



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

BRUNO NASCIMENTO

IMPLANTAÇÃO DA OEE EM UMA INDÚSTRIA DE ENVASE DE BEBIDAS

UBERLÂNDIA

2019

BRUNO NASCIMENTO

IMPLANTAÇÃO DA OEE EM UMA INDÚSTRIA DE ENVASE DE BEBIDAS

Trabalho de conclusão do curso de graduação, apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de habilitação: Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Wisley Falco Sales

UBERLÂNDIA

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família que tanto empenharam em minha formação acadêmica me dando apoio e condições de continuar esta jornada de lutas e aprendizagem.

Agradeço também a todos os meus amigos pela força e apoio que dedicaram para que eu pudesse seguir em frente neste caminho de conhecimentos.

Muito grato também sou aos meus professores e especialmente ao meu orientador Dr. Wisley Falco Sales, que com tanto conhecimento e empenho, muito tem me ensinado no decorrer deste trabalho, da mesma forma que com grande atenção dedicou seus ensinamentos aos alunos deste curso.

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para que este curso fosse realizado e que chegasse ao fim mais uma etapa desta busca pelo saber e conhecimento.

RESUMO

Neste projeto se estudou a filosofia TPM (Manutenção Produtiva Total) em geral e com maior especificidade em manutenção autônoma, com foco na implantação do indicador de eficácia global (OEE). Para implantação, são discutidas ferramentas de gerenciamento de processos. No texto a discussão tem finalidade de implantar o OEE em uma indústria de envase de bebidas. São discutidos resultados de eficiência de linha antes e depois da implantação do indicador de medição de eficácia, dessa forma mostrando quão eficiente o método é para aumento dos indicadores de produtividade dos processos de produção. A partir do desenvolvimento do projeto, foi obtido resultado de aumento de eficiência de linha e produtividade além do esperado, superando dez pontos percentuais de evolução entre os anos de aplicação.

Palavras-chave: TPM. Gerenciamento de processos. Eficiência. OEE. Produtividade

ABSTRACT

The text is a literature review of TPM (Total Productive Maintenance) in general and with greater specificity in autonomous maintenance, focusing on the implementation of the Overall efficiency indicator (OEE). For deployment, process management tools are discussed. In the text the discussion has the purpose of implanting the OEE in a beverage packaging industry. Line efficiency results are discussed before and after the implementation of the efficacy measurement indicator, thus showing how efficient the method is for increasing productivity indicators of production processes. From the project development, it was obtained result of increase of line efficiency and productivity beyond the expected, surpassing ten percentage points of evolution between the years of application.

Key Words: TPM. Process management. Efficiency. OEE. Productivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Objetivo geral.....	8
1.2. Objetivo específico.....	8
1.3. Justificativa	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. Manutenção Produtiva Total (TPM – <i>Total Production Maintenance</i>).....	8
2.2. Significado de TPM.....	9
2.2.1. Principais características da TPM.....	9
2.2.2. Benefícios trazidos pela TPM	10
2.2.3. Implementação da TPM.....	11
2.3. OEE – Eficiência Global de Equipamento	11
2.3.1. Histórico da OEE.....	11
2.3.2. Componentes da OEE	12
2.3.3. Representação das perdas da OEE	13
2.3.4. Disponibilidade.....	14
2.3.5. Performance.....	15
2.3.6. Qualidade	15
2.3.7. Cálculo da OEE	16
2.3.8. Perdas indicadas pela ferramenta OEE	16
2.3.9. Empresa Classe Mundial em OEE.....	17
2.3.10. TEEP – Produtividade Efetiva do Equipamento	18
2.4. Ferramentas da Qualidade	20
2.4.1. Diagrama de Pareto.....	20
2.4.2. <i>Brainstorming</i> – Tempestade de ideias.....	20
2.4.3. Diagrama de Ishikawa.....	21
2.4.4. Cinco Porquês.....	22

3. METODOLOGIA	22
3.1. Implantação da OEE.....	22
3.2. Levantar os motivos das paradas.....	23
3.3. Criar acompanhamento do tempo de parada e acompanhar tempos por motivos.....	24
3.4. Levantar tempo padrões e definir esses tempos.....	26
3.5. Criar monitoramento/acompanhamento dos tempos padrões e reais	26
3.6. Criar o acompanhamento do refugo de processo	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1. Criar acompanhamento da OEE (Eficácia global do equipamento)	27
4.2. Treinar operadores.....	29
4.3. Resultados de eficiência de linha	29
5. CONCLUSÕES	30
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação das perdas na OEE.....	13
Figura 2: Exemplo de diagrama de Pareto	20
Figura 3: Exemplo de diagrama de causa-efeito	22
Figura 4: Exemplificação fluxo dos porquês.....	22
Figura 5: Fluxo de implantação do acompanhamento de paradas.....	23
Figura 6: Monitoramento de eficiência de linha.....	25
Figura 7: Treinamento oficial da operação	29
Figura 8: Evolução da eficiência de linha ano contra ano	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fatores determinantes da OEE	12
Tabela 2: Melhoramentos para perdas em processo	17
Tabela 3: OEE e seus componentes em empresas de classe mundial.....	18
Tabela 4: Exemplo de planilha de acompanhamento de paradas	25
Tabela 5: Acompanhamento da velocidade nominal por equipamento	26
Tabela 6: Tempo de parada em relação a velocidade nominal.....	27
Tabela 7: Acompanhamento do refugo diário.	27
Tabela 8: Acompanhamento diário de OEE.....	28

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

- CEO - *Chief Executive Officer*
- KPI - *Key Performance Indicator*
- OEE - *Overall Equipment Effectiveness*
- PDCA - Ciclo de *Shewhart*
- PNP - Paradas não programadas
- PP - Parada programada
- PQCDSM - Produtividade, Qualidade, Custo, Distribuição, Segurança, Moral
- TD - Tempo disponível
- TEEP - Produtividade efetiva do equipamento
- TO - Tempo operativo
- TOL - Tempo operativo líquido
- TP - Tempo de produção planejada
- TPM - *Total Productive Maintenance*

1. INTRODUÇÃO

É possível definir manutenção como uma combinação de ações técnicas e administrativas, cujo objetivo é manter ou recolocar uma ferramenta, máquina, ou qualquer outro item em um estado no qual o desempenho da sua função seja o melhor possível.

Com o passar dos anos, as atividades de manutenção foram evoluindo. Inicialmente muito precárias consistiam basicamente na substituição de componentes quebrados. Já nos dias de hoje técnicas modernas são aplicadas, podendo inclusive prever e evitar que tais falhas aconteçam.

A manutenção como conhecemos hoje foi idealizada somente após a segunda revolução industrial. Nas indústrias da Inglaterra, as mudanças de patamares durante o período ocorreram graças à criação de equipamentos como as máquinas a vapor, o que aumentou muito a capacidade de movimentar e transportar mercadorias.

No início em questão, a manutenção era realizada por apenas uma pessoa e essa pessoa era o operador do equipamento. Dado este fato, o equipamento funcionava menos tempo e os custos de produção ficavam mais elevados, pois não havia o conceito de usar o máximo do equipamento (RIBEIRO, 2003).

Até meados da década de 1950, a indústria japonesa ainda trabalhava dessa maneira, sem grandes preocupações com a troca de peças e componentes antecipadamente. Esse tipo de manutenção, que corrige após a quebra, é conhecido como manutenção corretiva.

Conforme a indústria evoluía, foram idealizados os primeiros métodos de manutenção preventiva, que tinha como objetivo evitar que várias falhas acontecessem, e posteriormente surgiu a chamada manutenção preditiva.

Atualmente existe grande competitividade entre as empresas. Isso faz com que diversas mudanças aconteçam, buscando se encaixar nos presentes fatores de mercado. Para isso muitas empresas têm tomado novas medidas para reduzirem seus custos e ainda aumentarem a sua produtividade, foi quando muitas delas utilizaram novas técnicas de manutenção para chegar ao sucesso, visto que a competitividade tem sido cada vez mais severa em relação ao mercado de produtos.

As inovações podem determinar o futuro da empresa, atraindo respostas aos problemas, os pontos fracos e pontos fortes de um determinado equipamento devem ser examinados com cautela, para que não venham a surgir gargalos. De acordo com Pomorski (1997), produtos com inovações, melhorias de serviços aos clientes e excelência de produção têm se tornado pontos fortes perante a concorrência de outras empresas.

Segundo Tangen (2003), as medições que trazem indicadores dos problemas, são frequentemente usadas para melhoria de qualidade e produtividade dentro de um sistema de manufatura. Estas medições dão suporte para que os gestores possam tomar decisões corretas a respeito da produção e alocar os recursos em longo prazo de forma eficiente.

Por isso surge o intuito de implantar a ferramenta OEE (Eficiência Global do Equipamento e do Inglês – *Overall Equipment Effectiveness*) sendo uma indispensável ferramenta nas empresas do mundo moderno, a qual tende a apontar as perdas e reduzi-las drasticamente, aumentar a flexibilidade de produção e aumentar a qualidade do equipamento, facilitando o crescimento e desenvolvimento da indústria.

1.1. Objetivo geral

O objetivo principal desse trabalho é mostrar uma maneira de implantar o indicador conhecido como Eficácia Global de Equipamento (OEE) em uma área produtiva de uma indústria de bebidas e os resultados obtidos.

1.2. Objetivo específico

O objetivo desse trabalho, é de maneira específica, a partir da implantação da OEE, ou seja, monitorando a performance das máquinas de maneira horária, em comparação com suas velocidades nominais, e retirando todo o refugo de processo, fazer com que os números de performance (eficiência de linha e produtividade), alavanquem em pelo menos 5 pontos percentuais, visando o atingimento das metas propostas pela companhia de aplicação do projeto, sendo o mesmo um dos principais meios de atingimento dos resultados almejados.

1.3. Justificativa

O cenário atual de busca constante de aumento de produtividade e redução dos custos e tempo de produção, mostra uma gama vasta de possibilidades de melhorias para os sistemas de produção, por meio de controles mais assertivos sobre o que ocorre na área das fábricas. A implementação de indicadores que fazem a gestão de produção é um requisito básico para que as empresas possam se tornar referências mundiais nos seus setores de atuação. Um importante KPI (*Key Performance Index*), indicador chave, é o OEE, que é responsável por esse gerenciamento de produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Production Maintenance*)

A manutenção produtiva total (TPM) é uma metodologia de gestão industrial. Foi idealizada inicialmente no Japão por Seiichi Nakajima. Este foi o autor de vários livros

publicados entre os anos de 1982 e 1984, que apontam todo o processo para a criação de uma metodologia TPM. (DESIOMBRA, 2014)

De acordo com Nakajima (1989), a metodologia TPM foi o método que teve como objetivo melhorar a vida útil das máquinas, esta ferramenta de manufatura enxuta contribui para evitar grandes desperdícios no processo produtivo. A TPM é uma filosofia de trabalho que envolve todos os departamentos da empresa, para poder extrair o máximo de utilização dos equipamentos. O pilar para o conceito de zero perda impulsiona a motivação contínua e avanços para implantar o TPM (MORAES, 2004).

A implantação da TPM ocorreu por causa da evolução da manutenção preventiva, que é o tipo de manutenção utilizado para reduzir ou evitar possível falha ou queda no desempenho de equipamentos, obedecendo um planejamento baseado em intervalos definidos de tempo. Esta começou a ser desenvolvida no final da década de 1960. Uma das ideias centrais da MP é o envolvimento de todos, devido a isso, foi chamada de Total PM (MORAES, 2004).

2.2. Significado de TPM

A sigla TPM vem da expressão na língua inglesa: Total, Productive and Maintenance.

- *Total* da ideia de eficácia no ciclo produtivo, procurando mostrar a participação de todos de uma organização desde o CEO (*Chief Executive Office*) até os operários. (TREVISANI, 2008)

- *Productive* visa mostrar a constante busca que existe para que o limite de eficácia de um sistema seja alcançado. Nessa eficiência não está incluso apenas o volume de produção e sim, no sentido mais amplo da palavra como segurança total (acidente zero), qualidade total (zero defeito), falha de equipamento zero, ou seja, eliminar todas as perdas que ocorrem no processo de produção. (TREVISANI, 2008)

- *Maintenance* na sigla se refere à preservação do sistema produtivo numa condição ideal de operação. (TREVISANI, 2008)

2.2.1. Principais características da TPM

De acordo com (RIBEIRO, 2003) as principais características da TPM são:

- **Orientação para zero:** Visa a eliminação não só das perdas, mas também dos acidentes. Desta maneira se pode aumentar a produtividade, deixando assim o equipamento com um maior período de tempo disponível, portanto funcionando com o menor tempo de

interrupções possível e ainda procurando reduzir ao máximo os fatores de improdutividade em toda a empresa.

- **Participação total e com todos os setores:** Todos os colaboradores dos diferentes setores da empresa se tornam os responsáveis diretos pela manutenção dos equipamentos, e pela sua conservação, desta forma gerando uma maior integração entre as áreas produtivas e administrativas.

- **Utilização do equipamento como “material didático”:** Através da utilização diária do equipamento, o colaborador absorve informações referentes ao mesmo, transformando o equipamento em uma espécie de “material didático”, adquirindo informações de uma maneira muito mais prática.

- **Atuação no próprio trabalho:** Tem como objetivo a prioridade de eliminar as falhas mais frequentes no local de trabalho em si, atuando nos pontos fracos dos equipamentos. Agindo desta forma, e em caso de necessidade no treinamento do próprio colaborador, nivelando os conhecimentos técnicos de cada um.

- **Atuação com rigor e continuidade:** Visa trabalhar sempre com o intuito de aumentar a qualidade, dando continuidade ao aprimoramento das técnicas. Estas técnicas levam à eliminação das perdas por paradas, por ajustes ou preparação e por outros problemas que venham a surgir.

- **Utilização da prática in loco:** A prática da metodologia TPM ocorre com a sua implantação. Portanto, a cada passo do sistema TPM implantado, as características referentes a este passo serão praticadas por todos os colaboradores.

- **Lucratividade – Redução de custos:** Com a devida utilização e controle de processo da metodologia TPM, há redução de equipamentos parados ou com defeitos. Ao mesmo tempo, é feita a padronização e a descrição das rotinas dos serviços com a devida atualização dos controles das ferramentas e programas disponíveis para o respectivo serviço. Isso terá por consequência um resultado com maior rapidez na busca de soluções que possam vir a aparecer e ainda a resolução eficaz de problemas comuns. Tudo isso obtido com a velocidade de analisar os mesmos e, principalmente, obter a maximização do rendimento operacional global.

2.2.2. Benefícios trazidos pela TPM

Diversos resultados positivos podem ser observados a partir da aplicação da metodologia TPM. Esta contribui claramente para o desenvolvimento no trabalho fabril,

aprimoramento intelectual, alavancagem e novas projeções para funcionários da empresa (NAKOSATO, 1994).

Conforme Moraes (2004), os resultados implicaram para o surgimento de uma sigla PQCDMS - Produtividade, Qualidade, Custo, Distribuição, Segurança, Moral. Porém os benefícios da ferramenta TPM só geram resultados positivos desde que seja bem aplicada, com a fundição de dados teóricos e aplicação prática entre os colaboradores que dela fazem uso.

2.2.3. Implementação da TPM

Conforme Nakajima (1989), a metodologia só fornece resultados esperados, se 12 etapas primordiais forem aderidas ao processo, sendo elas: assuntos decisivos da diretoria, utilizando todos os recursos disponíveis.

A segunda dá autenticidade a treinamentos, a terceira complementa interagir junto a toda equipe, a quarta implica para políticas internas, a quinta desenvolve ações, a sexta aprimora projetos entre o fornecimento e comercial (MORAES, 2004).

O restante das etapas do TPM é de grande importância para todo processo sendo: a sétima corresponde ao desenvolvimento operacional, à oitava acelera a gestão, a nona desvenda fatores da qualidade na manutenção, a décima se difere para as vertentes administrativas, décima primeira dá ênfase em saúde e segurança, e a última etapa engloba todas as etapas e as une intrinsecamente (MORAES, 2004).

De acordo com Nakajima (1989), a união das doze etapas para implementar a metodologia TPM na fábrica, deve se disponibilizar de três anos para melhor racionalidade e crescimento intelectual sobre a nova ferramenta implantada. O tempo de maturidade influencia no melhor aprendizado dos colaboradores, sendo primordial para o bom uso, e ideal para resultados vitoriosos satisfatórios.

2.3. OEE – Eficiência Global de Equipamento

2.3.1. Histórico da OEE

A OEE surgiu com a evolução dos tipos de manutenção na década de 90 do século passado. Ela surgiu como necessidade de medir precisamente a produtividade da planta fabril. Porém, no início, estava vinculada com as práticas da Manutenção Produtiva Total (TPM) (HANSEN, 2006).

No cenário atual a OEE é considerada como um dos principais indicadores na medição do desempenho de uma fábrica, pois pode ser usada visando o aumento da produtividade e dos

lucros de uma empresa (HANSEN, 2006). Isso é possível pois a OEE é um índice que mede a capacidade produtiva de uma máquina dentro do tempo na qual estava programada para produzir, ou seja, a OEE não mede a capacidade de produção teórica, visto que são excluídos os tempos não-programados. Os resultados apontados pela ferramenta OEE, indicam os fatores operacionais e promulgam a exposição de erros de um determinado equipamento, apontando a performance individual de cada máquina, avaliando suas etapas de desempenho, e porcentagem de desempenho. Diversas indústrias importantes possuem esse indicador no processo de produção. A OEE tem aplicação nos mais variados setores como: alimentício, siderúrgico, têxtil, etc.

2.3.2. Componentes da OEE

A OEE pode ser compreendida como a multiplicação de três componentes, estes são utilizados no cálculo do indicador:

- Disponibilidade;
- Performance;
- Qualidade.

O resultado da OEE sempre estará entre 0 e 1, sendo usado também em valores percentuais entre 0% e 100%. A Tabela 1 ilustra os componentes do indicador e os principais fatores que o influenciam: (MORAES, 2004).

OEE(%) EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO		
Disponibilidade do Equipamento (%)	Performance Ocupacional	Qualidade dos Produtos
<ul style="list-style-type: none"> • Quebra/Falha • Preparação ou ajustes • Desgaste de ferramentas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ociosidade • Pequenas Paradas • Velocidade Reduzida 	<ul style="list-style-type: none"> • Refugos • Retrabalhos • Perdas por início de produção

Tabela 1: Fatores determinantes da OEE

Fonte: MORAES, 2004

2.3.3. Representação das perdas da OEE

Os componentes mencionados na seção anterior são representações das perdas que ocorrem durante a operação. A Figura 1 mostra um exemplo clássico das perdas na OEE, representando as posições nas quais os componentes citados podem ser encaixados:



Figura 1: Representação das perdas na OEE

Fonte: (TREVISANI, 2008)

O Tempo Total Disponível (TD) é o período em que a fábrica está disponível para produção. O TD pode ser considerado o tempo calendário, ou seja, todos os dias do ano. O Tempo de Produção Planejada (TP) é o tempo total disponível retirando-se as Paradas Programadas (PP). Estas são eventos previstos com antecedência, incluindo feriados, folgas de escala 2, manutenções preventivas e outras paradas que variam de acordo com os critérios da organização. Dessa maneira o Tempo de produção planejada (TP) nada mais é que o Tempo Total Disponível (TD) menos as Paradas Programadas (PP) (HANSEN, 2006):

$$\text{Equação 1: } TP = TD - PP$$

O Tempo Operativo (TO) é o período em que de fato houve produção na fábrica, ou seja, as perdas de disponibilidade são excluídas do tempo de produção planejada para obter o TO. As perdas de disponibilidade são eventos imprevistos durante o processo produtivo. Essas perdas são também chamadas de Paradas Não-Programadas (PNP). Dessa maneira o Tempo Operativo (TO) pode ser calculado (HANSEN, 2006):

$$\text{Equação 2: } TO = TP - PNP$$

O Tempo Operativo Líquido (TOL) é a diferença entre o Tempo Operativo (TO) e o tempo perdido em velocidade menor que a ideal. O tempo com velocidade reduzida inclui períodos nas quais a velocidade do ciclo foi menor que a esperada, pequenas paradas que ocorrem durante a produção e erros na operação. Esse tempo perdido é considerado para realização do cálculo da Eficácia global de equipamento (OEE) (HANSEN, 2006).

Dessa maneira o tempo perdido pela velocidade reduzida pode ser calculado da seguinte maneira:

$$\text{Equação 3: Perda de Performance} = TO - \frac{\text{Velocidade Realizada}}{\text{Velocidade Ideal}} \times TO$$

O tempo produtivo (TP) é diferença entre o tempo operativo líquido (TOL) e o tempo utilizado em perdas de qualidade. Essas perdas de qualidade referem-se à retrabalhos de produto e produtos rejeitados por problemas de qualidade. De maneira geral as perdas de qualidade são relatadas em unidades de massa como: quilos, libras, toneladas. Dessa forma é necessária uma conversão para que o cálculo da OEE seja possível. Assim, perdas de qualidade contribuem diretamente para uma redução na OEE (HANSEN, 2006).

2.3.4. Disponibilidade

A disponibilidade é o componente da OEE mais conhecido, visto que muitas organizações ainda utilizam apenas esse indicador para verificar a eficiência da planta fabril.

Esta mede o quanto um equipamento parou durante sua operação, ou seja, uma disponibilidade de 100% significa que não houveram paradas durante o Tempo de Produção Planejada (TP). Isso fica evidente na equação 4:

$$\text{Equação 4: \% de Utilização} = \frac{TP - PNP}{TP} \times 100$$

Qualquer evento que provoca uma interrupção no processo produtivo é chamado de parada. Estas podem ser divididas em 2 categorias distintas: programadas ou não-programadas. As paradas usadas no cálculo utilização são as paradas imprevistas durante a produção (PNP) (HANSEN, 2006).

As paradas na área de produção podem ser subdivididas em diversas classes:

- Manutenção;

- Operacional;
- Programação e Controle da Produção.
- Outros.

O exemplo a seguir foi colocado com o objetivo de facilitar o entendimento. Nele, a área de produção possui 900 horas de tempo de produção planejada (TP) e durante a produção do material parou 600 horas imprevistas (PNP). Dessa forma é obtido o percentual de utilização:

$$\text{Equação 5: } 1 - \frac{900 - 600}{900} \times 100 = 67\%$$

2.3.5. Performance

Na OEE a performance é o fator que evidencia se o ritmo da produção está de acordo com o estabelecido previamente. Através deste pode-se verificar o desempenho de máquinas em relação a um padrão adotado.

De maneira geral a diferença entre o padrão de ritmo adotado e o ritmo de trabalho das máquinas pode ocorrer devido a duas causas principais:

- Perda de velocidade durante o processo;
- Pequenas paradas não apontadas durante o processo.

É possível realizar o cálculo da performance conforme a Equação 6 ou Equação 7:

$$\text{Equação 6: } \% \text{ Performance} = \frac{TOL}{TO} \times 100$$

ou

$$\text{Equação 7: } \% \text{ Performance} = \frac{\text{Produção}}{\text{Velocidade Padrão} \times TO} \times 100$$

Caso o cálculo da performance resulte em 100%, o processo produtivo ocorreu conforme a velocidade padrão de produção.

2.3.6. Qualidade

Na OEE, a qualidade é o fator que mede a influência dos retrabalhos, sucatas de processo e sucatas devido à qualidade do material na Eficácia do equipamento.

É possível realizar o cálculo da qualidade conforme a Equação 8:

$$\text{Equação 8: } \% \text{ Qualidade} = \frac{\text{Produção Boa}}{\text{Produção}} \times 100$$

A partir desse cálculo é possível descobrir se a produção foi realizada com sucesso logo na primeira tentativa e sem deixar refugos.

2.3.7. Cálculo da OEE

Como dito anteriormente, o cálculo da OEE é muito simples, se tratando da multiplicação dos fatores Disponibilidade, Performance e Qualidade, como mostrado na Equação 9:

$$\text{Equação 9: } OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

Existe também uma maneira mais simples de fazer esse cálculo, que é a razão entre o tempo produtivo e o tempo de produção planejada.

$$\text{Equação 10: } OEE = \frac{\text{Tempo Produtivo}}{\text{Tempo de Produção Planejada}} \times 100$$

2.3.8. Perdas indicadas pela ferramenta OEE

De acordo com Nakajima (1989), o passo inicial para que as condições de uso de um determinado equipamento sejam melhoradas é apontar suas perdas. Existem na metodologia seis perdas que afetam diretamente a produtividade, sendo elas através de: troca de ferramental (*setup*), quebra de máquinas, período ocioso por paradas de pequeno porte, diminuição da velocidade, qualidade e desaceleração do rendimento (*startup*).

Ainda de acordo com Nakajima (1989), toda perda relacionado à quebra, implica em uma parada de função, já que o equipamento permanece parado por um período de tempo até que retorne ao ritmo normal, podendo ser por parte da manutenção, engenharia, ou qualquer outro setor. Dependendo da intensidade, da causa, e do período, as quebras podem ser classificadas como crônicas ou esporádicas, sendo de fácil identificação. As perdas crônicas ocorrem de maneira repetitiva em curtos espaços de tempo. Já as esporádicas, como o nome já sugere ficam mais em evidência, facilitando sua visualização e correção. No período de *setup* ocorrem perdas integradas que já são esperadas, neste caso as regulagens, quando inclusas nesse tempo, são normais. No entanto, quando ocorrem regulagens no pós-setup, estas são consideradas fora da programação e se tornam falhas.

Suehiro (1992), apontou que os pequenos apontamentos de paradas, são mínimas falhas no equipamento que podem ser corrigidas em espaços de tempo curtos. No entanto cada empresa possui sua forma de entender e lidar com tais paradas.

Ocorrem também perdas por diminuição da velocidade, quando a velocidade teórica aplicada pela engenharia se difere da realidade física nos tempos de ciclos. Os causadores de diminuição de velocidade por parte de operadores são: manutenção e operação, as quais implicam diretamente nos fatores de qualidade do processo. Conforme Shirose (1994), as perdas por rendimento estão relacionadas, por períodos de longas paradas no equipamento, como: feriados, e avarias que o impossibilitem de funcionar brevemente, sendo assim necessário o período de estabilização.

Todo processo estabelece metas para explicitação de seus resultados, a Tabela 2 demonstra alguns tipos de metas para alguns tipos de perda:

TIPO DE PERDA	META	EXPLICAÇÃO
QUEBRA	0	REDUZIR PARA ZERO EM TODO O EQUIPAMENTO
SETUP E AJUSTES	MINIMIZAR	REDUZIR OS TEMPOS DE SETUP PARA MENOS DE 10 MINUTOS.
OCIOSIDADE E PEQUENAS PARADAS	0	REDUZIR PARA ZERO EM TODO O EQUIPAMENTO.
REDUÇÃO DE VELOCIDADE	0	TRAZER O TEMPO DE CICLO ATUAL PARA O TEMPO DE ENGENHARIA, E FAZER MELHORIAS PARA REDUZÍ-LO.
DEFEITOS DE QUALIDADE	0	ACEITAREM SOMENTE OCORRÊNCIAS EXTREMAMENTE PEQUENAS.
STARTUP	MINIMIZAR	

Tabela 2: Melhoramentos para perdas em processo.

Fonte: CHIARADIA (2004).

A partir da Tabela 2, valores e perdas de processo são obtidos como modelos de perdas generalizadas, influem forte tendência no melhor desempenho do equipamento dando flexibilidade de revigorar a ferramenta, e obter maiores respostas para eficácia cada vez mais satisfatórias, entre as variáveis dos tipos de perdas, sendo os setups e ajustes apontados com maiores perdas do processo produtivo, e a quebra o maior dispêndio para o fator mecânico.

2.3.9. Empresa Classe Mundial em OEE

Atualmente, comenta-se sobre empresas que possuem a OEE em níveis altos de desempenho. Essas empresas buscam atuar significativamente nos 3 componentes da OEE.

A grande vantagem no aumento da OEE é um acréscimo de produtividade da planta fabril, pois a OEE elevada indica que há menos paradas corretivas durante o processo, menos

perdas de qualidade de produto que poderia ser vendido ao cliente e sem perda de ritmo de produção.

As empresas de classe mundial possuem OEE acima ou igual a 85 %. Esse indicador pode ser desdobrado nos componentes já mencionados anteriormente.

OEE e seus componentes	Classe Mundial
OEE	85,0%
Utilização	90,0%
Performance	95,0%
Qualidade	99,9%

Tabela 3: OEE e seus componentes em empresas de classe mundial

Fonte: (HANSEN,2006)

Nas indústrias existem também empresas que possuem OEE inferior a 50%. Dessa forma tais empresas possuem uma longa trajetória de análise e reflexão para a melhoria do importante indicador.

Além disso, o custo benefício do aumento da OEE deve ser verificado, ou seja, esse aumento pretendido aumenta os custos de produção e/ou transformação? Se a resposta for sim, as análises devem ser muito mais aprofundadas para projetar até que valor de OEE a empresa almeja atingir com um determinado patamar de investimento no setor de produtivo.

2.3.10. TEEP – Produtividade Efetiva do Equipamento

O OEE é um indicador que mede o desempenho da fábrica nas horas que a produção é autorizada a produzir, ou seja, no tempo de produção planejada. Porém, o tempo que a fábrica fica parada com programação previamente definida não é medida pela OEE (HANSEN, 2006).

Pode-se citar como exemplo uma planta fabril que possui 100 horas disponíveis por mês com 80 horas de paradas programadas e das 20 horas de tempo de produção planejada houve 2 horas de paradas não-programadas sem perda no ritmo de produção e nem em termos de qualidade.

Dessa forma o cálculo da OEE ficaria da seguinte maneira:

$$\text{Equação 11: } OEE = \frac{20 - 2}{20} = \frac{18}{20} = 0,9 = 90\%$$

Neste cálculo o valor da OEE é de 90%, porém neste não é considerada a ocupação da fábrica. Ocupação mede o percentual do tempo disponibilizado para produção (Tempo de produção planejada) em relação do tempo Total Disponível. A seguir segue a maneira de se calcular:

$$\text{Equação 12: Ocupação} = \frac{\text{Tempo de Produção Planejada}}{\text{Tempo Total Disponível}} \times 100$$

$$\text{Equação 13: Ocupação} = \frac{100 - 80}{100} = \frac{20}{100} = 0,2 = 20\%$$

Por sua vez, a TEEP representa o percentual que realmente o equipamento foi produtivo em relação ao tempo disponível total. Existem duas maneiras mais conhecidas do cálculo da TEEP, estas estão descritas nas equações 14, 15 e 16:

$$\text{Equação 14: TEEP} = \frac{\text{Tempo de Produção Planejada}}{\text{Tempo Total Disponível}} \times \frac{\text{Tempo Produtivo}}{\text{Tempo de Produção Planejada}}$$

Dessa forma:

$$\text{Equação 15: TEEP} = \text{Ocupação} \times \text{OEE}$$

Então:

$$\text{Equação 16: TEEP} = \frac{\text{Tempo Produtivo}}{\text{Tempo Total Disponível}}$$

Muitas empresas possuem a OEE como KPI (Key Performance Index) do processo, porém, não utilizam a TEEP como indicador. A TEEP demonstra a efetividade da planta fabril e com isso, ela é suporte para tomada de decisão da empresa.

2.4. Ferramentas da Qualidade

2.4.1. Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma abordagem estatística para separação e priorização dos aspectos relevantes em relação aos demais de um determinado caso. O princípio de Pareto sugere que a maioria dos efeitos tem origem em poucas causas. Em termos quantitativos 80 % dos problemas provém de 20 % de causas (ABCQ, 2005). O exemplo na Figura 2, exemplifica de forma simples um diagrama de Pareto utilizado no estudo de causa de um problema qualquer na indústria.

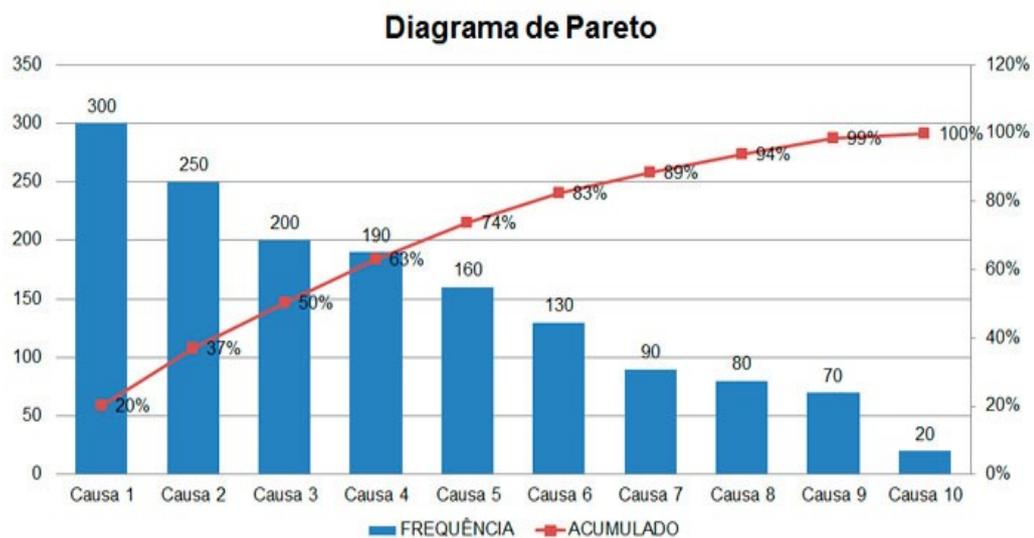


Figura 2: Exemplo de diagrama de Pareto

2.4.2. Brainstorming – Tempestade de ideias

É o processo criativo, onde surgem novas ideias e estratégias, sem formalidade nem limitações. Nesta etapa o objetivo é encontrar possíveis causas para um problema previamente estabelecido (ABCQ, 2005).

Possui dois princípios básicos, sendo eles: Atraso do julgamento e Criatividade em quantidade e qualidade. Pode-se dizer que existem 4 principais regras no *brainstorming*, são elas (ABCQ, 2005):

- **Críticas são rejeitadas:** Provável que seja a regra mais importante. É o que faz diferir um brainstorming de uma reunião qualquer.
- **Criatividade é bem-vinda:** Esta regra é utilizada para que os participantes sejam encorajados a sugerirem quaisquer tipos de ideias, sem nenhum tipo de receio ou preconceito, sem medo de julgamento. De fato, as ideias mais bem-vindas são as que num

primeiro momento, pareçam inviáveis. É importante, e necessário, deixar as inibições de lado para o momento de geração de ideias. Ao seguirmos esta regra, está instaurado o ambiente adequado para um brainstorming. Isso faz com que o número de ideias geradas, seja exponencialmente aumentado.

- **Quantidade é necessária:** Quantidade é sinônimo de qualidade, quanto mais ideias forem geradas, maior a chance de se chegar em algo que seja adequado para solução dos problemas, quanto mais hipóteses existentes, maiores as chances de solução dos problemas.

- **Combinação e aperfeiçoamento são necessários:** O objetivo desta regra é encorajar a geração de ideias adicionais para a construção e reconstrução sobre as ideias dos outros.

2.4.3. Diagrama de Ishikawa

É uma representação gráfica que organiza as possíveis causas relacionadas a um determinado problema. O diagrama expõe graficamente as possíveis causas que levam a um aumento de variabilidade de um determinado efeito. As causas induzem variabilidade no processo (ABCQ, 2005).

As causas de um determinado problema podem ser divididas em 6 M's:

- Mão-de-obra: relacionado às pessoas.
- Máquina: relacionadas a equipamento, maquinários e afins.
- Método de trabalho: relacionadas à maneira de trabalho.
- Meio Ambiente: relacionadas ao meio-ambiente.
- Material: causas relacionadas com as matérias-primas do processo.
- Medida: causas relacionadas à medição.

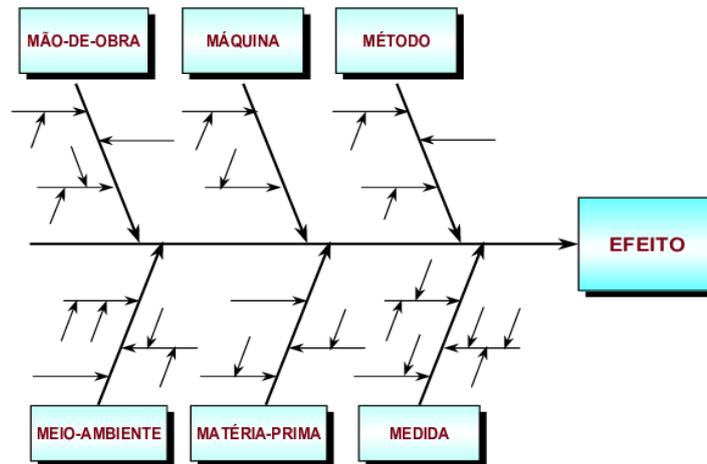


Figura 3: Exemplo de diagrama de causa-efeito

2.4.4. Cinco Porquês

Essa ferramenta é utilizada para encontrar a causa-raiz de um problema. Estas são as origens de uma cadeia de eventos que conduzem ao problema especificado.



Figura 4: Exemplificação fluxo dos porquês.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho é apresentado a implantação da OEE em uma indústria de bebidas, fazendo a análise da evolução de seus gráficos de desempenho.

3.1. Implantação da OEE

Começamos a ver a implementação da OEE na indústria de envase em meados de 2017, e é possível enxergarmos a melhora no desempenho a partir do seguinte gráfico, após a implantação do monitoramento dos tempos de parada dos equipamentos, o que mostra que só

há melhoria dos indicadores, quando há gestão dos mesmos, melhorando assim também o desempenho dos operadores.

O indicador implantado nessa fase inicial foi a utilização. Para haver a implantação desse indicador houve necessidade de treinar os operadores para apontar a quantidade de tempo parado por turno de trabalho. Como o turno de trabalho era fixo, a conta para encontrar a utilização era realizada por turno. A Figura 5 representa o fluxo para implantação do indicador.

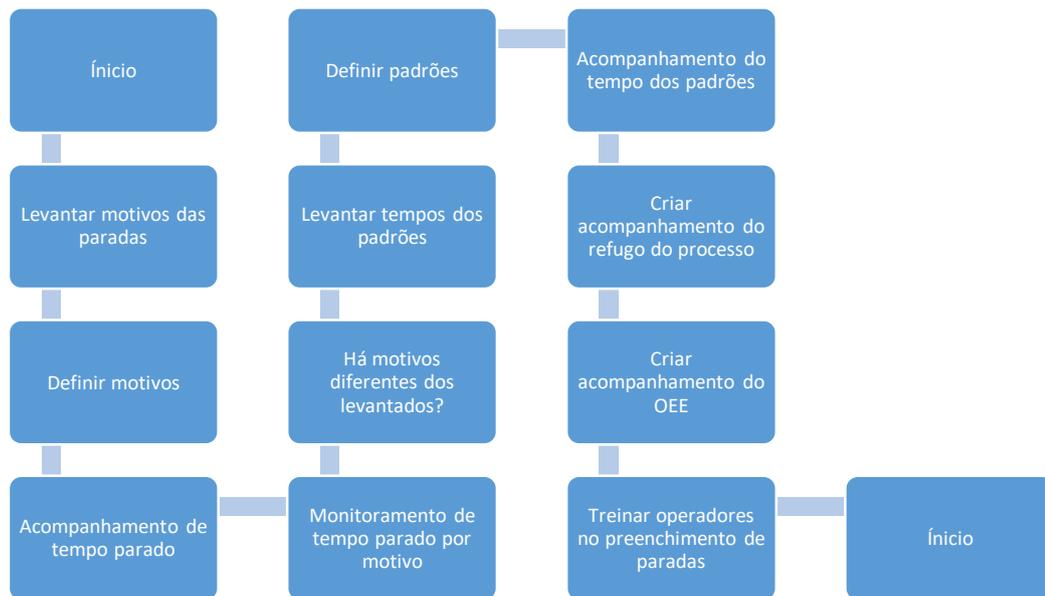


Figura 5: Fluxo de implantação do acompanhamento de paradas

Caso haja motivos diferentes dos levantados no processo de implantação, é necessário retornar e definir todos os motivos de paradas possíveis. E ainda, caso existam padrões que sejam diferentes da realidade, é necessário definir todos os padrões no processo, para assim conseguirmos finalizar o caso de implantação do OEE.

3.2. Levantar os motivos das paradas

As paradas são definidas junto ao time produtivo, desde operação até supervisão de produção:

Operacionais – As paradas operacionais são as paradas consideradas interrupções operacionais no processo de envase de garrafas.

- Falhas operacionais por lacuna de treinamento.
- Pequenas paradas para ajustes operacionais no processo produtivo.

Manutenção – São as paradas de caráter emergencial, onde foi necessária a parada do processo produtivo para correção de falhas elétricas, ou mecânicas

- Paradas emergenciais para correção de quebras de maquinário.
- Falhas elétricas dos equipamentos.
- Falhas/quebras mecânicas do maquinário de envase.

Setup – Paradas no ciclo de fabricação para troca de marca, ajuste dos equipamentos para troca de produto e/ou formato do mesmo.

- Substituição do tipo de produto.
- Troca do formato – 1000ml / 600ml.
- Troca de rótulo.
- Troca de líquido.

Programadas – São as paradas programadas de manutenção, feitas de 7 em 7 dias, com duração prevista para execução das manutenções preventivas previstas.

- Manutenções programadas, do tipo elétricas e mecânicas, contempladas em plano de manutenção definido pela unidade.
- Sem programação – parada do processo produtivo por falta de demanda e/ou falta de pessoal disponível pela escala de trabalho.

3.3. Criar acompanhamento do tempo de parada e acompanhar tempos por motivos

Na etapa de implantação em questão, é necessário um acompanhamento do tempo de parada por motivo. O mesmo é realizado pela operação do equipamento, que preenche as produções horárias, acompanhando o tempo de parada, por motivo, e dessa forma é possível medir o impacto operacional no processo produtivo, afim de otimizar esses tempos.

O acompanhamento do tempo de parada é o indicador mais importante de acompanhamento operacional, dado que o mesmo evidencia as anomalias, com os impactos em desempenho na eficiência da linha de forma horária, tornando o acompanhamento simples e efetivo. Para que seja possível operacionalizar o processo de monitoramento dos tempos de parada, utilizamos a planilha detalhada a seguir:

- Formato – Tamanho da garrafa envasada.
- Produção bruta horária – Produção do equipamento, sem considerar refugo.
- Líquido – Tipo de líquido envasado.
- Rótulo – Tipo do rótulo utilizado.

O acompanhamento é feito de forma horária pelos operadores, afim de otimizar o tempo produtivo.

FORMATO	PRODUÇÃO HORA	LÍQUIDO	RÓTULO	PARADA MOTIVO
1000	28000	SK	SK	5 MIN – OPERACIONAL
1000	31000	BC	SK	3 MIN – SETUP LIQUIDO
1000	32000	BC	BC	2 MIN – SETUP RÓTULO
600	0	-	-	60 MIN – SETUP FORMATO
600	0	-	-	60 MIN – SETUP FORMATO
600	45000	BC	BC	5 MIN - OPERACIONAL
600	50000	BC	BC	-

Tabela 4: Exemplo de planilha de acompanhamento de paradas

A Tabela 4, gera a Figura 6, onde é possível acompanharmos a eficiência da linha, a partir das paradas registradas pelo time de operação. Realizamos o acompanhamento do tipo de parada pela tabela, e a correspondente eficiência de linha é dada pela Figura 7. Acompanhamento realizado de eficiência de linha por dias de produção.

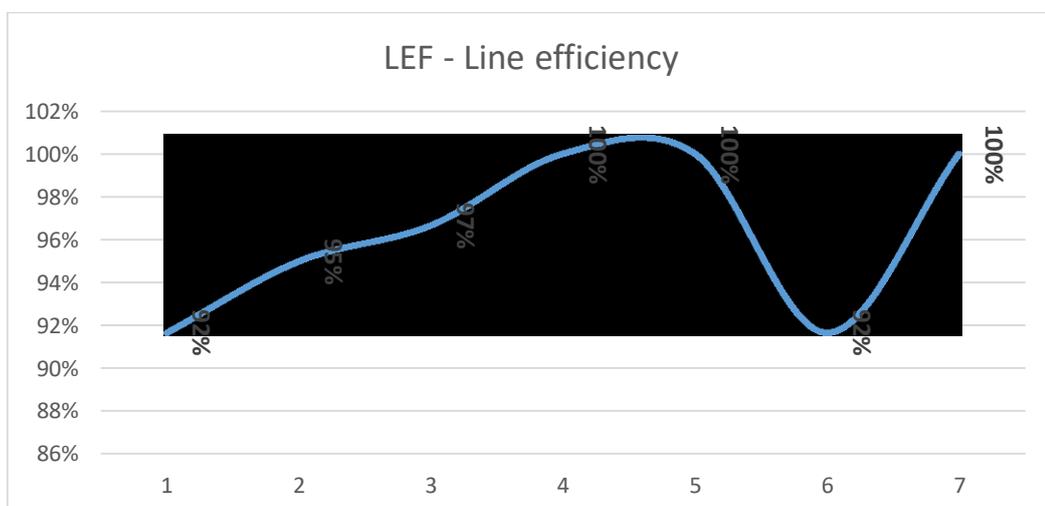


Figura 6: Monitoramento de eficiência de linha

3.4. Levantar tempo padrões e definir esses tempos

O levantamento de tempos padrão para cada equipamento, é dado pelo fornecedor dos equipamentos, sendo que cada, tem dada velocidade de produção nominal, com tempos de sobre e sob velocidade para compensação de perdas operacionais.

De acordo com fabricante, as velocidades nominais são dadas da seguinte maneira:

Equipamento	Nominal
Despaletizadora	46000 grfs/h
Desencaixotadora	45000 grfs/h
Lavadora de garrafas	43500 grfs/h
Inspetor eletrônico	40000 grfs/h
Enchedora	35000 grfs/h
Pasteurizador	35000 grfs/h
Rotuladoras	42000 grfs/h
Encaixotadora	43000 grfs/h
Paletizadora	46000 grfs/h

Tabela 5: Acompanhamento da velocidade nominal por equipamento

As velocidades da Tabela 5 são dadas como velocidades padrão, pelo fabricante, como velocidades capazes de manter constante o processo de produção, em todos os postos operados da linha.

3.5. Criar monitoramento/accompanhamento dos tempos padrões e reais

Na Tabela 6, conseguimos enxergar o acompanhamento diário dos tempos de parada de cada equipamento, em comparação com as velocidades nominais por hora de produção.

	Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipamento	Nominal	Tempo de parada									
Despaletizadora	46000 grfs/h	4	7	2	13	0	2	1	12	8	1
Desencaixotadora	45000 grfs/h	9	7	5	5	3	13	0	4	13	8

Lavadora de garrafas	43500 grfs/h	8	8	4	8	10	12	6	12	7	1
Inspetor eletrônico	40000 grfs/h	11	6	5	7	8	7	6	10	10	9
Enchedora	35000 grfs/h	7	13	7	10	3	10	6	3	1	10
Pasteurizador	35000 grfs/h	11	8	8	1	6	10	5	5	12	11
Rotuladoras	42000 grfs/h	9	5	7	2	5	5	13	10	7	0
Encaixotadora	43000 grfs/h	5	10	6	1	8	6	4	11	2	2
Paletizadora	46000 grfs/h	5	11	4	1	5	1	3	10	8	6

Tabela 6: Tempo de parada em relação a velocidade nominal

3.6. Criar o acompanhamento do refugo de processo

O acompanhamento de refugo de qualidade, por dia, por equipamento, pode ser visto na tabela a seguir:

Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipamento	Refugo dia									
Despaletizadora	387	453	423	481	497	419	426	475	370	342
Desencaixotadora	422	255	414	378	382	440	320	340	334	253
Lavadora de garrafas	486	499	279	312	284	293	304	293	280	322
Inspetor eletrônico	290	392	362	274	310	456	413	256	426	257
Enchedora	255	474	404	459	496	432	391	470	380	282
Pasteurizador	390	392	400	327	459	426	368	330	456	368
Rotuladoras	294	252	380	293	251	428	323	448	478	493
Encaixotadora	350	318	343	327	284	448	273	294	298	465
Paletizadora	327	499	336	261	342	458	408	340	448	279

Tabela 7: Acompanhamento do refugo diário.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Criar acompanhamento da OEE (Eficácia global do equipamento)

A etapa de criação do acompanhamento da OEE foi realizada para ser feita pelos operadores na própria máquina. Esse acompanhamento consiste de inserir o valor da OEE

calculado durante o dia para uma planilha em que há o valor alcançado de OEE de cada dia, dia a dia. A meta objetivo é 85 % de OEE, ou seja, OEE de organizações em classe mundial (HANSEN, 2006).

Dia	Referência	Real	OEE (%)
1	78	60	77%
2	70	60	86%
3	76	56	74%
4	75	56	75%
5	72	58	81%
6	71	60	85%
7	74	58	78%
8	76	60	79%
9	78	58	74%
10	72	56	78%
11	72	56	78%
12	75	59	79%
13	78	58	74%
14	80	59	74%
15	72	59	82%
16	72	59	82%
17	71	55	77%
18	70	59	84%
19	80	60	75%
20	79	57	72%
21	70	58	83%
22	80	60	75%
23	79	58	73%
24	78	58	74%
25	72	58	81%
26	75	57	76%
27	80	60	75%
28	79	55	70%
29	74	57	77%
30	75	57	76%
31	71	56	79%

Tabela 8: Acompanhamento diário de OEE.

4.2. Treinar operadores

A parte de treinar operadores é a principal fase da implantação da OEE realizada no setor de produção, pois o treinamento bem dado gera entendimento do indicador e o motivo pelo qual ele iria ser colocado na área produtiva como um indicador de desempenho do setor e não do operador. Esse treinamento foi dado em sala de reuniões e na área produtiva. Ele foi dividido em duas partes: teórica e prática.

O treinamento, como parte da filosofia TPM, foi parte da implantação da OEE com execução *in loco*. E por esta razão é apresentado também na seção de resultados, sendo que a evolução no conhecimento da operação se mostrou ser a grande chave para o aumento nos números de eficiência e produtividade da linha.



Figura 7: Treinamento oficial da operação

A parte teórica foi baseada no conceito da OEE já apresentado nesse trabalho anteriormente. A parte prática foi realizada mostrando o preenchimento correto da planilha de acompanhamento, planilha da OEE e do gráfico de acompanhamento.

4.3. Resultados de eficiência de linha

Os resultados de eficiência de linha são demonstrados na Figura 9, os resultados foram obtidos a partir da implantação da OEE, acompanhando o desempenho por máquina, que aponta

os principais problemas a serem tratados, e com as ferramentas de gestão, que já foram apresentadas anteriormente foi possível acompanhar a evolução de mais de 10 pontos percentuais, entre os anos de 2017 e 2018, o que superou as expectativas, já que a estratégia de monitoramento esteve muito atrelada com o treinamento e execução de manutenção autônoma.

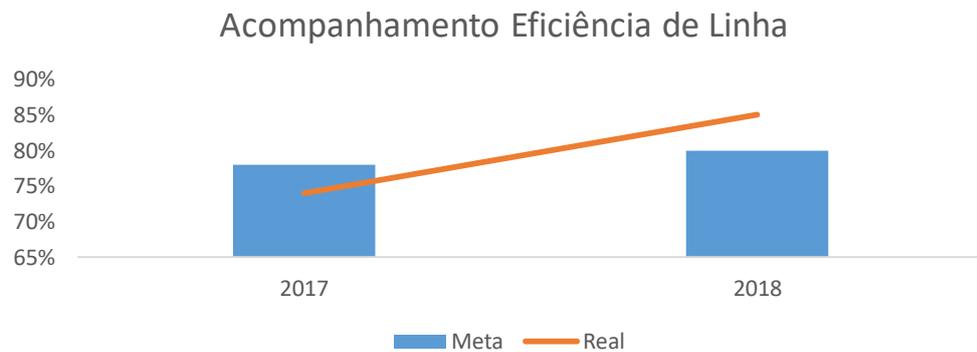


Figura 8: Evolução da eficiência de linha ano contra ano

5. CONCLUSÕES

A utilização da OEE na área de produção, melhora o gerenciamento dos indicadores, através de um simples acompanhamento dos próprios operadores, pois este indicador, aponta as maiores perdas, durante o processo de fabricação.

Os maiores benefícios percebidos após a implantação da OEE como indicador, foram:

- Maior controle do desempenho dos equipamentos.
- Priorização das principais perdas de tempo durante o processo.
- Melhoria do processo.
- Gestão a vista.
- Melhoria da cultura dos operadores.

As principais dificuldades encontradas durante a implantação foram:

- Quantificar os motivos de paradas sem grande especificidade para que não existissem excesso de motivos de paradas.
 - Treinar os operadores de maneira que os acompanhamentos sejam preenchidos corretamente e orienta-los para o conhecimento pleno do indicador.
 - Criar análise de desempenho diário.
 - Evolução dos indicadores de eficiência da linha em questão em aproximadamente 10 pontos percentuais.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi realizada a implantação do indicador OEE, e seu acompanhamento no ambiente de produção de uma indústria de envase de bebidas.

Como sugestão para seguimento do trabalho, pode-se implantar o gerenciamento da rotina (PDCA) com uso da OEE, focando no passo de padronização e treinamento do time.

A partir dos itens já discutidos nesse trabalho, a implantação do gerenciamento da rotina, com utilização do método PDCA, melhorando diariamente os processos, conseguiríamos um aumento ainda significativo nos números de eficiência de linha e produtividade.

Ainda pensando na continuidade no trabalho, é possível que se estabeleça o objetivo de evolução de outros indicadores de performance como tempo médio entre falhas, e tempo médio entre reparos, com foco de atuação ainda em manutenção autônoma e os demais pilares da manutenção produtiva total que é a metodologia de implantação do índice acompanhado neste trabalho, a OEE.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCQ - Métodos de Análise e Solução de Problemas – MASP. São Paulo, 2005.

CONTRIM, Marco. TPM – Uma metodologia voltada a Maximização do Rendimento Operacional global. São Paulo, 2002.

DEPARTAMENTO DE ENG. DE PRODUÇÃO (FCAV). TPM Total Productive Maintenance - Introdução ao TPM. 2005. Apostila eletrônica

DESIOMBRA, Juliano. Implantação da ferramenta OEE (eficiência global do equipamento) na linha de pintura em uma indústria metalúrgica. 2014. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.

EFESO CONSULTING. Gestão Autônoma – Criar e manter padrão de limpeza, inspeção e lubrificação. São Paulo, 2004. Apostila eletrônica.

EFESO CONSULTING. Gestão Autônoma – Eliminar as fontes de sujeira e as áreas difíceis de limpar e inspecionar. São Paulo, 2003. Apostila eletrônica.

EFESO CONSULTING. Gestão Autônoma – Inspeção Geral. São Paulo, 2006. Apostila eletrônica.

EFESO CONSULTING. Gestão Autônoma – Introdução. São Paulo, 2002. Apostila eletrônica.

EFESO CONSULTING. Gestão Autônoma – Limpeza Geral. São Paulo, 2005. Apostila eletrônica.

FALCONI, Vicente C. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia. 8ª Edição. Belo Horizonte: INDG Tecs, 2006.

FIGUEROA, Túlio. 5S: Conceitos para certificação interna. In: Workshop de organização, arrumação e limpeza, 2005, Mogi das Cruzes.

HANSEN, Robert C. Eficácia Global dos Equipamentos. 1ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 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.

NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

POMORSKI, T.; Managing Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Optimize Factory Performance. IEE Transactions on semi-conductor manufacturing, Volume 10, number 1, 1997.

RIBEIRO, Haroldo. Total Productive Maintenance (TPM): Manutenção Produtiva Total. São Paulo, 2003.

TANGEN, S.; An overview of frequently used performance measures. Work Study 7;pp.347-354, MCB-UP Limited, Emerald, 2003.