

A EFICIÊNCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTOS (OEE) COMO INDICADOR EM OPERAÇÕES PORTUÁRIAS: UM ESTUDO DE CASO NO PORTO DE SERGIPE

REYNALDO PALOMINO

reychile@hotmail.com

Amanda Azevedo

amandanazevedo@hotmail.com

Lydianne Oliveira de Santana

lydianneproducao@hotmail.com

João Ricardo Correia Andrade

jricardo_ca@yahoo.com.br

João Paulo Rodrigues Barbosa da Silva

rodrigues.joaopaulo18@gmail.com



As operações portuárias são analisadas e melhoradas através de seus indicadores operacionais. O índice de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) é uma das maneiras mais utilizadas para estudo da produtividade e eficiência em portos. A OEE é calculada através da multiplicação de três outros indicadores: Disponibilidade Física (DF), Utilização e Performance. Neste artigo, foi realizada a análise da utilização da OEE como indicador de eficiência em operações portuárias com estudo de caso no Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB) da empresa VLI, localizado em Sergipe, Brasil. A pesquisa conduzida tem características exploratórias e qualitativas, no intuito

de mapear e justificar o desempenho operacional do TMIB e sugerir possíveis melhorias de suas taxas. Os dados obtidos e coletados ao longo da pesquisa mostram que os índices de Disponibilidade e Performance do Porto de Sergipe apresentam valores considerados aceitáveis para rendimento operacional aceitável. No entanto, o índice de Utilização apresenta valores percentuais consideravelmente baixos, impactando diretamente nos baixos valores do OEE em 2017. Tal comportamento é justificado pela baixa presença de navios atracadas e pela reduzida movimentação de carga pelo Terminal neste dado ano. Como sugestões de melhoria, o TMIB deve procurar reduzir suas horas de paradas operacionais, bem como buscar novas alternativas de movimentação de cargas, com o objetivo de aumentar sua receita mensal.

Palavras-chave: OEE, Indicadores de Desempenho, portos

1. Introdução

Diante de uma nova perspectiva mundial, num cenário que tende a ser cada vez mais competitivo, a busca pelo máximo de eficiência nos mais diversos segmentos torna-se uma exigência para a sobrevivência organizacional. Chiavenato (1994), define essa eficiência como sendo a melhor maneira de alocar os recursos disponíveis para a realização de uma operação, atentando-se para a relação de custo e benefício.

No Brasil a atividade portuária vem ao longo dos anos buscando melhorar a qualidade dos serviços que são oferecidos e com isso ganhar competitividade a nível mundial. De acordo com dados da Secretaria Nacional de Portos, a demanda pelos serviços oferecidos por esse setor teve um crescimento acentuado nas últimas décadas, entretanto a melhoria na infraestrutura não acompanhou esse processo. Com isso, é de suma importância que os recursos disponíveis para a realização das atividades sejam aplicados com a máxima racionalização.

O sistema portuário brasileiro constitui um importante papel para o desenvolvimento da economia do país e é responsável pelo escoamento de grande parte da produção agrícola nacional, além de ser a principal porta de entrada para os produtos internacionais.

Partindo desse cenário, o objetivo deste trabalho é analisar a situação atual dos processos envolvidos no sistema de embarque, bem como avaliar os índices de eficiência global das operações envolvidas na prestação de serviços no porto localizado no estado de Sergipe e assim propor um plano de ação visando a melhoria para a sua disponibilidade e seu rendimento.

2. Fundamentação teórica

2.1 Planejamento e controle da produção

Todo produto, seja ele um bem ou um serviço, fornecido a um consumidor por uma empresa, passa por um determinado processo produtivo. É durante este processo que as entradas são

transformadas em saídas, onde a junção das entradas, processamento e saídas é tida como um sistema operacional, também conhecido como sistema produtivo.

Segundo Tubino (2007), para que haja transformação das entradas em produtos, é necessário um prévio planejamento em termos de prazo. Para organizar os dados do processo como um todo, bem como para auxiliar no processo de decisão, tanto antes como durante o processamento, é necessário que haja Planejamento e Controle da Produção em questão. O PCP, é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos estabelecidos nos níveis estratégicos, tático e operacional (TUBINO, 2007). O PCP está presente desde a formulação de plano de ações e estratégias prévias à produção (nível estratégico), quanto no estabelecimento de planos de médio prazo (nível tático) e na programação de programas de curto prazo, bem como o acompanhamento do mesmo (nível operacional).

Dentro da análise desenvolvida ao longo do PCP, faz-se necessário o acompanhamento detalhado dos processos envolvidos na empresa e conhecê-los de forma que erros possam ser detectados e melhorias possam ser sugeridas. Eventualmente, os processos executados em empresas implicam na estruturação adequada da mesma e a gestão de tais processos, ou seja, o mapeamento destes, define quais métodos e atitudes devem ser tomadas (FALCONI, 2004). Sabe-se então que através do mapeamento de processos de uma organização, pode-se ter conhecimento suficiente para mapear a sequência lógica de ações necessárias para o alcance de metas ou identificação e solução de problemas eventuais. Assim, o mapeamento dos processos corresponde à descrição do processo em atividades inter-relacionadas que englobam total ou parcialmente as atividades desempenhadas em uma organização (SLACK & LEWIS, 2009).

2.2 Processos da operação portuária

Segundo Bichou (2007), os portos são ao mesmo tempo, canais de interseção intermodais e local de operação logística de pessoas e recursos da cadeia de suprimentos. Por se diferirem um dos outros devido as suas especificações, são entidades complexas de serem geridas, tendo

então que compreender melhor as operações que nela ocorrem (BICHOU, 2004). Tais operações são conhecidas como operações portuárias.

Desta forma, para Figueiredo (2001), a operação portuária pode ser dividida em 2 tipos: Operações a saber e Operações complementares. O primeiro, trata-se da operação principal cujo ocorre a movimentação da mercadoria (carga, descarga, armazenagem e burocracias da Receita Federal). O segundo, é referente a operação adicional que permitem que a movimentação dos recursos sejam possíveis.

Segundo Gonçalves (2000), processo é qualquer atividade ou o conjunto que as englobam, consistentes em entradas, agressão de valor e saídas para clientes internos ou externos à empresa. Portanto, o gerenciamento dos processos é importante para que os gestores possam acompanhar e medir o desempenho das atividades (HAQUE et al, 2003).

Desta forma, o processo de operações portuárias deve ser mapeado para auxiliar o monitoramento das atividades portuárias. Contudo, o sistema de operações portuárias é formado por subsistemas, tais como: chegada do navio, transbordo de carga, armazenagem, recepção terrestre e despacho (PEREIRA, 2011). Contudo, as características do porto a ser analisado devem ser mapeadas, para que tais subsistemas sejam explicitados e melhores entendidos.

2.3. Overall Equipment effectiveness (OEE)

2.3.1. Indicadores portuários

Na literatura, são fartos os resultados encontrados quando se buscam os termos indicadores e medidas de desempenho. Embora muitas vezes divergentes em suas denominações e definições, há certo consenso quanto às suas importâncias e impacto para as organizações modernas. Segundo a *European Environment Agency* (2008), entende-se indicador como o valor representativo de um fenômeno de estudo e, em geral, servem para quantificar e sintetizar a informação agregando múltiplos e diferentes dados. Em outras palavras, os indicadores simplificam a informação para elucidar fenômenos mais complexos.

Em uma outra visão mais específica, Drongelen *et al* (2000), define que indicadores de desempenho são as variáveis que apontam a efetividade e eficiência de um sistema, parte de um sistema, ou até um processo, comparando-os com um valor de referência. Bourne *et al* (2000) ainda adiciona, afirmando que sistemas de medida de desempenho requerem um processo de desenvolvimento e revisão dos mesmos em diferentes níveis e de maneira periódica, de acordo com as mudanças e particularidades das dadas situações.

Assim, tais métricas para quantificar os resultados dos processos, podem ser divididas ou classificadas. De acordo com Leandri (2001), os indicadores podem ser divididos em *Lagging* e *Leading*. O primeiro mede o reflexo do que foi alcançado no final de um processo, utilizado como um item de controle. Já o segundo, é utilizado para monitorar as atividades performadas, utilizado como item de verificação.

No que tange a gestão logística de portos e terminais, existem alguns indicadores de operação e manutenção que podem ser acompanhados de forma a prover uma mensuração, controle e verificação adequados. Eles são: A Disponibilidade Física, a Utilização, a Taxa Efetiva, a Produtividade Relativa e o indicador OEE.

A disponibilidade física mede a relação percentual entre o tempo que a linha de produção ou equipamento está efetivamente em operação e o tempo total disponível em que a máquina pode ser utilizada. Assim temos:

$$Disp = \frac{Tcal - Tman - Time}{Tcal} \times 100\% \quad (1)$$

Onde,

Tcal = Tempo de calendário;

Tman = Tempo de manutenção;

Time = Tempo de implementação de melhorias.

A utilização é a relação percentual entre o tempo efetivamente operado (o tempo sem paralizações externas, operacionais e de manutenção) e o tempo disponível do equipamento. Tal relação pode ser observada a seguir:

$$U = \frac{TOE}{T_{cal} - T_{man}} \times 100\% \quad (2)$$

Onde,

Toe = Tempo operacional efetivo;

Tman = Tempo de manutenção.

A Taxa efetiva mede o desempenho médio dos períodos de operação de uma linha de produção, equipamento, porto ou navio quando se desconsideram as paralizações. Esta medida pode ser observada em:

$$TE = \frac{CM}{TOE} \quad (3)$$

Onde,

Toe = Tempo operacional efetivo;

CM = carga (toneladas) movimentada.

A produtividade relativa serve para medir o desempenho médio dos tempos de operação de equipamentos ou linhas de produção, sem considerar paralizações. Esta representação pode ser vista a seguir:

$$Prod = \frac{CM}{TOE} + Tnom \quad (4)$$

Onde,

Toe = Tempo operacional efetivo;

CM = carga (toneladas) movimentada;

Tnom = taxa nominal ou valor de projeto da taxa.

E o índice de eficiência global (OEE), o qual refere-se à relação entre a disponibilidade física, utilização e disponibilidade, conforme mostra a equação 5

$$OEE = \textit{Disponibilidade física} \times \textit{Utilização} \times \textit{Produtividade relativa} \quad (5)$$

2.3.2. OEE em operações portuárias

Tendo em vista os indicadores de desempenho discorridos, o índice de eficiência global (OEE) é o principal indicador de desempenho portuário. O mesmo mede a eficiência global dos equipamentos pelo produto da Disponibilidade Física (DF), Utilização (%) e Performance (%). A Disponibilidade Física consiste na relação do tempo disponível para operação (tempo calendário do período subtraído das paradas de manutenção) pelo tempo calendário. A Utilização (%) consiste na relação do tempo efetivo ou líquido operacional em relação ao tempo disponível. A Performance (%) consiste na relação da taxa efetiva operacional pela taxa nominal ou capacidade nominal do processo.

3. Estudo de caso

A empresa Valor da Logística Integrada (VLI) oferece uma plataforma logística integrada, que interliga ferrovias, portos e terminais, atendendo as principais regiões produtoras de bens e produtos industrializados, siderúrgicos, agrícolas e minerais no Brasil (VLI, 2016). A VLI surgiu em 2011, quando a diretoria de logística de cargas gerais da VALE adquiriu novas subsidiárias e posteriormente, em 2014, vendeu parte de suas ações, sendo hoje uma empresa em forma de *holding*, tendo em sua composição acionária as seguintes empresas: Vale, Mitsui, FI-FGTS e Brookfield.

Atualmente, a empresa combina ativos e serviços que se estendem por mais de 10.000 quilômetros em 9 estados e no Distrito Federal, operando uma frota de aproximadamente 800 locomotivas e 22.000 vagões, divididos em cinco corredores logísticos (Centro-Norte, Centro-Sudeste, Centro-Leste, Minas-Rio e Minas-Bahia), cobrindo as regiões mais importantes do país (VLI, 2016). Anteriormente ministrado somente pela VALE, o TMIB é hoje parte integrante da VLI, como parte integrante do corredor Minas-Bahia.

3.1. Terminal marítimo Inácio Barbosa

O Terminal Marítimo Inácio Barbosa, também conhecido como TMIB ou Porto de Sergipe, está localizado no município de Barra dos Coqueiros no estado de Sergipe, Brasil. O Terminal localiza-se a uma distância de 15 quilômetros da capital Aracaju, com acesso continental exclusivo através de rodovia (VLI, 2016). O TMIB é regido pelo Regulamento de Portos VLI (RP) e Regulamento de Portos-TMIB, que estabelecem as regras para operação intermodal de carga, descarga e armazenamento de produtos, além da circulação de veículos (rodoviários).

As operações marítimas desempenhadas no Terminal em questão podem ser divididas em três categorias: operação de embarque marítimo, operação de desembarque marítimo e operação *offshore*. Atualmente, o Terminal movimenta cargas sólidas como coque, fertilizantes, trigo e cargas gerais de projeto. O píer do Terminal é composto por um berço principal de atracações e um berço secundário para as atividades *offshore* da Petrobrás. São desempenhadas também atividades rodoviárias, através de operações terrestres de expedição.

O TMIB possui uma retroárea de 2.000.000 m², porém a área alfandegada corresponde à apenas 785.000 m² ou cerca de 40% da área total. Dentro da área alfandegada há 2 áreas privativas da Petrobrás, a maior delas para apoio de operação *offshore*, enquanto a segunda envolve uma operação de ácido sulfúrico (VLI, 2016). O Terminal possui também áreas de armazenagem e equipamentos para realização das operações marítimas e terrestres, como: pás carregadeiras, escavadeira e balanças para pesagem de caminhões. A capacidade de armazenagem do TMIB pode ser observada detalhadamente na Figura 1.

Figura 1 - Instalações de armazenagem do TMIB

Instalações	Área	Capacidade Estática
Pátio de Coque 1 Votorantim	14.000 m ²	50.000 tons
Pátio de Coque 2	9.900 m ²	40.000 tons
Tancagens de Ácido BR	9.000 m ³	17.000 tons
Armazém de Soja Multigrain	4.000 m ²	33.000 tons
Armazém 1 de Trigo Motrisa	2.400 m ²	6.500 tons
Armazém 5 de Trigo Motrisa	1.200 m ²	4.000 tons
Armazém Carga Geral 3	2.400 m ²	3.500 tons
Armazém Carga Geral 4	1.200 m ²	2.000 tons
Armazém Carga Geral 2	2.200 m ²	3.000 tons
Armazém Lonado Fertilizantes (MAP) Heringer	3.000 m ²	6.000 tons
Silos de Cimento Votorantim	39.655 m ³	60.000 tons
Armazém Clínquer Votorantim (desativado)	4.400 m ²	30.000 tons

Fonte: VLI, 2016.

4. Metodologia

O estudo realizado baseia-se na revisão de literatura sobre a avaliação de desempenho em um complexo portuário. A pesquisa tem caráter qualitativo em relação a sua natureza, pois os dados serão descritos e analisados de forma indutiva. A fim de obter informações sobre o desempenho do complexo, analisou-se relatórios e dados estatísticos disponibilizados pela instituição. A partir dos dados obtidos, um panorama a respeito da realidade do Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB), localizado em Sergipe, foi traçado, o que possibilitou o presente estudo.

Em relação ao objetivo, o artigo pode ser classificado como exploratório, pois existe uma carência em relação a conhecimento acadêmico do tema e, sobretudo, em relação à realidade encontrada no Terminal Marítimo analisado. Quanto aos meios, desenvolveu-se um estudo de caso. Segundo Yin (2001), o uso de informações qualitativas e quantitativas na investigação do comportamento contemporâneo dentro do seu contexto real, no qual os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos. Tais evidências se referem aos relatórios, manuais e documentos utilizados.

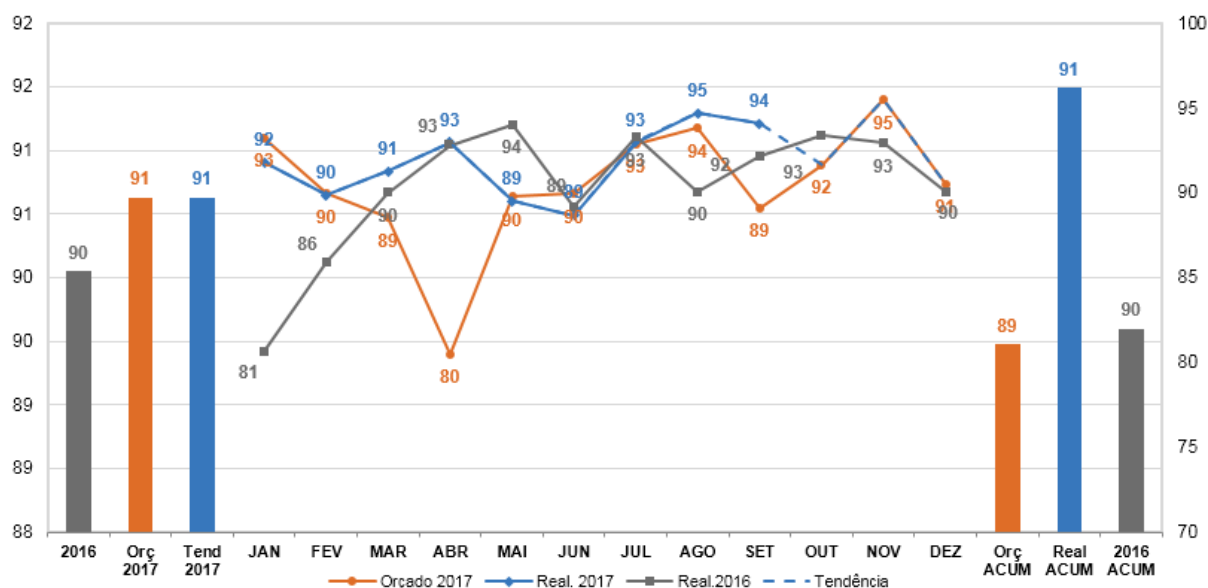
Durante a primeira etapa do estudo realizou-se a revisão de literatura, a qual baseou-se na pesquisa em livros, publicações acadêmicas e manual disponibilizado pela instituição. Em seguida, analisou-se os dados pertencentes a gestão operacional do porto e que são referentes ao período de janeiro de 2017 a setembro do mesmo ano.

5. Resultados e discussão

Através da teoria e dos conceitos já explanados e expostos nesta pesquisa, é possível analisar a utilização do índice OEE no Porto do estado de Sergipe. Sabe-se que o TMIB utiliza três indicadores como base de cálculo para a OEE, com o intuito de mapear a eficiência dos processos desempenhados no Terminal como um todo. Não há separação de cálculo de tal índice por máquinas ou processos, visto que a OEE calculada é única e mensal para todo o Terminal.

Primeiramente, para o cálculo da Disponibilidade Física (DF), como já exposto anteriormente, divide-se as horas disponíveis, ou seja, as horas totais do mês menos as horas de manutenção, pelas horas totais do mês, ou horas calendário. Sendo assim, quanto mais reduzido for o número de paradas para manutenção, melhor será o índice. No TMIB, as paradas de manutenção englobam tanto aquelas programadas quanto as não programadas. As porcentagens referentes as disponibilidades físicas de cada mês do ano de 2017, de janeiro a agosto, podem ser observadas na Figura 2. Os valores dos demais meses do referente ano são apresentados como tendência.

Figura 2 – Disponibilidade Física no TMIB em 2017

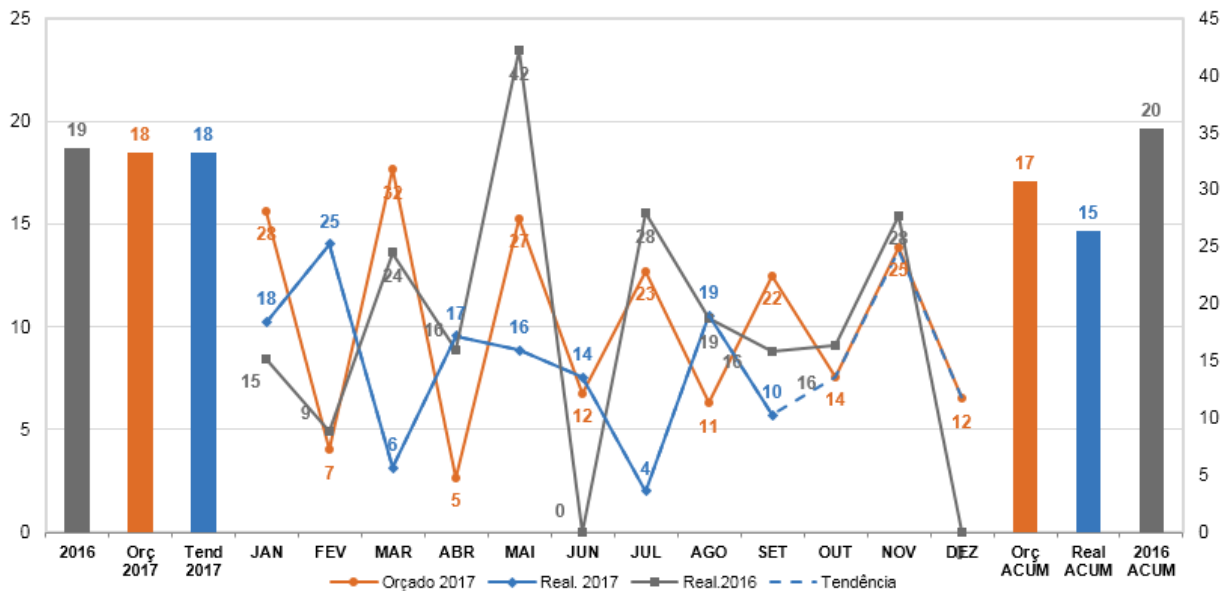


Fonte: VLI, 2017.

Pode-se inferir da Figura 2 apresentada que a DF apresentou comportamento consideravelmente estável ao longo dos meses de 2017, alcançando suas respectivas metas. Vale ressaltar que as paradas programadas são também nomeadas como manutenções preventivas, conduzidas por meio de ordens de serviço (OS), enquanto que as paradas não programadas são aquelas referentes a manutenções corretivas, também conduzidas por meio de OS.

Com a DF em mãos, resta obter os valores percentuais de Utilização e Performance. A Utilização no TMIB é calculada através da divisão das horas em operação pelas horas disponíveis (hora calendário decrescida das horas em manutenção). As horas em operação são obtidas através da soma de todos os tempos operacionais efetivos dos navios de determinado mês. Ou seja, quanto mais tempo passa-se operando efetivamente navios, mais alta será a utilização. Os índices de utilização correspondentes aos meses de janeiro a agosto de 2017 podem ser observados na Figura 3.

Figura 3 – Utilização no TMIB em 2017



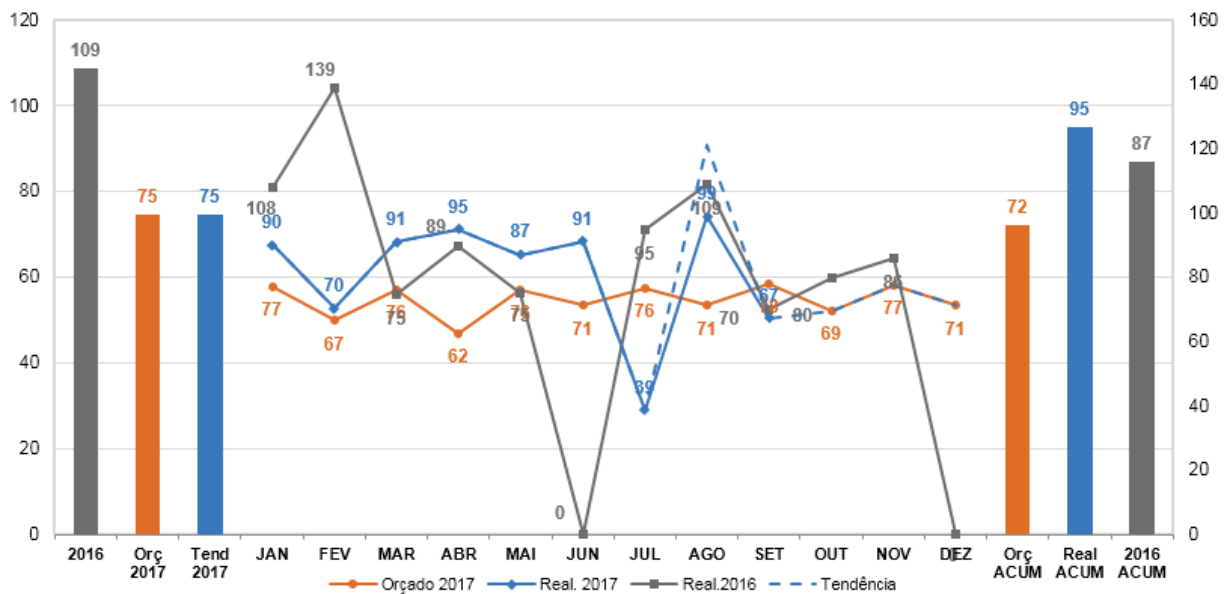
Fonte: VLI, 2017.

É perceptível após análise da Figura 3 que os índices de utilização apresentam valores baixos de porcentagem, e não correspondem necessariamente ao planejado para cada mês do ano. Os reduzidos valores da utilização, ou seja, a pouca quantidade de dias em operação comparado aos dias totais do mês, refletirá em OEEs de baixo valor.

Por fim, o cálculo da OEE envolve a Performance, também conhecida como Produtividade Relativa, dada em percentual através da divisão da produtividade real mensal pela produtividade nominal do referente mês.

A produtividade nominal é calculada com base em projeções de operação no ano anterior, enquanto que a produtividade real mensal é obtida pela divisão do volume total descarregado em dado mês pelo total de horas em operação (soma de todos os tempos operacionais efetivos) do mês. A Performance mensal do TMIB em 2017 pode ser acompanhado na Figura 4.

Figura 4 – Performance no TMIB em 2017

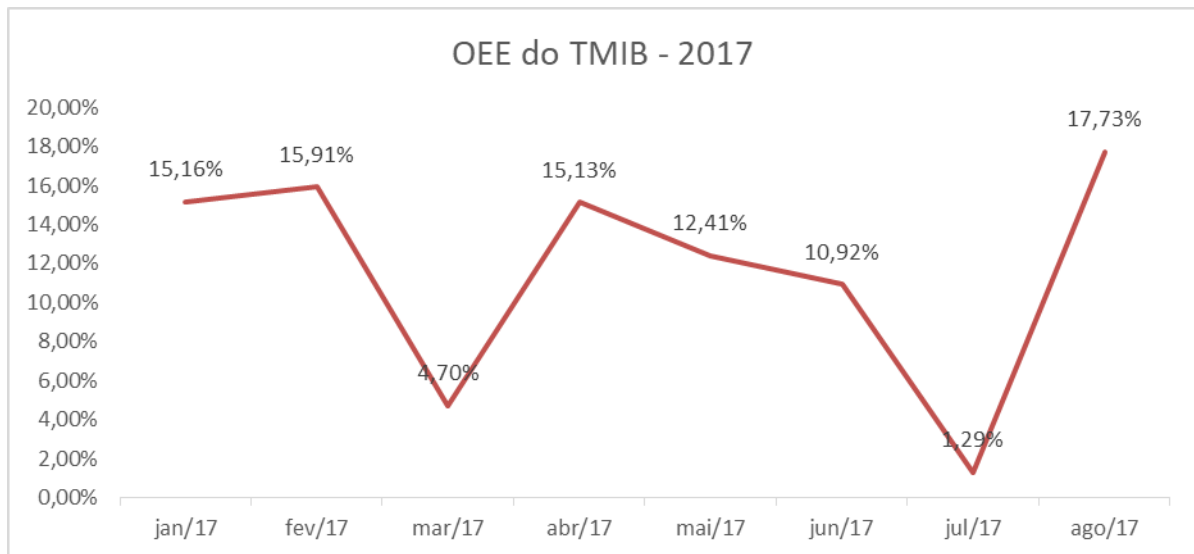


Fonte: VLI, 2017

Excetuando meses em que não haja presença de navios atracados, a produtividade relativa, ou performance, tem se mantido dentro dos valores orçados em 2017. Nota-se que os valores percentuais da performance apresentam certa constância e com valores acima de 70% em 2017.

Com os três valores, de DF, utilização e performance, obtidos, é possível calcular o índice de eficiência global do TMIB. Os valores percentuais mensais da OEE podem ser visualizados na Figura 5.

Figura 5 – OEE do TMIB em 2017

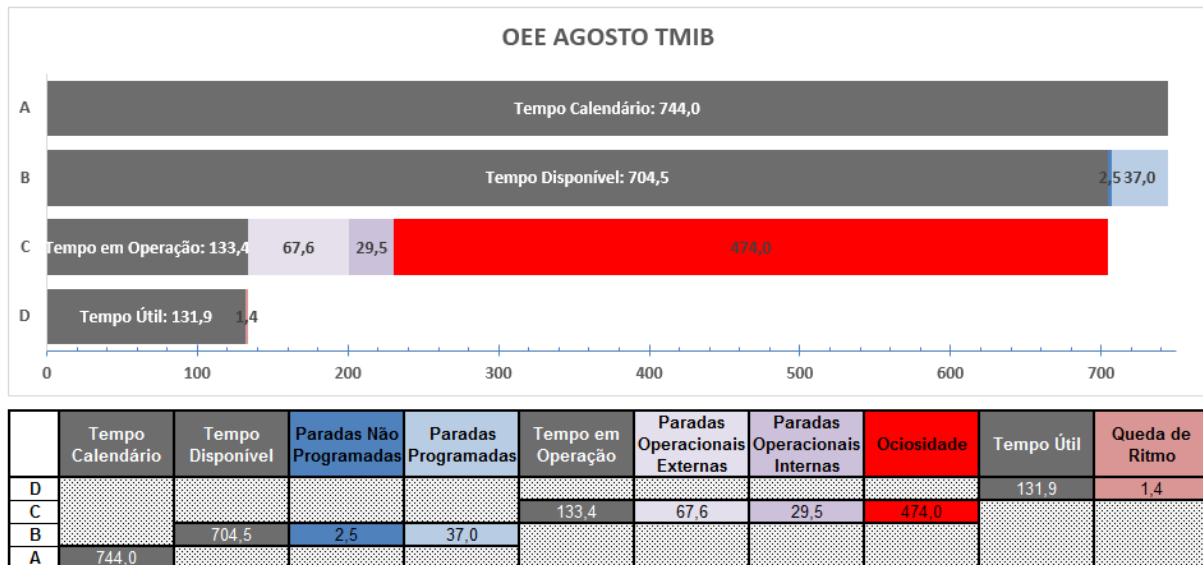


Fonte: VLI, 2017.

Como previamente explanado, as taxas da OEE apresentam valores baixos, não tendo ultrapassado 20% no ano de 2017 até agosto. Esse comportamento é devido à baixa taxa de utilização do berço de atracções do TMIB, que apresenta volume reduzido de navios e um tempo ocioso elevado de suas atividades. Os valores de DF e performance mostram-se constantes e elevados, não causando impacto na baixa OEE atual do Terminal.

Para ilustração do cálculo mensal do OEE, é exposto pela Figura 6 o modelo de cálculo do mesmo referente ao mês de agosto de 2017, bem como a representação gráfica de todos os indicadores e valores utilizados em seu cálculo.

Figura 6 – Cálculo da OEE em agosto/2017

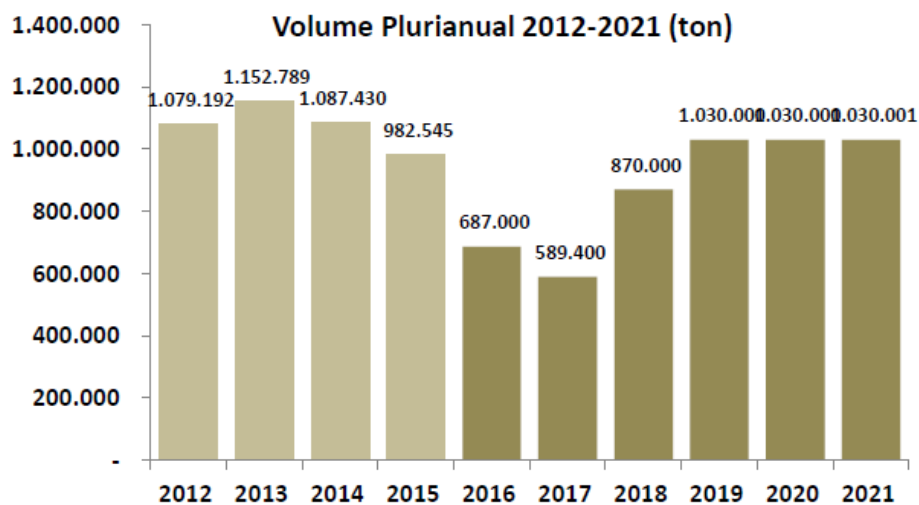


Fonte: VLI, 2017.

Observa-se uma alta ociosidade dos recursos do Terminal, justificada pelo tempo em que o Porto não está em operação. O restante do tempo disponível que não se encontra em ociosidade, é composto por tempo efetivo em operação e por um valor de horas consideravelmente alto referente a paradas externas e internas. Ou seja, quanto menor for o número de horas em paradas operacionais, melhores seriam os índices de performance.

A utilização dos recursos disponibilizados pelo TMIB é diretamente afetada pelo reduzido volume descarregado em 2017, fazendo com que o índice percentual caia e reduza, por consequência o valor mensal do OEE. Um histórico e projeção do volume movimentado no TMIB, de 2012 a 2021, pode ser observado no Figura 7.

Figura 7 – Volume movimentado no TMIB (2012 a 2021)



Fonte: VLI, 2016.

Pelo Figura 7 apresentada, é inferido que o ano de 2017 mostrou-se aquele com menor volume histórico desde 2012, com projeções de aumento entre 2018 e 2021. Caso as mencionadas projeções se concretizem, a utilização do Terminal aumentará, ao passo que mais navios se farão presentes e mais cargas serão movimentadas, elevando também o OEE.

6. Considerações finais

O TMIB passa, no ano de 2017, por uma redução considerável em seu volume movimentado, resultando em queda significativa em seus índices de eficiência. Através das informações expostas e dos dados explorados referentes ao TMIB em 2017, é possível traçar o perfil de suas operações neste dado ano, a partir desta análise, sugerir algumas soluções de melhoria e otimização de seus índices.

Os valores baixos de Utilização devem-se a ausência de navios atracados e a menores volumes movimentados. Tais acontecimentos podem ser justificados pela crise econômica em que o país se encontra atualmente, com reduções consideráveis em seus volumes de exportação e importação. Dado que este fator é externo e não depende diretamente dos recursos e desempenho do próprio TMIB, o que se pode sugerir é que o Terminal deve buscar novos clientes e novas oportunidades de movimentação de carga, indo além das cargas atualmente operadas, aumentando suas alternativas de produção e geração de renda.

Por outro lado, percebe-se que, para aumentar o OEE, é possível também realizar algumas mudanças internas que estão ao alcance de realização do próprio TMIB. Das horas operacionais de cada mês, ainda há um valor significativo de paradas operacionais, as quais acarretam na redução da performance do Porto. Assim sendo, é possível através da redução de paradas externas e principalmente das paradas internas para que haja uma melhoria das taxas utilizadas como base de cálculo para OEE, de modo a elevá-lo mesmo que ainda não apresente valores ideais para uma indústria, mas valores superiores aos apresentados atualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BICHOU, K. **Review of Performance Approaches and a Supply Chain Framework to Port Performance Benchmarking.** In: BROOKS, M & CULLINANE, K (Orgs), Devolution, Port Governance and Port Performance, p.567-599. London: Elsevier, 2007.

BICHOU, K., GRAY, R. **A logistics and supply chain management approach to port performance measurement.** Maritime Policy and Management 31 (1), 47–67, 2004.

BOURNE, J. M. M; WILCOX, M.; NEELY, A.; PLATTS, K. **Designing, implementing and updating performance measurement systems.** International Journal of Operations and Production Management, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000.

DRONGELEN, I. K.; NIXON, B.; PEARSON, A. **Performance measurement in Industrial R&D.** International Journal of Management Reviews, v. 2, n. 2, p. 111-143, 2000.

FALCONI, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 8a. ed. Nova Lima, MG: INDG TecS, 2004.

FIGUEIREDO, G. S. **O Papel dos Portos Concentradores na Cadeia Logística Global.** Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção Bahia, 2001.

Glossary – list of environmental terms used by EEA. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/help/glossary#0=all&c4=5&b_start=20&c2=indicator&c2=indicator>. Acesso em 24 de agosto de 2017.

GONÇALVES, J. E. L. **As empresas são grandes coleções de processos.** RAE – Revista de Administração de Empresas, v. 40, n. 1, p. 6-19, jan./mar. 2000.

HAQUE, B.; PAWAR K. J.; BARSON, R. J. **The application of business process modelling to organizational analysis of concurrent engineering environments.** Technovation. v. 23, p. 147-162, 2003.

LEANDRI, S. J. **Measures that matter: how to fine-tune your performance measures.** The Journal for Quality and Participation, v. 24, n. 1, p. 39-41, 2001.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Estratégia de operações.** Editora Bookman, 2a. ed., Porto Alegre, 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.** Editora Atlas, São Paulo, 2007.



VLI. **Plano Diretor de Operações**. Belo Horizonte, MG. 2006.

VLI. **Gestão Operacional 2017**. Barra dos Coqueiros, SE. 2007.