

UNIVERSIDADE METODISTA DE SÃO PAULO
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LEONARDO GARCIA ERNANDES
MARIANA CASIMIRO MARTINS
RUBENS FERREIRA

**ESTUDO DO OEE PARA IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS NO
PROCESSO PRODUTIVO**

SÃO BERNARDO DO CAMPO

2021

LEONARDO GARCIA ERNANDES
MARIANA CASIMIRO MARTINS
RUBENS FERREIRA

**ESTUDO DO OEE PARA IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS NO
PROCESSO PRODUTIVO**

Trabalho apresentado no curso de
graduação à Universidade Metodista de
São Paulo, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção

Orientação: Prof. Daniel Mendes
de Carvalho.

SÃO BERNARDO DO CAMPO

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Er61e Ernandes, Leonardo Garcia

Estudo do OEE para identificação de gargalos no processo produtivo /Leonardo Garcia Ernandes, Mariana Casimiro Martins, Rubens Ferreira. 2021.

44 p.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) -- Diretoria de Graduação da Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2021.

Orientação de: Daniel Mendes de Carvalho.

1. OEE - Overall Equipment Effectiveness 2. Usinagem 3. Produção I. Martins, Mariana Casimiro II. Ferreira, Rubens III. Título

CDD 670.42

A monografia intitulada “Estudo do OEE para identificação de gargalos no processo produtivo” elaborada pelos alunos LEONARDO GARCIA ERNANDES, MARIANA CASIMIRO MARTINS e RUBENS FERREIRA, foi apresentada e aprovada em 30 de NOVEMBRO de 2021, perante a bancada examinadora composta por:.

Presidente da Banca Examinadora

Prof. Esp.Daniel Mendes de Carvalho
Orientador

Prof.Dr.Regis Reis

Prof.Me.Roberto Carlos da Silva

*"Produtividade não é tudo, mas no longo prazo é quase
tudo"*

Paul Krugman (1994)

RESUMO

O conteúdo deste trabalho visa a implementação do indicador de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) em uma linha de usinagem para a identificação de gargalos na produção. As etapas abordarão a conceituação dos sistemas de produção, da estruturação do OEE e quais os benefícios são adquiridos com a sua implementação. O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisas bibliográficas, principalmente com consulta de materiais internacionais sobre o tema. A implementação foi feita através de etapas de desenvolvimento do OEE, partindo da pesquisa de campo da situação atual, logo em seguida realizando a conscientização dos colaboradores sobre o indicador OEE e a importância da correta marcação de informações. Com a conclusão dessas etapas partimos para a coleta dos dados de produção e pôr fim a sua análise. Como conclusão, foi notado que com a aplicação da ferramenta houve uma melhora na eficiência dos equipamentos e o surgimento de novas ideias de melhorias no processo produtivo.

Palavra-chave: OEE; Overall Equipment Effectiveness; usinagem; produção.

ABSTRACT

The content of this work aims to implement the OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator in a machining line for the identification of bottlenecks in production. The steps will address the conceptualization of production systems, the structuring of OEE and what benefits are gained with its implementation. The work was developed through bibliographic research, mainly by consulting international materials on the subject. The implementation was done through stages of OEE development, starting with the field research of the current situation, soon afterwards making the employees aware of the OEE indicator and the importance of the correct marking of information. With the conclusion of these steps we started to collect the production data and finally to analyze it. As a conclusion, it was noted that with the application of the tool there was an improvement in equipment efficiency and the emergence of new ideas for improvements in the production process

Key-words: OEE; Overall Equipment Effectiveness; machining, production.

LISTA DE TABELAS

Figura 1 - Tabela de aplicação do TPM Parte I.....	18
Figura 2- Tabela de aplicação do TPM Parte II	19
Figura 3- Tabela do Sistema ISIA - Relatório de apontamento de MO x OP	32
Figura 4- Relatório OEE.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA OEE.....	13
2.1	Sistema produtivo.....	13
2.1.1	Modos de produção	13
2.1.2	Produção larga escala sistema Taylor/Ford.....	14
2.1.3	Produção sistema Toyota.....	14
2.2	Estruturação do OEE	15
2.2.1	OLE	16
2.2.1.1	História	16
2.2.1.2	Benefícios	16
2.2.1.3	Implementação	17
2.2.2	TPM.....	17
2.2.2.1	História	17
2.2.2.2	Benefícios	18
2.2.2.3	Implementação	18
2.2.3	SMED.....	19
2.2.3.1	História	20
2.2.3.2	Benefícios	20
2.2.3.3	Implementação	21
2.3	Vantagem do OEE.....	22
3	METODOLOGIA.....	24
4	COLETA DE DADOS, ANÁLISE E RESULTADOS.....	31
4.1	Situação inicial atual	31
4.2	Implementação	32
4.2.1	Análise e mapeamento do processo produtivo	32
4.2.2	Conscientização dos colaboradores.....	33
4.2.3	Coleta de dados	33
4.2.4	Cálculo inicial do OEE na linha de produção	35
4.2.5	Refugos na aplicação do método.....	36
4.2.6	Definição de métodos e ferramentas	36
4.2.7	Plano de Ação.....	36
4.2.8	Objetivos e ações.....	37
4.3	Resultados	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE	43

1 INTRODUÇÃO

Observando o mercado atual, as novas demandas dos clientes e a necessidade de ter mais disponibilidade de máquina para atender novos produtos, a implantação do estudo de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) torna-se de extrema importância. Com esta técnica é possível identificar diversas deficiências na gestão da produção, desde horas dispendidas em set-up como também atendendo demandas com emergência de clientes. Visando aprofundar a análise sobre este tipo de problema, o trabalho apresentado sobre o tema OEE exemplifica algumas formas de mitigação de gargalos relacionados à gestão da produção. A implantação do indicador de OEE permite que empreendedores, sejam eles de pequeno, médio ou de grande porte, obtenham uma metodologia de ponta em seu parque fabril, entregando de forma simples resultados reais e problemas solucionáveis com ferramentas de conhecimento de mercado.

É considerado um índice indispensável no mercado, pois apresenta gargalos do processo de produção com análises simples permitindo assim que a ação rápida possa reduzir gargalos, aumentando os ganhos de produtividade.

Podemos classificar este trabalho como uma pesquisa pois será aplicado na empresa Gernandes Usinagem, com o objetivo de identificar e propor soluções de melhoras nos processos produtivos.

A definição de métricas para medir a produtividade das instalações fabris tem sido um importante campo de pesquisa nas últimas décadas, como por exemplo, SMED, TPM, Yamazumi, Ishikawa entre outros. Para atender às demandas de um mercado em constante mudança, ineficiências e perdas ocultas do processo produtivo devem ser detectadas e eliminadas rapidamente, a partir da análise de métricas de eficiência capazes de avaliar o quão bem os equipamentos são explorados em comparação com seu potencial teórico.

Por meio da implementação do OEE, estima-se que seja possível otimizar tempos de processos de produção e a identificação de gargalos, possibilitando assim a implementação de melhorias no processo produtivo para mitigação de problemas e atingindo padrões mercadológicos necessários para o cenário mundial atual.

Com base em Silva (2009), foi realizada a uma pesquisa de campo em uma empresa nacional de pequeno porte, que apresentava dificuldades no controle de tempos dos seus processos produtivos, o que acarretava uma redução da sua produtividade total. O objetivo deste estudo é medir a eficiência e a eficácia de equipamentos de processo de usinagem, por

meio de levantamento de campo, buscando informações diretamente com os operadores da linha de produção e gerentes das áreas.

A eficiência dos equipamentos empegados no processo de produção, tendo seu índice de eficiência em limites pré-estabelecidos e com padrões de acima de 85%, tende a determinar que a máquina está otimizada e com resultados positivos para a empresa, permitindo entregas na data pré-estabelecida, com a qualidade definida pelas especificações do cliente final.

2 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA OEE

Neste capítulo serão apresentadas algumas metodologias de modelos de produção que foram fundamentais para o desenvolvimento e o aperfeiçoamento da ferramenta que hoje é conhecida como OEE.

2.1 Sistema produtivo

Entendemos produção como a transformação de material bruto em algo para atender determinadas demandas no momento que foi necessário, seja ela um simples prego ou um foguete com tecnologia para aterrissagem sem interferência humana, apenas com uso de sensores. Toda organização precisa produzir algo para sobreviver no mercado, cada organização tem o seu modelo próprio de produção e tudo tem variação com a sua capacidade produtiva.

De acordo com Shingo (1996 apud SUGAI et al., 2007) a definição de produção é entendida como uma rede funcional de diversos processos e operações. Para ele, processo é a transformação de matéria prima em componentes semiacabados e posteriormente produtos. Já a operação é todo aquele trabalho que foi ou é necessário para realmente efetivar esta transformação independente do seu tamanho.

Ainda segundo Shingo (1996 apud SUGAI et al., 2007), todas as empresas devem buscar sempre a redução de custos, tendo um programa corporativo dedicado a este assunto. Tendo custos menores, podem ter produtos a preço menor que os seus concorrentes e se manterem no mercado. O objetivo da empresa deve ser o aumento constante de seus lucros, atuando na tríade preço, prazo e qualidade.

2.1.1 Modos de produção

Em 1988, segundo Marx, o modo produtivo foi desenvolvido a fim de viabilizar uma melhor organização e uma maneira de produção ligada ao homem, buscando atender e garantir determinadas demandas de materiais conforme a necessidade específica e de cada momento, de acordo com a sua capacidade produtiva. O modo de produção enxergar uma realidade, porém não de forma completa e integral, é vista de maneira bruta, com existência

em diversificados grupos de produção, com diversas características, que tem suas variações através dos momentos históricos quais foram implantadas e definidas.

Compreendendo os modos de produção, é possível afirmar que durante a evolução da sociedade, foram criadas diversas classificações para o entendimento sobre o que é produção e como cada etapa poderia ser mensurada, de forma a melhorar os processos e ganhos produtivos. Desta forma, pode-se concluir que o conceito de produção foi usado diversas vezes para organizar a sociedade de forma geral, utilizando de experiências passadas para que não houvesse a repetição de erros e resultados negativos.

2.1.2 Produção larga escala sistema Taylor/Ford

Taylorismo: assim pode ser nomeado o sistema de produção que teve origem com Frederick. W. Taylor (1856 - 1915), considerado o grande mentor da evolução do trabalho industrial e da organização científica do trabalho. O Taylorismo foi muito utilizado com o objetivo de melhorar práticas de trabalho e sua implementação tem como objetivo principal buscar melhores resultados econômicos para a empresa.

Fordismo foi alavancado por Henry Ford (1863 – 1947), conhecido por fundar a *Ford Motor Company*. O Fordismo ficou conhecido por ser um modelo de produção em série, que possuía laços de dependência com Taylor. Quando foi instituído o modelo Ford de produção, suas linhas de montagem possuíam esteiras rolantes, onde cada colaborador desempenhava a mesma rotina e a mesma função diariamente e repetitivamente. Esse modelo tinha a desvantagem de depender de grandes investimentos para vigorar suas instalações.

2.1.3 Produção sistema Toyota

Com a evolução do mercado, sempre buscando a produção de mais com menos, buscando eliminar toda e qualquer possibilidade de desperdício, seja ele excesso de pessoas, estoques, equipamentos e gastos administrativos. Obteve-se o rascunho do modelo Toyota de produção. Neste modelo, os funcionários adquirem a cultura de produção com melhorias contínuas, procurando assim atender o seu cliente da melhor forma. Segundo Ohno (1996) os quatro principais pilares que embasam a filosofia Toyotista são:

- Todo e qualquer trabalho deve ser especificado e segmentado todo o processo, até se chegar ao resultado.
- Toda relação entre o cliente e o fornecedor deve ser direta, e de forma simples para solicitar e receber propostas.
- Toda mudança ou melhoria, deve ser implementada através de métodos científicos, sob observação e orientação de um instrutor especializado, mesmo que seja no nível organizacional mais baixo.
- O caminho para qualquer produto, deve ser simples e direta.

O sistema Toyota não pode ser considerado apenas como uma técnica para se chegar ao estoque zero, pois o sistema é apenas uma ferramenta que busca eliminar toda e qualquer forma de desperdício. O maior motivo para aplicação desse sistema é a prevenção de perdas que estariam previstas de forma a melhorar o foco de mais com menos.

2.2 Estruturação do OEE

O OEE é um indicador de desempenho chave (*Key Performance Indicator*) que é definido como o produto matemático não dimensional de disponibilidade, desempenho e qualidade. De forma simples, pode-se definir o OEE pela fórmula:

$$\text{Disponibilidade} \times \text{desempenho} \times \text{qualidade} = \text{OEE}.$$

A métrica originou-se no Japão na década de 1960 como uma ramificação do movimento de controle de qualidade. Não foi exatamente um sucesso do dia para a noite, mas a veio ganhando popularidade desde aquela data. Há variações em como esses cálculos são aplicados. Algumas empresas medem a disponibilidade em um padrão 24/7, ou seja, considerando a produção sendo realizada 24 horas por dia, sete dias por semana, independente da demanda. Outras empresas ajustam o cálculo para medir a disponibilidade do equipamento apenas durante os horários em que realmente conseguiria produzir.

2.2.1 OLE

OLE (*Overall Labor Effectiveness*), também conhecido como Eficiência Global de Mão de Obra, é mais um KPI que ajuda a indústria a obter uma resposta sobre sua eficiência global. É um dos mais valiosos, tanto pela sua importância quanto sua complexidade de medição.

2.2.1.1 História

Após a revolução industrial nos séculos XVIII e XIX, em que ocorreu a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e a produção partiu para a escala industrial, com grandes volumes e repetibilidade. Este novo uso das máquinas deixou a herança da evolução tecnológica que se mantém até os dias atuais. Entretanto, mesmo com todo o avanço em tecnologia e maquinário, ainda existem processos nos quais é necessária a utilização de mão de obra humana, seja ela para manipular, operar ou montar produtos.

Com a evolução das capacidades humana e industrial, surge também a necessidade de criar ferramentas que fossem capazes de medir e apontar a eficiência de cada operador no seu posto de trabalho. Logo surge o OLE, métrica que auxilia obter respostas para as variáveis e sua eficiência global. De forma a otimizar a mão de obra para atingir o máximo de aproveitamento de cada colaborador, o método faz análises de quantificação e apresenta diagnósticos e previsão de eficiência de mão de obra, uma vez que consegue representar a alta variação dentro do processo produtivo.

2.2.1.2 Benefícios

O OLE permite que as empresas analisem o efeito cumulativo de três fatores que sofrem impactos da mão de obra, são eles: qualidade, desempenho e disponibilidade, com o objetivo de redução de custo e identificação de oportunidades buscando maior lucratividade.

2.2.1.3 Implementação

O resultado do OLE é obtido através da multiplicação dessas três variáveis: disponibilidade (Di), desempenho (De) e qualidade (Q).

Entende-se assim que o OLE complementa o OEE, já que evidencia os desvios relacionados ao homem, que não são facilmente detectados apenas com o OEE, uma vez que não está diretamente ligado com a capacidade do equipamento. O OLE pode ser ainda a única alternativa no caso de processos industriais que não envolvem máquinas, ou seja, aqueles em que são utilizados apenas o trabalho manual ou intelectual do homem.

Na implantação do OLE, a resistência das pessoas quanto ao monitoramento e medição de sua eficiência, de maneira similar às máquinas, é uma barreira a ser quebrada e superada. Esta relutância pode ser ainda maior quando o OLE é implementado em ambientes não industriais. Uma das estratégias para mitigar esta dificuldade é manter a comunicação clara e constante do porquê estão sendo feitas as medições e ainda que os ganhos serão para todos.

2.2.2 TPM

O TPM (*Total Productive Maintenance*) é uma metodologia de gestão industrial que foi iniciada por Seiichi Nakajima, autor de vários livros como TPM Tenkai e TPM Nyumon publicados entre 1982 e 1984. Nestes livros, publicações importantes no Japão através do *Japan Institute of Plan Maintenance* (JIPM), são apontados todos os processos para criação de uma metodologia TPM (CHIARADIA, 2004).

2.2.1.1 História

A Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão durante a década de 70, mas começou a ser apresentada no Brasil apenas no final de 1986. As finalidades do TPM conforme estabelecido pelo *Japan Institute of Plan Maintenance*, são: busca pela eficiência máxima da produção; busca por zero acidentes, defeitos; envolvimento de todas as áreas na implantação da ferramenta; inclusão de todos na empresa, da alta direção aos operadores; estabelecimento de ações direcionadas a meta “Zero perdas” (SUZUKI, 1992).

2.2.1.2 Benefícios

Obtemos diversos resultados positivos com a aplicação da metodologia TPM, a metodologia contribui claramente para o desenvolvimento no trabalho fabril, aprimoramento intelectual e novas projeções para funcionários da empresa (NAKOSATO, 1994).

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 fizerem uso.

2.2.1.3 Implementação

Estudos apontam que a metodologia só apresenta os resultados esperados quando as doze etapas das quatro fases da aplicação do processo são rigorosamente seguidas. Dentre as decisões e as etapas, são necessárias decisões que dependem do primeiro escalão da empresa e da maximização de recursos disponíveis na empresa.

Na Tabela 1 apresentada abaixo temos o demonstrativo dos seis primeiros passos, dos quais foram atribuídos para fase de preparação os passos de um a cinco.

Figura 1 - Tabela de aplicação do TPM Parte I

Fases	Etapas		Conteúdo
Preparação	1	Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação do TPM.	. Uso de todos os meios de comunicação disponíveis.
	2	Educação, treinamento e divulgação do início da implementação.	. Seminários para a gerência; . Vídeos para os operadores.
	3	Estruturação das equipes de multiplicação e implementação.	. Identificação das lideranças e montagem dos comitês.
	4	Estabelecimento da política básica e metas do TPM.	. Identificação das grandes perdas e definições dos índices relativos ao PQCDSM.
	5	Elaboração do plano diretor para implementação do TPM	. Detalhamento do plano.
Introdução	6	Lançamento do projeto empresarial TPM.	. Convite a fornecedores, clientes e empresas afiliadas.

Fonte: Elaborada pelo grupo (2021)

Na Tabela 2, apresentada abaixo temos os outros seis passos para finalização da implementação sendo cinco deles na etapa de introdução e o último passo para a etapa de consolidação.

Figura 2- Tabela de aplicação do TPM Parte II

Implantação	7	Sistematização para melhoria do rendimento operacional.	<ul style="list-style-type: none"> . Incorporação das melhorias específicas; . Condução da manutenção preventiva e autônoma; . Educação e treinamento em cascata de todos os envolvidos com a implementação com foco na autonomia da equipe.
	8	Gestão antecipada.	<ul style="list-style-type: none"> . Prevenção da manutenção com o controle da fase inicial dos equipamentos e do custo do ciclo de vida; . Prevenir perdas crônicas.
	9	Manutenção da Qualidade.	<ul style="list-style-type: none"> . Foco nas falhas frequentes e ocultas e nos processos que afetem a qualidade do produto e das entregas.
	10	Melhoria dos processos administrativos.	<ul style="list-style-type: none"> . TPM de escritórios, revisão das rotinas administrativas com base na eliminação de perdas.
	11	Segurança, Saúde e Meio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> . Ações de recuperação e prevenção de riscos a saúde e segurança dos operadores e do meio ambiente.
Consolidação	12	Aplicação total do TPM.	<ul style="list-style-type: none"> . Obtenção de resultados que demonstrem o alcance e a manutenção da excelência em TPM; . Candidatura ao Prêmio de excelência JIPM.

Fonte: Elaborada pelo grupo (2021)

2.2.3 SMED

O SMED (*Single Minute Exchange of Dies*), é um método que tem como objetivo reduzir o tempo necessário para execução da operação de *set up*, de forma que preparação de máquinas ou linhas de produção não tomem mais tempo do que o absolutamente necessário. O objetivo é que o tempo seja inferior a dez minutos, ou seja, um número expresso em um único dígito.

Em fábricas onde uma máquina é alternada entre vários tipos de ferramentas (uma para produzir cada produto), o tempo de troca das ferramentas pode acarretar um alto *lead*

time, diminuindo assim a produtividade. Para reduzir esse efeito e diminuir o tempo de *set up*, foi desenvolvida a metodologia SMED.

2.2.3.1 História

Ao analisar as atividades de troca de matrizes de uma prensa, Shingo (1996) identificou e classificou como *set up* interno o conjunto de atividades realizadas com a máquina parada e *set up* externo como o conjunto de operações realizadas com máquina em funcionamento. Após exigência da diretoria da Toyota, aplicaram-se mais esforços na redução do tempo, gerando o conceito de conversão de *set up* interno em *set up* externo, isto é, a transferência de algumas atividades com a máquina parada para o momento que esta estivesse em funcionamento. Por fim, a terceira e última etapa ocorreu em 1969 na *Toyota Motors Company*, em que cada operação de *set up* de uma prensa de 1.000 toneladas exigia quatro horas de trabalho, enquanto uma prensa similar na *Volkswagen* exigia apenas duas horas. A quarta etapa foi no estaleiro da *Mitsubishi Heavy Industries*, em Hiroshima no ano de 1957, na qual foi realizada a duplicação de ferramentas para que o *set up* fosse feito separadamente. Conforme relato do autor, apesar da euforia com o resultado, esta etapa de trabalho não contribuiu diretamente para formar o corpo da metodologia. Dessa forma, houve uma considerável redução do tempo da máquina parada para apenas três minutos.

No relato da criação do SMED, Shingo distingue três etapas para o desenvolvimento da metodologia que foi concebida ao longo de 19 anos (SHINGO, 1985). Esta sigla traz aglutinado um conceito e uma meta de tempo: troca de matrizes em menos de dez minutos. Em uma primeira fase de seu trabalho de consultoria, Shingo conseguiu uma redução desse tempo para 90 minutos. Shingo criou sua metodologia, que na versão em inglês recebeu a sigla SMED, iniciais de "*Single Minute Exchange of Dies*".

2.2.3.2 Benefícios

Com a redução de prazo de entrega, obtendo-se um *set up* rápido com o uso do SMED, é possível aumentar muito a flexibilidade da produção, permitindo trabalhar com vários lotes pequenos de produção no mesmo dia, ao invés de poucos lotes grandes, reduzindo o prazo de entrega. Com o tempo de preparação inferior a 10 min, os supostos “ganhos de

custo” com o rateio do tempo de preparação na produção de grandes lotes torna-se irrisório, derrubando-se assim uma visão antiga de produção de “lote econômico”, que era utilizada para reduzir custos de produção.

Estoques menores, com um tempo de *set up* rápido obtido através do SMED, é possível trabalhar com níveis de estoque muito menores e em caso de necessidade, rapidamente produzir um novo lote para atender a demanda. Com isso é possível ter almoxarifados e estoques menores, que por sua vez resultam em menores investimentos em áreas de armazenagem e movimentação de materiais.

Com a utilização do SMED, todo o processo de preparação é analisado e otimizado com o objetivo também de conseguir já nas primeiras peças produzidas o nível de qualidade especificado, entregando uma melhoria na qualidade. Ou seja, o correto uso das técnicas de SMED reflete igualmente na redução significativa dos índices de refugo. Com um estoque menor, as peças também ficam armazenadas por menos tempo e os custos de forma geral são reduzidos, com impacto na lucratividade.

Aumento do desempenho do OEE, com tempos reduzidos *set up* obtido pelo SMED, é possível obter um impacto direto na melhoria de produtividade, uma vez que as máquinas e linhas de montagem param por um tempo menor durante as preparações, restando mais tempo para produção, aumentando assim o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

2.2.3.3 Implementação

Para implementação do SMED, precisamos de seis passos até sua conclusão, são eles:

- Conhecer a operação atual – Independentemente da existência de um procedimento para esta operação, para o SMED é de extrema importância, acompanhar, observar e registrar cada etapa do *set up*, envolvendo diferentes linhas de produção, turnos e operadores;
- Examinar a operação atual de *set up* – após a etapa acima, em que todas as informações sobre o *set up* foram coletadas, deve-se agora realizar uma análise a fundo com a maior atenção possível, dividindo as atividades do *set up* interno e o *set up* externo;
- Otimizar operação dos *set up*'s (interno e externo) – Compreendida e destrinchada todas as atividades de *set up* interno e externo, o objetivo da

terceira fase do SMED é otimizá-las, de modo que cada uma das tarefas conhecidas e executadas passem por uma sequência criteriosa de cumprimento: eliminar, combinar, reduzir ou simplificar;

- Ensaio e exame da nova operação de *set up* – Depois de conquistar um modo mais eficiente de executar o *set up* por meio da otimização das atividades internas e externas, a próxima etapa do SMED é ensaiar a nova operação de *set up* em diferentes turnos, operadores, linhas de produção e produtos;
- Uniformizar a nova operação de *set up* – O tempo de *set up* já foi reduzido drasticamente nos processos envolvidos na aplicação do SMED. Agora, a tarefa é garantir que o cumprimento deste novo procedimento seja de fato mantido pelos operadores. Para isto, o emprego de um simples e objetivo PP (Plano de Processo) em conjunto com a ilustração de um fluxograma de imagens, ajudam a manter a constância da operação de forma padrão e rotineira;
- Estabelecer um sistema de desempenho - melhorado o tempo de *set up*, a busca posterior por ainda mais ganhos produtivos e de qualidade deve continuar. Neste caso, o emprego de um sistema de desempenho que revele e estimule as reduções de tempo de *set up* é uma ótima dica para alcançar metas cada vez mais competitivas através do SMED.

2.3 Vantagem do OEE

Com o OEE, é possível passar a controlar a produtividade das máquinas de forma estratégica. Entendendo a velocidade e qualidade da produção, é possível maximizar o desempenho dos equipamentos, melhorando a capacidade de entrega e tornando-os mais rentáveis. Também é possível com o OEE a identificação de diferentes perdas e eliminação destas com a busca por um ambiente de desempenho global.

Como vantagens da aplicação e da utilização do OEE, é obtido um melhor aproveitamento das máquinas, com ganhos de horas para trabalhar mais itens e com isso abrir mercado. Também é possível obter uma melhor utilização do tempo, ou seja, com menor necessidade de trabalho e maior rendimento. Com isso, a entrega é mais precisa e com menos esforço. Ainda é possível obter redução dos gastos com falhas e manutenções, melhoria no controle de qualidade dos produtos produzidos, uma vez que são entregues peças com mais

qualidade em um padrão elevado, com menor índice de reprovação. É possível também garantir e prever com mais assertividade as datas de entregas, agradando os clientes e abrindo mais espaço para novos itens e novas programações. Por último, mas não se limitando a apenas esses pontos, verifica-se o custo de retrabalho em queda (peças com menos defeitos), o que reduz custos de retrabalhos, aumentando os ganhos.

3 METODOLOGIA

Para implementação do OEE é necessário o conhecimento de diversas ferramentas da qualidade e de produtividade e foi feito uso das mais conhecidas e de outras como descrito a seguir, conforme planejamento por fases.

Durante a avaliação de desempenho, disponibilidade e qualidade do equipamento, de forma gera a implementação do OEE utilizamos de diversos métodos, ferramentas e as metodologias já abordadas no trabalho fizemos o uso das seguintes ferramentas da qualidade que nos auxiliaram principalmente na produção.

Segundo o NAKAGAWA o 5W2H é uma ferramenta prática que auxilia a todos que desejam colocar um plano em ação. Através dela é possível realizar um plano de negócio tático e operacional. O método consiste em sete perguntas:

- O quê?
- Quem?
- Onde?
- Por quê?
- Quando?
- Como?
- Quanto?

A ferramenta 5W2H tem seu uso comum em diversas empresas, para composição de planos de ação que entrega respostas rápidas e eficientes para o problema seja ele qual for e atende a vários segmentos.

Segundo CHIERS e BUNDER (2019), a metodologia 8D visa solucionar problemas que outras ferramentas acabam não conseguindo atuando com ênfase em melhores resultados para problemas reincidentes. A metodologia se faz pela composição de oito etapas, sendo elas:

- Definição da equipe;
- Descrição do problema;
- Ação de contenção;
- Análise de causa raiz;
- Planejamento das ações de correção;
- Comprovação da eficácia das ações;

- Ações preventivas;
- Análise do encerramento;

Segundo Ghinato (1996), Poka Yoke, é um método que impede a execução irregular de uma atividade. O método que compõem as ferramentas de qualidade e produção que tem como principal objetivo a capacidade de prevenir falhas e riscos.

Através do uso das ferramentas 5W2H, 8D e Poka Yoke, foi possível realizar a solução de problemas crônicos da produção, tais como faltas de ferramentas, as ferramentas não estarem no mesmo lugar após certo tempo, quebras surpresas de ferramentas, o aparecimento da necessidade de uma ferramenta que já existia entre outros, tudo isso em conjunto com o SMED a técnica que busca otimização de cada minuto durante a preparação das máquinas, o que para nós era um gargalo, peças de baixíssima complexidade com tempo de set-up entre uma hora e uma hora e meia, podendo chegar até duas horas em alguns casos.

Com o nosso acompanhamento diário durante alguns meses no chão de fábrica podemos identificar os problemas acima citados, propomos o desenvolvimento de um espaço reservado pra pré-set-up, espaço qual é destinado a pré preparação da máquina, momento em que ocorreram problemas de falta de ferramentas, de forma simples, nesse momento caso haja alguma falha ou alguma ausência de ferramenta, ainda temos tempo para conseguir, para que quando a peça for entrar na máquina a ferramenta faltante já esteja liberada, com as informações e configurações corretas para ganho de tempo na produção, e neste caso ainda no set-up.

Foi construído um espaço que contempla algumas ferramentas e armários que julgamos necessários junto com a direção da empresa, neste espaço foi alocado um moto-esmeril, uma bancada pequena, uma morsa, um armário tipo colmeia, com 150 gavetas, uma prancha de madeira para disposição de ferramentas como martelos e alicates, após a finalização da instalação deste ambiente foi realizado o acompanhamento de alguns set-ups, propositalmente realizamos alguns sem a utilização desta sala e alguns de maior complexidade com o uso deste novo ambiente que a empresa forneceu. Com esse acompanhamento, não se limitando apenas a esse espaço e sim a outras mudanças que trataremos mais a frente, foi possível observar um ganho de disponibilidade e redução muito significativo, como podemos observar abaixo:

Data 06/05/2021 – Sem o pré set-up

Item: CAASP6179-01 – CUP HOLDER

QTD LOTE – 12 PCS

Tempo de SET-UP: 168 minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 7 ferramentas

Máquina Utilizada: Index MC400 – Ref. Torno CNC 3.

Ordem de Produção: 000002456.000.000

Data 13/10/2021 – com o pré set-up

Item: CAASP6179-01 – CUP HOLDER

QTD LOTE – 18 PÇS

Tempo de SET-UP: 82 minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 7 ferramentas

Máquina Utilizada: Index MC400 – Ref. Torno CNC 3.

Ordem de Produção: 000004169.000.000

Data 28/06/2021 – Sem o pré set-up

Item: G265.02 – Pinhão

QTD LOTE – 45 PÇS

Tempo de SET-UP: 114 minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 4 ferramentas

Máquina Utilizada: Index MC400 – Ref. Torno CNC 4.

Ordem de Produção: 000002945.000.000

Data 21/10/2021 – com o pré set-up

Item: CAASP6179-01 – CUP HOLDER

QTD LOTE – 18 PÇS

Tempo de SET-UP : 76 minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 4 ferramentas

Máquina Utilizada: Index MC400 – Ref. Torno CNC 4.

Ordem de Produção: 000005453.000.000

Com esses resultados e de outros set-ups acompanhados e cronometrados, a direção da empresa junto com a nossa equipe estabelecemos um novo patamar de set-up, e julgamos indispensável o uso da sala para os set-up, foi determinado uma rotina diária do pessoal do PCP em conjunto com o responsável do setor, onde é necessário que o próximo item que será produzido seja informado antes da metade do lote que já está em produção, e esse que seguirá

para produção já deve estar com toda documentação pertinente pronta, liberada no sistema ERP (ISIA), com o PPG (Plano de Processo Gerencial) para que seja realizado seu pré set-up.

Utilizamos o método Yamazumi que consiste em uma técnica japonesa que em tradução direta significa empilhar, o principal benefício desse método é reequilibrar rapidamente o processo quando o ritmo é alterado e permite que qualquer operação que esteja sobrecarregada fique fácil de ser identificada na pilha de tempo.

Com o nosso maior gargalo na parte produtiva o estudo teve uma ênfase nessa etapa do processo, com o Yamazumi podemos observar que tínhamos uma demanda de tempo acima do esperado além do set-up, na busca pelo programa da peça e na liberação da primeira peça, itens que também compõem o tempo do set-up mas envolvem outros departamentos como qualidade e o pessoal do CAD/CAM, como podemos observar abaixo, o acompanhamento de alguns dos set-up realizados no mês de julho, onde realizamos o acompanhamento e fizemos as medições:

Data 12/07/2021 – Sem Yamazumi aplicado

Item: 3.PE.0445-S – Pino Alma

QTD LOTE – 1500PÇS

Tempo de SET-UP : 48 minutos

Tempo Perdido Analisando e Avaliando o Programa: 12 minutos

Tempo de Liberação pela qualidade da primeira peça: 4 minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 2 ferramentas

Máquina Utilizada: Ergomat TND180 – Ref. Torno CNC 5

Ordem de Produção: 000003174.000.000

Data 28/09/2021 – Com Yamazumi aplicado

Item: 3.PE.0445-S – Pino Alma

QTD LOTE – 1500PÇS

Tempo de SET-UP : 52 minutos

Tempo Analisando e Avaliando o Programa: 8 minutos

Tempo de Liberação pela qualidade da primeira peça: 6 minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 2 ferramentas

Máquina Utilizada: Ergomat TND180 – Ref. Torno CNC 5

Ordem de Produção: 000003974.000.000

Data 10/08/2021 – Sem Yamazumi aplicado

Item: 20030034 – Eixo Rodado

QTD LOTE – 800PÇS

Tempo de SET-UP : 62 minutos

Tempo Analisando e Avaliando o Programa: 18minutos

Tempo de Liberação pela qualidade da primeira peça: 7minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 3 ferramentas

Máquina Utilizada: Ergomat TND180 – Ref. Torno CNC 5

Ordem de Produção: 000003174.000.000

Data 04/10/2021 – Com Yamazumi aplicado

Item: 20030034 – Pino Alma

QTD LOTE – 850PÇS

Tempo de SET-UP : 54 minutos

Tempo Perdido Analisando e Avaliando o Programa: 4 minutos

Tempo de Liberação pela qualidade da primeira peça: 6 minutos

Total de Ferramentas Utilizadas: 3 ferramentas

Máquina Utilizada: Ergomat TND180 – Ref. Torno CNC 5

Ordem de Produção: 000004042.000.000

Levando o Yamazumi para o chão de fábrica concluímos, realizando a aplicação de forma que se encaixe no modelo de produção da empresa, realizamos a redução do que foi classificado como “Não agrega valor e pode ser eliminado”, como observado nos dois casos acima, o tempo que se perdia realizando análise do programa que estava no nosso sistema, pois cada preparador que tivesse uma ideia nova gerava um novo programa, isso foi eliminado realizando a otimização do processo quando o item entra em máquina, com o Yamazumi isso foi facilmente identificado, esse gargalo na empresa, onde o tempo para ter confiança que aquele era o último programa ou que era o programa correto para aquela máquina era muito longo.

Com isso a direção também nos permitiu criar uma rotina para arquivar os programas que, nas condições de ferramentais e das máquinas que a empresa tem atual, fosse o mais otimizados possível, com avanços e incrementos, movimentações em G00 entre outros.

A rotina consiste em, o item entra em máquina por um preparador, o líder do setor, após a liberação vai até a máquina realizada as anotações de parâmetros que são variáveis de cada item, faz essa anotação no cabeçalho do programa, portanto, as informações de castanha, de data, tempo de ciclo, pressão da placa, quais as ferramentas e em qual máquina passam a ficar destacadas no cabeçalho do programa e esse programa vai para um novo diretório criado com um número sequencial, qual aquele número será seu número de série, a próxima programação, pode ser em um dia ou em um ano, que será esse mesmo programa, só sofrerá alteração caso seja realizada a aquisição de uma nova ferramenta mais moderna ou de uma máquina mais moderna, que ganhe mais tempo e otimize a produção com ganhos significativos, caso contrário, aquele será o programa para aquela peça na máquina qual está sendo programada e preparada.

Spaghetti é uma ferramenta de uso em conjunto com *lean manufacturing* é essencial para empresas que buscam se manter atualizadas e modernas, essa ferramenta trabalha diretamente ligada ao *layout* da empresa, tem como finalidade a eliminação de desperdícios, permitindo a visualização de perda com deslocamento.

Já em vista de melhorias antes mesmo do início da aplicação do OEE na empresa, os diretores realizaram uma mudança de layout, qual envolveu oito das dezesseis máquinas no seu pátio fabril, essa mudança trouxe uma possibilidade dos operadores e preparadores tivessem o acesso de forma mais fácil as máquinas, hoje um mesmo operador tem capacidade de operar até três máquinas ao mesmo tempo, pois a disposição está muito melhor.

Com isso o gargalo da hora do almoço, acabou por ser reduzido tendendo a zero, de forma que quando a equipe está cheia, cada operador trabalha em sua máquina e nas horas que temos a equipe reduzida as 8 máquinas seguem em operação mesmo com metade do quadro, isso nos permite rodar as jornadas mais completas, que no caso da empresa são de dezesseis horas, enquanto antes, era de apenas entre treze e quatorze horas, essas duas horas geram um ganho de disponibilidade e um ganho de produtividade baixo quando avaliado diariamente, no entanto, quando o cenário e o período de avaliação passa para um mês, ou dois meses, conseguimos enxergar um ganho de quase 2 dias completos de produção chegando próximos de quarenta e duas horas a mais de produção mensal.

Durante a implantação, foram utilizados os dados fornecidos pelos operadores e pelo sistema de gestão ERP (*Enterprise Resource Planning*) que a empresa já utiliza, de desenvolvimento da empresa ISIA, indicado para indústrias de pequeno e médio porte. Este ERP apresenta apontamento com riqueza de detalhes, indicando dados por colaborador, maquinário, horas, minutos, segundos, processo do item e do maquinário.

A empresa escolhida para avaliar os ganhos com a implantação da metodologia OEE é a Gernandes Usinagem, localizada no município de Santo André, no estado de São Paulo. A empresa foi fundada em 1996, fruto da lacuna deixada por várias empresas similares que tiveram dificuldades econômicas advindas do momento de ajuste proporcionado pelo Plano Real.

A empresa produz eixos usinados e retificados, pinos guia, flanges, polias e buchas fresadas, usinadas e retificadas. A produção é feita em tornos automáticos, tornos CNC e centros de usinagem. Os principais clientes estão nas indústrias agrícolas, construção civil, energia e florestal.

A empresa é detentora da certificação ISO 9001 no escopo de Usinagem de Peças Seriadas e Montagem de Conjuntos desde 2004, o que indica sua atenção para a qualidade.

A empresa vem passando por grandes reformulações em seu quadro de colaboradores, tendo o ano de 2021 sido marcado por muitas dificuldades, impostas pela pandemia de Covid-19 e todas as consequências econômicas que vieram na esteira dos acontecimentos ligados a esta pandemia. A Gernandes hoje conta com 41 colaboradores, sendo que destes, 32 estão alocados em sua área produtiva, parte em maior crescimento e que vem passando por maiores alterações.

Hoje, a Gernandes detém uma carteira de clientes bem ampla e diversificada, o que torna ainda mais interessante o desafio de cálculo de OEE, uma vez que a empresa apresenta diversos itens de modelos, tamanhos, formatos e materiais diferentes. Essa característica acaba dificultando a obtenção de um padrão de processos produtivos, pois muitos dos itens são semelhantes, no entanto cada um deles precisa ser tratado com o seu detalhe.

No momento da realização do estudo, a produção na Gernandes apresenta tendência de alta, com muitos de seus clientes apostando cada vez mais em sua capacidade. No entanto, o crescimento requer investimentos que por sua vez dependem de um certo tempo de entrega e início das atividades para melhorar a produtividade.

4 COLETA DE DADOS, ANÁLISE E RESULTADOS

Buscando manter a empresa competitiva, os gestores da Gernandes têm a mentalidade de que é necessário desenvolver seus processos produtivos. Mas para que tal evolução seja possível, é necessário um estudo de onde se parte. Para que se possa traçar um plano de desenvolvimento e modernização. Caso contrário, entrariamos no dilema da Alice em “No país das maravilhas”.

“Se você não sabe para onde ir, qualquer caminho serve.” (Carroll, 1865)

Serão apresentadas neste capítulo todas as etapas do levantamento e coleta de dados para realização do estudo do OEE da empresa. Que nos trará a base para futuros pontos de melhoria.

4.1 Situação inicial | atual

A empresa possui um sistema ERP desenvolvido pela ISIA, que traz apontamentos de informações da produção, que, no entanto, não são utilizados. Na situação inicial o processo da empresa se baseia em controle de peças que deram baixa de saída (com a emissão de nota fiscal), entretanto não são contabilizadas as peças que por algum motivo foram para descarte ou ainda paradas de máquinas. Devido a esse motivo, muitas destas informações apenas são lançadas como se as peças fossem produzidas em 01 segundo.

Figura 3- Tabela do Sistema ISIA - Relatório de apontamento de MO x OP

DADOS DO APONTAMENTO DE MÃO DE OBRA										
ordem fabricação	data / hora lancto.	funcionário	processo	seq.	recurso	ferramenta	cód. produto	c. custo	parada	qtd. bx.
0000001788.000.000	2021-05-08	256	01836	20	A1		ACW1376070	50000001	NÃO	430,00
0000001788.000.000	2021-05-11	260	01836	30	B.INS		ACW1376070	50000001	NÃO	0,00
0000001788.000.000	2021-05-24	242	01836	40	DC4		ACW1376070	50000001	NÃO	7,00
0000001788.000.000	2021-05-24	242	01836	40	DC4		ACW1376070	50000001	NÃO	138,00
0000001788.000.000	2021-05-24	267	01836	40	DC4		ACW1376070	50000001	NÃO	142,00
0000001788.000.000	2021-05-24	267	01836	40	DC4		ACW1376070	50000001	NÃO	118,00
0000001788.000.000	2021-05-25	274	01836	45	FUR2		ACW1376070	50000001	NÃO	255,00
0000001788.000.000	2021-05-25	204	01836	50	B.INS		ACW1376070	50000001	NÃO	256,00
0000001788.000.000	2021-05-25	267	01836	40	DC4		ACW1376070	50000001	NÃO	176,00
0000001788.000.000	2021-05-25	270	01836	70	EXP	0	ACW1376070	50000001	NÃO	256,00
0000001788.000.000	2021-05-26	274	01836	45	FUR2		ACW1376070	50000001	NÃO	184,00
0000001788.000.000	2021-05-26	258	01836	80	EST		ACW1376070	50000001	NÃO	278,00
0000001788.000.000	2021-05-26	204	01836	50	B.INS		ACW1376070	50000001	NÃO	176,00
0000001788.000.000	2021-05-26	270	01836	70	EXP	0	ACW1376070	50000001	NÃO	154,00
0000001788.000.000	2021-05-28	258	01836	80	EST		ACW1376070	50000001	NÃO	220,00
0000001788.000.000	2021-05-31	258	01836	80	EST		ACW1376070	50000001	NÃO	22,00

Fonte: Elaborada pelo grupo (2021)

As informações obtidas através destes relatórios são: ordem de fabricação, data e hora de lançamento, funcionário responsável, processo, sequência, recurso, ferramenta, código do produto, centro de custo, quantidade de peças baixadas, data e hora de início do processo, data e hora de final do processo e hora total do processo.

4.2 Implementação

Para a implementação do indicador OEE, o grupo de trabalho optou por dividir em quatro etapas, que foram divididas da seguinte forma: (1) análise e mapeamento do processo produtivo, (2) conscientização com os colaboradores, (3) coleta dos dados e (4) análise dos dados.

4.2.1 Análise e mapeamento do processo produtivo

Inicialmente para a implementação do indicador OEE (Eficiência Global do Equipamento), os integrantes do grupo compareceram à empresa Gernandes para realizar o acompanhamento e mapeamento dos processos produtivos. Tal acompanhamento foi

realizado em três sábados, sendo o período de produção de 8 horas diárias, totalizando um total de 24 horas de acompanhamento de produção.

Inicialmente o grupo de trabalho foi apresentado ao Diretor de Produção, Sr. Ricardo Garcia Ernandes, que recebeu, apresentou toda empresa e os processos de fabricação para o grupo de trabalho. Durante a apresentação, foi informado de que a empresa já possuía um sistema de apontamento de horas, porém nem sempre os apontamentos são feitos de forma correta. Tal integração foi de suma importância, pois nem todos os integrantes do grupo de trabalho estavam habituados com processos de usinagem na prática.

Após a apresentação da linha, foi realizada uma reunião entre o grupo de trabalho e os representantes da empresa, na qual foram esclarecidos os objetivos da pesquisa aos demais diretores da empresa. Foi alinhado que a expectativa do grupo de trabalho era poder identificar os gargalos na produção e posteriormente sugerir melhorias de processo.

Com o aval para o prosseguimento do projeto, o grupo foi até o chão de fábrica realizar o acompanhamento. Com a conclusão dos três dias, foi possível mapear o processo produtivo de diversos itens. Dentre estes, o grupo escolheu um para análise e desenvolvimento do trabalho.

4.2.2 Conscientização dos colaboradores

O estudo de levantamento de tempo é um processo que deve ser realizado a todo instante. Devido a isso, o grupo de trabalho sabia que era necessário a ajuda de todos os colaboradores da Gernandes para que fosse obtida uma coleta confiável dos dados.

Contando sempre com o apoio da diretoria, foi esclarecido aos operadores das máquinas que o indicador OEE é utilizado na indústria para o apontamento da eficiência dos equipamentos. Juntamente a isso, foi também esclarecido que o objetivo do estudo era verificar essa eficiência através do cálculo de disponibilidade, desempenho e qualidade.

4.2.3 Coleta de dados

Com a conclusão das duas primeiras etapas, foi iniciada a etapa da coleta dos dados. Com a colaboração de todas as partes envolvidas, os dados foram coletados de maneira exímia, pois foram registrados todos os tipos de interferência que afetavam a produção e suas

respectivas quantidades de peças produzidas em boas e más condições. Assim, foi possível gerar o registro de cerca de três meses de produção. Tal período ocorreu do final do mês de maio até o final de agosto/2021, possibilitando assim uma grande massa de dados a ser analisada. Um exemplo dos dados coletados pode ser verificado na Tabela 4.

Figura 4- Relatório OEE

Ordem fabricação	Data / hora lancto.	Funcionário	Processo	Seq.	Recurso	Ferramenta	Código do produto	Centro de custo	Parada	Qtd. bx.	Funcionário	Recurso	Data	Hora	Data	Hora	Tempo de Produção
2.197.000.000	19/08/2021	218 - LEVI	01390 - TORNO 2L (INT)	35	C4 - CNC-4	0	7044753M1 - BUCHA QUADRADA RODADO	50000001 - PRODUCAO	NÃO	15	0	0	19/08/2021	08:38:09	19/08/2021	09:23:41	00:45:32
2.197.000.000	19/08/2021	218 - LEVI	01390 - TORNO 2L (INT)	35	C4 - CNC-4	0	7044753M1 - BUCHA QUADRADA RODADO	50000001 - PRODUCAO	NÃO	0	0	0	19/08/2021	09:24:05	19/08/2021	10:04:54	00:40:49
2.197.000.000	19/08/2021	218 - LEVI	01390 - TORNO 2L (INT)	35	C4 - CNC-4	0	7044753M1 - BUCHA QUADRADA RODADO	50000001 - PRODUCAO	NÃO	45	0	0	19/08/2021	10:06:49	19/08/2021	11:11:42	01:04:53
2.197.000.000	19/08/2021	218 - LEVI	01390 - TORNO 2L (INT)	35	C4 - CNC-4	0	7044753M1 - BUCHA QUADRADA RODADO	50000001 - PRODUCAO	NÃO	0	0	0	19/08/2021	11:12:27	19/08/2021	11:36:20	00:23:53
2.197.000.000	19/08/2021	140 - RENATO	01390 - TORNO 2L (INT)	35	C4 - CNC-4	0	7044753M1 - BUCHA QUADRADA RODADO	50000001 - PRODUCAO	NÃO	16	0	0	19/08/2021	11:36:38	19/08/2021	12:24:36	00:47:58
2.197.000.000	19/08/2021	264 - WILSON PEDRO	01390 - TORNO 2L (INT)	35	C4 - CNC-4	0	7044753M1 - BUCHA QUADRADA RODADO	50000001 - PRODUCAO	NÃO	29	0	0	19/08/2021	13:29:01	19/08/2021	14:06:22	00:37:21
1.871.000.000	19/08/2021	140 - RENATO	01852 - TORNO (INT)	30	C4 - CNC-4		ACW0314990 - PONTEIRA M30X1.5 ISO6149	50000001 - PRODUCAO	NÃO	0	0	0	19/08/2021	14:42:13	19/08/2021	16:20:18	01:38:05
1.871.000.000	19/08/2021	140 - RENATO	01852 - TORNO (INT)	30	C4 - CNC-4		ACW0314990 - PONTEIRA M30X1.5 ISO6149	50000001 - PRODUCAO	NÃO	10	0	0	19/08/2021	16:50:32	19/08/2021	17:52:42	01:02:10
1.871.000.000	19/08/2021	264 - WILSON PEDRO	01852 - TORNO (INT)	30	C4 - CNC-4		ACW0314990 - PONTEIRA M30X1.5 ISO6149	50000001 - PRODUCAO	NÃO	0	0	0	19/08/2021	17:57:55	19/08/2021	18:01:01	00:03:06
1.871.000.000	19/08/2021	264 - WILSON PEDRO	01852 - TORNO (INT)	30	C4 - CNC-4		ACW0314990 - PONTEIRA M30X1.5 ISO6149	50000001 - PRODUCAO	SIM	0	0	0	19/08/2021	18:01:02	19/08/2021	19:02:40	01:01:38
1.871.000.000	19/08/2021	264 - WILSON PEDRO	01852 - TORNO (INT)	30	C4 - CNC-4		ACW0314990 - PONTEIRA M30X1.5 ISO6149	50000001 - PRODUCAO	NÃO	40	0	0	19/08/2021	19:02:40	19/08/2021	21:52:18	02:49:38

Fonte: Elaborada pelo grupo (2021)

O processo de coleta de dados foi estruturado em três passos, conforme a seguir:

- Primeiro passo – As informações que foram coletadas através da folha de produção e do formulário de refugo, que apresenta a responsabilidade dos operadores da máquina e dos equipamentos. Após essa coleta, os dados foram inseridos em uma planilha de OEE.
- Segundo passo – Após o preenchimento completo da planilha de indicativo de produção em que é informado o total produzido de peças.
- Terceiro passo - Com a constante atualização (diária) da planilha e do sistema, é possível verificar todas as perdas e onde estão os principais problemas para os índices de OEE abaixo do esperado.

Após a conclusão destes passos fica disponível a concentração de todos os dados na planilha, podendo ser possível concluir e avaliar erros de coleta de informações, sendo eles

o tempo correto das perdas, o total produzido e a marcação correta na planilha indicativa por parte dos operadores. O departamento responsável pelo apontamento e acompanhamento do projeto e do OEE deverá sempre ficar atento aos números apontados acima e abaixo de 85%. Caso isso ocorra, os dados apontados devem ter um acompanhamento mais próximo e devem revisar todos os apontamentos daquele equipamento.

4.2.4 Cálculo inicial do OEE na linha de produção

Os dados iniciais foram coletados pelos colaboradores da empresa Gernandes em alguns dias da semana e em conjunto com os integrantes do grupo de trabalho aos finais de semana, de modo a permitir a implementação do indicador de OEE na linha de produção.

No final da análise foram coletados alguns dados, como exemplo:

- Tempo planejado de produção;
- Tempo de parada não planejadas;
- Perda de rendimento;
- Quantidade de peças aprovadas pela qualidade versus refugo.

Com base nesses dados coletados pelos apontamentos que foram entregues pelos colaboradores da produção, operadores, preparadores e programadores é possível definir o TPM.

O Grupo chegou ao resultado inicial pelo seguinte modo:

- Disponibilidade = (Tempo de execução/ Tempo total)
- Disponibilidade = $[502469/507840] = 0,989$ [98,9%]
- Desempenho = (Total peças produzidas / Total de peças teóricas)
- Desempenho = $[2094 / 4921,65] = 0,425$ [42,5%]
- Qualidade = (Total de peças ok / Total de peças produzidas)
- Qualidade = $[2064/2094] = 0,985$ [98,5%]

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualdiade$$

$$OEE = 0,989 \times 0,425 \times 0,985 = 0,4104[41,04\%]$$

4.2.5 Refugos na aplicação do método

A eficiência do equipamento é encontrada através das perdas, sendo por gestão ou por refugo produtivo, que tem direta ligação com o método de produção. A eficiência pode também ser direcionada por falha da mão de obra, ferramental não adequado, espera de material ou falha do material.

Contudo, também é possível definir as perdas por planejadas e não planejadas, nas quais temos aquelas por paradas de *set up*, ajuste de ferramentais, liberação da primeira peça do lote. As paradas não planejadas são todas aquelas que surgem durante o dia a dia, como *set up* de emergência, atendimento ao operador, auxílio em *set up* de outro equipamento, por exemplo.

4.2.6 Definição de métodos e ferramentas

Para o desenvolvimento de ideias de melhorias de processo, o grupo de trabalho atuou na definição de quais ferramentas e metodologias seriam implementadas. Foi decidido que as melhores ferramentas e metodologias a serem utilizadas para o processo seriam: SMED, TPM e Melhoria de Layout. A partir disso foi elaborado um plano de ação com as principais atividades a serem realizadas. O Departamento Métodos e Processos constataram como complexidade da operação:

- Operadores possuem dificuldade em navegar no sistema ERP.
- Falta de integração entre equipes de produção e qualidade.

4.2.7 Plano de Ação

O responsável pela aplicação do projeto de OEE na Gernandes junto ao diretor da empresa criaram o Departamento de Métodos e Processos. Neste departamento foram alocados dois profissionais. Um deles ficou responsável por coletar todos os dados e outro para desenvolver e planilhar todos os cálculos de OEE. Esse novo departamento buscou sempre atuar de imediato em possível empecilhos que levassem a queda do resultado do OEE.

4.2.8 Objetivos e ações

Após a conclusão da implementação do OEE, toda a equipe estava apta para o entendimento dos conceitos de OEE. Posteriormente foi desenvolvida a forma de replicação do conceito para os demais colaboradores da empresa, que são dos outros setores e que também são influentes na carga de OEE e carga máquina da empresa como o todo.

As próximas tarefas deram continuidade na conclusão do plano de ação. Nesta etapa foram apontadas todas as paradas da linha e analisado se estava compatível com a folha de apontamentos de paradas, que estava em responsabilidade dos operadores.

Depois de finalizada a implementação da ferramenta, o OEE foi acompanhado através de reuniões periódicas no setor, quando todos os problemas encontrados foram inspecionados e minimizados sempre que possível de imediato.

4.3 Resultados

Após a aplicação dos métodos OLE, TPM e SMED, foram observadas diversas possíveis melhorias. Foi obtido, de forma rápida e econômica e sem muitas despesas, ganhos significativos para cada etapa do processo em que foram implementadas. O grupo de trabalho conseguiu verificar um ganho de aproximadamente 20,97% no equipamento (APENDICE II), para efeitos de comparação vide APENDICE I situação inicial, sem a aplicação dos métodos estudados e descritos neste trabalho.

Com esse valor de ganho de OEE, foi possível implantar ações de supervisão em relação as perdas, com a contratação de novos colaboradores, visando eliminar paradas por falta de operadores na linha e aumentar o desempenho do equipamento.

Foi determinado que devem ocorrer diariamente reuniões de cadeia de ajuda para tratar os problemas levantados nos apontamentos de OEE. Devem participar dessas reuniões os responsáveis dos setores, os colaboradores do Planejamento e Controle de Produção (PCP), sendo esses os direcionadores dos trabalhos.

A diretoria da empresa demonstrou grande interesse por todos os apontamentos especificados pelo OEE. Com isso passaram a utilizar a ferramenta em toda a empresa, desde o setor de pintura até o setor de corte, uma das primeiras operações de muitos lotes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as análises e as informações já coletadas durante o período de três meses, foi possível observar que a empresa Gernandes apresentava problemas em *set up*. Com isso, foi sendo direcionado o foco de estudo e da aplicação em métodos já aplicados em outras empresas como o SMED. Com a aplicação do SMED, TPM, OLE e OEE o grupo de trabalho conseguiu uma melhora no OEE de forma geral.

Com a conclusão deste trabalho, foi possível observar, analisar e apontar as etapas de implementação do processo do OEE, sendo desde a teoria, métodos, ferramentas e conceitos até a aplicação direta no chão de fábrica, com a análise de perdas, disponibilidades e eficiência. Podemos citar como exemplo de problemas encontrados:

- Demora no *set up*;
- Lotes pequenos;
- *Set up* de emergência;
- Dificuldade no apontamento dos dados.

Os períodos da implantação dos indicadores OEE foram de três meses, neste tempo ocorreu o estudo da: área (*Layout*), foram aplicadas teorias TPM, SMED para os integrantes do departamento, sendo as ações posteriormente executadas no chão de fábrica.

O objetivo da execução do trabalho foi gerenciar as perdas e falhas dos equipamentos de produção. O setor principal para início da aplicação foi o torno CNC e isso posteriormente será replicado para os centros de usinagem, tornos automáticos, obtendo e especificando a disponibilidade de todos os equipamentos da empresa.

Com a análise das perdas do equipamento e do método OEE foi possível usar funções do Excel para desenvolver um indicador de causas com tempo de perdas e planilha de OEE. (APÊNDICE I)

Como sugestão para futuros estudos, aconselha-se a aplicação da ferramenta OEE em aplicação de prensas, com foco no *set up* rápido que tem por finalidade executar o processo de troca de ferramentais no menor tempo possível. Sendo possível, utilizar os dados obtidos através da metodologia TPM, para implantar também o 5'S, assim dando início a cadeia de ajuda generalizada do equipamento.

Os resultados OEE foram usados para o desenvolvimento de planos de melhorias do setor, otimizando a melhor opção de diretrizes aplicadas por parte do supervisor da empresa, setor do torno CNC. O OEE torna-se assim um indicador de grande importância para tomada

de decisão fabril, que geram ganhos significativos para a empresa Gernandes e que futuramente, quando aplicado de forma completa em todas as máquinas que ali operam, deve apontar outras falhas e erros que serão corrigidos com a mesma intensidade afim de otimizar e liberar espaço para mais produção dos clientes e novos clientes.

REFERÊNCIAS

CARROLL, L. **Alice no país das maravilhas**. Editora Bibliomundi Serviços Digitais LTDA, 2021.

CHIARADIA, Á.J.P. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística**. Porto Alegre. 2004

CHIES, S.O.; BUNEDER, R. **A APLICAÇÃO DA FERRAMENTA 8D PARA A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE QUALIDADE NO CLIENTE**. REVISTA CIPPUS – UNILASALLE Canoas/RS. v. 7 n. 2 dezembro/2019

MARX, Karl. **O Capital**. 3ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

NAKAGAWA, M. **5W2H – PLANO DE AÇÃO PARA EMPREENDEDORES**.

Disponível em:

<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf> .Acesso em: 18 set.2021

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Trad. Eduardo Schaan. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema de Toyota de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, JP.A.R. **OEE – A FORMA DE MEDIR A EFICÁCIA DOS EQUIPAMENTOS**. 2009.16. Artigo (Engenheiro)

BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, M. **Universidade SPI: 25 anos de um integrador de sistemas**. 2018. 173. Sistemas (Gestão) - SPI, Brasil.

BRAGLIA, M; ZAMMORI, F; FROSOLINI, M. **Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML)**. 2007. 22. Diário (Gestão de Tecnologia de Fabricação). - Pisa Universidade de Pisa, Pisa, Itália.

BUSO, C.M; **APLICAÇÃO DO INDICADOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) E SUAS DERIVAÇÕES COMO INDICADORES DE DESEMPENHO GLOBAL DA UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO**. Ori: Dr. Dario Ikuo Miyake. 2012. 135. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo

BUSO, C; MIYAKE, D.I. **Análise de aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica Produção**. Brasil, vol. 23 n. 2 p. 205-225, jun/2013. Disponível em: <https://idx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000068>. Acesso em 17 mar. 2021.

COUTINHO, Thiago. **SMED: o que é e como aplicar essa técnica LEAN?**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/smed>. Acesso em: 28 ago. 2021.

DIAS, Fernanda. **Aprenda a medir a eficiência global dos equipamentos da sua empresa por meio do OEE**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/oeo>. Acesso em: 09 nov. 2020.

DOAJ. **Directory of Open Access Journals**. Disponível em: [https://doaj.org/search/articles?ref=article-page&source=%7B%22query%22%3A%7B%22query_string%22%3A%7B%22query%22%3A%22Overall%20Equipment%20Effectiveness%20%5C%5C\(OEE%5C%5C\)%22%2C%22default_operator%22%3A%22AND%22%7D%7D%7D](https://doaj.org/search/articles?ref=article-page&source=%7B%22query%22%3A%7B%22query_string%22%3A%7B%22query%22%3A%22Overall%20Equipment%20Effectiveness%20%5C%5C(OEE%5C%5C)%22%2C%22default_operator%22%3A%22AND%22%7D%7D%7D). Acesso em: 15 mar. 2021.

Engenharia de Manutenção no Brasil. **Sugestão e comentários das Etapas para Implantação do TPM**. Disponível em: <http://brasilengenhariademanutencao.blogspot.com/2012/12/sugestao-e-comentarios-das-etapas-para.html> . Acesso em: 21 set. 2021

GERNANDES USINADOS. **Sobre a Empresa**. Disponível em: <http://www.gernandes.com.br/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

GHINATO, P. **O Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente o just-in-time. Caixias do Sul, Editora da UCS, 1996

KELLING, Ralph; BRANCO, Renato H. Ferreira; **Gestão de projetos - Uma abordagem geral**. 4 Ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

LEAN PRODUCTION CONSULTING. **SMED – SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE**. Disponível em: <https://leanproduction.com.br/smed/> Acesso em: 28 ago.2021.

NACHIAPPAN, R.M; ANANTHARAMAN, N; **Evaluation of overall line effectiveness (OLE) in a continuous product line manufacturing system**. 2005. 22. Jornal (Tecnologia de Manufatura) - Departamento de Engenharia de Manufatura - Universidade Annamalai, Chidambaram, Índia.

NOVASKI, Olívio; MCINTOSH, Richard Ian; SUGAI, Miguel. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso** . Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio-ago. 2007

OEE.COM. **Whats Is OEE**. Disponível em: <https://www.oee.com/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

REVISTA GEPROS. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros>. Acesso em: 16 mar.2021.

SARI, M.F; DARESTANI, S.A; **Fuzzy overall equipment effectiveness and line performance measurement using artificial neural network**. 2018. 14.Jornal (Qualidade na Engenharia de Manutenção) - Departamento de Engenharia Industrial - Universidade Qazvin Islamic Azad, Qazvin, Irã.

SEIXAS, D.O; **CEP COMO MECANISMO DE CONTROLE DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO**. Ori:Diego Costa. 2018. 39. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado Engenharia de Produção) - Centro Universitário Anhanguera, Santo André.

SUZUKI, TOKUTARO. **TPM in process industries**. Portland: Productivity Press, 1994

APÊNDICE

APENDICE I – Planilha de OEE Situação Inicial

O.E.E - Overall Equipment Effectiveness - Eficiência Global do Equipamento						
CNC 02			DISPONIBILIDADE	DESEMPENHO	QUALIDADE	O.E.E
			98,9	42,5	98,6	41,5
			0,99	0,43	0,99	0,41
DISPONIBILIDADE		Min.				
Tempo total		507840	Tempo Total			
	*Turnos	23	Ampliação			
	*Hora/Turno	368	Hora Extra			
Paradas Programadas		5241	Produção Teórica 502599			Perdas
	*Setup	2840	Disponibilidade = Tempo Execução / Tempo Total			0,99
	*Almoço/Janta	1618	Tempo Programado = T. Total - Paradas Program.			502599
	*Banheiro	360	Tempo Exec. = T. Programado - Paradas Ñ Program.			502469
	*Limpeza	180				
	*Outros	243				
Paradas Não Programadas		130	Produção Real 502469		Perdas	Perdas
	*Abstinência	130				
	*Manutenção Corretiva	0				
	*Parada de Linha (falha ou quebra)	0				
	*Outros	0				
DESEMPENHO		0,43	Desemp. = (T. Ciclo x Tt Pçs) / T. Exec.			1,00
	Tempo de Ciclo Ideal	240,0				
	Tempo de Ciclo	102,12				
	Tota de Peças	2094				
	Tempo de Execução	502469				
	Total de Peças Teóricas	4921,65	Desemp. = T. Pçs Produzidas / T. Pçs Teóricas			0,43
QUALIDADE		Qntde.				
Quantidades Total de Peças		2094		Perdas	Perdas	Perdas
	*Peças OK	2064	Qual. = Tt. OK / Tt. Prod.	0,99	Ishikawa	8D
	*Peças NOK	30			5Whys	Poka Yoke

APENDICE II – Planilha de OEE Situação Inicial

O.E.E - Overall Equipment Effectiveness - Eficiência Global do Equipamento					
CNC 02		DISPONIBILIDADE	DESEMPENHO	QUALIDADE	O.E.E
		98,7	63,9	99,1	62,5
		0,99	0,64	0,99	0,62
DISPONIBILIDADE	Min.				
	507840	Tempo Total			
*Turnos	23	Ampliação			
*Hora/Turno	368	Hora Extra			
Paradas Programadas	3657	Produção Teórica	504183		Perdas
*Setup	458	Disponibilidade = Tempo Execução / Tempo Total		0,99	
*Almoço/Janta	1939	Tempo Programado = T. Total - Paradas Program.		504183	
*Banheiro	309	Tempo Exec. = T. Programado - Paradas Ñ Program.		501177	
*Limpeza	161				
*Outros	790				
Paradas Não Programadas	3006	Produção Real	501177	Perdas	Perdas
*Abstinência	1971				
*Manutenção Corretiva	60				
*Parada de Linha (falha ou quebra)	135				
*Outros	840				
Desempenho	0,64	Desemp. = (T. Ciclo x Tt Pçs) / T. Exec.		1,00	Cálculo Fino
Tempo de Ciclo Ideal	170,9				
Tempo de Ciclo	109,82				
Tota de Peças	2932				
Tempo de Execução	501177				
Total de Peças Teóricas	4590,99	Desemp. = T. Pçs Produzidas / T. Pçs Teóricas		0,64	Cálculo Padrão
QUALIDADE	Qntde.				
Quantidades Total	2932		Perdas	Perdas	Perdas
*Peças OK	2906	Qual. = Tt. OK / Tt. Prod.	0,99	Ishikawa	8D
*Peças NOK	26			5Whys	Poka Yoke