

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO ATRAVÉS DE INDICADORES CHAVE DE DESEMPENHO

Júlia Oliveira Beltrame¹, Marcus Vinicius Pires Guzzo¹, Raiane Borlini Silva²

Débora de Souza Martins³ Diego Santana Conceição³

1 – Acadêmica(o) do curso de Engenharia Elétrica.

2 – Acadêmica do curso de Engenharia de Controle e Automação.

3 – Professor (a) Faculdade Multivix – Serra.

RESUMO

No mercado atual, a gestão de manutenção tem se tornado cada vez mais necessária, visto que a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos são essenciais para garantir a sustentabilidade dos processos. Este trabalho descreve um estudo desenvolvido em uma empresa privada do setor portuário, com o objetivo de detalhar e analisar indicadores chave de desempenho como ferramenta para medir a eficiência da estratégia de manutenção adotada. Com base na literatura abordada, foram apresentados os índices através de painéis e gráficos e, posteriormente, realizada a avaliação mensal dos indicadores selecionados. Os resultados mostraram a colaboração da eficiência da gestão de manutenção nos resultados da empresa e como a confiabilidade desse processo contribui para viabilizar a sustentabilidade econômica.

Palavras Chave: Indicadores Chave de Desempenho, Gestão de Manutenção, Confiabilidade, Disponibilidade, Eficiência Estratégica.

1. INTRODUÇÃO

A gestão eficaz da manutenção industrial é crucial para o aumento da qualidade e produtividade nos processos de produção, garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos ativos, o que, por sua vez, resulta em benefícios significativos para a organização. Essa necessidade de otimizar o desempenho das atividades de manutenção tem gerado uma demanda crescente por métodos de monitoramento e controle que possam fornecer dados precisos para a tomada de decisões estratégicas. A informação obtida através desse controle não só identifica falhas e sucessos no processo, mas também serve como uma base para o planejamento e implementação de melhorias contínuas, alinhadas aos objetivos de qualidade da organização.

Conforme salientado por pesquisadores recentes, como Muchiri e Pintelon (2008) e Tsang (2020), a manutenção eficaz deve ir além da simples reparação rápida de equipamentos, incluindo também uma abordagem proativa de prevenção de

falhas, que é essencial para minimizar interrupções inesperadas e garantir a continuidade operacional. Além disso, estudos apontam a importância de utilizar Indicadores Chave de Desempenho (Key Performance Indicators - KPIs) como ferramentas essenciais para avaliar e otimizar o desempenho da manutenção em diversas indústrias, incluindo o setor de logística (Ahuja & Khamba, 2008).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a performance da manutenção industrial por meio de uma análise dos KPIs aplicados ao processo de manutenção em uma empresa de logística integrada, com foco em uma unidade portuária localizada em Vitória, ES. A análise incluirá uma avaliação da qualidade da manutenção e a proposição de recomendações para alcançar a excelência operacional.

O estudo está estruturado em três partes principais: a primeira aborda o referencial teórico, incluindo os conceitos fundamentais de manutenção, planejamento e controle da manutenção, além dos principais Indicadores Chave de Desempenho. A segunda parte detalha o estudo de caso, explorando a estratégia de manutenção adotada pelo setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) e os resultados obtidos através dos KPIs. Por fim, a terceira parte foca na análise crítica desses resultados, com o objetivo de medir a eficácia da estratégia adotada e sugerir soluções para maximizar os ganhos operacionais da empresa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresenta-se o conceito de manutenção e a sua importância na produção industrial, além dos métodos de cálculo dos KPIs utilizados neste trabalho.

2.1 MANUTENÇÃO

A manutenção é definida por Paschoal et al. (2009) como um conjunto de ações técnicas, administrativas e de supervisão, capazes de possibilitar que um ativo desempenhe sua função. A eficiência dessas ações garantirá a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, proporcionando competitividade à companhia.

Até a Revolução Industrial, a manutenção consistia apenas em reparar o equipamento após uma ocorrência de falha. Com a introdução da linha de

produção de Henry Ford, passaram a existir equipes de manutenção com objetivo de assumir a responsabilidade sobre os ativos no lugar da operação e reduzir o tempo de parada dos equipamentos (BRANCO FILHO, 2008).

Para Kardec e Nascif (2009), o objetivo da manutenção é assegurar a disponibilidade de equipamentos e instalações garantindo o atendimento do processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados.

A manutenção industrial pode ser compreendida em três tipos: Corretiva, Preventiva e Preditiva. A tabela 1, a seguir, apresenta o objetivo de cada tipo e a diferença de custo entre elas baseado no processo.

Tabela 1 – Tipos de manutenção correlacionadas as suas definições e custos relacionados.

Tipo	Objetivo	Custo
Corretiva	A intervenção é realizada sempre após a ocorrência da falha, com ou sem planejamento ou acompanhamento precedente.	Gera altos custos, em especial no estoque de peças sobressalentes, trabalho extra e baixa disponibilidade de equipamentos. Em média um custo cerca de três vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo.
Preventiva	Visa eliminar ou reduzir a probabilidade de falhas por manutenção das instalações em intervalos de tempo pré-planejados ou por meio de orientações do fabricante.	Menor custo por indisponibilidade do equipamento, redução de intervenções corretivas, maior confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Porém, se não bem dimensionado pode ocasionar o maior custo em peças e serviços.
Preditiva	Propõe identificar possíveis falhas nos equipamentos por meio de técnicas avançadas de inspeção, a fim de detectar anomalias ao analisar os parâmetros de funcionamento normal do equipamento.	Traz uma redução aos custos relacionados ao reparo (mão de obra, quantidade de sobressalente disponível, vida útil das peças, entre outros) e consequentemente, reduz a quantidade de manutenções corretivas e manutenções preventivas desnecessárias.

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2010), Nascif e Dorigo (2013), Slack et al. (2002).

Conforme citado na tabela acima, a manutenção corretiva é realizada após a ocorrência de uma falha de um equipamento. Uma grande parcela dessas

intervenções pode ser evitada se a manutenção preventiva desses equipamentos for levada em consideração.

A manutenção corretiva causa um maior impacto financeiro quando comparada a manutenção preventiva devido ao alto custo em relação a indisponibilidade do equipamento ou até mesmo da linha de produção. Outro aspecto que contribui para tornar a manutenção corretiva ainda mais onerosa é a necessidade de se manter um volume alto de estoque de sobressalentes e o custo da mão de obra não planejada. Em linhas gerais, pode-se definir que o maior problema de contar apenas com a manutenção corretiva, é que, com o equipamento danificado / parado, a empresa deixará de ter lucros durante o tempo em que ele permanecer inativo para reparos.

As filosofias de manutenção preventiva e preditiva permitem um melhor planejamento do orçamento destinado à manutenção, quando comparadas à manutenção corretiva. Isso acontece pois é possível planejar a substituição e/ou paradas estratégicas de determinados equipamentos –em função de particularidade da área ou por orientação do fabricante do equipamento–, sem que seja necessário afetar a produção.

A principal diferença entre a manutenção preditiva e a preventiva, é que as verificações de necessidade de manutenção são baseadas no estado real do equipamento e na determinação de quando a manutenção deve ser realizada para minimizar os custos. Na preditiva, faz-se uso de técnicas e equipamentos como ultrassom, análise de vibrações e câmeras termográficas, que tornam este tipo de manutenção uma alternativa viável em determinadas circunstâncias. Em resumo, ela irá mostrar ao responsável onde está a falha ou onde pode ocorrer especificamente.

Quando se faz essa gestão da manutenção, claramente, a atividade será mais intensa para todos em relação ao planejamento, mas os resultados com certeza serão potencializados.

Entretanto, apesar de a manutenção preditiva e preventiva serem menos dispendiosas quando há o planejamento, é improvável que uma organização consiga eliminar completamente a manutenção corretiva. Em alguns casos, é mais rentável manter o plano de manutenção corretiva onde geralmente trata de

equipamentos de baixa criticidade e os custos envolvidos com um reparo eventual sejam inferiores aos custos com um acompanhamento por inspeções e manutenção preventiva. Desse modo, os tipos de manutenção são essenciais para a execução de um bom trabalho tanto da equipe quanto do gestor.

2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é uma área estratégica do setor de manutenção da empresa e é responsável por gerenciar e controlar todos os seus parâmetros, como: custos; estado de conservação dos equipamentos; índices de disponibilidade e confiabilidade dos ativos; tempo médio entre falhas; tempo médio para reparo. Esse setor é responsável por determinar, de forma alinhada com as necessidades da companhia, as estratégias e ritmo de trabalho da manutenção.

A estrutura do PCM conta basicamente com três áreas chaves, o Planejamento, a Programação e o Controle. O Planejamento é brevemente definido como a organização de ações de forma que se permita obter os resultados desejados; a Programação organiza um plano de trabalho com base nas ações geradas pelo Planejamento; e o Controle é a fiscalização sobre o processo para garantir que todos os desvios sejam devidamente tratados e não ocorra eventos indesejáveis (BRANCO FILHO, 2008).

As vantagens de contar com um planejador e um programador na estrutura do Planejamento e Controle da Manutenção são definidas por Branco Filho (2008) como:

- Diminuição do desperdício de tempo e mão-de-obra por meio do mapeamento do que fazer, como, onde, quando e com quais recursos fazer;
- Redução no tempo de parada dos equipamentos resultando que aumento da eficácia da mão de obra e da produtividade;
- Regulamentar procedimentos para execução das atividades de manutenção e acompanhamento dos resultados da equipe de maneira sistemática; e,

- Análise de desvios de metas e medidas de correção mediante apuração de metas e de indicadores de manutenção que possibilitem avaliar o desempenho das equipes e planejar ações de melhoria e correção.

Uma das formas de avaliar as estratégias de manutenção consiste na verificação de indicadores chaves de desempenho.

2.3 CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS

Confiabilidade pode ser definida como a probabilidade de um dispositivo executar satisfatoriamente uma determinada função por um determinado período de tempo e sob condições operacionais pré-definidas (SMITCH e HINCHCLIFFE, 2004), (KARDEC E NASCIF, 1999).

Pela Norma NBR 5462-1994, confiabilidade é como a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições específicas durante um dado intervalo de tempo (ABNT, 1994), sendo essa capacidade medida como uma probabilidade ou frequência de ocorrência (LEWIS, 1987). Como destacado por Souza (2003) e Smith e Hinchcliffe (2004), todas apresentam pontos em comum que estabelecem a correta operação do sistema. Esses pontos comuns são:

- Cumprimento da função com desempenho esperado;
- Período de operação;
- Condições de operação (ambientais, ciclos, etc.);
- Grandeza estatística.

2.4 INDICADORES CHAVES DE DESEMPENHO

Segundo Branco Filho (2006), para manter o processo de manutenção sob controle deve-se ter domínio sobre o que poderá acontecer, sobre o que está acontecendo e ter condição de interferir para corrigir desvios eventuais. Uma forma de se obter essas informações é através dos Indicadores Chaves de Desempenho. Com isso, é possível a realizar comparações ao longo do tempo, fornecendo à companhia resultados que orientem a tomada de decisões estratégicas em relação às suas metas e objetivos predefinidos.

Indicadores podem ser entendidos como apontadores da eficiência, do cumprimento de metas e da boa prática da manutenção, sendo empregados como limitadores e sinalizadores na tomada de decisão no processo (MORAES, 2004). Assim, seu papel é indicar quais melhores caminhos a serem seguidos e onde devem ser feitas melhorias para aperfeiçoar o processo. Para análise e avaliação da performance da manutenção, os indicadores são considerados um meio de excelência para monitorar resultados e potencializar a melhoria contínua.

Os indicadores devem estar alinhados aos objetivos estratégicos das empresas. Através deles, é possível apurar o desempenho de uma organização e identificar as lacunas existentes para se atingir metas estratégicas, permitindo, assim, estabelecer ações e medidas corretivas a fim de alavancar potencialmente seus resultados Almeida (2003), Branco Filho (2006), Branco Filho (2008), Callado (2008), Cruz (2009), Reis (2008), Oliveira (2006).

A seguir serão apresentados cinco indicadores chaves de desempenho de gestão: a DI ou Disponibilidade Operacional, o MTBF (*Mean Time Between Failures*) ou Tempo Médio entre Falhas, o MTTR (*Mean Time to Repair*) ou Tempo Médio para Reparo, a OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) ou Eficiência Global dos Equipamentos e a TEEP (*Total Effectiveness Equipment Performance*) ou Efetividade Global dos Equipamentos.

2.4.1 DISPONIBILIDADE OPERACIONAL – DI

A disponibilidade, segundo Smith e Hinchcliffe (2004), refere-se à fração da porcentagem de tempo que um sistema é capaz de produzir seu produto final segundo requisitos de qualidade previamente especificados. Também pode ser definida como a probabilidade de um componente ou sistema estar operando satisfatoriamente em um instante de tempo t e denominada de disponibilidade pontual (CARAZAS, 2011).

Vesely et al. (1994) conceituam disponibilidade como prontidão operacional, ou seja, o comprometimento do sistema em cumprir sua função com um desempenho mínimo, previamente especificado, em um ponto aleatório no

tempo. De acordo com a NBR 5462-1994, pode-se definir a disponibilidade como:

Capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

Branco Filho (2006) resume a disponibilidade como o período que o equipamento desempenha sua função. A disponibilidade operacional (DI) é calculada pela equação:

$$\text{Disponibilidade Operacional} = \frac{\sum \text{horas disponíveis para produção}}{\sum \text{horas totais}} \quad (1)$$

2.4.2 TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS – MTBF

O indicador Tempo Médio entre Falhas (MTBF) é definido por Kardec e Nascif (2001) como “uma medida básica de confiabilidade de itens reparáveis e, em geral, se refere à vida média de uma população”. Branco Filho (2006), define que o MTBF é a média entre o tempo e o número de falhas de um componente, contatos sempre a partir do seu funcionamento até a falha seguinte.

O MTBF é calculado pela equação:

$$MTBF = \frac{\sum \text{tempo entre falhas de um componente}}{\sum \text{número de falhas do componente}} \quad (2)$$

2.4.3 TEMPO MÉDIO PARA REPARO – MTTR

O indicador de Tempo médio para Reparo (MTTR) tem como objetivo calcular o tempo que a manutenção leva para reparar um componente em falha. Tanto a manutenção preventiva como a corretiva são consideradas no cálculo, entretanto o tempo de espera é desprezado. Através do MTTR podemos ver a eficiência da execução de manutenção, pois quanto menor o MTTR, maior a eficiência de reparo da manutenção.

O MTTR é calculado pela equação:

$$MTTR = \frac{\sum \text{tempo para reparo de um componente}}{\sum \text{número de reparos ocorridos}} \quad (3)$$

2.4.4 EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS – OEE

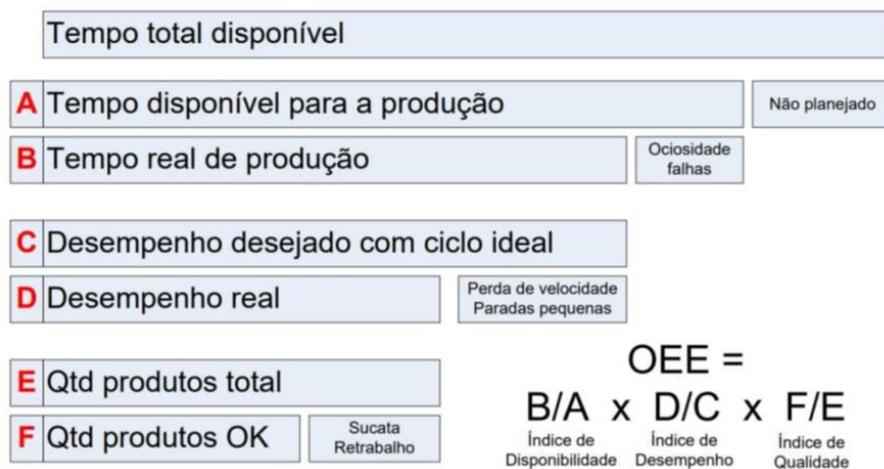
Santos e Santos (2007) definem OEE como um indicador para análise real da condição de utilização dos ativos por meio de observação dos resultados de qualidade, disponibilidade e performance dos equipamentos.

O conceito de performance faz referência a velocidade que o equipamento deveria operar e a velocidade real em que está operando. A queda na performance normalmente é ocasionada por pequenas paradas ou diminuição de velocidade por alguma falha (OEE BRASIL, 2018).

Por último, a qualidade estima o tempo de produção considerando os critérios predefinidos pelo tempo total de produção. Assim, é possível identificar as perdas por retrabalho.

Ao combinar esses três índices, é possível mensurar a realidade do equipamento analisado. Na Figura 1 é possível observar a metodologia de cálculo para a obtenção do OEE.

Figura 1 – Sistemática de cálculo do OEE.



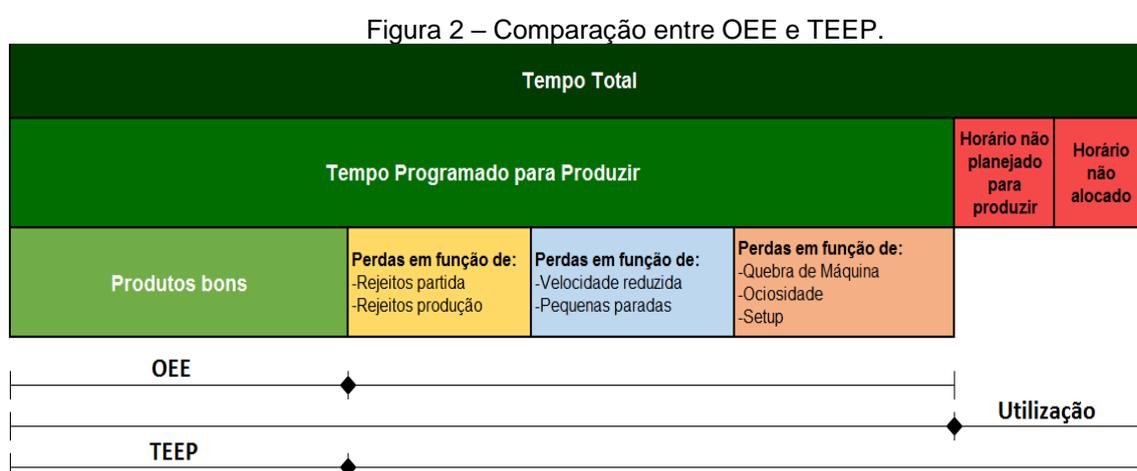
Fonte: Adaptado de SANTOS & SANTOS, 2007.

O OEE é o produto da disponibilidade, desempenho e qualidade. Esse indicador é capaz de informar o tempo real em que o equipamento está realizando trabalho, e é possível mensurar perdas por paradas pela disponibilidade, perdas por desempenho pela performance e perdas de qualidade. Sendo assim, o OEE permite a identificação da falha diretamente, possibilitando rápida atuação, pois aponta a maior deficiência do equipamento.

2.4.5 EFETIVIDADE GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS – TEEP

O indicador TEEP é advindo do OEE –referente ao índice de qualidade– com a inclusão das paradas programadas e horários de não funcionamento da empresa. Ambos mensuram a sua efetividade baseado no processo em relação à sua máxima capacidade. A Principal divergência entre ambos indicadores é relacionada a base de tempo utilizada. Enquanto o TEEP utiliza como base todo o tempo diário, o OEE usa como base o tempo programado para produzir.

A Figura 2 apresenta o conceito e a diferença entre OEE e TEEP.



Fonte: OEE.com.br - Efetividade Global do Equipamento, 2018.

Vale ressaltar que o OEE e o TEEP são indicadores complementares e devem ser aplicados em simultaneidade para viabilizar um resultado coerente com a realidade dos equipamentos analisados.

3. METODOLOGIA

A natureza básica desse trabalho é a abordagem quantitativa, por se tratar de um estudo de caso realizado em uma empresa de logística portuária integrada com objetivo de analisar a gestão da manutenção. Esse modelo é relacionado a empregabilidade de técnicas de amostragem e de análise de dados amparados pelo referencial teórico. O método de pesquisa aplicado possui objetivo descritivo e explicativo, pois busca somar conhecimento para solução de problemas específicos. O universo está limitado ao setor de Planejamento e Controle da Manutenção e pretende-se, para concluir a referida análise de dados, realizar a

apuração dos seguintes Indicadores Chaves de Desempenho utilizando como referências as informações e bases de dados fornecidas pela empresa:

- DI – Disponibilidade Operacional;
- MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio entre Falhas);
- MTTR – *Mean Time to Repair* (Tempo Médio para Reparo);
- OEE - *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global dos Equipamentos); e,
- TEEP – *Total Equipment Effectiveness Performance* (Efetividade Global Do Equipamento).

A análise de dados para o desenvolvimento dos indicadores será referente a um período de quatro meses, entre os meses de junho de 2020 a outubro de 2020.

4. APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A empresa em estudo tem como principal atividade apresentar soluções logísticas que interligam portos e ferrovias, além de terminais integradores, que unem o carregamento e o descarregamento de produtos ao transporte ferroviário, e a operação em terminais portuários situados na costa brasileira. Por meio de sua rede, transporta milhões de toneladas de produtos agrícolas como grãos (milho, soja e farelo de soja), açúcar e fertilizantes. Além de fluxos logísticos a empresa tem uma estrutura de armazéns e silos para o atendimento a esse setor.

4.1 APRESENTAÇÃO PROCESSOS

4.1.1 PORTO

O terminal Portuário abordado está localizado em Vitória - ES, e é composto por um píer de atracação para grãos 300m de comprimento, calado de 15m, nove armazéns de grãos com capacidade de 442mil toneladas, um píer de atracação de fertilizantes com 240m de comprimento, um armazém de fertilizantes com capacidade estática para 60 mil toneladas e estrutura completa para carregamento ferroviário e rodoviário de fertilizantes e descarga ferroviária de grãos.

As operações são subdivididas e estratificadas em três principais processos: Descarga de Grãos, Embarque de Grãos e Desembarque de Fertilizantes. Os dois primeiros no fluxo de exportação e o último no fluxo de importação. O estudo será realizado com base no processo de Embarque de Grãos.

4.1.2 MANUTENÇÃO

A estrutura da manutenção do Porto em estudo, consiste nas atividades de inspeção, planejamento, programação, aprovisionamento de materiais e manutenção preventiva e corretiva dos ativos.

A Inspeção é executada em dois modelos: inspeção sensitiva e inspeção preditiva. A inspeção sensitiva é utilizada com maior frequência pela equipe de inspetores e consiste em avaliar visualmente e sonoramente os equipamentos da área para identificar indicadores de falha. Já na inspeção preditiva, são utilizados instrumentos de medição para medições periódicas do estado de funcionamento dos ativos. A finalidade é prever as falhas e determinar trocas de componentes com base na detecção de alterações de parâmetros de condição do equipamento.

O planejamento tem como principal função gerenciar os planos de manutenção e inspeção, e administrar os serviços planejados que, posteriormente são enviados à programação. Realiza-se o alinhamento prévio junto à operação para negociação das grandes paradas de manutenção de forma a evitar impactos na produtividade do terminal.

4.1.3 METODOLOGIA PARA GESTÃO DE INDICADORES

O Porto em estudo tem como base de avaliação da manutenção diversos indicadores chaves de desempenho. Os abordados neste trabalho serão três indicadores medidos atualmente na empresa, que são a Disponibilidade, o MTTR e MTBF, e com os dados apurados é possível verificar a eficiência e a efetividade do processo, através dos indicadores de classe mundial OEE e TEEP.

Os indicadores das operações portuárias e os cálculos dos índices de desempenho do processo devem ser feitos considerando o circuito ou rota crítica do processo produtivo. O circuito ou rota são formados por equipamentos que

combinados realizam o processo final do embarque. Assim, só será considerada uma queda na disponibilidade do processo, se houver a parada do embarque por falha de algum equipamento. Por exemplo, uma falha em qualquer parte da rota de embarque do fluxo de exportação, seja nas correias transportadoras, balanças ou nos carregadores de navio, que afete a produção do embarque portuário. Quando ocorrer apenas uma redução da produção, há impacto apenas na produtividade.

Fica sob responsabilidade do setor de Confiabilidade a apuração dos indicadores em questão. Os resultados são disponibilizados mensalmente por meio de painéis e gráficos a todos os envolvidos nos processos sob controle das áreas de Manutenção e Operação.

5. RESULTADOS

Os principais objetivos de uma organização são tornar-se sustentável perante o mercado, maximizar seus lucros, viabilizar a competitividade dos seus processos e assim assegurar a sustentabilidade econômica. Sendo assim, através da eficiência de sua estratégia de manutenção, a empresa busca a redução de custos relacionados as suas atividades.

A gestão de desempenho do processo alinhada a estratégia de manutenção possibilita um melhor entendimento do processo e facilita na identificação de oportunidade de melhorias, contribuindo para alcançar um resultado de classe mundial.

A disponibilidade intrínseca é um indicador de manutenção diretamente ligado a produtividade dos recursos e ativos da companhia e relevante por evidenciar o objetivo da manutenção. Para apurar seu resultado é necessário utilizar os valores medidos de MTBF e MTTR.

No início do ano 2020 foi realizado um estudo estatístico pela Engenharia da companhia com base nos resultados do ano anterior, com o intuito de definir a nova meta de disponibilidade a ser adotada durante o ano vigente. Representada em porcentagem, esta meta reúne a análise de diversos fatores como: atividades previstas no planejamento anual, recursos disponíveis, cenário

do mercado atual, entre outros. Sendo assim, a Engenharia estipulou um percentual de 90,71% como meta a ser alcançada durante o ano de 2020.

A Figura 3 apresenta os dados apurados com o objetivo de facilitar a análise do desempenho dos indicadores em relação à meta. Sua análise possibilita a identificação da eficiência da estratégia de manutenção adotada pela empresa. Para a coleta dos dados, considerou-se um período de cinco meses –junho de 2020 a outubro de 2020–.

Figura 3 – Resultado Mensal dos Indicadores DI, MTBF e MTTR.



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2020.

Considerando o período total de medição, percebe-se que nos meses de julho e agosto, a empresa alcançou a meta estabelecida devido ao curto tempo de intervenção corretiva nos equipamentos –baixo índice de MTTR– e alta confiabilidade dos ativos observada através do alto índice de MTBF. Já no mês de junho, apesar do índice do MTBF se manter estável em relação aos outros meses, o MTTR apresentou maior índice em virtude de uma falha crítica onde foi necessário um maior tempo para reparo. De forma semelhante, a apuração dos meses de setembro e outubro ficaram aquém da meta.

Apesar de manter um bom índice de MTTR, por conta do aumento relevante de quebra de equipamentos, ocorreu uma redução no índice de MTBF.

Analisando os resultados, observou-se que a DI acumulada apresenta um percentual de 4,97% abaixo da meta.

A partir dessa informação, é possível trabalhar com o indicador OEE onde sua análise possibilita medir a eficiência do processo de embarque de grãos. A Figura 4 estratifica o resultado mensal do OEE com base nos índices de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade.

Figura 4 – Resultado Mensal do Indicador OEE.

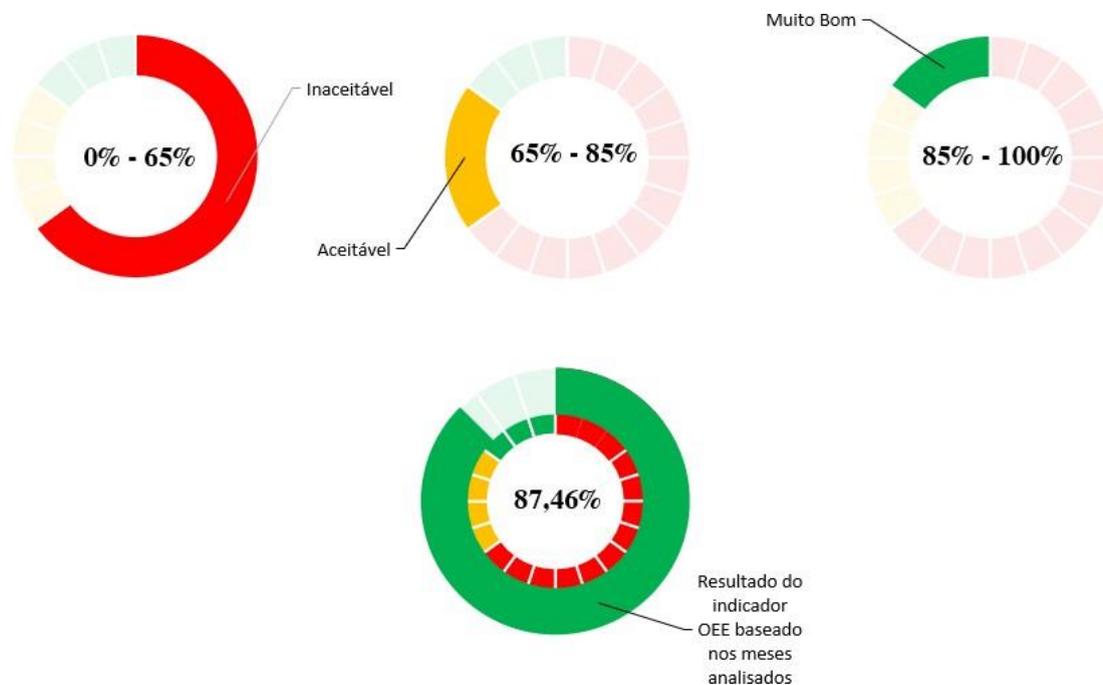


Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2020.

Observa-se a influência direta da Disponibilidade Operacional nos índices de OEE uma vez que seus resultados mensais são reflexos dos valores apresentados pelo gráfico de DI.

A Figura 5 foi desenvolvida com o objetivo de facilitar a interpretação proposta por Hansen (2006), onde expõe a classificação do OEE acumulado.

Figura 5 – Classificação do Indicador OEE.



Fonte: Adaptado de Hansen, 2006.

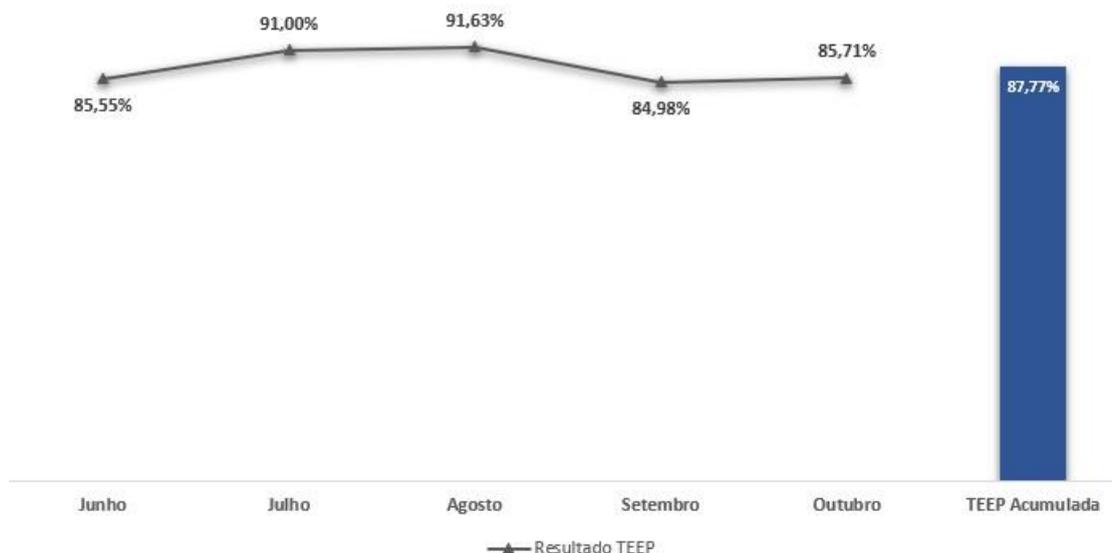
De acordo com Hansen (2006), seu resultado pode ser classificado como:

- Inaceitável: $OEE < 65\%$, onde ações corretivas devem ser tomadas a fim de melhorar a eficiência do equipamento;
- Aceitável: $65\% \leq OEE \leq 85\%$; e,
- Muito bom: $OEE > 85\%$, considerado equivalente a uma empresa de classe mundial.

Considerando que a partir de 85% o processo é considerado muito bom, percebe-se que o objeto de estudo em questão se encaixa nesta classificação.

A Figura 6 exibe o resultado mensal do TEEP com base nos índices de qualidade e informa o percentual de aproveitamento da capacidade produtiva do processo, permitindo que a Engenharia desenvolva estudos a fim de tornar sua produção mais efetiva.

Figura 6 – Resultado Mensal do Indicador TEEP.
Efetividade Global dos Equipamentos - TEEP



Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2020.

Analisando os resultados obtidos na apuração do TEEP, é possível perceber que a área em estudo utiliza em média 87,77% de sua capacidade produtiva, o que indica uma oportunidade de implementar melhorias a fim de aumentar a efetividade do processo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso exposto neste trabalho apresentou a prática de utilização de indicadores chave de desempenho como ferramenta para medir a eficiência da estratégia de manutenção adotada por um terminal portuário privado.

Gerir indicadores é uma tarefa complexa, principalmente para o setor de manutenção, que é uma área que está constantemente associada a custos elevados para realização de suas atividades. Durante o estudo de caso, fica evidente a complexidade da operação portuária, e como uma manutenção eficaz influencia diretamente na eficiência do processo produtivo final.

Recordando o objetivo da manutenção, onde é necessário garantir confiabilidade e disponibilidade de ativos, o estudo foi direcionado para os indicadores chaves de desempenho que tratam especificamente essas variáveis. Quando a manutenção tem o controle dos dados de tempo médio entre falhas – MTBF– e tempo médio entre reparos –MTTR–, é possível apurar a disponibilidade operacional –DI–, possibilitando traçar planos de ação caso seu objetivo não esteja sendo atingido. Em outro cenário, analisando dados onde o objetivo está sendo alcançado, é possível criar estratégias de melhoria ao processo atual, em uma busca constante por aumentar cada vez mais a eficiência da manutenção.

A apuração de indicadores chave de desempenho pode ser entendida como um processo de análise das atividades de manutenção realizadas nos equipamentos. A partir da informação obtida nessa análise é possível prover informações e embasamento para que o setor de Planejamento e Controle de Manutenção defina prioridades e estabeleça um cronograma ordenado de manutenção para execução dos serviços a serem realizados, garantindo assim uma maior disponibilidade de ativos.

Por fim, conclui-se que a prática de utilização de indicadores chave de desempenho como ferramenta para apurar a eficiência da manutenção é eficaz, visto que a partir dos dados obtidos nessas análises é possível garantir uma gestão orientada para resultados com foco em confiabilidade e disponibilidade de ativos, possibilitando ainda um processo que busca por melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

_____. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2006.

_____. **Indicadores e Índices de Manutenção.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2006.

<<http://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON029.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. **Total productive maintenance: literature review and directions.** *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 25, n. 7, p. 709-756, 2008.

ALMEIDA, D. P. **Racionalização industrial.** MIMEO, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 5462: 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização o Planejamento e o Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2008.

CALLADO, Antônio André Cunha; CALLADO, Aldo Leonardo Cunha; ALMEIDA,

Moisés Araújo. **O uso de indicadores de desempenho no âmbito das empresas do Porto Digital**. In: 8º Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 2008.

CARAZAS, F.J.G. **Decisões baseadas em risco – método aplicado na indústria de geração de energia elétrica para a seleção de equipamentos críticos e política de manutenção**. Tese (Doutorado em Engenharia). 2011. 238 p. USP. Escola Politécnica. São Paulo, 2011.

Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

Disponibilidade e Confiabilidade: Aplicação da Gestão da Manutenção na busca de maior competitividade. Revista de Engenharia de Instalações no marda FSMA, nº 3, jan. / jun. 2009.

ENGETELES. **PCM Descomplicado – Planejamento e Controle de Manutenção**. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/pcm-descomplicado/>> Acesso em: 22 set. 2020.

HANSEN, R.C. **Eficiência Global dos Equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KARDEC, Alan e NASCIF, Júlio; **Manutenção: Função Estratégica**. 5ª. ed. Riode Janeiro, Editora Qualitymark, 2019.

LEWIS, E.E. **Introduction to reliability engineering**. New York: Wiley & Sons. 1987.

MACHADO, A. M. W. **Uma contribuição à metodologia de recebimento, manutenção e desempenho do lastro ferroviário**. Monografia apresentada ao curso de especialização em Transporte Ferroviário de Carga do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006.

MORAES, P.H.A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté. Disponível em: Acesso em 03 out. 2020.

MUCHIRI, P.; PINTELON, L. **Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion**. *International Journal of Production Research*, v. 46, n. 13, p. 3517-3535, 2008.

NASCIF, J.; DORIGO, L.C. **Manutenção Orientada Para Resultados**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2013.

OEE BRASIL. TEEP - **Total Effectiveness Equipment Performance**. Disponível em: <<http://www.oeel.com.br/ferramenta/teep-total-effectiveness-equipment-performance>>. Acesso em: 22 set. 2020.

Oxford: Linacre House, Jordan Hill, 2004.

PASCHOAL, D.; MENDONÇA, M.A.; MORAIS, R.D.; GITAHY, P.F; LEMOS, A.L.

REIS, Rubens Alberto dos. et al. **O impacto da implantação do TPM nos indicadores de manutenção: um estudo de caso.** Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p.111-114, 2008.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. **Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso.** XXVII ENEGEP. Foz do Iguaçu, 2007. 10p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002. p.703.

SMITH, A.M.; HINCHCLIFFE, G.R. **RCM gateway to world class maintenance.**

TSANG, A. H. C. **Maintenance, replacement, and reliability: theory and applications.** 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.

VESELY, W. E.; BELHADI, M.; REZOS, J.T. **PRA importance measure for maintenance prioritization applications.** Reliability Engineering and System Safety, v.43, p. 307-318, 1993.