

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JANIO CAVALLI

**APLICAÇÃO DO OEE EM MÁQUINA DE USINAGEM EM EMPRESA DO RAMO
MOVELEIRO**

CAXIAS DO SUL

2022

JANIO CAVALLI

**APLICAÇÃO DO OEE EM MÁQUINA DE USINAGEM EM EMPRESA DO RAMO
MOVELEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

CAXIAS DO SUL

2022

JANIO CAVALLI

**APLICAÇÃO DO OEE EM MÁQUINA DE USINAGEM EM EMPRESA DO RAMO
MOVELEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gabriel Vidor – orientador
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Mateus Panizzon
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Ms. Luís Fernando Moreira
Universidade de Caxias do Sul – UCS

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso de engenharia de produção foi direcionado para a aplicação do método OEE em máquinas do setor de usinagem de madeiras e chapas, introduzindo o indicador de eficiência no ambiente estudado. O principal objetivo é identificar e analisar as principais perdas produtivas e a eficiência atual, presentes nas cinco máquinas estudadas na empresa J. Marcon. A empresa possui máquinas de alto custo hora e a necessidade de aumentar a capacidade produtiva, o que implica na necessidade de implementar uma ferramenta para trazer visibilidade das perdas produtivas, melhorando a avaliação dos gestores em questões de priorização de melhorias e compra de novos equipamentos. A construção do trabalho utilizou como referências tais como cálculo de eficiência e capacidade produtiva, as principais perdas envolvidas em processos de produção, a manutenção produtiva total, a coleta de dados e o apontamento de produção e o cálculo do OEE. A aplicação foi iniciada com a escolha das máquinas a serem estudadas, os operadores treinados, a estrutura de coleta de dados criada, o devido acompanhamento para atender as melhorias que foram surgindo, análise dos indicadores e a construção do plano de ação 5W2H para propor as melhorias encontradas ao longo da aplicação do método. Os resultados obtidos foram a entrega das eficiências das máquinas envolvidas no estudo, assim como as perdas relacionadas em cada máquina, juntamente com possibilidades de melhorias buscando uma melhor eficiência nos processos produtivos. Implicações foram observadas, tais como questões culturais e de investimentos em estrutura para dar suporte a aplicação do OEE. Entretanto, o estudo se mostrou muito eficaz para entregar a eficiência e as perdas das máquinas estudadas, mostrando-se importante para o futuro, ampliando-se para outras máquinas e setores da empresa.

Palavras-chave: OEE. Usinagem. Perdas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Prédio da Empresa.....	25
Figura 2 – Fachada da Empresa.....	25
Figura 3 – Produtos.....	26
Figura 4 – Produtos em Eucalipto	26
Figura 5 – Produtos em MDF	27
Figura 6 – Estufas	27
Figura 7 – Caldeira	27
Figura 8 – Estoque Madeira Verde.....	28
Figura 9 – Estoques Intermediários	28
Figura 10 – Estoque chapa MDF.....	28
Figura 11 – Máquinas setor Usinagem de Madeira.....	29
Figura 12 – Máquinas setor de Usinagem de Chapas.....	30
Figura 13 – Telas Promob	31
Figura 14 – Sala PPCPM	32
Figura 15 – Ordens de Produção	33
Figura 16 – Pontos de Apontamento de Produção	34
Figura 17 – PDCA	35
Figura 18 – maquinas Usinagem de Madeira	36
Figura 19 – Máquinas Usinagem de Chapas	36
Figura 20 – Treinamento Liderança	39
Figura 21 – Treinamento Colaboradores	40
Figura 22 – Análise de Paradas	41
Figura 23 – Gráfico de Paradas Promob.....	42
Figura 24 – Exemplo Erro de Tempo de Roteiro	42
Figura 25 – Tela Taxa de Produtividade Promob.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	<i>what, why, where, when, who, how much</i> (Por Que, Onde, quando, Quem, Como, Quanto Custa)
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Projeto/Desenho Assistido por Computador)
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> (Manufatura auxiliada por computador)
CNC	Comando Numérico Computadorizado
CYT	Tempo de Ciclo no Processo Gargalo
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Sistema Integrado de Gestão Empresarial)
Gn	Taxa de Produtos Aprovado
h	Hora
IPA	Índice de Produtos Aprovados
IPO	Índice de Performance Operacional
IROG	Índice de Rendimento Operacional Global
LA	Eficiência de Linha em Termos de Disponibilidade
LLT	Tempo de Carregamento de Linha
LT	Tempo Disponível para Carregamento
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i> (Placa de Fibra de Média Densidade)
min	Minutos
mm	Milimetro
MTV	Tempo de Produção com Valor Agregado
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficácia Geral do Equipamento)
OLE	<i>Overall Line Efficiency</i> (Eficiência Global de Linha)
OOE	<i>Overall Operations Effectiveness</i> (Eficácia Geral das Operações)
OPE	<i>Overall Plant Effectiveness</i> (Eficiência Global da Planta)
OT1	Tempo de Operação do Primeiro Processo da Linha
OTn	Tempo de Operação Enésimo Equipamento da Linha
PCP	Programação e Controle da Produção
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planejar, Executar, Verificar, Agir)
PPCPM	Planejamento, Programação, Controle de Produção e Materiais
SePO	<i>Sales and operations planning</i> (Planejamento de Vendas e Operações)
STP	Sistema Toyota de Produção

TEEP	<i>Total Effectiveness Equipment Performance</i> (Desempenho Efetivo Total do Equipamento)
TI	Tecnologia da Informação
TOEE	<i>Total Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficiência Total de Equipamento)
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
UCS	Universidade de Caxias do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	JUSTIFICATIVA	10
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo geral.....	12
1.2.2	Objetivos específicos	12
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	EFICIÊNCIA E CAPACIDADE EM SISTEMAS DE MANUFATURA	14
2.2	PERDAS	15
2.3	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	16
2.4	PERDAS POR FATORES HUMANOS	17
2.5	CALCULO OEE.....	18
2.5.1	ÍNDICE DO TEMPO OPERACIONAL (ITO)	19
2.5.2	ÍNDICE DE PERFORMANCE OPERACIONAL (IPO)	19
2.5.3	ÍNDICE DE PRODUTOS APROVADOS (IPA)	20
2.5.4	ÍNDICE DE RENDIMENTO OPERACIONAL GLOBAL (IROG)	21
2.6	COLETA DE DADOS E APONTAMENTOS DE PRODUÇÃO	21
2.7	DIFERENTES TIPOS DE OEE	22
2.7.1	TEEP.....	22
2.7.2	OOE.....	22
2.7.3	OPE	23
2.7.4	TOEE	23
2.7.5	OLE	24
3	PROPOSTA DE TRABALHO	25
3.1	CENÁRIO ATUAL	25
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO	34
3.2.1	IDENTIFICAÇÃO DOS RECURSOS GARGALOS.....	35
3.2.2	ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA PARA COLETA DOS DADOS.....	37
3.2.3	TREINAMENTO DOS ENVOLVIDOS.....	37
3.2.4	VERIFICAÇÃO DA COLETA DE DADOS JUNTO A FABRICA.....	37

3.2.5	ANALISE DOS DADOS	38
4	RESULTADOS	39
4.1	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO.....	39
4.2	DISCUSSÃO DO CASO.....	48
4.3	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	49
5	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Falconi (2004) descreve o conceito de produtividade como a capacidade de produzir cada vez mais com cada vez menos recursos, quanto maior a produtividade de uma empresa, mais útil ela se torna para a sociedade, pois está oferecendo produtos com baixo custo para seus clientes.

Segundo Michitoshi Oishi (1995), a produtividade está relacionada a uma razão entre as saídas e entradas, onde entradas são os recursos utilizados e saídas os produtos e serviços. O mesmo se aplica a eficiência, onde é determinada através da relação entre o tempo padrão equivalente medido e o tempo real executado no processo.

Para fins de controle nas perdas das operações, um dos indicadores mais usuais pela indústria é o Overall Equipment Effectiveness (OEE), é um indicador chave de eficiência no processo de fabricação, seja em máquinas, células ou linhas de montagem. O OEE, analisa a produtividade dos equipamentos, medindo o percentual do tempo em que o equipamento esteve trabalhando, comparado com o tempo teórico disponível, afirma Nascif, Júlio (2010),

Para Nascif, Júlio (2010), o OEE é produto de 3 índices distintos, isto é: disponibilidade, performance e qualidade. Em disponibilidade é o tempo disponível menos as paradas, dividido pelo tempo disponível, performance é o ciclo de tempo teórico multiplicado a quantidade produzida dividido pelo tempo de operação, e qualidade é a quantidade produzida menos a quantidade com defeitos dividido pela quantidade produzida.

O OEE ajuda a entender melhor como está o desempenho da área de manufatura e a identificar qual é a máxima eficácia possível, sendo assim traz à tona possibilidades de ganho com a redução de custos principalmente relacionados ao desperdício de tempo. Ter uma fábrica eficiente não é o único requisito segundo Robert C. Hansen (2006), para um trabalho bem-sucedido, as fábricas que aplicam a ferramenta conseguem enxergar facilmente a “fábrica oculta” que existe dentro de cada setor, ganhando direção e clareza nas melhorias que precisam ser realizadas.

Para uma empresa se manter competitiva no mercado atual, é fundamental fazer uso de ferramentas para medir sua eficiência, uma das principais ferramentas utilizada pela indústria é o OEE, devido a ela entregar a eficiência real dos equipamentos, células e linhas de produção, e também onde possuímos os maiores desperdícios e perdas, evidenciando os gargalos, e as principais falhas ao longo do processo.

Conforme descrito no trabalho de Miotto (2019), onde a aplicação se deu em uma micro empresa de usinagem, os resultados da aplicação da ferramenta OEE, foram de mais de

10% de ganho em eficiência, após terem sido tomadas as medidas de melhorias, entre elas a organização do ambiente de trabalho, uma melhor programação pelo setor de PCP, buscando um melhor sequenciamento entre as famílias de peças que possuem uma maior similaridade, e ganhos de redução de tempo em setup, mostrando que a implementação do OEE traz muitos ganhos para as indústrias.

Também pode ser visualizado no trabalho de Mutzenberg (2016), onde a aplicação ocorreu na empresa WMTOOLS, uma empresa do ramo de ferramentaria, segundo ele, se mostrou muito eficiente permitindo ter controle sobre a eficiência produtiva, onde visualizou a grande importância do setor de PCP, e o impacto que ele traz diretamente na produção, onde fazendo um agrupamento por famílias e um melhor sequenciamento otimizando ferramenta e ajuste para a realização dos setups, obteve um ganho de 4% na eficiência média de cada equipamento.

A fim de buscar resultados similares, o trabalho está estruturado em cinco capítulos, onde o primeiro capítulo é abordado a introdução e o segundo o referencial teórico. No capítulo três, é demonstrado a situação atual da empresa expondo os motivos pelo qual foi feita a escolha do tema do presente trabalho. O capítulo quatro é executado a aplicação da proposta de trabalho e os resultados obtidos, e no capítulo cinco é feita a conclusão.

1.1 JUSTIFICATIVA

Para exemplificar essa importância 3 estudos de aplicação são detalhados a seguir. Analisando o estudo realizado em uma empresa cervejeira por Bruno Rodrigues *et al.* (2022), podemos evidenciar que objetivo de identificar onde estão as maiores perdas nos equipamentos escolhidos foi alcançada, permitindo canalizar a estratégia para buscar a melhoria da mesma. O método utilizado foi a aplicação da ferramenta OEE, buscando identificar as três principais variáveis que são, disponibilidade desempenho e qualidade. Como resultados, foi atingido a identificação e o mapeamento total do processo produtivo e a constatação de uma eficiência de 77.25% no equipamento analisado, juntamente com diversas melhorias para elevar a eficiência do equipamento.

Outra aplicação do OEE foi realizada em uma indústria de autopeças por Renan Milhorini Mercer *et al.* (2020), onde a máquina escolhida para a aplicação, produz garfos seletor de marchas, utilizado como componente nos câmbios de caminhões. A ferramenta OEE foi aplicada para extrair os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade, possibilitando com esses indicadores, visualizar o real cenário produtivo do equipamento, podendo assim ser

direcionado as melhorias, onde a mais evidente foi a redução de refugos, ocasionando um salto na eficiência do equipamento de 78.4% para 97.96, deixando evidente o ganho que a aplicação da ferramenta OEE trouxe para o equipamento analisado.

No estudo de Denise Aparecida Tallarico Guelli Lopes *et al.* (2022), aplicado em uma indústria do setor de vestuário, a aplicação do OEE foi realizada para apontar as possibilidades de melhorias dos processos produtivos avaliando a disponibilidade o desempenho e a qualidade, possibilitando a melhor tomada de decisão, baseada na análise dos resultados alcançados pela ferramenta. Os principais resultados alcançados são a proposta da melhoria na programação da fábrica separando os produtos por família e escala de cor, aquisição de novas matrizes para os modelos básicos, treinamento de funcionários para cobrir o horário de almoço em máquinas gargalos, e também a criação de um estoque mínimo em algumas máquinas específicas. A estimativa de melhoria proposta no estudo, é que a redução de tempo perdido chegue aproximadamente a 45% após todas as melhorias serem concretizadas.

Atualmente na empresa J.Marcon, onde será realizado o estudo, possuímos várias máquinas com processos distintos, para a usinagem de madeira em eucalipto e chapas de MDF. Não disponibilizamos de nenhum tipo de indicador para medir a eficiência das máquinas, onde o principal indicador utilizado para a tomada de decisão e a experiência dos líderes de produção e dos gestores de fábrica, onde claramente enxergamos uma oportunidade de melhoria, em fazermos uso de uma ferramenta analítica para nos trazer clareza nos níveis de desempenho, disponibilidade e qualidade, sendo possível o direcionamento das melhorias contínuas e investimentos.

Possuímos máquinas com alto custo/hora, e alto valor de investimento, o que potencializa ainda mais a necessidade de termos melhorias na estrutura fabril e processos, cada vez mais robustos para dar suporte aos equipamentos e minimizar as paradas de máquinas e perdas com retrabalhos.

A aplicação da ferramenta OEE, se faz de grande importância e relevância para a empresa, onde se encontra em um momento de necessidade de aumento da capacidade produtiva, onde várias ações estão sendo pensadas para atingir um crescimento de 20% na produção de seus produtos no ano de 2022 a 2023. O principal objetivo da aplicação é enxergar a “fábrica

1.2 OBJETIVOS

Nessa seção vem apresentados os objetivos geral e específicos.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é implementar o indicador OEE no setor de usinagem de uma empresa moveleira.

1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) identificar os equipamentos para realizar o estudo;
- b) estruturar ambiente para coleta de dados;
- c) treinar envolvidos para o processo de implementação do método
- d) calcular o OEE, para as máquinas estudadas
- e) validar as ações de melhoria junto a direção da empresa.

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho está organizado por meio de uma abordagem descritiva, visto que analisa dados diretos e indiretos para elaboração do fluxo de processo e análise do valor agregado. Além disso, a natureza pode ser classificada como qualitativa, visto que utiliza dados de entrevista e mapas mentais para aplicação das ferramentas usadas. O trabalho aplica o método da pesquisa-ação. Thiollent (1997) aponta as seguintes fases da pesquisa-ação:

- a) fase exploratória, para diagnóstico da situação atual;
- b) fase de planejamento, para proposição de pontos críticos;
- c) fase de ação, para resolução de pontos críticos;
- d) fase de avaliação, para observação e ajustes.

A estrutura do trabalho foi dividida em cinco etapas. O objetivo da primeira etapa é identificar as máquinas que serão estudadas, identificando as capacidades atuais das mesmas, onde a escolha das máquinas se fez pelo alto custo hora de trabalho, pela restrição no processo limitando a produção da fábrica, e alto valor de investimento para a compra de outro equipamento.

A segunda etapa, será realizado a identificação das perdas referentes aos diferentes tipos de peças e processos realizados no setor de usinagem, entre as perdas estão: perdas por superprodução, espera, transporte ou movimentação, processamento incorreto ou produtos defeituosos.

Realizada a coleta dos dados e as diferentes perdas mapeadas, realizaremos a terceira etapa do processo, fazendo os cálculos para a mensuração do OEE, com os resultados obtidos nos cálculos, estaremos aptos para promover melhorias, tendo como prioridades as principais perdas identificadas.

A realização da quarta etapa, tem como objetivo, validar as ações de melhorias junto a direção da empresa, mostrando junto a direção as principais perdas identificadas pela aplicação do OEE, e as propostas de melhoria para minimizar ao máximo possível as perdas no processo, buscando a liberação de recursos e investimentos para concretizar as melhorias propostas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos e teoria, que serão necessários para o desenvolvimento e aplicação deste trabalho. São demonstrados os conceitos de definições de capacidade e eficiência produtiva, os conceitos de OEE e suas equações, e tipologias de perdas,

2.1 EFICIÊNCIA E CAPACIDADE EM SISTEMAS DE MANUFATURA

Segundo Robert C. Hansen (2006), as fabricas se esforçam para ser eficaz e produzir com baixo custo. Esse esforço é exigido devido a intensidade das mudanças dos dias atuais, e a busca constante por melhorias na qualidade dos produtos. Muitas fabricas alcançaram e mantem um alto nível de produtividade, fazendo uso de equipes para eliminar a causa raiz do problema, conseguindo assim melhorar continuamente obter maiores níveis de eficiência, simplesmente reconhecendo a fábrica oculta que existe dentro da própria fábrica, contribuindo diretamente no resultado final operacional.

A eficiência de um sistema é definida como a capacidade de utilizar da melhor forma os recursos disponíveis e as condições ambientais, para a obtenção do melhor desempenho. Entre os diversos conceitos de eficiência, um dos mais importantes são os de sistemas produtivos, que tem como característica a relação entre produção de saídas (*outputs*) a partir de um conjunto de entradas (*inputs*), conceituando assim, eficiência produtiva (MARINO, 2007).

Para Falconi 2004, conceito de produtividade e produzir cada vez mais e/ou melhor com cada vez menos. A produtividade é o quociente entre o que ela produz e o que ela consome. Além disso, Falconi (2004), acrescenta que para aumentar a produtividade de uma organização, deve-se agregar o máximo de valor na satisfação das necessidades dos clientes, ao menor custo possível.

O Sistema Toyota de Produção (STP) segundo Ohno (1997), defende que para aumentar a capacidade e por seqüência a eficiência da operação é necessário a eliminação completa dos desperdícios, produzindo apenas o que é necessário e utilizando o mínimo das forças de trabalho disponíveis. A verdadeira melhoria na eficiência surge, quando se eleva o trabalho para 100% e se produz zero desperdício.

Para Moreira (2008), capacidade produtiva está relacionado a quantidade máxima de produtos ou serviços que podem ser entregues por uma unidade produtiva, onde unidade produtiva é entendida como um departamento, uma fábrica, uma loja ou até mesmo um armazém.

2.2 PERDAS

Para Ghinato (1996), perdas são operações ou movimentos desnecessários que gera custo e não agrega valor ao produto. A identificação das perdas no processo produtivo exige um estudo de todos os processos e operações que compõe a estrutura da produção.

Segundo Ohno (1997) baseados nos conceitos do (STP) é estritamente necessário aumentar a parcela do trabalho que agrega valor ao produto, para isso se faz necessário o estudo dos movimentos e padronização dos trabalhos, buscando eliminar o trabalho adicional, e eliminar completamente as perdas em todo o sistema produtivo, aumentando a qualidade do trabalho e o desempenho econômico.

O primeiro passo para eliminar o desperdício é identificá-los, Ohno (1997) para isso o Sistema Toyota de Produção identificou sete grandes perdas:

- a) superprodução: de todas as perdas esta é a mais danosa, existem dois tipos de perdas por superprodução onde a perda é por produzir ale do volume programado ou requerido, ocasionando as sobras de peças e produto, e a superprodução por antecipação que é a perda decorrente de uma produção realizada antes da necessidade real de utilização das peças ou produtos, ou seja ficaram paradas em estoque (GHINATO, 1996).
- b) transporte: transporte é uma atividade que não agrega valor, portanto deve ser minimizada ao máximo. As melhorias mais significativas são obtidas através de alterações de *layout* que minimizem ou até eliminem a movimentação de materiais. Após esgotar todas as possibilidades de melhorias no processo, devemos partir para as melhorias na operação, tais como, a aplicação de esteiras rolante, transportadores suspensos, braços mecânicos, talhas, pontes rolantes e etc... (GHINATO, 1996).
- c) processamento: são pequenas parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar o desempenho do produto, deve-se utilizar técnicas de engenharia e análise de valor para determinar as características e funções do produto, buscando a racionalização dos processos que envolvem os produtos ou serviços (GHINATO, 1996).
- d) fabricação de produtos defeituosos: é resultado da geração de produtos defeituosos fora das especificações de qualidade, onde por esta razão não satisfazem os requisitos de aplicação. Dentre todas as perdas, a perda por fabricação de produtos defeituosos é a mais comum e visível, trazendo como consequência o retrabalho

de peças e o eventual sucateamento. Outro erro comum é a não identificação do defeito a circulação de produtos defeituosos ao longo do fluxo de produção (GHINATO, 1996).

- e) movimentação: as perdas por movimentação estão relacionadas aos movimentos desnecessários relacionados pelos colaboradores na execução das operações. Para eliminá-las deve-se investir em melhorias de estudo de tempos e movimento, transferindo para a máquina as atividades manuais executadas pelo operador (GHINATO, 1996).
- f) espera: o desperdício com o tempo em espera, é visualizado no tempo em que nenhum processo ou operação é executado pelo operador ou pela máquina. Existem dois tipos de perdas por espera: por espera dos trabalhadores, onde os mesmos aguardam do início ao fim o final da execução da tarefa da máquina; e a perda por espera das máquinas, ocasionada por atraso no abastecimento ou por desbalanceamento do fluxo de produção (GHINATO, 1996).
- g) estoque: as perdas por estoque acontecem pela manutenção de matérias primas, material em processamento e produtos acabados. As perdas por estoque de material em processo, acontecem quando a primeira peça do lote, fica agradando a última peça ser concluída para avançar para a outra etapa do fluxo produtivo. Uma grande dificuldade encontrada para a diminuição dos estoques, é a vantagem que os estoques proporcionam para aliviar os problemas de sincronia entre os processos produtivos (GHINATO, 1996).

2.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A manutenção produtiva total (TPM), pode ser definida como um conjunto de ações técnicas e administrativas, inclusive as de supervisão, com intuito de garantir que qualquer item possa desempenhar uma função requerida. Ou seja, fazer tudo o que for necessário para assegurar que o equipamento continue desempenhando suas funções para as quais foi projetado, garantindo um bom desempenho do equipamento e qualidade na entrega (XENOS, 1998).

Segundo Kardec, Arcuri e Cabral, p.23 (2002), a missão da manutenção é: garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

Para se ter uma boa gestão da (TPM) alguns pontos importantes devem ser lembrados segundo Nakajima (1988), entre eles estão os cuidados de restringir investimentos em equipamentos desnecessários, utilizar ao máximo os equipamentos existentes, melhorar a taxa de utilização dos equipamentos utilizados na produção, garantir a qualidade dos produtos fabricados através da utilização dos equipamentos, reduzir a mão de obra de baixo custo através da implantação de melhorias nos equipamentos e reduzir o custo de energia e de materiais.

A TPM busca o aumento da eficiência global, e tem como um dos seus principais objetivos a eliminação das seis principais perdas (NAKAJIMA, 1989).

Entre as seis grandes perdas estão:

- a) falhas nos equipamentos por quebra: são os itens que não serão produzidos no intervalo de tempo em que a máquina está parada, mais as perdas relacionadas as peças utilizadas para a manutenção;
- b) setups e regulagens decorrentes da troca de um item por outro: são os produtos deixados de produzir a partir do momento que a produção é interrompida, até o momento em que é entregue o próximo modelo de produto com a qualidade requerida;
- c) perdas por operações em vazio, tempo ocioso ou por ociosidades diversas: pode-se citar como exemplos os bate papos de operadores, pequenos ajustes nos processos e falhas no fluxo produtivo;
- d) queda da velocidade de trabalho: devido a possíveis diferenças entre as velocidades especificadas e a real do equipamento;
- e) defeito no processo: produtos defeituosos originados no processo e retrabalhos produzidos durante a operação;
- f) defeitos produzidos no início da produção, queda no rendimento: este índice geralmente é maior no início da produção pois está relacionada a produtos defeituosos gerados no momento da partida da produção.

2.4 PERDAS POR FATORES HUMANOS

O elemento mais importante de uma fábrica são seus recursos humanos, uma mão de obra bem motivada e treina, capacitada e flexível é de valor inestimável. Ao mesmo tempo uma mão-de-obra descontente, que não participa e resistente, pode levar rapidamente qualquer organização a falência (HANSEN, 2006).

Um fator relevante nas perdas por fatores humanos segundo Hollnagel (2004), são as perdas criadas a partir de limitações impostas no ambiente de trabalho, impactando a produtividade, causando paradas no processo e atraso no início da produção, essas limitações são divididas em cinco tipos, sendo elas:

- a) barreiras físicas: qualquer tipo de obstáculo que impeça ou dificulte a movimentação dos operadores na execução das tarefas no processo;
- b) barreiras funcional: impedem o acesso as áreas protegidas, devido a algum fator de segurança, restringindo o acesso durante o funcionamento do equipamento;
- c) barreiras simbólicas: usadas em formas de avisos, por meio de símbolos e sinais, sendo muito comum a difícil interpretação, levando a longos períodos de observação;
- d) barreiras imaterial: normalmente utilizada após um acidente, como a criação de uma nova regra ou intervenção, até que a causa do acidente seja identificada e corrigida;
- e) barreiras organizacionais: geralmente estão associadas a qualidade, controle e segurança, são regras impostas gerando perdas produtivas devido a obrigação de seguir os procedimentos.

2.5 CÁLCULO OEE

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), também conhecido como IROG, inicialmente relacionado com a TPM, começou a ser reconhecido como um método importante para medir o desempenho das indústrias, sendo apresentado como uma ferramenta autônoma para medir o desempenho dos equipamentos, por meio de indicadores de disponibilidade, eficiência e qualidade (HANSEN, 2006).

Para Nakajima (1989), o cálculo do IROG tem um papel importante para maximizar a eficiência dos equipamentos, não somente gerando o resultado da eficiência, mas também indicando onde as maiores perdas estão ocorrendo, onde a identificação das perdas é o principal ponto de partida.

Uma grande dificuldade encontrada nas empresas para a aplicação do IROG, é a dificuldade na coleta de dados, onde por muitas vezes são feitas de forma errada, se tornando dispensáveis ou até mesmo inúteis para a aplicação do método (NAKAJIMA, 1989).

De acordo com Nakajima (1989) para que todas as ineficiências encontradas no processo sejam utilizadas no cálculo do IROG, devemos levar em conta as três variáveis, sendo elas:

- a) índice do Tempo Operacional (ITO);
- b) índice de Performance Operacional (IPO);
- c) índice de Produtos Aprovados (IPA);

2.5.1 INDICE DO TEMPO OPERACIONAL (ITO)

Segundo Antunes *et al.* (2008) o ITO, corresponde ao tempo em que o equipamento ficou disponível subtraindo o tempo de parada não programadas. Trata-se da paralização do equipamento, isto é, quando a velocidade do mesmo cai a zero.

Para Nakajima (1989) o ITO apresenta a relação do tempo total de funcionamento subtraído do tempo de parada, dividido pelo tempo total, ou seja, é o tempo programado para trabalhar em relação ao que realmente trabalhou.

Para a realização do cálculo se faz necessário a utilização da Equação (1) e (2)

$$ito = \frac{\text{tempo total disponível}}{\text{tempo total de paradas}} \quad (1)$$

$$ito = \frac{\text{tempo total disponível} - \text{tempo de parada}}{\text{tempo total disponível}} \quad (2)$$

Um baixo valor de ITO, pode ser explicado devido ao equipamento ter sofrido varias paradas não programadas, segundo Antunes et al (2008) isso implica em um aumento no potencial para a aplicação de melhorias visando eliminar as paradas não programadas. Equipamentos que processam pouca variabilidade de peças geram um ITO elevado devido a pouca necessidade de paradas ao longo do trabalho, porem em situações com grande variedade de peças as paradas tendem a aumentar devido os *setups* envolvidos no processo.

2.5.2 INDICE DE PERFORMANCE OPERACIONAL (IPO)

O Índice de Performance Operacional (IPO), é composto pelo índice da velocidade operacional e do tempo efetivo de funcionamento segundo Nakajima (1989), este indicador é utilizado para verificar se a velocidade de operação do equipamento está de acordo com a

programada, caso isto não ocorra o indicador informa o índice de perda do equipamento. O cálculo da IPO é apresentado utilizando a Equação (3).

$$ipo = \text{tempo efetivo de funcionamento} \times \text{índice de velocidade operacional} \quad (3)$$

Estes índices são obtidos através das Equações (4) e (5)

$$\text{tempo efetivo de funcionamento} = \frac{\text{tempo efetivo de trabalho}}{\text{tempo de funcionamento}} \quad (4)$$

$$\text{tempo efetivo de funcionamento} = \frac{\text{quantidade produzida} \times \text{ciclo efetivo}}{\text{tempo de funcionamento}} \quad (5)$$

Onde segundo Nakajima (1989), o tempo efetivo de trabalho é a multiplicação da quantidade produzida em um dia de trabalho pelo ciclo efetivo necessário para fabricar uma unidade e o tempo de funcionamento é obtido através do tempo total disponível em um dia da máquina menos as paradas programadas e não programadas.

O índice de velocidade operacional, é considerado a diferença entre a velocidade teórica e a real (NAKAJIMA 1989).

Esta velocidade é dada pela Equação (6):

$$\text{índice de velocidade operacional} = \frac{\text{ciclo teórico}}{\text{ciclo efetivo}} \quad (6)$$

Para calcular o ciclo teórico é considerado o tipo e a capacidade da máquina e a facilidade de trabalho previsto no próprio projeto. O ciclo efetivo é o tempo real, considerando as perdas para a produção de apenas uma unidade.

2.5.3 ÍNDICE DE PRODUTOS APROVADOS (IPA)

O Índice de Produtos Aprovados IPA, está relacionado a qualidade e a produção de produtos defeituosos que resultam em retrabalhos ou refugos (NAKAJIMA 1989). Esse índice é calculado de acordo com a Equação (7).

$$\text{índice de produtos aprovados} = \frac{\text{quantidade produzida} - \text{produtos rejeitados}}{\text{quantidade produzida}} \quad (7)$$

2.5.4 ÍNDICE DE RENDIMENTO OPERACIONAL GLOBAL (IROG)

Conforme Nakajima (1989), o Índice de Rendimento Operacional Global IROG, e produto da multiplicação do Índice do Tempo Operacional (ITO), Índice da Performance Operacional (IPO) e pelo Índice de produtos Aprovados (IPA). O cálculo do IROG é mostrado na Equação (8)

$$IROG = ITO \times IPO \times IPA \quad (8)$$

É desejado, para termos um bom índice que o IROG seja superior a 85%, conforme Nakajima (1989), para alcançarmos esse valor os índices desejáveis são:

- a) índice de tempo operacional superior a 90%;
- b) índice de performance operacional superior a 95%;
- c) índice de produtos aprovados superior a 99%.

2.6 COLETA DE DADOS E APONTAMENTOS DE PRODUÇÃO

Segundo Totvs (2022), apontamento de produção é um método que consiste em registrar todas as etapas percorridas por um item dentro de todo seu roteiro de processo de produção. Com a finalidade de marcar o início e fim das etapas de produção, apontando inclusive as ocorrências indesejadas.

Para facilitar o apontamento de produção os equipamentos estão mais voltados para a automação, fazendo uso de equipamentos como câmeras, sensores, balanças automáticas, entre outros. Tudo isso com o objetivo de coletar os dados diretamente do chão de fábrica, direcionado para as equipes de planejamento, onde que em tempo real, podem fazer uso dos dados para auxiliar na tomada de decisão TOTVS (2022).

Aloee (2022), divide apontamento de produção em dois tipos: o apontamento de produção manual, onde as informações são passadas geralmente em planilhas de bordo diariamente preenchidas pelos operadores, com um certo atraso para serem analisadas e posteriormente alimentar um sistema de gestão. E o apontamento de produção automático, onde sua principal diferença é a coleta de dados em tempo real, ou seja, quando ocorre o início das atividades de uma máquina, o operador comunica o início do processo e o mesmo quando a ordem é finalizada.

Alguns benefícios da coleta de dados de produção segundo Aloee (2022), são listados:

- a) gestão de custos de fabricação de seus produtos;
- b) aumento da produtividade dos colaboradores;
- c) conhecer a capacidade de entrega das máquinas;
- d) maior controle sob a operação;
- e) rastreabilidade de produtos;
- f) dados em tempo real sobre o que está acontecendo em cada setor;
- g) controle de estoque atualizado e sem desperdícios de longo prazo;

Para Totvs (2022), um sistema ERP pode ajudar muito no apontamento de produção, criando os roteiros de fabricação, fazendo os registros dos tempos de produção e tipos de paradas, calculando os tempos de produção por meio de formulas facilitando muito o trabalho da engenharia. Outro grande diferencial é o acompanhamento em tempo real, podendo ser visualizado as máquinas que estão paradas e as máquinas que estão trabalhando, relacionando a análise da performance em tempo real e a calculada pelos setores de engenharia.

2.7 DIFERENTES TIPOS DE OEE

Nessa seção são apresentados os diferentes de OEE.

2.7.1 TEEP

A principal diferença do método TEEP é a utilização do tempo total disponível, principalmente utilizado em maquinas gargalos calculando a capacidade total efetiva do equipamento, ou seja, utiliza 24 horas por dia, 365 dias por ano. Diferente do método OEE, que apenas analisa o indicador de disponibilidade com base no tempo de produção planejado Antunes *et al.* (2008).

2.7.2 OOE

Este método tem como principal característica a utilização do tempo de cada turno mesmo que a máquina esteja parada para alguma ação de *setup*, ou inspeção, portanto possui uma forma diferente de analisar a disponibilidade se comparado ao OEE.

2.7.3 OPE

Segundo Adami (2015) quando é necessário avaliar a eficiência de forma ampla, medindo o parque fabril em sua totalidade, se faz necessário o uso da ferramenta de cálculo conhecido como OPE, (Overall Plant Effectiveness ou Eficiência Global da Planta).

A principal diferença comparado ao OEE, é que esta forma de análise leva em conta todas as perdas provocadas por cenários fora do controle dos gestores do sistema, como causas comerciais atreladas a alta e/ou baixa de Demanda (Td); Problemas envolvendo falta de fornecimento de insumos, queda de energia, logística demasiadamente letárgica (Tni); Regulamentação Ambientais, causas naturais como condições climáticas, desastres, entre outros (E); E finalmente causas relacionadas com a gestão do negócio, como gestão do estoque e investimentos (Tni) (MUCHIRI; PINTELON, 2008).

Uma das características do OPE é ter resultados mais baixos se comparado ao OEE, algo perfeitamente compreensível, devido as possibilidades de perdas serem bem maior, penalizando diretamente o resultado final (BUSSO; MIYAKE, 2013).

Segue abaixo a Equação 9, que representa o cálculo para OPE:

$$OPE = \frac{\text{tempo de agregação de valor}}{\text{Tempo total}} \quad (9)$$

2.7.4 TOEE

Neste método segundo Adami (2015), intitulado (Total Overall Equipment Effectiveness, ou Eficiência Global total de Equipamento), é levado em consideração o efeito em que paradas “habituais” geram no resultado final. Utilizando como exemplo a seguinte parada: obstrução na entrada ou saída de um equipamento ou até mesmo o próprio controle de qualidade que por muitas vezes não é feito de forma simultânea ao funcionamento do equipamento. Onde o autor defende que este tipo de pequenas paradas, quando feito por vários equipamentos simultâneos, geram um grande impacto. Este indicador se baseia na divisão entre o tempo de produção com valor agregado (MTV) e o tempo de carregamento de linha (LLT), apresentado na Equação 10:

$$TOEE = \frac{MTV}{LLT} \quad (10)$$

O valor (MVT), desconta-se todos os tempos encontrados por perdas que tem origem relacionada com o equipamento, inclusive perdas de manutenção planejada. No caso do cálculo do tempo de carregamento de linha (LLT), desconta-se do tempo-calendário os valores de paradas de produção planejada, por exemplo, manutenções preventivas.

2.7.5 OLE

O OLE (Overall Line Efficiency ou Eficiência global de linha), é específico e mais utilizado para mensurar a eficiência total de linhas de produção. O autor Adami (2015), ressaltam que é mais importante maximizar a eficiência de uma linha do que focar apenas e exclusivamente apenas em equipamentos individuais, portanto o OLE pode se tornar uma ferramenta mais realista no cálculo da eficiência do que o próprio OEE dependendo da aplicação real utilizada. A Equação (11) demonstra o cálculo desta ferramenta:

$$OLE = \frac{LA}{LPQP} \quad (11)$$

Onde LA é a eficiência de linha em termos de disponibilidade, conforme equação (12)

$$LA = \frac{\sum OT_n}{LT} \times 100 \quad (12)$$

Onde OT_n é o tempo de operação enésimo equipamento da linha, que está vinculado a variável Tempo total disponível do equipamento (tt) e LT é o tempo disponível para carregamento.

Onde, para o cálculo de LPQP, os autores apresentam a equação 13:

$$LPQP = \frac{\sum Gn.CYT}{OT1} \times 100 \quad (13)$$

Onde Gn é a taxa de produtos aprovados entregues pelo enésimo processo da linha; CYT é o tempo de ciclo no processo que é gargalo da linha e finalmente, o OT1 é o tempo de operação do primeiro processo da linha.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Este capítulo é composto por duas etapas, onde na primeira parte serão apresentados os detalhes do cenário atual da empresa estudada. Na segunda etapa, será descrito o método utilizado para a implantação do OEE.

3.1 CENÁRIO ATUAL

A J Marcon atua no ramo moveleiro, com mais de 72 anos de história, possui uma planta com mais de 10.000m² de área construída, especializada na produção de cadeiras e mesas para salas de jantar. Conta com mais de 210 colaboradores, tendo hoje todos os processos necessários para a fabricação de seus produtos internamente, desde a secagem da madeira, usinagem, montagem, pintura, estofaria, embalagem e expedição, atuando fortemente no Brasil e alguns países da América Latina. A Figura 1 e 2, demonstra o prédio e a fachada da empresa.

Figura 1 – Prédio da Empresa



Fonte: o autor (2022)

Figura 2 – Fachada da Empresa



Fonte: o autor (2022)

Hoje a J.Marcon conta com um portfólio de produtos bem diversificado e se destaca dos concorrentes por possuir um design atual e contemporâneo, e uma equipe de desenvolvimento de produtos preparada para atender as solicitações do mercado. Alguns dos produtos desenvolvidos pela empresa estão demonstrados na Figura 3.

Figura 3 – Produtos



Fonte: o autor (2022)

Os produtos que a empresa produz, são produzidos em madeira de eucalipto e chapas de MDF, onde a madeira é mais especificamente para a construção das estruturas das cadeiras e bases de mesas, e utilizamos as chapas de MDF para a construção dos tampos das mesas e algumas bases de mesas conforme Figuras 4 e 5.

Figura 4 – Produtos em Eucalipto



Fonte: o autor (2022)

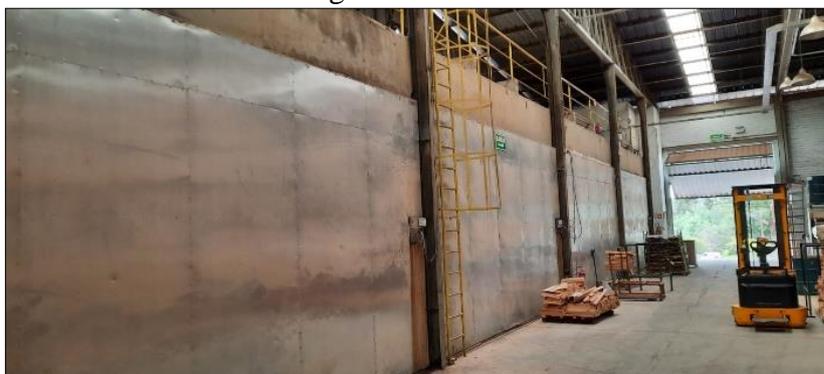
Figura 5 – Produtos em MDF



Fonte: o autor (2022)

Outro diferencial que a J.Marcon possui, é a secagem interna da madeira, onde inicialmente é feita uma pré-secagem no pátio, e posteriormente colocada em estufas Figura 6, onde a caldeira Figura 7, aquece a água transformando em vapor, utilizado para a secagem da madeira em estufa, assim garantindo o nível de umidade aceitável hoje de 12%, garantindo assim uma boa matéria prima para a construção dos móveis, se isentando de problemas como empenamento das peças, devida a madeira não estar estabilizada nos níveis ideais de secagem.

Figura 6 – Estufas



Fonte: o autor (2022)

Figura 7 – Caldeira



Fonte: o autor (2022)

O *lead time* se tratando de peças em madeira, desde a chegada da madeira verde até a mesma estar preparada para entrar nos processos de montagem é de aproximadamente 90 dias,

o que nos traz uma necessidade de trabalharmos tanto com estoque de madeira verde Figura 8, como também estoque intermediário de peças prontas Figura 9, mas isso se tratando da madeira em eucalipto, o mesmo não acontece para peças de chapa de MDF, onde a empresa apenas possui estoque de matéria prima Figura 10, não possuindo estoque intermediário para peças em chapa de MDF, iniciando os processos de usinagem apenas depois do produto vendido.

Figura 8 – Estoque Madeira Verde



Fonte: o autor (2022)

Figura 9 – Estoques Intermediários



Fonte: o autor (2022)

Figura 10 – Estoque chapa MDF



Fonte: o autor (2022)

A usinagem da J Marcon é constituída de dois setores de usinagem separados, onde um é especialista em usinar peças em madeira e outro em usinar peças em MDF, essa

separação se deve as características distintas das máquinas de usinagem e do sistema de produção, onde o setor de madeiras trabalha com estoque de produtos prontos e chapas não.

O setor de usinagem de madeira possui máquinas para o corte e desbaste grosseiro da madeira como serra refiladeiras e plainas, até centros de usinagem 5 eixos e lixadeiras para dar acabamento nas peças. A empresa possui todos os tipos de operações desde o corte, fresamento, torneamento, furação e lixa. Na Figura 11, são demonstradas fotos de algumas máquinas do setor de usinagem de madeira.

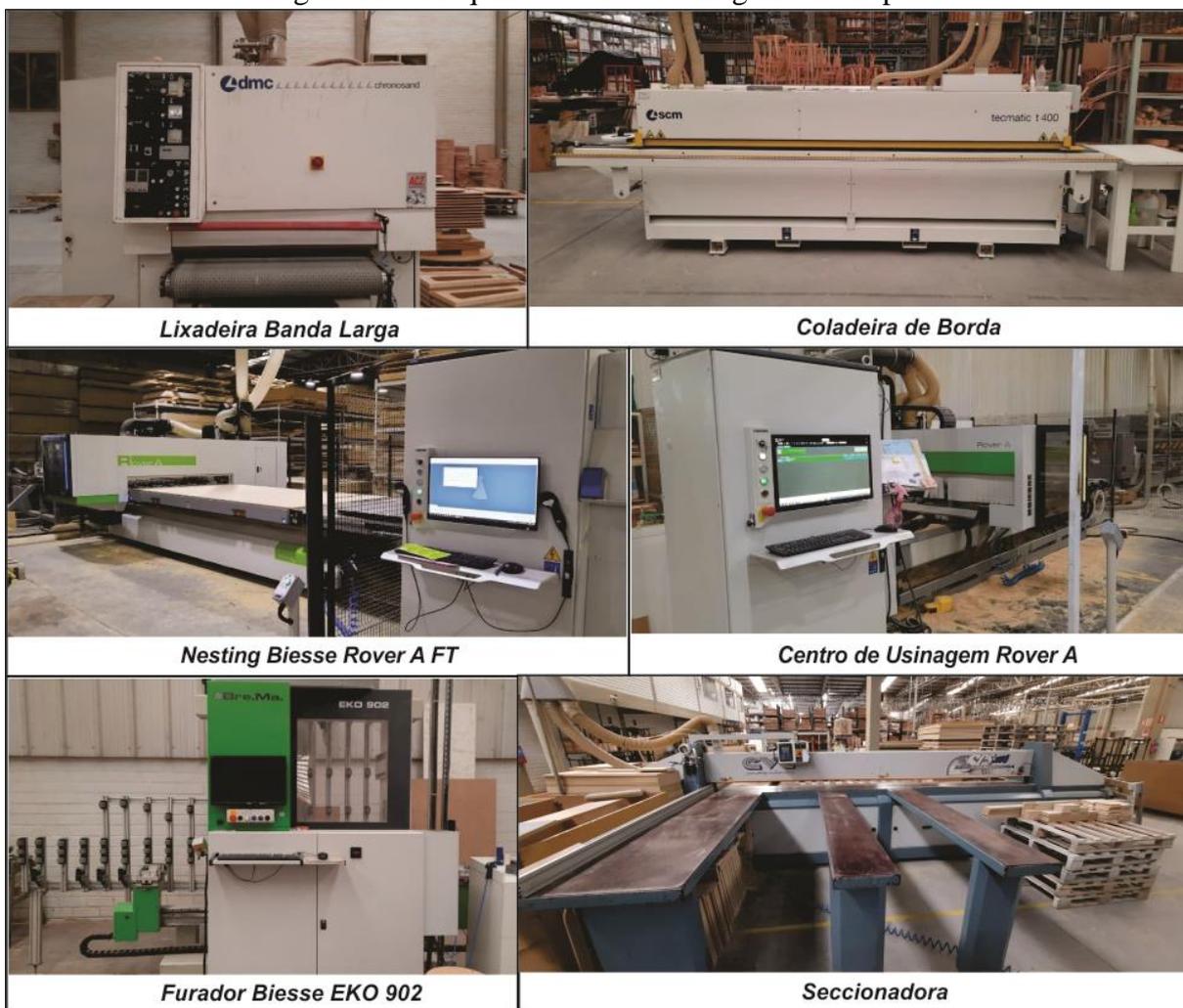
Figura 11 – Máquinas setor Usinagem de Madeira



Fonte: o autor (2022)

Já o setor de usinagem de chapas possui máquinas mais especializadas em corte e furação, colação de bordas, fresamento e lixa, é o setor onde a empresa possui mais tecnologia aplicada para a usinagem, com máquinas CNC, três e cinco eixos com programação em CAD e CAM.

Figura 12 – Máquinas setor de Usinagem de Chapas

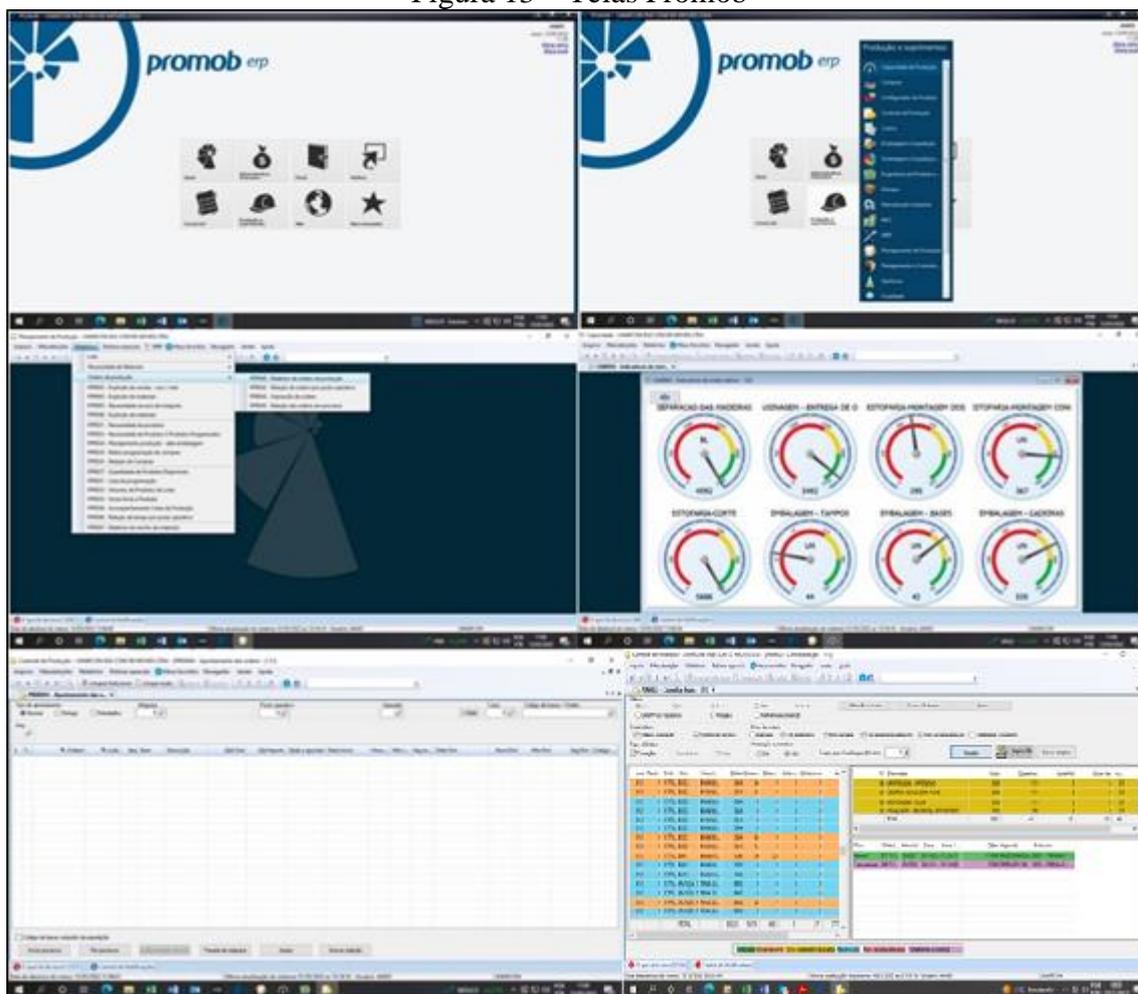


Fonte: o autor (2022)

Os operadores da J Marcon possuem pouca especialização técnica, e praticamente todos foram treinados internamente, porém mais voltados apenas para o nível de operação, tendo como suas principais responsabilidades a alimentação da máquina e a conferências de especificações de qualidade. Para trabalhos mais especializado a empresa conta com um operador mais qualificado que fica com a responsabilidade de fazer a programação das máquinas e apoiar os *setups* mais complexos e os treinamentos de novos colaboradores.

O software utilizado para a gestão da empresa é o pormob, ele é dividido por módulos de gestão, que abrange a fábrica como um todo, e faz a integração da informação entre as diferentes áreas da empresa. A geração dos lotes é feita toda via sistema onde hoje geramos um lote a cada 6 dias úteis para a produção. Na Figura 13 é demonstrado algumas telas do sistema Promob.

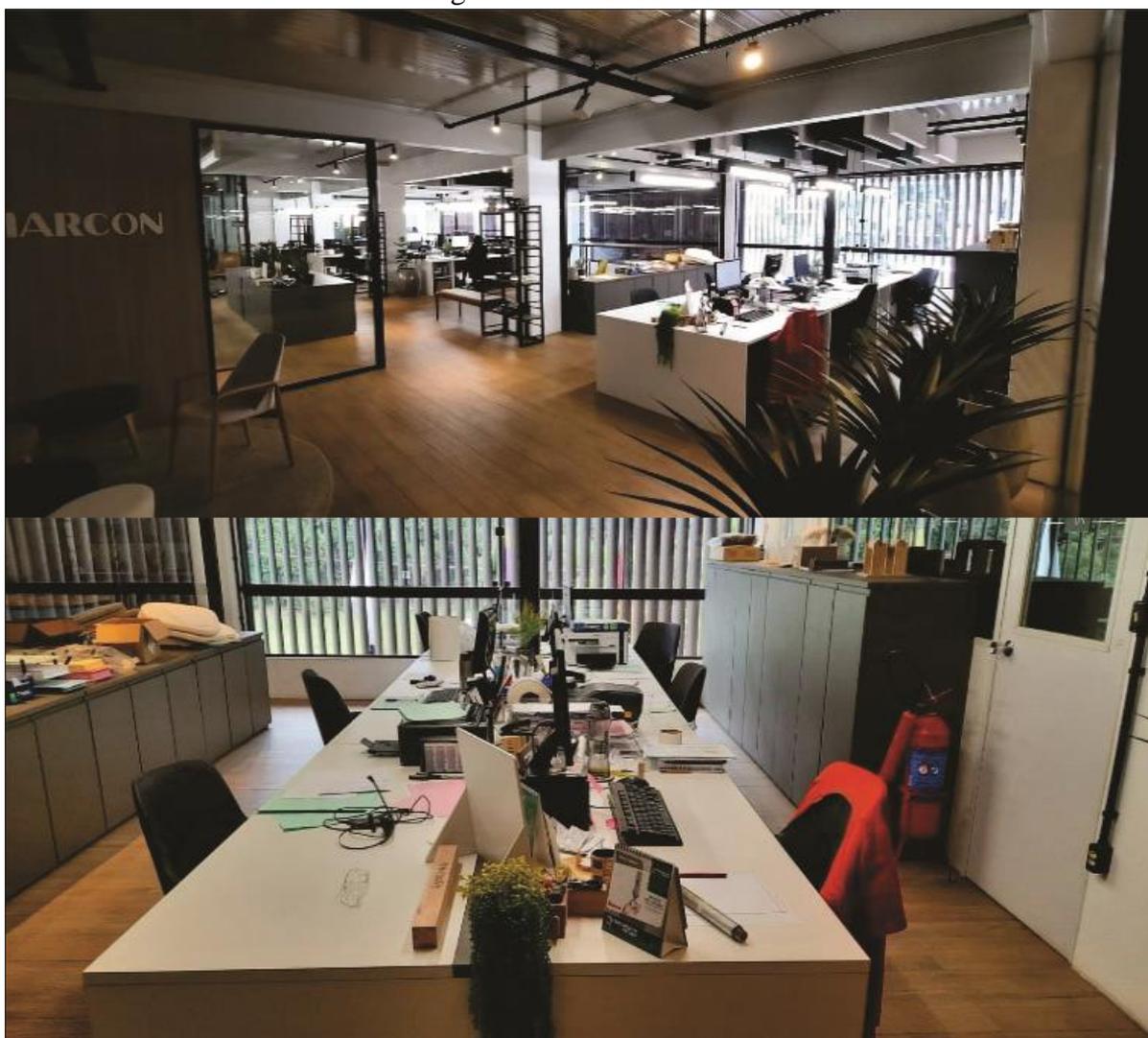
Figura 13 – Telas Promob



Fonte: o autor (2022)

O setor de PPCPM, é responsável pela gestão de todos os estoques, desde matéria prima e produtos em elaboração, almoxarifado e expedição dos materiais, o sequenciamento dos lotes de produção também fica sob a responsabilidade do PPCPM, para facilitar o sequenciamento dos nossos lotes de produção foram divididos em 4 grandes grupos e dentro destes grupos os sub-grupos, onde toda a fábrica trabalha respeitando esse sequenciamento de produção. Na Figura 14 é demonstrado a sala do setor de PPCPM.

Figura 14 – Sala PPCPM



Fonte: o autor (2022)

O PPCPM divide em grupos e sub-grupos, mas dentro dos subgrupos a gestão do que fazer antes para aproveitar questões como familiaridade de processos e facilidade de setups entre peças fica sob a responsabilidade da liderança de cada setor, onde essa sequência é umas das questões discutidas diariamente nas reuniões com o Gerente de Operações.

Todos os produtos produzidos pela empresa seguem as ordens de produção liberadas pelo setor de PPCPM, e os apontamentos das ordens é feito pelos operadores das máquinas na própria máquina caso ela tenha este recurso, ou em pontos de apontamento, espalhados pelo setor. Esses processos de fazer os apontamentos foram iniciados a partir de 2021, o que nos ajudou a resolver muitos problemas de estrutura de produto desatualizadas, que antes não era dado a devida importância. Na Figura 15 demonstramos as ordens de produção da J.Marcon.

Figura 15 – Ordens de Produção

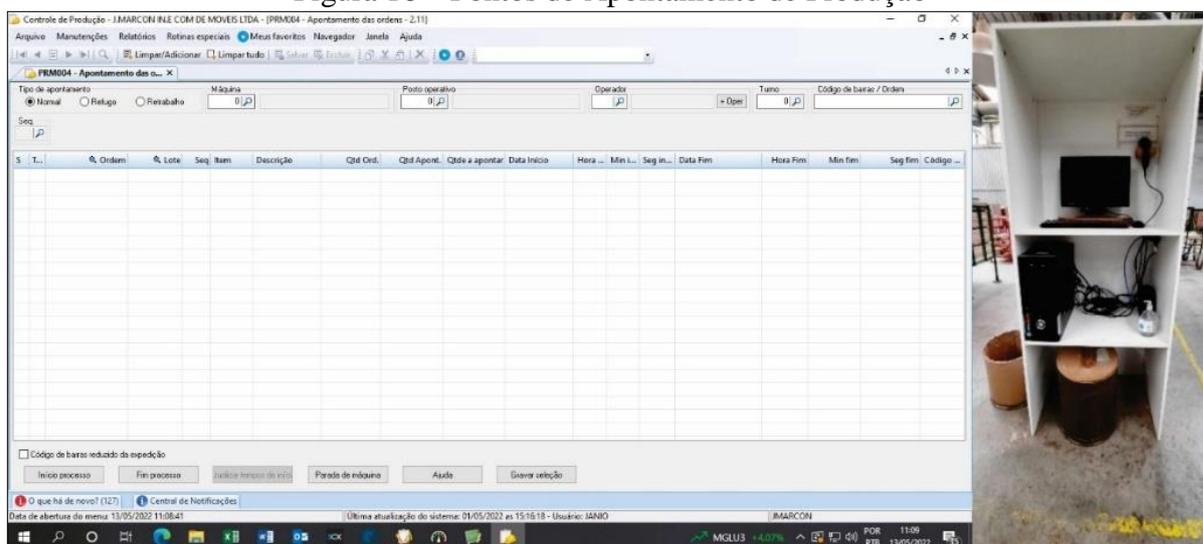
ORDEM DE PRODUÇÃO NR: 1377734		DT ORDEM: 03/05/2022	QTE DE PECAS										
NK LOTE: 7381	BIM57 19 S/P RODAPE MONTADO BIM57 S/P		QUANTIDADE LOTE	INICIO LOTE									
DEMANDAS:			1,00										
00186 - COLA BRANCA PVA 150 GR P542 - AMAZONAS(1060 ARTECOLA) (KILING 5060) 00128 - CAVILHA 10X30/60 P&G (ESPESSURA 10 - 9,80) 01880 - PARAFUSO 5,0X35 CC 01062 - PARAFUSO 5,0X35 CC 05010 - CANTONEIRA 90 GR MESA VENEZA S/P BIM56 14 S/P - BIM56 - PERNA DIREITA S/P BIM56 15 S/P - BIM56 - PERNA ESQUERDA S/P BIM56 17 S/P - BIM56 - TRAVESSA DOS PES MENOR S/P BIM57 14 S/P - BIM57 - TRAVESSA DOS PES MAIOR S/P													
ROTEIRO DE PRODUÇÃO													
CÓD	DESCRIÇÃO	TEMPO SETUP			DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	DATA	TEMPO PRODUÇÃO			TEMPO PARADAS		REFUGO	
		00:00:00	00:00:00	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
354	MONTAGEM - BANCADA DE	00	0	0	MONTAGEM		0						
359	MONTAGEM - LIXA	00	0	0	LIXAR PEÇA PREPARAÇÃO PARA PINTURA USAR LIXA 120 NA LIXADEIRA USAR LIXA 150 PARA ACABAMENTO FINAL		0						
360	MONTAGEM - ENTREGA DA	0	0	0			0						
TOTAL TEMPO ESTIMADO													
												CONCLUSÃO DA ORDEM	

ROTEIRO DE PRODUÇÃO															
CÓD	DESCRIÇÃO	TEMPO SETUP			DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	DATA	TEMPO PRODUÇÃO			TEMPO PARADAS		REFUGO			
		00:00:00	00:00:00	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00		
CÓDIGO		MOTIVO PARADAS		CÓDIGO		MOTIVO REFUGOS									
100	AJUSTE GABARITO	80	BOLHA DE AGUA NA TINTA												
60	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	70	DEFEITO MIRAVIDROS												
20	FALTA ENERGIA	50	ESTRAGOU DURANTE PROCESSO												
90	FALTA OPERADOR	20	MADEIRA COM NO PODRE												
30	FALTA PECAS	10	MADEIRA FORA DA MEDIDA (TNA)												
50	FERRAMENTA COM PROBLEMA	40	MADEIRA MACIA												
10	MANUTENCAO	30	MADEIRA RACHADA												
40	PARADA BANHEIRO	60	SUJEIRA NA PINTURA												
70	RETRABALHO														
110	SETUP														
80	TREINAMENTO														

Fonte: o autor (2022)

Atualmente é realizado apontamentos das ordens de produção em todos os postos operativos dos setores de usinagem, porém é apontado apenas o início e fim do processo, não apontamos ainda as paradas que acontecem durante o processamento das ordens, e também apontamos em alguns pontos considerados estratégicos nos demais setores, montagem, estofaria, pintura e embalagem, assim conseguimos realizar o acompanhamento da produção e dos indicadores, ajudando na tomada de decisão de curto prazo. Na figura 16 demonstramos a janela do sistema para realizar os apontamentos e a estrutura para apontamento encontrada no meio da produção.

Figura 16 – Pontos de Apontamento de Produção



Fonte: o autor (2022)

A J.Marcon atualmente é medida pelo total de entrega de produtos realizados em um intervalo de tempo, pré-definido pelos lotes de produção. Para ajudar a enxergar de maneira mais clara os processos de entradas de pedidos e entregas de produção, fazemos uso da ferramenta SeOP, onde realizamos reuniões semanais para avaliarmos a entrada e saídas de pedidos, e assim criarmos e acompanharmos os planos de ação para resolver pendências referentes as áreas de produção e vendas.

Entretanto temos uma dificuldade muito grande na tomada de decisão, desde decisões de sequenciamento, até mesmo se tratando de decisões mais estratégica devido a não termos a eficiência das operações bem medidas, o que acaba trazendo sempre um grau de incerteza muito grande nas tomadas de decisão, tomando as decisões baseados mais na intuição dos envolvidos no processo.

3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

Para o desenvolvimento desta etapa do estudo, foi utilizado como estrutura do estudo o ciclo PDCA, apresentado na Figura 17, temos desenhado as etapas necessárias para a aplicação do OEE na empresa estudada.

Figura 17 – PDCA



Fonte: o autor (2022)

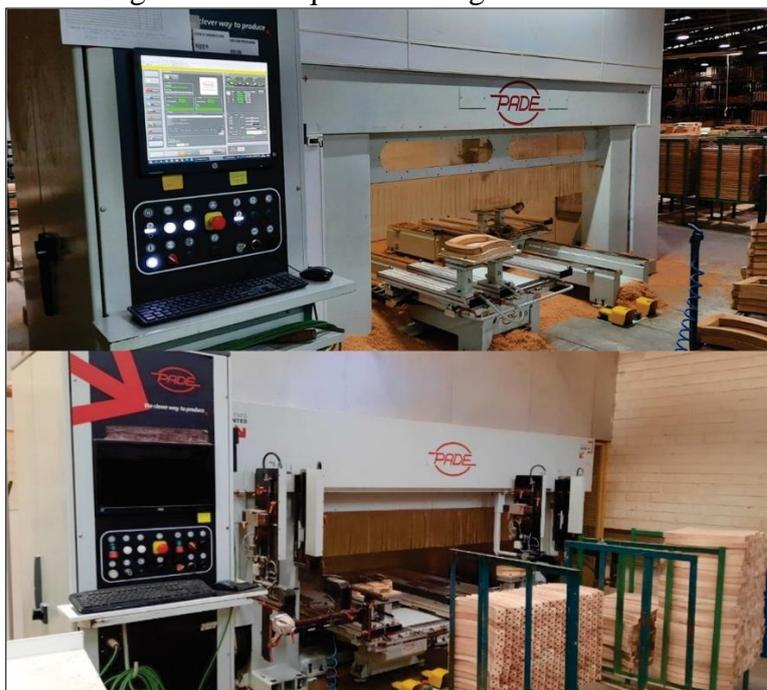
3.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RECURSOS GARGALOS

A identificação dos recursos gargalos da empresa foi feita com bases nos dados já utilizados no SeOP, onde foi avaliado a carga que estes recursos recebem a cada lote de produção gerado, limitando a produção da empresa, e gerando horas extras.

Outros fatores foram relevantes para a escolhas das máquinas, como o custo operacional e o grande valor para a aquisição de novas máquinas. Reforçando a necessidade de termos essas máquinas bem medidas e melhorarmos ao máximo sua eficiência, pois são as máquinas que mais impactam no custo operacional da empresa.

As máquinas identificadas foram do setor de usinagem de madeira e chapas, são cinco centros de usinagem, onde dois estão localizados no setor de usinagem de madeira e três no setor de usinagem de chapas. Na Figura 18 está representado as duas máquinas escolhidas do setor de usinagem de madeira, e na Figura 19 está representado as três máquinas escolhidas do setor de usinagem de chapa.

Figura 18 – Máquinas Usinagem de Madeira



Fonte: o autor (2022)

Figura 19 – Máquinas Usinagem de Chapas



Fonte: o autor (2022)

3.2.2 ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA PARA COLETA DOS DADOS

Nesta etapa após a escolha das máquinas, é necessário avaliar a estrutura já existente para a coleta dos dados no chão de fábrica, a empresa possui o sistema Promob e junto com ele já possui o módulo de controle da produção, que pode ser parametrizado para realizar a coleta dos dados, e já integrado com o módulo da engenharia de processos onde já possuímos os roteiros de fabricação.

Precisa ser criado os usuários para o sistema, os turnos, cadastrar as máquinas, as paradas pertinentes ao processo e os operadores, para realizar o apontamento, todas as máquinas escolhidas são CNC, já com um computador integrado, o que facilita a instalação do sistema Promob para realizar a coleta de dados diretamente na máquina.

3.2.3 TREINAMENTO DOS ENVOLVIDOS

O treinamento dos envolvidos é de grande importância pois são eles os principais responsáveis pela boa coleta dos dados. Precisam ser treinados para a utilização das planilhas de bordo ou mesmo a utilização do sistema de gestão.

Outro ponto fundamental é trazer clareza para os envolvidos nos diferentes códigos de paradas, e como o cálculo do OEE é estruturado, para todos fazerem as escolhas corretas na hora de identificar as paradas.

É muito importante também, mostrar para os envolvidos a grande importância que eles possuem nesse processo, deixando claro o grande potencial que a ferramenta OEE pode entregar para a empresa, fazendo uso das informações para direcionar a estratégia da empresa.

3.2.4 VERIFICAÇÃO DA COLETA DE DADOS JUNTO A FABRICA

Após os envolvidos estarem preparados para realização dos apontamentos, é preciso dar um tempo para ajuste e adaptação, onde o descarte destes primeiros dados se faz necessário para os números finais não serem influenciados por pequenos erros de adaptação.

É muito importante o acompanhamento de perto, junto aos operadores, para ajudá-los a esclarecer pequenas dúvidas e algumas divergências que possam estar acontecendo, assim melhorando muito a qualidade dos números que serão utilizados como bases dos cálculos posteriores.

3.2.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados deve ser feita com o intuito de confrontar os dados já existente no cadastro de produto, para avaliar possíveis desvios tanto na coleta de dados como em possíveis erros em roteiros e tempo de processos.

Com os dados das primeiras rodadas de apontamento é importante ficar atento aos índices de disponibilidade, performance e qualidade, para caso se tenha alguma não conformidade, seja possível acionar as áreas envolvidas para serem feitos os ajustes necessários.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos das coletas de dados realizados pelos operadores envolvidos na implementação do projeto, juntamente com os detalhes da implementação e a demonstração das principais perdas detectadas, e também o plano de melhoria elaborado para ser colocado em prática.

4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO

Iniciamos o processo de implementação do OEE, realizando o treinamento dos operadores diretamente envolvidos no processo, o treinamento foi dividido em dois momentos, o primeiro com a presença de todos os líderes de setor da empresa conforme Figura 20, em segundo momento foi realizado o mesmo treinamento com todos os funcionários envolvidos para a aplicação da ferramenta conforme Figura 21, o mesmo aconteceu no dia 04/07/2022, com duração de aproximadamente 30 minutos cada equipe, onde entre os assuntos abordados estavam a importância do estudo para a empresa, uma explicação geral de como a ferramenta funciona e é calculada, e também o treinamento para a utilização do sistema Promob para a realização dos apontamentos das ordens de produção e as eventuais paradas.

Figura 20 – Treinamento Liderança



Fonte: o autor (2022)

Figura 21 – Treinamento Colaboradores



Fonte: o autor (2022)

Realizado o treinamento teórico, partimos para o acompanhamento pratico, onde foi passado junto a todos os operadores envolvidos, para retirar algumas dúvidas que possam ter surgido e também para registrarmos possíveis melhorias de sistema e cadastro de novos códigos de paradas, para esse acompanhamento utilizamos um período de 5 dias.

A coleta de dados foi toda feita via sistema Promob, realizada pelos próprios operadores das máquinas, foi realizado os apontamentos de ordens de produção e paradas de máquinas em tempo real. Para facilitar a linguagem e a padronização entre máquinas de diferentes setores, foi cadastrado os códigos de paradas no sistema conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Paradas

Paradas	
Código Paradas	Descrição Parada
10	Manutenção
20	Falta Energia
30	Falta de Peças
40	Parada Banheiro
50	Ferramenta com Problema
60	Desenvolvimento de Produto
70	Retrabalho
80	Treinamento
90	Falta Operador
100	Ajuste Gabarito
110	Setup
120	Carregamento Empilhadeira
130	Falta Empilhadeira
140	Movimentação de Peças
150	Parada Café
160	Parada Refeição
170	Parada Ajuste programa
180	Parada Limpeza
190	Avaliação de Peças

Fonte: o autor (2022)

Como todos os apontamentos foram feitos via sistema, temos a possibilidade de acompanharmos os relatórios de apontamentos de produção diariamente, como podemos observar um exemplo na Tabela 2, retirada diretamente do sistema Promob.

Tabela 2 – Apontamentos Sistema Promob

J.MARCON IN.E COM DE MOVEIS LTDA														
Ordem: 450 Até 1611289			Data: 01/08/2022 Até 01/08/2022											
Item: 00000125 Até ZZZZ														
Relação de apontamentos por ordem														
Nro Ordem	Nro Lote	Qtde. Operador	Início		Fim		Tempo Final	Qtde Apont.	Saldo	ΔQ	Perda	Média	%	
			Data	Hora	Data	Hora								
Posto operativo: 349 - CENTRO USINAGEM PADE														
Máquina: 153 - CENTRO DE USINAGEM (6 EIXOS)														
Item: JM127 1 ZARA PERNA FRENTE														
1488970	7.616	400	MARIA GABRIELE DA FONSECADOS SANTOS	01/08/2022	15:38:05	01/08/2022	17:14:55	96,8330	150,0000	250,0000	4,5045	0,00	92,94	-1,32
			MARIA GABRIELE DA FONSECADOS SANTOS	01/08/2022	17:15:19	01/08/2022	17:30:02	14,7170	13,0000	237,0000	0,3904	0,00	53,00	-43,73
Total Item =>								111,5500	163,0000		4,8949	0,000	87,67	
Item: JM127 2 ZARA PERNA TRAZEIRA														
1488973	7.616	400	VIVIANE SOUZA BRANCO DA SILVA	01/08/2022	05:10:57	01/08/2022	05:37:06	26,1500	33,0000	367,0000	0,9563	0,00	75,72	-19,61
1488974	7.616	400	VIVIANE SOUZA BRANCO DA SILVA	01/08/2022	05:44:57	01/08/2022	07:10:50	84,8830	143,0000	257,0000	4,1441	0,00	101,08	7,32
			MARIA GABRIELE DA FONSECADOS SANTOS	01/08/2022	07:11:15	01/08/2022	09:29:05	137,8330	214,0000	43,0000	6,2017	0,00	93,16	-1,09
1488976	7.616	400	MARIA GABRIELE DA FONSECADOS SANTOS	01/08/2022	09:44:39	01/08/2022	15:20:03	245,4000	395,0000	4,0000	11,4761	2,00	97,31	3,32
Total Item =>								494,2670	786,0000		22,7783	2,000	95,66	
Total Máquina =>								606,8170	949,0000		27,6732	2,00	94,19	
Total Posto Operativo =>								606,8170	949,0000		27,6732	2,00	94,19	

Fonte: o autor (2022)

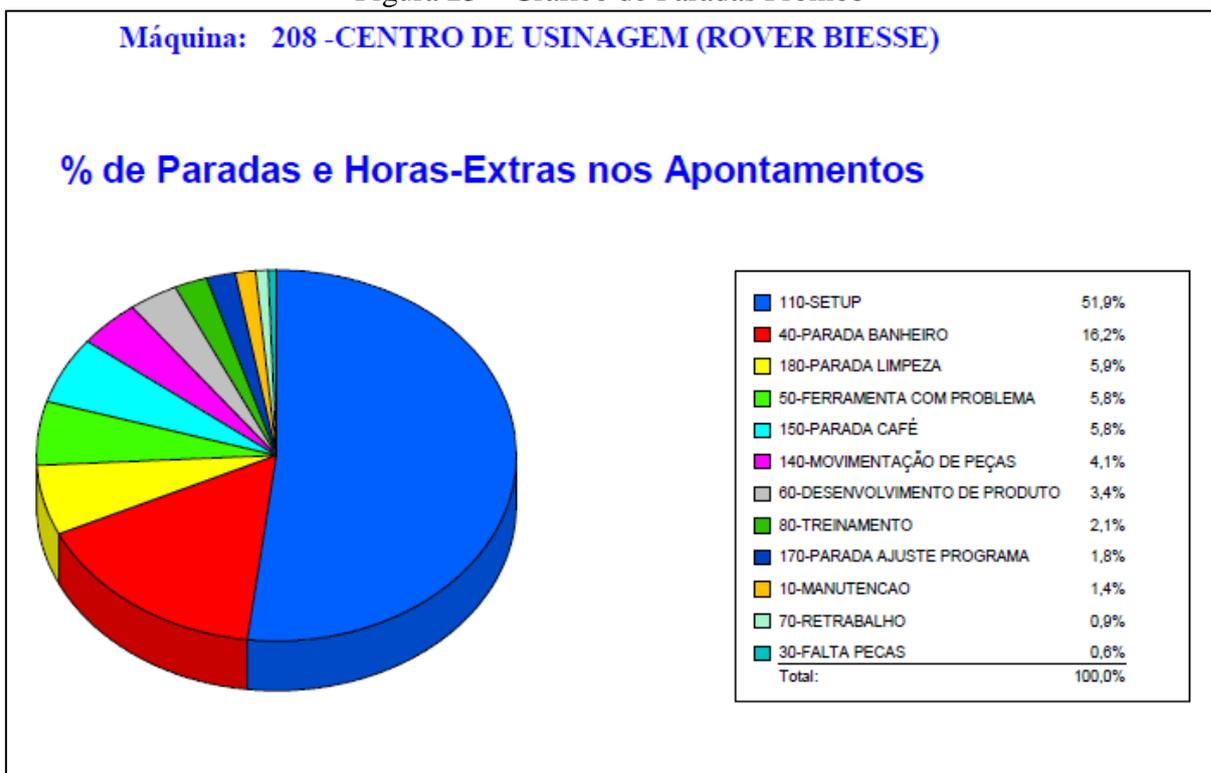
Outra entrega que o sistema possui está relacionado as paradas de máquinas, onde teremos a demonstração das paradas por escrito conforme Figura 22, e também temos a entrega de um gráfico onde demonstra as paradas realizadas e os seus percentuais conforme Figura 23.

Figura 22 – Análise de Paradas

J.MARCON IN.E COM DE MOVEIS LTDA			
Datas: 08/08/2022 Até 12/08/2022			
Tipo de relatório: Sintético			
Tipo de Hora: Parada de máquina			
Turnos: Todos			
Resumo de Paradas e Horas-Extras nos Apontamentos			
Motivo		Tempo	%
Máquina: 208 -CENTRO DE USINAGEM (ROVER BIESSE)			
110	SETUP	06:12:14	51,9
40	PARADA BANHEIRO	01:56:04	16,2
180	PARADA LIMPEZA	00:42:12	5,9
50	FERRAMENTA COM PROBLEMA	00:41:43	5,8
150	PARADA CAFÉ	00:41:29	5,8
140	MOVIMENTAÇÃO DE PEÇAS	00:29:22	4,1
60	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	00:24:22	3,4
80	TREINAMENTO	00:15:19	2,1
170	PARADA AJUSTE PROGRAMA	00:13:06	1,8
10	MANUTENCAO	00:09:54	1,4
70	RETRABALHO	00:06:37	0,9
30	FALTA PECAS	00:04:16	0,6
Tempo total:		11:56:38	
Ocupação da máquina:		67:55:00	

Fonte: o autor (2022)

Figura 23 – Gráfico de Paradas Promob



Fonte: o autor (2022)

Entre os relatórios observados durante o processo de acompanhamento da aplicação da ferramenta, foi possível a detecção de erros de cadastro e estrutura de itens onde foi colocado no plano ação para que seja realizado as devidas melhorias conforme Figura 24, onde pode ser observado um erro no índice de performance maior que 100%, apontando um erro de tempo de roteiro.

Figura 24 – Exemplo Erro de Tempo de Roteiro

J.MARCON IN.E COM DE MOVEIS LTDA				
Data: 15/08/2022 Até 15/08/2022				
Máquina: 3, 156				
Tipo taxa: Produtividade (OEE)				
Taxa de Produtividade				
	Taxa Disponibilidade	Taxa Performance	Qualidade (Perdas)	Produtividade (OEE)
156 - CENTRO DE USINAGEM (5 EIXOS)	68,83%	102,03%	98,50%	69,18%
Total geral:	68,83%	102,03%	98,50%	69,18%

Fonte: o autor (2022)

O cálculo do OEE, é realizado via sistema onde pode ser feito o uso de vários filtros para avaliar de várias maneiras os dados coletados, entre as opções estão as quebras por lote ou data, quebras por máquina, operador e setor, entre outras conforme Figura 25.

Figura 25 – Tela Taxa de Produtividade Promob

Fonte: o autor (2022)

Para o cálculo do OEE, no setor de usinagem de madeiras vamos utilizar como base o mês de agosto de 2022, a avaliação dos indicadores foi realizada por semana, e dividida separadamente entre as duas máquinas em questão. Conforme Tabela 3 podemos avaliar que a máquina Centro Pade 153, obteve uma média de 67,52% no seu OEE, e que a máquina Centro Pade 156, obteve uma média de 53,16 no seu OEE ambos referentes ao mês de agosto.

Também podemos observar que obtivemos números para a taxa de performance maiores que 100% na máquina Centro Pade 156, o que indica um erro de tempo de roteiro, que deverá ser corrigido, implicando em um indicador que não está condizendo com a realidade daquela operação em específico.

Tabela 3 – OEE Máquinas Usinagem de Madeira

Taxa de Produtividade OEE					
Máquina	Taxa de Disponibilidade	Taxa de Performance	Qualidade (Perdas)	Produtividade (OEE)	Data
Centro Pade 153	70,41%	96,90%	99,78%	68,08%	01/08/2022 à 05/08/2022
	90,62%	88,95%	98,68%	80,35%	08/08/2022 à 12/08/2022
	70,47%	89,08%	99,83%	62,67%	15/08/2022 à 19/08/2022
	77,37%	97,71%	99,91%	75,53%	22/08/2022 à 26/08/2022
	57,69%	88,56%	99,74%	50,96%	29/08/2022 à 02/09/2022
			Média OEE =	67,52%	
Centro Pade 156	65,52%	98,46%	98,98%	63,85%	01/08/2022 à 05/08/2022
	39,08%	53,59%	98,79%	20,69%	08/08/2022 à 12/08/2022
	52,23%	110,24%	99,11%	57,06%	15/08/2022 à 19/08/2022
	52,36%	32,07%	99,62%	16,73%	22/08/2022 à 26/08/2022
	78,33%	142,20%	96,50%	107,48%	29/08/2022 à 02/09/2022
			Média OEE =	53,16%	

Fonte: o autor (2022)

Para o cálculo do OEE, no setor de usinagem de chapas, precisamos calcular de uma forma diferente por se tratar de máquinas que fazem uso de planos de corte, cortando várias peças diferentes com tempos diferentes dentro do mesmo plano, e também por possuir ordens unitárias. Portanto a maneira utilizada para o cálculo foi assumir que a capacidade se dava pelo tempo de calendário igual a 44 horas por semana, e a disponibilidade é resultado da subtração da capacidade menos o tempo de máquina parada, baseadas nos apontamentos das paradas de máquinas.

Como podemos observar na Tabela 4, a avaliação dos indicadores também foi dividida por semana, e separada entre as três máquinas referentes ao setor de usinagem de chapas, o Centro Next 201 obteve uma média de 75,96% em seu OEE, o Centro Next 227, obteve uma média de 80,62% em seu OEE, e o Centro Rover A 208 obteve uma média de 71,03% em seu OEE.

Vale salientar que os índices de OEE das máquinas Centro Next 201 e 227, possuem uma perda relacionada a disponibilidade onde pode ser visualizado nas paradas pertinentes das duas máquinas gêmeas, que por alguns momentos dentro do mês de agosto as máquinas ficaram paradas por falta de peças para serem usinadas, assim indicando que tendo a disponibilidade de mais peças para usinar, podemos ter um índice de OEE maior que o encontrado nesse mês de agosto.

Tabela 4 – OEE Máquinas Usinagem de Chapas

Taxa de Produtividade OEE					
Máquina	Capacidade (Horas)	Paradas(Horas)	Disponibilidade	Produtividade (OEE)	Data
Centro Next 201	44:00:00	16:02:19	27:57:41	63,55%	01/08/2022 à 05/08/2022
	44:00:00	20:45:09	23:14:51	52,84%	08/08/2022 à 12/08/2022
	44:00:00	04:35:42	39:24:18	89,56%	15/08/2022 à 19/08/2022
	44:00:00	08:35:28	35:24:32	80,47%	22/08/2022 à 26/08/2022
	44:00:00	02:54:23	41:05:37	93,39%	29/08/2022 à 02/09/2022
		Média OEE=	33:25:24	75,96%	
Centro Next 227	44:00:00	05:16:03	38:43:57	88,03%	01/08/2022 à 05/08/2022
	44:00:00	08:14:49	35:45:11	81,26%	08/08/2022 à 12/08/2022
	44:00:00	21:53:45	22:06:15	50,24%	15/08/2022 à 19/08/2022
	44:00:00	03:43:42	40:16:18	91,53%	22/08/2022 à 26/08/2022
	44:00:00	03:30:29	40:29:31	92,03%	29/08/2022 à 02/09/2022
		Média OEE=	35:28:14	80,62%	
Centro Rover A 208	44:00:00	09:46:37	34:13:23	77,78%	01/08/2022 à 05/08/2022
	44:00:00	11:56:38	32:03:22	72,85%	08/08/2022 à 12/08/2022
	44:00:00	15:40:31	28:19:29	64,37%	15/08/2022 à 19/08/2022
	44:00:00	12:18:07	31:41:53	72,04%	22/08/2022 à 26/08/2022
	44:00:00	14:02:39	29:57:21	68,08%	29/08/2022 à 02/09/2022
		Média OEE=	31:15:06	71,03%	

Fonte: o autor (2022)

Com os resultados obtidos nestes primeiros meses podemos observar o potencial da ferramenta em demonstrar os pontos de melhorias e também observar de maneira quantitativa onde estão as maiores perdas, sendo possível canalizar os esforços de melhorias para potencializar os resultados.

Entre as principais oportunidades de melhorias relacionadas no plano de ação 5W2H conforme Tabela 5 estão as melhorias de setups, de padronização de ferramental, ajustes sapatas, movimentação de peças, plano de manutenção preventiva e ajustes de tempos de processos, entre outras. A realização dessas melhorias entregara um resultado muito importante para a melhor utilização dor recursos da empresa, sendo possível assim obter um ganho estimado entre 10 a 15% no OEE das máquinas envolvidas no projeto.

Tabela 5 – Plano de Ação 5W2H

PLANO DE AÇÃO 5W2H						
O quê	Como	Quem	Quando	Onde	Porque	Quanto
Treinamento Técnico para especializar operadores em Setups	Utilizar mão de obra do atual programador que possui o maior conhecimento relacionado as máquinas e promover construção de manual de instrução e realizar treinamento	Programador de máquinas CNC	Até final 2022	Setor de usinagem/sala de treinamentos	Para termos mais mão de obra qualificada, reduzindo o tempo de setup entre lotes	mão de obra interna
Compra de ferramentas Gêmeas	Realizar estudo de necessidade de ferramentas, orçar e comprar	PCP/Programador/Gerente Operações	01/11/2022	Setor de engenharia	para evitar problemas relacionados a não ter ferramentas em momentos de afiação ou de uso compartilhado entre máquinas	R\$ 30.000,00
Planilha para controle de ferramentas	Fazer planilha compartilhada para controle interno de ferramentas	TI, Setor de usinagem	01/10/2022	Setor de Usinagem	para termos o controle das ferramentas que estão em afiação fora da empresa	mão de obra interna
Melhoria nas sapatas das mesas das máquinas	Fazer dispositivo para prender sapatas	Engenharia/Manutenção	01/12/2022	Setor de Usinagem/Manutenção	Para facilitar troca rápida nas sapatas das mesas das máquinas	R\$ 40.000,00
Balcão para armazenar ferramentas	Desenhar projeto na engenharia, produzir balcão	Engenharia/Setor Usinagem	26/09/2022	Setor de Engenharia/Usinagem	Para facilitar e organizar a armazenagem das ferramentas	R\$ 500,00
Ajuste no sequenciamento dos lotes	Observar no sequenciamento dos lotes, a familiaridade de ferramentas com as peças a produzir	PCP	26/09/2022	PCP	Para reduzir o tempo de setup, não se fazendo necessário a troca de várias ferramentas a cada lote.	mão de obra interna
Ajuste de roteiro/estrutura de itens	Atualizando roteiros errados e desatualizados	Setor de Engenharia	01/11/2022	Setor de Engenharia/Usinagem	Para ajustar roteiros e tempos de processos desatualizados no sistema, prejudicando os indicadores da fábrica	mão de obra interna

Movimentação de peças	Definir funcionário para movimentar as peças já usinadas, e as peças para serem usinadas sem a máquina parar	Setor de usinagem	26/09/2022	Setor de Usinagem	Para reduzir tempo de máquina parada devido a movimentação peças	mão de obra interna
Manutenção preventiva	Colocar todas as demandas de manutenção preventiva no sistema de manutenção	Setor de Manutenção	01/11/2022	Setor de Manutenção	Para realizar as lubrificações e trocas de peças de maneira preventiva evitando a parada indesejada das máquinas	mão de obra interna

Fonte: o autor (2022)

4.2 DISCUSSÃO DO CASO

A implantação do OEE na empresa JMarcon, é de grande importância devido ao momento de crescimento exponencial que a empresa se encontra onde busca um crescimento anual de 20%, surgindo a necessidade cada vez maior de ferramentas que auxiliem na tomada de decisão auxiliando a gerência a tomar decisões com mais clareza, se fazendo uso de indicadores quantitativos não dependendo apenas da experiência dos gestores envolvidos na área.

Outro diferencial do OEE nas tomadas de decisões gerenciais está relacionado a compra de novos equipamentos, onde os indicadores do OEE facilitam muito na decisão de compra de uma nova máquina, ou se a necessidade é somente de melhorias do processo para utilizar melhor os recursos já existentes na empresa.

Falando de PCP o OEE auxilia na tomada de decisão na hora de fazer a programação dos lotes, por consequência das peças que serão usinadas nas máquinas, auxiliando muito nas questões de sequenciamento e priorização das demandas, e também na previsão de entrega dos pedidos, onde sempre se teve muita dificuldade em fazer uma previsão de entrega das peças devido a não ter um indicador de eficiência nas máquinas gargalos.

Outra questão que o OEE também auxilia é na hora de avaliações de desempenho dos funcionários que mesmo a ferramenta estando voltada para a eficiência da máquina, podemos avaliar questões de paradas de máquinas e tempos de setup e performance das ordens executadas com o desempenho dos operadores, facilitando na clareza da comunicação entre gestores e subordinados, podendo utilizar de um indicador quantitativo para demonstrar os pontos que podem ser melhorados, que possui ligação direta com o responsável pela operação da máquina.

Portanto acredito como gestor da área de operações da empresa J.Marcon o OEE, é fundamental para trazer clareza em questões de eficiência de máquinas, programação de fábrica, avaliação de desempenho de funcionários e até mesmo questões de estudo de layout, sempre proporcionando um olhar a curto prazo para as questões de melhorias pontuais desde falta de treinamento dos envolvidos, até mesmo de melhorias de processo e qualidade.

Mas também ajuda no olhar a longo prazo, principalmente em questões de compra de novos equipamentos, ampliação de setores, aumento de capacidade e entre outros, direcionando os esforços para atacar realmente o problema na sua essência, tirando questões de intuição e achismos, induzindo a gestão a um olhar mais assertivo e quantitativo.

4.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Atualmente temos muitas dúvidas relacionadas a eficiência das operações em todos os setores da J.Marcon, a implantação do OEE em máquinas seria apenas o início da aplicação de uma ferramenta muito poderosa para entregar de forma clara e assertiva a eficiência real da empresa, onde proporcionaria uma precisão muito grande para a direção e gerencia da empresa, em conduzir o planejamento estratégico evitando desvios, onde hoje se faz necessário devido a não termos uma precisão ao traçar o caminho que iremos conduzir ao longo do planejamento estratégico.

Quando falamos em custo, a ferramenta OEE traria ganhos em não utilizar rateio de custos referentes a processos que não estão bem medidos, e valores estimados de eficiência para criar os custos internos de produção. Tendo bem claro a eficiência dos processos produtivos, pode-se buscar melhorias que implicaram diretamente no custo de produção, trazendo ganhos de competitividade comparado aos concorrentes, ou até mesmo uma margem de lucro maior.

Outra entrega que a aplicação do OEE poderá ajudar, está relacionada a uma dificuldade com a avaliação de desempenho, não só dos processos em máquinas, mas ele pode ser expandido para setores com mais mão de obra manual, onde a empresa possui uma dificuldade muito grande por ter vários processos manuais dentro da empresa e por não conseguir medir ele de forma rápida e eficiente, portanto o OEE traria melhorias nessas questões podendo ser utilizado até mesmo para questões de avaliação individual de desempenho de funcionários em operações manuais.

Entre as dificuldades para a aplicação do OEE, acredito que a maior delas está relacionada a cultura, hoje a empresa está muito voltada para a medição dos processos e criação de indicadores, mas isso ainda é muito recente sabendo que este movimento teve início a menos de 2 anos, se tratando de uma empresa com mais de 72 anos de história. Dentro do quadro de funcionários temos vários funcionários com muitos anos de casa, onde neles encontramos as maiores dificuldades para essas mudanças mais voltadas a controle e fazendo o uso da tecnologia como ferramenta de informação.

Outra dificuldade que gostaria de destacar é referente ao software que hoje utilizamos para realizar os apontamentos, e acompanhamento da fábrica, ele possui vários limitadores que acabam dificultando o trabalho ao longo do dia, onde já percebemos as suas limitações a longo prazo, nos trazendo a necessidade de investirmos em um Software especialista para esse controle de chão de fábrica, onde trará um investimento considerável para a aquisição da ferramenta.

5 CONCLUSÃO

O trabalho em questão teve o objetivo de implementar o método de cálculo do Índice de Rendimento Operacional Global, com intuito de avaliar a eficiência e identificar as principais perdas relacionadas ao processo de usinagem em máquinas CNC, após a identificação, propor ações de melhoria fazendo análise junto aos setores envolvidos, e avaliar os impactos gerenciais que a aplicação do método pode trazer para a empresa.

Para a implementação do método o trabalho foi dividido em etapas, onde a primeira foi a identificação dos recursos gargalos, analisando qual seria as melhores máquinas para a aplicação do método, buscando a possibilidade de trazer melhorias para potencializar os resultados da empresa. A segunda etapa foi estruturar o ambiente para a aplicação do método, desde o treinamento dos envolvidos até a estruturação física nas máquinas para realizar o apontamento das ordens de produção e coleta de dados.

A terceira etapa foi a análise dos dados, para identificar possíveis erros de apontamento e de estrutura de produto, podendo assim ser feitas as devidas correções ao longo da aplicação do método, nesta etapa foi identificado vários erros de roteiro de produto, onde se encontrava desatualizado comparado com a entrega física que estava acontecendo no chão de fábrica.

O cálculo do OEE, foi entregue na quarta etapa, onde o resultado encontrado foi de 67,52% para a máquina Centro Pade 153, para a máquina Centro Pade 156 o resultado encontrado do OEE foi de 53,16%, onde essas duas máquinas pertencem ao setor de usinagem de madeira. Para as máquinas do setor de usinagem de chapas encontramos o resultado de 75,96% para a máquina Centro Next 201, 80,62% para a máquina Centro Next 227, e 71,03% para a máquina Centro Rover A 208. Os números relacionados de ambos os setores são referentes a coleta de dados do mês de agosto de 2022.

A quinta etapa foi referente a documentação das possibilidades de melhorias observadas ao longo da aplicação do método e depois de avaliarmos os resultados das primeiras medições do OEE durante o mês de agosto de 2022, para isso foi utilizada a ferramenta 5W2H, entre as oportunidades de melhorias foram destacadas as de setups, de padronização de ferramental, movimentação de peças, plano de manutenção preventiva e ajustes de tempos de processos.

A aplicação do OEE se mostrou muito importante e eficiente, como indicador de eficiência produtiva nas máquinas estudadas e também ajudou na clareza das perdas produtivas durante o processo de produção, possibilitando colocar foco nas melhorias em que realmente possibilitaram um maior impacto na eficiência das máquinas.

Também foi observado durante a aplicação do OEE as melhorias relacionadas na programação de fábrica, ajudando na priorização das demandas, melhorias relacionadas a custo hora máquina, melhorias em roteiro e estrutura de produto e também melhorias na gestão estratégica ajudando em questões de avaliação da necessidade de compra de novos equipamentos e estudos de layout.

Entre as dificuldades encontradas durante a aplicação, podemos destacar as questões de cultura da empresa, onde o chão de fábrica se encontrava pouco preparado por ainda não possuir esse tipo de método e dificuldades de estrutura relacionadas a coleta de dados, pois foi feita a escolha de coletar dados via sistema, onde teve a necessidade de ajustes não só dos operadores envolvidos, mas também da área de TI, juntamente com o pessoal dos softwares utilizados pela empresa.

A partir do trabalho realizado, juntamente com a gestão e direção da empresa, foi definido em gerar um plano de ação para a ampliação do OEE para todas as máquinas dos setores de usinagem da empresa, e também já deslumbrado a possibilidade de estruturar os setores de pintura e estofaria para a aplicação do OEE, devido a se tratar de setores com bastante mão de obra operacional e de difícil medição de eficiência e perdas na produção, se mostrando um grande desafio nos próximos anos para as áreas de engenharia envolvidas na aplicação.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, G. **Indicadores de eficiência de produção**: uma análise na indústria petroquímica. Dissertação de mestrado. 118p. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. 2015
- ALOEE. <<https://www.aloee.it/blog/apontamento-de-producao/>> Acessado em: 09 abril. 2022.
- ANTUNES, J. et al. **Sistemas de Produção**: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ANTUNES, J.; KLIPPEL, A. F.; SEIDEL, A.; KLIPPEL, M. **Uma Revolução na Produtividade**: A gestão lucrativa dos postos de trabalho, Porto Alegre: Bookmam, 2013.
- ENGUSA. <https://www.engusa.com/pt_br/solution/data-collection>Acessado em: 09 abril. 2022.
- FALCONI, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. 8ªed. INDG TecS, Nova Lima, RJ, 2004a.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- HANSEN, R.C. **Eficiência Global dos Equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- HOLLANGEL. E. **Barriers and accident prevention**. Aldershot: Ashgate, 2004. 226 p
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção**: Função Estratégica. 2. ed. Rio de Janeiro: Quality mark, 2001.
- MARIANO, E. B. Conceitos básicos de análise de eficiência produtiva. **Anais...** XII Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP, 2007.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**. Cambridge: Productivity Press, 1988.
- NASCIF, J. **Manutenção orientada para resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OISHI, M. **Técnicas integradas na produção e serviços**: como planejar, treinar, integrar e produzir para ser competitivo: teoria e prática. São Paulo: Pioneira, 1995. Productivity Press, 1988.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TOTVS <<https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/apontamento-de-producao/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20apontamento%20de,aponta%20todas%20as%20ocorr%C3%Aancias%20indesejadas.>> Acessado em: 09 abril. 2022.

XENOS, H. G. D'P. **Gerenciando a manutenção produtiva**: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerencial, 1998.