

MODELAGEM E DIMENSIONAMENTO DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS DE CABOTAGEM E SUAS INTERFACES OPERACIONAIS ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO DE PROCESSOS NA ARCELORMITTAL*

Arthur Quintão Andrade¹
Eduardo Kuh²
Gustavo Mello³
Joeli Cuzzuol⁴
Marco Aurélio Perim⁵
Maritha Andrade⁶

Resumo

Este artigo apresenta os resultados da utilização da simulação de processos para a análise de alternativas na gestão de tomada de decisão envolvendo a logística de cabotagem (navios e barcas) para o transporte de bobinas entre duas das unidades da ArcelorMittal (Tubarão e Vega), além da logística rodoviária para armazenagem e abastecimento de bobinas na unidade produtiva de Vega. O estudo, iniciou-se com o mapeamento dos processos e fluxos produtivos afim de identificar os limites iniciais e finais para representação na solução. Foi feita uma avaliação do carregamento e descarregamento das embarcações, retorno das embarcações, processo de carregamento dos caminhões, descarregamento e armazenagem das bobinas nos armazéns, além do abastecimento das bobinas para a produção na unidade de Vega. O estudo possibilitou avaliar a capacidade produtiva do sistema, o dimensionamento dos recursos envolvidos (navios, barcas, frotas de caminhões, capacidade necessária para armazenagem externa), os gargalos do processo, as restrições e os possíveis cenários como alternativa para alcançar os objetivos desejados.

Palavras-chave: Simulação de processos, Dimensionamento das operações e Gestão da tomada de decisão.

MODELING AND SIZING OF CABOTAGE PROCESSES AND THEIR OPERATIONAL INTERFACES THROUGH THE SIMULATION OF PROCESSES IN ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstract

This article presents the results of the use of process simulation for the analysis of alternatives in decision-making management involving cabotage logistics (vessels and barges) for transporting coils between two of the ArcelorMittal units (Tubarão and Vega), in addition to the road logistics for storing and supplying coils in the Vega production unit. The study began with the mapping of processes and production flows to identify the initial and final limits for representation in the solution. An evaluation of the loading and unloading of vessels, return of vessels, process of loading of trucks, unloading and storage of coils in warehouses, in addition to the supply of coils for production in the unit of Vega. The study made it possible to evaluate the productive capacity of the system, the sizing of the resources involved (vessels, barges, truck fleets, capacity required for external storage), process bottlenecks, constraints and possible scenarios as an alternative to achieving the desired goals.

Keywords: Simulation of processes; Dimensioning of operations; Decision-making management.

¹ Bacharel em Engenharia de Produção, Mestre em Engenharia de Produção, Consultor Sênior em Engenharia de Processo, SSI Soluções Integradas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

² Bacharel Engenharia de Produção e Sistemas, MBA em Logística Empresarial, Especialista de Logística, Gerência Geral de Logística, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC, Brasil

³ Bacharel em Engenharia de Produção, Mestrando em Engenharia de Produção, Consultor Sênior em Engenharia de Processo, SSI Soluções Integradas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

⁴ Bacharel em Ciência Contábeis, Mestre em Engenharia de Produção, Analista Estratégia Industrial, Gerência Geral de Estratégia Industrial e Metalurgia, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil

⁵ Engenharia Metalúrgica, MBA Executivo, Especialista em Logística, Gerência Geral de Logística, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, Espírito Santo, Brasil

⁶ Bacharel em Engenharia de Produção, Doutoranda em Engenharia de Produção, Consultora Junior em Engenharia de Processo, SSI Soluções Integradas, Belo Horizonte, MG, Brasil

1 INTRODUÇÃO

No ambiente de concorrência em que as empresas do setor de siderurgia se encontram, e considerando a constante evolução tecnológica dos processos de melhoria, as organizações manifestam, cada vez mais, o desejo de obter informações, as quais darão suporte às decisões referentes à investimentos, dimensionamento de processos, alocação de recursos e custos.

Fazer a análise e a avaliação de alternativas para a tomada de decisão não é uma tarefa simples, principalmente quando os resultados não são totalmente previsíveis. Com isso, um embasamento técnico mostra-se essencial, pois minimiza o risco da realização de investimentos indevidos ou da realização de tal investimento em um momento desnecessário.

Existem várias metodologias possíveis para dar subsídios aos gestores no que tange a tomada de decisão. Destaca-se a modelagem de sistemas, em específico a simulação de processos, que é a mais utilizada para representar um sistema real através de modelos que representam o seu comportamento geral.

Assim sendo, identificou-se a necessidade de utilizar a simulação de processos, como ferramenta que possa gerar indicadores para tomada de decisão, no tocante da gestão das operações dos processos da ArcelorMittal, envolvendo a logística de cabotagem entre as unidades de Tubarão e Vega, além de suas interfaces produtivas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Cabotagem é a movimentação de mercadorias através da via fluvial ou ao longo de margens costeiras (1). Quando o transporte por cabotagem ocorre dentro do mesmo país denomina-se cabotagem de pequeno curso. Se o transporte se destina a outro país (que tem de estar localizado na mesma costa continental) denomina-se cabotagem de longo curso. A ArcelorMittal deseja dimensionar e aprimorar o uso da cabotagem de pequeno curso entre suas unidades objetos desse estudo.

A cabotagem pode ser utilizada em conjunto com outros modais de transporte, no Brasil o principal modal utilizado é o rodoviário, (2). O Transporte Multimodal de Cargas compreende todas as tarefas indispensáveis a execução da movimentação de materiais. Como o modal rodoviário é muito desenvolvido no país, há um surgimento nacional de técnicas intermodais que envolvam a malha rodoviária e a cabotagem. Esse estudo apresenta o processo realizado em um ambiente multimodal entre a cabotagem, e o transporte por caminhões. A ferramenta escolhida para realização do estudo foi a simulação. A simulação de eventos discretos surgiu em 1957, desde então diversos softwares surgiram e muitas aplicações bem sucedidas podem ser encontradas (3). A simulação pode ser vista como uma técnica para estudar o comportamento de um determinado sistema através de modelos, que imitam na totalidade ou em parte as propriedades e comportamentos deste em uma escala menor, permitindo sua manipulação e estudo detalhado, (4).

O uso da simulação para o processo de cabotagem no Brasil trouxe excelentes resultados. Em Medeiros et al. (5) o processo de cabotagem é simulado para o transporte de materiais no estado do Amazonas e demonstra que é possível trabalhar com uma taxa alta de ocupação dos portos, cerca de 70%, a partir do equilíbrio entre a demanda exigida e a capacidade de movimentação.

Outros trabalhos onde a simulação foi utilizada como ferramenta para a viabilização da cabotagem está em (6) onde é abordado o transporte de madeira na costa nacional e em (7) onde são analisados os aspectos logísticos dos modais rodoviários e de cabotagem do transporte de óleos lubrificantes.

3 PROBLEMA ABORDADO

O Porto de Tubarão localizado em Vitória, estado do Espírito Santo, é um porto de administração privada que atende ao mercado nacional e internacional com uma gama de produtos sendo movimentados (bobinas e placas siderúrgicas, containers, minérios, carvões, soja, milho, farelo entre outros) (8). Localizada no mesmo complexo temos a unidade da ArcelorMittal Tubarão, onde há a produção de bobinas laminadas a quente, que são movimentadas através dos seguintes terminais: Terminal TPS e Terminal TBO.

O terminal TPS recebe navios enquanto o TBO recebe barcaças, denotando assim um balanço de demanda para cada um dos terminais, sendo que parte do volume é para exportação e parte para cabotagem de pequeno curso.

A ArcelorMittal Vega produz bobinas laminadas a frio, e possui proximidade ao Terminal Portuário de São Francisco do Sul (TESC), no estado de Santa Catarina. Existe uma necessidade de troca de bobinas entre essas unidades do grupo ArcelorMittal: a unidade de Tubarão envia bobinas laminadas a quente para Vega, enquanto a unidade de Vega realiza o processo inverso para atendimento a clientes na região.

A necessidade de transporte de materiais por cabotagem surge da especificação dos produtos produzidos em cada uma das usinas.

Mediante a essa logística complexa a ArcelorMittal viu a necessidade de compreender toda a sua operação integrada de modo a elucidar os seguintes pontos: mensurar e validar as capacidades do sistema de acordo com as demandas testadas; identificar os gargalos do sistema e compreender seus impactos na operação; mensurar a ocupação média dos equipamentos envolvidos no processo; dimensionar o mix de embarcações alocadas para rota de origens e destino definidas.

Para o desenvolvimento do modelo de simulação utilizando a plataforma Arena®. Após a consolidação de todas as etapas foi realizada a simulação dos cenários e a análise dos resultados.

3.1 Limites do Estudo

A chegada de bobinas no processo foi representada através da geração de demandas com uma proporção de bobinas que serão destinadas aos clientes finais e ao abastecimento da unidade de Vega. Os processos de logística da unidade de Tubarão até os pátios internos e o posterior envio para os pátios do terminal TBO e TPS foram considerados como “caixa preta” no sistema, assumindo-se a premissa que o sistema terá condições de fornecer as bobinas até os terminais.

O processo de armazenagem foi representado através de uma variável de demanda da chegada em quantidades totais de bobinas por proporção (% clientes finais e % abastecimento Vega) em um horizonte de tempo determinado (ex.: 800 bobinas por dia) já incrementando na armazenagem de cada um dos setores, TBO e TPS.

Considerou-se as limitações de espaço para armazenagem como restrição do processo, contabilizando caso a armazenagem entre em estado máximo o tempo em que permaneceu sem receber mais volumes. Com isso garante-se a representatividade do tempo total das operações até que a bobina seja armazenada nas posições disponíveis.

Essa simplificação garante que o processo será representado, pois assume-se a premissa que sempre existirá recursos disponíveis para realizarem as atividades demandadas até que a bobina seja empilhada nos pátios dos terminais.

Após a atracação da barcaça no berço acontecerá o processo de suporte para carregamento no Terminal TBO. São utilizadas empilhadeiras e carretas no processo. A empilhadeira seleciona no pátio a bobina a ser enviada para a barcaça e a carrega na prancha da carreta. A carreta sai do ponto de carregamento e segue até o ponto de espera na entrada da barcaça. Nesse ponto a carreta aguarda, caso exista uma outra carreta sendo descarregada dentro da barcaça, caso não exista, ela manobra para entrar de ré dentro da barcaça até o ponto de descarregamento. Já dentro da barcaça, no ponto de descarregamento, a carreta aguarda a ponte rolante realizar o processo de retirada da bobina da prancha e posterior armazenagem na barcaça. Esse ciclo ocorre até que se finalize todo o carregamento de acordo com a capacidade de armazenagem e transporte da barcaça.

Já no terminal TPS são utilizadas empilhadeiras e pranchas de carretas no processo de carregamento dos navios. A empilhadeira seleciona no pátio a bobina a ser enviada para o navio e a carrega na prancha da carreta. Um trator leva a prancha do ponto de carregamento até o ponto de espera próximo ao guindaste. Nesse ponto o trator aguarda caso exista uma outra prancha sendo descarregada, caso não exista, ele manobra para deixar a prancha com as bobinas disponíveis para o guindaste efetuar o carregamento do navio. O guindaste realiza o processo de retirada da bobina da prancha e posterior armazenagem nos porões do navio. Esse ciclo ocorre até que se finalize todo o carregamento de acordo com a capacidade de armazenagem e transporte do navio. Podem ocorrer carregamento simultâneos de porões de acordo com a disponibilidade de equipes e guindastes.

Após serem carregados e atendidas as condições de desatracação as embarcações saem da sua origem atual e vão em direção ao destino desejado, seja ele Vega ou retorno a Tubarão. Esse processo de logística marítima e cabotagem foi representado pelo tempo de rota entre origem e destino, uma velocidade média de ida e volta, uma distância total a ser percorrida.

Após atendidas as condições para a atracação das embarcações no berço acontecerá o processo de suporte para descarregamento. São utilizadas ponte rolante, guindastes e carretas no processo. As carretas aguardam em fila, por FIFO, fora da barcaça, para que possam entrar na barcaça e serem carregadas. Após o fluxo estar livre a carreta entra de ré dentro da barcaça até o ponto de carregamento. A ponte rolante seleciona nas baias a bobina a ser enviada para a prancha da carreta. Já no descarregamento dos navios são utilizados guindastes e carretas. As carretas aguardam em fila, por FIFO (*frist in first out*), para que possam ser carregadas. Após o fluxo estar livre a carreta vai até o ponto de carregamento. O guindaste seleciona no porão a bobina a ser enviada para a prancha da carreta. Depois de carregadas as carretas saem do ponto de carregamento e seguem até o destino o qual serão submetidas.

Antes de sair do terminal elas sofrem o processo de amarração da carga que acontece em um posto fixo. Após a amarração elas levam um tempo de rota até a balança de saída do terminal, onde sofrem processo de pesagem, lembrando que ao retornar vazia ao terminal elas também sofrem processo de pesagem na entrada do terminal, em uma portaria diferente da de saída. Pode ocorrer o retorno da barcaça com volumes vindo de Vega, essa será uma barcaça programada para retornar com volumes a serem carregados no TESC e descarregados em Tubarão.

Após o carregamento as carretas são direcionadas para seus destinos. No caso de o envio ser para unidade de Vega e/ou clientes finais as bobinas não passam por nenhum estoque intermediário. Já para envio aos armazéns externos, as bobinas são enviadas para estoques intermediários antes de atender as demandas de seus respectivos clientes finais.

O condicionamento para o envio direto ou parcial foi representado através de proporções pré-fixadas no *input* além de atendimento de condições de espaço de armazenagem de cada local avaliado. Lembrando que a logística rodoviária entre origens e destinos é considerada através de curvas estatísticas de tempo de trajeto, respeitando os horários de pico e baixo para as interferências de trânsito que ocorrem no processo.

O descarregamento e carregamento das carretas em qualquer um dos armazéns, ocorrerá mediante ao atendimento de restrições semelhantes. Precisa existir espaço para armazenagem e recurso disponível para efetuar os processos.

4 CENÁRIOS ABORDADOS E PREMISSAS GERAIS

Para validação do sistema foi realizado o cenário base utilizando-se a demanda de 2017, com as configurações de estrutura atuais em: quantidade de terminais ativos, quantidade de berços ativos e suas disponibilidades, impactos de eventos climáticos como *swell* (para todos os terminais) e maré (para o terminal TESC), horário para desatracação de barcaças no TESC, configuração dos tipos de embarcações, produtividade das embarcações, tempos dos processos de trânsito das embarcações nos terminais e entre os terminais, demanda volumétrica para Bobinas de abastecimento Vega e clientes finais de forma geral e por terminal em Tubarão, fluxos de decisão para o transporte rodoviário em Vega para cada tipo de bobina do sistema, impacto do trem na entrada e saída de carretas do TESC, capacidade dos armazéns no fluxo Vega e clientes finais, tempos de trânsito entre todos os fluxos com origem no TESC e destinos sejam eles armazéns intermediários ou estoques finais, restrição de recebimento em Vega através de disponibilidade da ponte rolante, consumo diário de Vega e clientes finais, programação de embarcações de retorno cabotagem para Tubarão, start do sistema com volumes nos estoques intermediários e navios/barcaças em trânsito.

As premissas gerais visam denotar as características de cada conjunto de cenários para uma determinada configuração, que serve de parâmetro e ou variável de importante peso para a avaliação do sistema. Nesse estudo será abordado as principais premissas que foram utilizadas como parâmetros de sensibilidade para as variações no modelo.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir dos resultados gerados nos dois cenários, foi possível fazer uma análise geral dos principais resultados de saída do modelo.

5.1 Cenário Baseline

No cenário baseline utilizou-se como parâmetros as configurações dos processos no ano de 2017, seu objetivo era descarregar 1,83 milhões de toneladas de bobinas no período de um ano, seguindo as regras de funcionamento para demanda total, volume total por tipo de destino final, mix de embarcações, quantidade de berços ativos para carregamento e descarregamento, essas características estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Premissas principais para cenário baseline

1. DEMANDA TOTAL	1.83 M.T.P.A (milhões de toneladas por ano)
2. VOLUME TOTAL	BOBINAS ABASTECIMENTO 1.25 M.T.P.A E SUL 0.58 M.T.P.A
3. EMBARCAÇÕES	4 BARCAÇAS DE 8.5 KTONS, 1 NAVIO DE 18KTONS E 1 NAVIO DE 19 KTONS
4. TERMINAL TPS	1 BERÇO ATIVO
5. TERMINAL TBO	1 BERÇO ATIVO
6. TERMINAL TESC	2 BERÇOS ATIVOS

Ao fim do horizonte de simulação, toda a programação de carregamento dos terminais foi realizada durante o ano corrente, ou seja, a demanda de 1.83 M.T.P.A foi cumprida. Com 1,25 M.T.P.A no berço do TPS e 0,58 M.T.P.A no berço do TBO.

O volume descarregado no TESC também cumpriu a demanda, atingindo os 1,83 M.T.P.A. Com 1 M.T.P.A no berço 302 e 0,83 M.T.P.A no berço extra, mostrando certo balanceio nas opções de descarregamento entre os berços existentes ativos.

A ocupação dos berços foi mensurada de forma a elucidar os gargalos para possíveis implementos de demanda e cumprimento dos carregamentos e descarregamentos nos terminais envolvidos. Para o terminal TPS tivemos uma ocupação média de 25% para a operação anual, que pode ser visualizada através do gráfico abaixo.

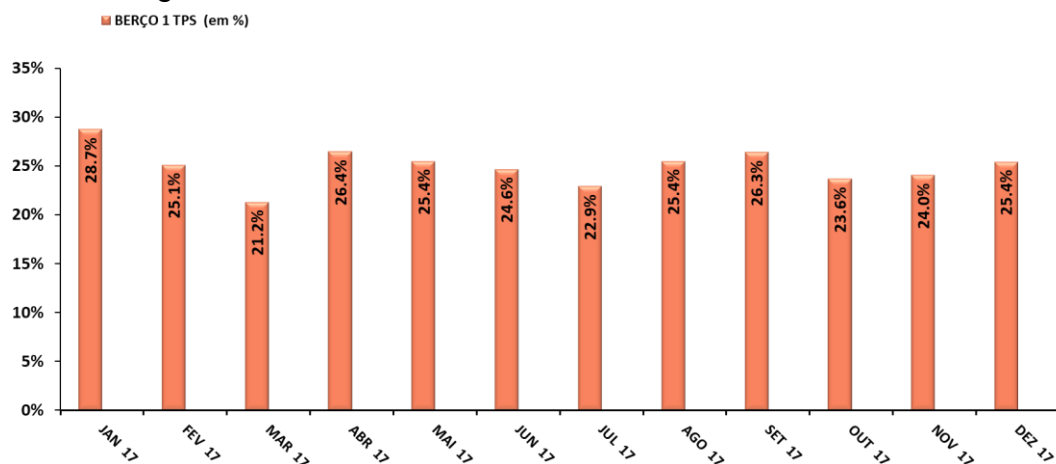


Figura 1. Carregamento Berço 1 – TPS em porcentagem

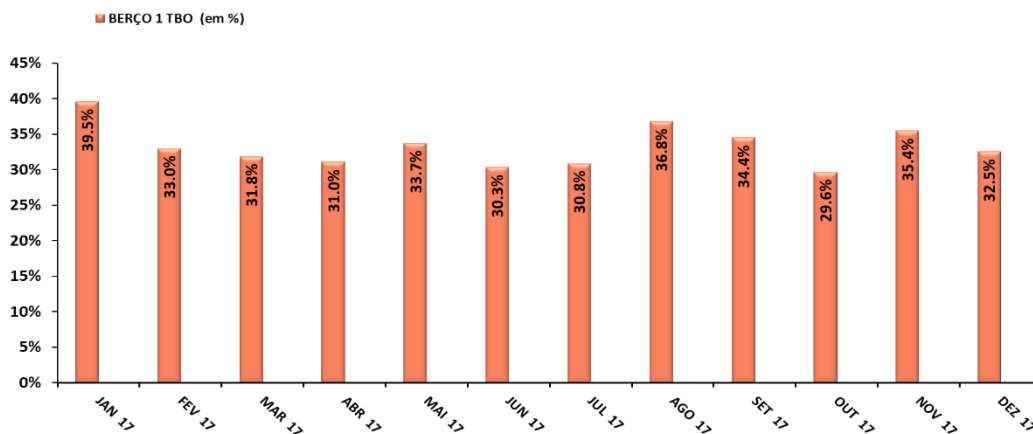


Figura 2. Carregamento Berço 1 – TBO em porcentagem

Para o terminal TBO tivemos uma ocupação média de 33% para a operação anual, já para os berços 302 e extra do terminal TESC tivemos uma ocupação de 43% para o berço 302 e 34% para o berço extra. Pode-se analisar o comportamento das ocupações no gráfico representado na Figura 3.

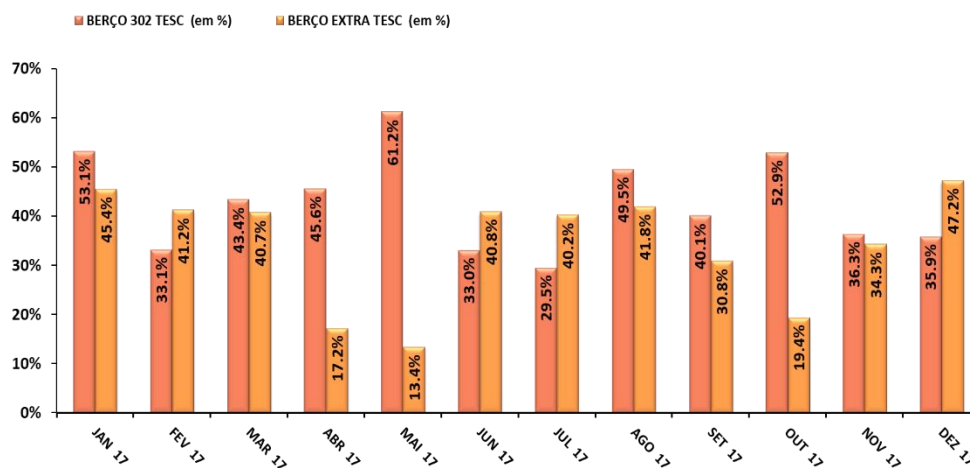


Figura 3. Carregamento Berços TESC: 302 e Extra em porcentagem

Foi mensurado o tempo médio de espera calculado para cada terminal sendo 2,2 dias para o terminal TPS, 1,1 para o terminal TBO e 0,5 dias para o terminal TESC. Tempos esses que são considerados baixos mediante a demanda volumétrica desejada e a complexidade das operações.

O tempo médio de operação de carregamento no terminal TPS foi de 1,3 dias, no terminal TBO 1,8 dias e descarregamento no terminal TESC 2,1 dias.

Já o tempo médio de estadia, que é a soma dos tempos de operação mais o tempo de espera, para o no terminal TPS foi de 3,5 dias, no terminal TBO 3 dias e no terminal TESC 2,5 dias.

Por fim tivemos a ocupação média geral das embarcações, 76% para os navios e 85% para as barcaças, mostrando um balanceio entre o mix selecionado de embarcados no atendimento a demanda de carregamento e descarregamento do sistema integrado.

5.2 Cenário Alternativo - Aumento de Demanda e Mix de Navios

No cenário alternativo aumentou-se a demanda em 17% e a capacidade de transporte dos dois navios para 25 mil toneladas. As configurações dos berços foram semelhantes aos processos de 2017. O objetivo do cenário é carregar nos terminais TPS e TBO, assim como descarregar no TESC, 2,17 milhões de toneladas de bobinas no período de um ano.

Tabela 2. Premissas principais para cenário alternativo

1. DEMANDA TOTAL	2 M.T.P.A (milhões de toneladas por ano)
2. VOLUME TOTAL	BOBINAS ABASTECIMENTO 1.55 M.T.P.A E SUL 0.62 M.T.P.A
3. EMBARCAÇÕES	4 BARCAÇAS DE 8.5 KTONS, 1 NAVIO DE 25KTONS E 1 NAVIO DE 25 KTONS
4. TERMINAL TPS	1 BERÇO ATIVO
5. TERMINAL TBO	1 BERÇO ATIVO
6. TERMINAL TESC	2 BERÇOS ATIVOS

Ao fim do horizonte de simulação, toda a programação de carregamento dos terminais foi realizada durante o ano corrente, ou seja, a demanda de 2,17 M.T.P.A foi cumprida. Com 1,55 M.T.P.A no berço do TPS e 0,62 M.T.P.A no berço do TBO.

Foram descarregados 2,17 M.T.P.A no TESC que também cumpriu a demanda. Com 1,28 M.T.P.A no berço 302 e 0,89 M.T.P.A no berço extra, mostrando o mesmo comportamento de balanceio do cenário baseline, isso pode ser explicado devido a questões de disponibilidade e impacto de nuances climáticas.

Para o terminal TPS tivemos uma ocupação média de 29% na operação anual, um aumento de 4% perante o cenário baseline, o que pode ser entendido devido ao aumento de volume a ser carregado nesse terminal.

Para o terminal TBO tivemos uma ocupação média de 35%, já para os berços 302 e extra do terminal TESC tivemos uma ocupação de 48% para o berço 302 e 43% para o berço extra. Pode-se analisar o comportamento das ocupações nos gráficos abaixo.

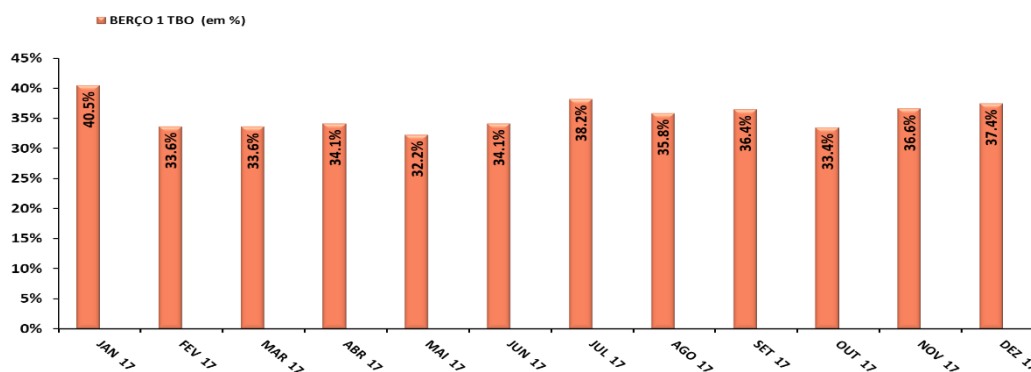


Figura 4. Carregamento Berço 1 em porcentagem

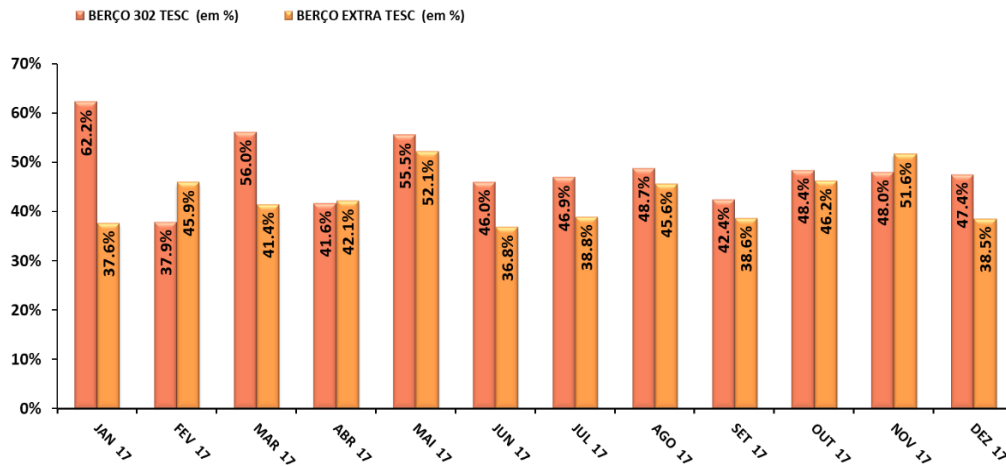


Figura 1. Carregamento Berços TESC: 302 e Extra em porcentagem

Por fim tivemos o tempo médio de espera calculado para cada terminal sendo 2,2 dias para o terminal TPS, 1 para o terminal TBO e 0,6 dias para o terminal TESC. Tempos esses que são considerados baixos mediante ao aumento de demanda das operações.

O tempo médio de operação de carregamento no terminal TPS foi de 1,7 dias, no terminal TBO 1,8 dias e descarregamento no terminal TESC 2,4 dias.

Já o tempo médio de estadia, que é a soma dos tempos de operação mais o tempo de espera, para o no terminal TPS foi de 3,9 dias, no terminal TBO 2,8 dias e no terminal TESC 2,9 dias.

Por fim tivemos a ocupação média geral das embarcações, 77% para os navios e 87% para as barcaças, mostrando pouca variação perante ao cenário baseline.

6 CONCLUSÃO

O objetivo principal, elaborado no início do estudo, foi alcançado, houve a modelagem e o dimensionamento do sistema de cabotagem e suas interfaces produtivas. O modelo representou fielmente o comportamento dos processos, o que foi validado diante do cenário baseline, atendendo as condições atuais de capacidade produtiva e gerando os resultados esperados.

Ainda, com o modelo baseline pôde-se estudar o processo de produção no aspecto referente a quantidades produzidas por hora, utilização dos equipamentos, mix de embarcações, gestão da fila de embarcações e gargalos produtivos.

A partir disso, foi elaborado um cenário de teste, com um mix de embarcações diferente do cenário baseline, para representar as possíveis melhorias em capacidade produtiva desejada para performance geral.

Os resultados gerados para o cenário alternativo demonstram que existe uma forte relação entre: sazonalidade dos navios, mix de navios, distribuição da demanda e configuração do sistema Tubarão e Vega, impactando diretamente na performance do sistema. Lembrando que a solução cumpri integralmente, para os cenários avaliados, a demanda exigida.

Em resposta ao cenário alternativo foi percebido que para a configuração apresentou números melhores no que tange a utilização dos berços do TPS e

TESC, fazendo com que este recebesse um número maior de embarcações durante o horizonte anual, aumentando assim sua utilização.

Esses cenários foram fundamentais para o estudo, pois geraram indicadores importantes para os gestores compreenderem melhor o sistema de acordo com as características definidas para cada teste. Ainda, os gestores puderam realizar as análises para as melhorias nos processos e possível ampliação da demanda de produção, realizando incrementos em capacidade produtiva.

Apesar de a abordagem ter sido vasta no trabalho, ainda diversas são as recomendações possíveis para a continuidade dos esforços que envolvem o desenvolvimento de soluções semelhantes aos apresentados durante a elaboração desse estudo.

Um estudo de simulação com os mesmos objetivos, mas que contemple um otimizador para a fila de navios, para simular as condições que gerem impactos diretos na maximização da performance do carregamento e descarregamento para o sistema portuário integrado.

7 Referências

1. Nascimento MV. Proteção e liberalização no transporte marítimo de cabotagem: o uso da regulação nos mercados canadense e brasileiro. *J Transp Lit.* 2014;6(4):228–34.
2. Oliveira Fonseca R. A navegação de cabotagem de carga no Brasil (the cabotage in Brazil). *Mercator* [Internet]. 2015;14(1):21–46. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n1/1984-2201-mercator-14-01-0021.pdf>
3. Taylor SJE, Robinson S. So where to next? A survey of the future for discrete-event simulation. *J Simul.* 2006;1(1):1–6.
4. Gavira M de O. Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento. 2003; Available from: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-20052003-004345/>
5. Medeiros RL, Santos JTAN dos, Kuwahara N, Moita MHV. Cenários logísticos alternativos para a cabotagem do estado do Amazonas utilizando simulação computacional. *J Transp Lit.* 2015;9(1):60–4.
6. Aragão MMDC De. Caracterização e dimensionamento de um sistema de cabotagem industrial. 2009;168.
7. Limoeiro, C. D. P., Barbosa, G. de A., Lima, M. J., Bezerra, D. M., & Fuller DB, V. Planejamento de capacidade de tancagem numa refinaria de petróleo para atender o projeto de duplicação da unidade de lubrificantes usando simulação estocástica. *An do XXXIX SBPO.* 2007;2137–46.
8. Robles LT, Merigueti BA, Cutrim SS. Eficiência Global da Operação Portuária: Estudo de Caso do Píer I do Porto de Tubarão em Vitória-ES. *Rev Organ em Context.* 2015;8(16):195–221.