Logística Global*. Anais do XXI ENEGEP, Bahia, 2001.
- MONIÉ F. e VIDAL S. M. do S. C. *Cidades, portos e cidades portuárias na era da integração produtiva*. In: RAP. Revista de Administração Pública. V. 40, n. 6 (2006), p. 975-996, 2006.
- MOREIRA, Daniel A. *Administração da produção e operações*. ed. São Paulo: Pioneira, 1993.
- PINTO, L. E. R. *Combinação entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo*. Universidade Federal de Itajubá. Minas Gerais, 2006.
- SILVA, V. M. D. Uma visão sobre o problema de alocação de berços. *Revista Produção Online*, v. 7, n. 2, p. 85-97.
- SLACK, N. et al. *Administração da produção*. São Paulo, Editora Atlas, 2002.
- VORNE INDUSTRIES (2008) *Fast Guide to OEE*. Disponível em: <<http://www.leanproduction.com/oee.html>>. Acessado em 15-Jul-2014.