

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA OEE EM INDUSTRIA METALURGICA DE  
ABRAÇADEIRAS**

**LUCAS RODRIGUES COLONNA  
TAMYRES SILVA RUIZ MORETTI  
LETICIA DE CARVALHO PULIEZE**

**Campo Limpo Paulista - SP  
Dezembro – 2020**

**Lucas Rodrigues Colonna  
Tamyres Silva Ruiz Moretti  
Leticia de Carvalho Pulieze**

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA OEE EM INDUSTRIA METALURGICA DE  
ABRAÇADEIRAS**

*Trabalho de conclusão apresentado ao  
Centro Universitário Campo Limpo  
Paulista – UNIFACCAMP, como requisito  
para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção.*

**Orientador: Prof. Marcos Martins Mioni  
Prof. Francisco Coelho de Oliveira**

**Campo Limpo Paulista - SP  
Dezembro – 2020**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA OEE EM INDUSTRIA METALURGICA DE  
ABRAÇADEIRAS**

**RA 25332 Lucas Rodrigues Colonna  
RA 24330 Tamyres Silva Ruiz Moretti  
RA 24779 Leticia de Carvalho Pulieze**

**Orientador: Prof. Marcos Martins Mioni**

**Banca Examinadora:**

---

**Prof.  
Convidado**

---

**Prof. Marcos Martins Mioni  
Orientador**

---

**Prof. Esp. Alexandre Capelli  
Coordenador**

**Campo Limpo Paulista - SP  
Dezembro – 2020**

## RESUMO

O desempenho é gerenciável na proporção em que é medido, sem medidas os gerentes não conseguem fundamentar argumentos para comunicar especificamente quais as expectativas de desempenho e quais os resultados esperados dos subordinados. Para que esse gerenciamento seja eficiente, é necessário que seja realizado o monitoramento da linha produtiva, e com isso podemos gerar os indicadores de desempenho da produção. O objetivo desse trabalho é que através da implantação de OEE (*Overview Equipment Effectiveness*) na indústria metalúrgica de abraçadeiras, possamos aumentar a produtividade e verificar a eficiência de máquina, mantendo o monitoramento de linha para gerar auxílio para o PCP – Planejamento e Controle da Produção, da empresa. A ferramenta será implementada e o TCC desenvolvido será deixado como material de aplicação para empresa.

**Palavras chaves:** Eficiência de máquina, OEE.

## LISTA DE SIGLAS

OEE - *Overview Equipment Effectivness* - Eficiência Global do Equipamento

PCP - Planejamento e Controle da Produção

INPUT - entrada

OUTPUT – saída

TPM – *Total Productive Maintenance* - Manutenção produtiva total

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Estrutura das seis grandes perdas de tempo observadas no indicador de OEE. Adaptada de (BRAGLIA et al. (2009), apud BUSSO, 2012, p. 63). .....
- Figura 2 – 7 grandes perdas .....

## LISTA DE TABELAS / GRÁFICOS

Tabela 1 – FOLHA DE APONTAMENTO REV 0.....

Tabela 2 – Modelo primário de planilha OEE .....

Tabela 3 – Dados de oee .....

Tabela 4 – Planilha de oee modificada primeira aplicação.....

Tabela 5 – FOLHA DE APONTAMENTO REV 1

Tabela 6 – FOLHA DE APONTAMENTO REV 2

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
1.1. Objetivo geral .....	10
1.1.1. Objetivos específicos.....	10
1.2. Problema.....	10
1.3. Justificativa.....	10
1.4. Metodologia .....	11
1.4.1. Metodologia científica .....	11
1.4.2. Metodologia do projeto .....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1. Conceitos Fundamentais.....	13
2.1.1. Eficiência e eficácia .....	13
2.1.2. Produtividade .....	14
2.1.3. Capacidade produtiva .....	16
2.1.4. PCP .....	17
2.1.5. Sistemas de medição de desempenho.....	19
2.2. OEE.....	20
2.2.1. OEE como indicador de desempenho.....	21
2.2.2. Razões para aplicar o OEE. ....	23
2.3 Total Productive Maintenance (TPM) .....	23
2.3.1 OS OITO PILARES DA TPM .....	24
3. ESTUDO DE CASO .....	26
3.1. A empresa .....	26
3.1.1. Produto.....	27
3.1.2. Análise do problema .....	27
3.1.3. Aplicação de melhoria.....	28
3.1.4. Resultados .....	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

# 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda a aplicação de ferramenta OEE em uma indústria de abraçadeiras. Nele serão encontrados definições e exemplos de como a ferramenta pode ser utilizada para auxiliar nas identificações de paradas de máquina e com a obtenção dos resultados podemos elaborar sugestões de melhoria em seu processo.

O objetivo desse trabalho é que através da implantação de OEE (*Overview Equipment Effectivness*) na indústria metalúrgica de abraçadeiras, possamos aumentar a produtividade e verificar a eficiência de máquina, mantendo o monitoramento de linha para gerar auxílio para o PCP da empresa.

Serão abordados os temas eficiência e eficácia, produtividade, PCP, sistemas de medição de desempenho, OEE e TPM, para que com todas as informações seja possível mostrar a importância da ferramenta OEE para a empresa em questão.

## **1.1. Objetivo geral**

Realizar um estudo de tempos e métodos para aplicação de OEE, na linha de produção da empresa estudada.

### **1.1.1. Objetivos específicos**

Implementar a ferramenta de OEE na linha produtiva de materiais metalúrgicos (abraçadeiras) e desenvolver a planilha de acompanhamento para análise dos dados coletados.

## **1.2. Problema**

O problema identificado foi a falta de monitoramento da linha de produção e das paradas de linha, o que dificulta identificar o produto que está sendo produzido, e consequentemente o planejamento pelo departamento de PCP por falta de informação.

Será que a implantação do OEE é possível corrigir e monitorar as paradas na linha de produção?

## **1.3. Justificativa**

Ao analisar os problemas identificados na empresa notamos a viabilidade de elaborar um projeto para a implementação da ferramenta OEE.

Tendo em vista que com o estudo de eficiência da empresa, é possível realizar sua medição, e assim podemos entender pontos que podem ser melhorados e quais pontos precisasse de mais atenção ou estudo.

## **1.4. Metodologia**

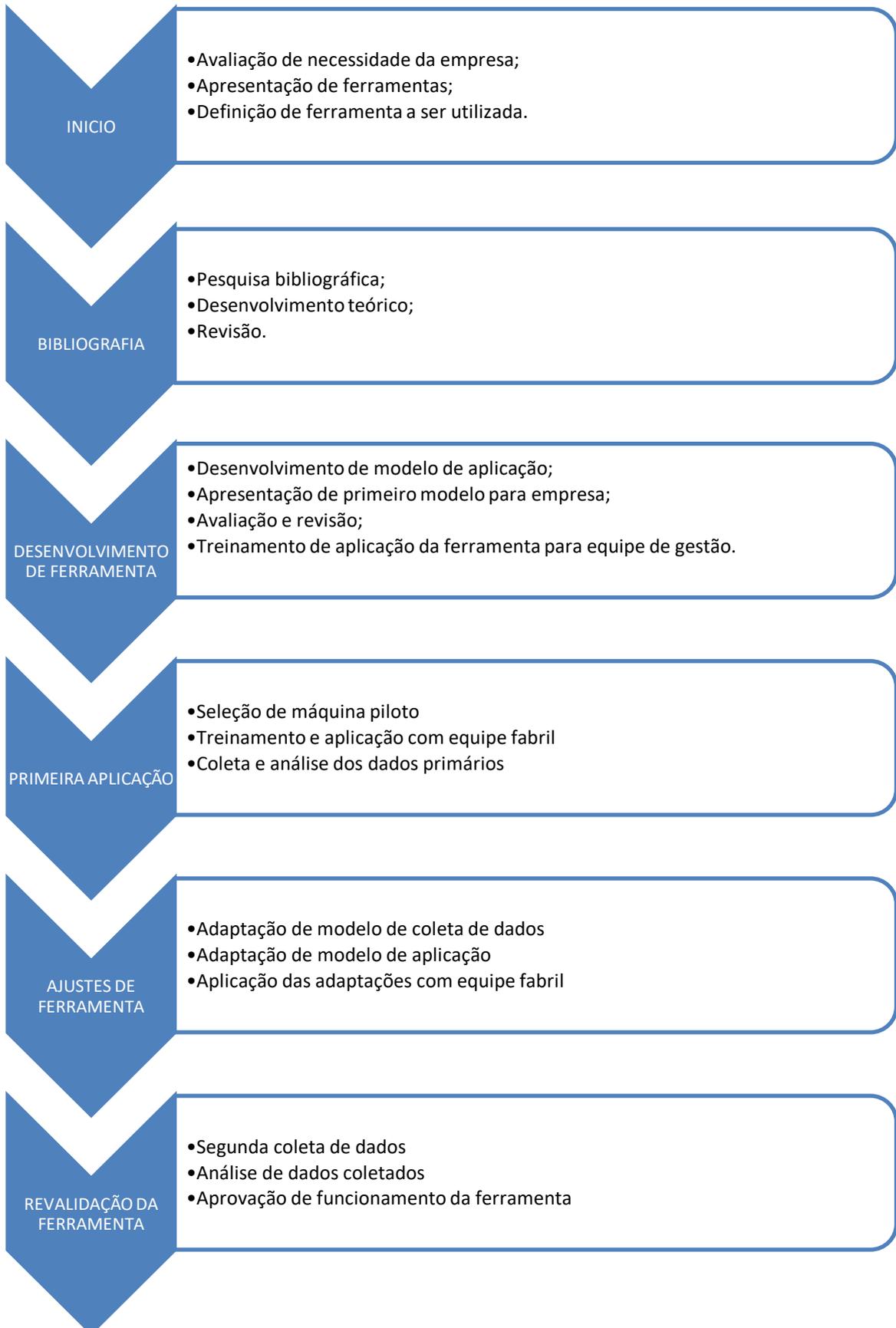
### **1.4.1. Metodologia científica**

A presente pesquisa objetiva proporcionar maior intimidade com o tema estudado e através do estudo do cenário atual, construir novos cenários utilizando como base a implantação de melhorias através da geração de hipóteses, segundo Gil (2008), a classificação de pesquisa exploratória.

O trabalho se define como de caráter qualitativo, pelo fato de apresentar o problema e buscar soluções seja no modo de coleta como na forma de tratar os dados, utilizando técnicas de controle tendo como objetivo resultados que evitem discrepâncias, erros de análise e interpretação e também resultados que possam ser comparados para então determinar os ganhos reais no que se refere a propriedades de eficiência do processo. De acordo com Godoy (2005), um estudo qualitativo tem como objetivo descobrir e compreender um fenômeno ou um processo, ou ainda as perspectivas e visão de mundo das pessoas nele inseridos.

Em um segundo momento o tema será trabalhado como um estudo de caso, pois o trabalho desenvolvido ficará circunscrito a uma única empresa, não impedindo que generalizações sejam feitas posteriormente. Godoy (2005) caracteriza o estudo de caso como um estudo exaustivo e profundo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

## 1.4.2. Metodologia do projeto



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Conceitos Fundamentais

#### 2.1.1. Eficiência e eficácia

Eficiência é a capacidade de realizar bem um trabalho ou desempenhar adequadamente uma função, se trata de um atributo de algo que é produtivo, podendo ser aplicada a pessoas, máquinas, técnicas ou em qualquer empreendimento. (MICHAELIS, 2020).

Segundo Mariano (2007, p. 2):

Existem diversos tipos de eficiência, aplicáveis a diferentes áreas do conhecimento. Na termodinâmica o conceito de eficiência é dado como sendo a relação entre o trabalho realizado por um sistema (uma máquina, por exemplo) e a energia total fornecida a esse sistema. Como, por definição, o trabalho realizado por um sistema é sempre menor que a energia fornecida a esse sistema (devido às perdas), a eficiência será sempre um valor entre 0 e 1, podendo também ser expresso em porcentagem, isto é, de 0 a 100%. Esse tipo de eficiência é conhecido como eficiência energética, visto que se refere a um sistema energético.

Ainda segundo Mariano (2007) a eficiência pode ser definida como sendo a capacidade de um sistema de utilizar da melhor maneira possível os recursos disponíveis, reduzindo os desperdícios e aproveitando ao máximo as condições que temos para se obter um desempenho que atenda todas as necessidades em nível satisfatório.

Robalo (1995), destaca que os termos eficiência e eficácia não são equivalentes, mesmo que a distinção entre eles nem sempre esteja clara da mesma forma. Eficiência tem a ver com o modo como atingimos determinado objetivo, já a eficácia tem a ver com o fato de atingir ou não o objetivo, isto é, se o objetivo for finalizar determinada tarefa em um tempo x, só seremos eficazes se conseguirmos finalizá-la no tempo definido.

Um método se torna mais eficiente que outro se para atingir o mesmo resultado exigir menor desperdício de recursos, isto é, obter maiores outputs (saídas) a partir

do mesmo input (entrada), ou obter o mesmo *output* com o mesmo *input*' (ROBALO, 1995).

Segundo Mello *et. al.* (2005), a eficácia está ligada apenas ao resultado obtido ou produzido, sem levar em conta os recursos usados para tal. Por exemplo, se um cursinho prévestibular, que tinha como meta que seus alunos ocupassem 50% das vagas de um determinado curso que oferecia 20 vagas, conseguiu aprovar 15 alunos, pode-se dizer que esse cursinho foi altamente eficaz. No entanto, não se pode dizer se ele foi eficiente, já que não são conhecidos, entre outras coisas: que tipo de aluno estava inscrito, quantos professores trabalhavam, quantas horas de aula por semana eram dadas, que recursos audiovisuais estavam à disposição, etc (MELLO *et.al.*,2005 *apud* MARIANO, 2007, p. 3).

Eficiência e eficácia andam juntos, porém um sistema eficiente não necessariamente precisa ser eficaz, assim, como um sistema eficaz não necessariamente precisa ser eficiente, podendo haver situações, em que, apesar do sistema conseguir o melhor desempenho possível dada as suas condições de contorno (o que o caracteriza como eficiente), ele apresentar um desempenho insatisfatório, abaixo da meta estabelecida como padrão não sendo, portanto, eficaz. (MARIANO, 2007).

### **2.1.2. Produtividade**

O conceito de produtividade foi introduzido e desenvolvido nas organizações para auxiliar, avaliar e melhorar seu desempenho. Inicialmente, a produtividade era calculada pela razão entre o resultado da produção e o número de empregados. Por um longo período, esta fórmula representou a produtividade de uma organização, quando se almejava o aumento da produção por empregado utilizado. Outras formas de medir a produtividade surgiram ao longo do tempo, quando era relacionado o resultado da produção com a utilização de outros recursos, como, por exemplo, energia, matéria-prima, insumos, entre outros (OECD, 2005a; SINGH *et al.*,2000 *apud* KING, 2007).

Para Almeida (2003) a eficiência com a qual as entradas são transformadas em produtos finais é uma medida da produtividade do processo. Em outras palavras, a produtividade mede quão bem convertemos as entradas em saídas.

Genericamente, produtividade é definida como:

$$\textit{Produtividade} = \textit{Saída (Output)} / \textit{Entradas (Input)}$$

Onde input corresponde aos recursos empregados como matéria-prima, equipamento, trabalho e outros fatores de produção, enquanto output equivale aos resultados obtidos na utilização desses recursos. (ALMEIDA, 2003).

A produtividade, num sentido restrito, para King (2007) tornou-se uma atitude, e, então, evoluiu para convicção, compromisso, e, finalmente, uma filosofia, a partir de um mero cálculo para estimá-la.

De acordo com King (2007) a palavra japonesa produtividade significa “uma atitude do coração”. Para os japoneses, a alta produtividade está diretamente ligada a uma atitude mental que lidera uma ação prática, resultando em melhorias e benefícios para todos.

Para Oliveira (2004) os indicadores de produtividade são ligados à eficiência, estão dentro dos processos e tratam da utilização dos recursos para a geração de produtos ou serviços. Medir o que se passa, no interior dos processos e atividades, permite identificar 33 problemas e, conseqüentemente, preveni-los, para que não tragam prejuízos, tanto para a organização como para clientes ou usuários.

Os indicadores de produtividade são muito importantes, uma vez que permitem uma avaliação precisa do esforço empregado para gerar produtos ou serviços. Devem andar lado a lado com os indicadores de qualidade, formando, assim, o equilíbrio necessário ao desempenho global da organização (OLIVEIRA, 2004).

King (2007) enfatiza que o significado contemporâneo de produtividade deve ser considerado de maneira ampla. Isto é, produtividade significa os esforços para adaptar eficiência à humanidade e harmonizá-la com o meio ambiente.

Veltz e Zarifian (1994) *apud* Martins (1999) propõem a busca de um novo modelo de organização que, ao invés de ser baseada na produtividade dos recursos,

é baseada na produtividade para organização. O modelo de produtividade para organização procura romper com o conceito de produtividade do modelo clássico fordista/taylorista no qual a produtividade do sistema é igual a soma da produtividade das partes (tarefas).

Para Araújo (2000) e Pinho (2013), conhecer a produtividade da mão de obra e seu comportamento funciona como uma importante ferramenta de gerenciamento, auxiliando na tomada de decisões. E, dentre os benefícios possíveis de serem alcançados com o estudo da produtividade, Carraro (1998) enfatiza os seguintes: previsão do consumo da mão de obra; previsão da duração dos serviços; avaliação e comparação dos resultados; e desenvolvimento/aperfeiçoamento de métodos construtivos.

Para Macedo (2002) a produtividade do processo produtivo em uma empresa não pode ser avaliada somente pela eficiência de uma de suas fases, a produção. Todos os fatores/variáveis que afetam o desempenho da empresa (preço e qualidade do produto, estratégia de mercado, volume de vendas, estoque de produtos acabados, padrão tecnológico, qualidade dos processos de produção, relações de trabalho, custo e qualidade das matérias primas, estoque de matérias-primas, relação com fornecedores) afetam também, sistemicamente, a produtividade.

### **2.1.3. Capacidade produtiva**

Capacidade produtiva pode ser definida como, “volume máximo potencial de atividade de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação” (CORRÊA e CORRÊA. 2007 p. 426)

Isto é a quantidade máxima de produtos e serviços que uma empresa é capaz de produzir em determinado período, representando a razão entre a velocidade operacional da empresa e o saldo resultante da sua atividade em produtos e serviços. (REIS, 2018)

Segundo Corrêa e Corrêa (2007, p. 427),

Várias definições de capacidade geralmente associam a palavra a volume fixo ou escala (um equipamento de 2.500 toneladas, um cinema com 300 lugares), não indicando, porém, capacidade de processamento, o que é também importante do ponto de vista da gestão das operações. Para tanto, é necessário introduzir a dimensão tempo e transformar a capacidade de volume fixo em fluxo por período (20.000 toneladas dia, 900 espectadores/dia).

Devemos analisar a capacidade produtiva como um volume máximo possível de ser atingido, e não deve ser confundido com os níveis de saída que a produção possa estar produzindo em certo momento. O volume de saídas pode estar posicionado mais perto ou mais longe do índice de capacidade, e mesmo que este volume esteja entre o máximo e o mínimo, podemos utilizá-lo de indicador para avaliar quão boa é a utilização da capacidade produtiva. (CORRÊA, 2007)

Segundo Reis (2018), dentro das empresas a capacidade produtiva é um dos indicadores fundamentais para analisar o fluxo operacional de qualquer empresa, mas em muitos casos definimos que quanto maior a capacidade produtiva melhor será seu faturamento e a lucratividade.

Esse conceito se torna enganoso, quando avaliamos que a capacidade produtiva deve estar relacionada a demanda do mercado, para que ao conseguir adequar melhor o nível de produção a sua demanda, seja possível gerar menores custos para a produção. (LEÃO, 2020)

#### **2.1.4. PCP**

Com o crescente desenvolvimento industrial, sobretudo de pequenas e médias empresas, torna-se necessário um maior controle planejamento e controle das atividades produtivas de uma empresa. O crescimento rápido e a falta de planejamento, principalmente no setor produtivo podem causar sérios problemas futuros como gargalos da produção, atraso com clientes e mau dimensionamento das instalações. As pequenas empresas surgiram, entre outros motivos, devido às novas oportunidades de mercado, como consequência da crescente exigência dos consumidores (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Segundo Vollman *et al.* (2006), as exigências competitivas do mercado não diminuiram ao longo da última década. A pressão por estoques menores, respostas mais rápidas e custos de transformação mais baixos é incessante.

Assim sendo, a abordagem do planejamento e controle de produção é focada na otimização dos controles de fluxos de informações, materiais e pessoas. (LOPES, LIMA, 2008)

O planejamento e controle da produção têm como função principal a organização e planejamento das atividades voltadas à fabricação dos bens ou serviços. Definição das quantidades a produzir, gestão de estoques, emissão de ordens de produção e acompanhamento da produção podem ser citadas como, de maneira genérica, as funções do PCP. (CIURANA, FERRER e CASADESÚS, 2008).

Definimos o controle da produção da seguinte forma:

[...] função da administração que planeja, dirige e controla a suprimento de material e as atividades de processamento de uma indústria, de modo que os produtos especificados sejam produzidos por métodos preestabelecidos para conseguir um programa de vendas aprovado; essas atividades são desempenhadas de tal maneira que recursos humanos, facilidades industriais e capitais disponíveis são usados com a máxima vantagem. (RUSSOMANO, 2000)

Para Vollman *et al.*, (2006) o sistema de PCP se ocupa do planejamento e controle de todos os aspectos da produção, inclusive do gerenciamento de materiais, da programação das máquinas e pessoas e da coordenação de fornecedores e clientes-chave, garantindo assim um bom relacionamento com todos os setores da empresa.

Cabe ao PCP garantir que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, momento e nível de qualidade adequada, gerenciando algumas limitações de custos, capacidade, tempo e qualidade. Tal gerenciamento garantirá que os planos definidos em nível estratégico, tático e operacional sejam atendidos da melhor maneira possível. Também a finalidade do Planejamento e Controle da Produção (PCP) é criar possibilidades para o aumento da eficiência e a eficácia do processo produtivo da empresa. Portanto, uma dupla finalidade: atuação, do PCP sobre os meios de produção com o propósito de aumentar a eficiência e também cuidar para que os objetivos de produção sejam plenamente alcançados aumentando assim a eficácia. (SOUZA, 2008)

Segundo Tubino (2000), algumas áreas estão mais relacionadas com os sistemas de planejamento e controle da produção, por exemplo: a Engenharia que é responsável pelas funções dos projetos dos produtos, processos de fabricação e serviços. O PCP usa as informações dessa área para identificar o que e como produzir as solicitações dos clientes. Já a área de Suprimentos, que assume as funções de abastecer o sistema com materiais, componentes e equipamentos necessários para a produção, está relacionada com o PCP através da troca de informações sobre planejamento das quantidades de materiais e prazos necessários, além de acompanhar o desempenho de fornecedores. Outra área de entrosamento é a Manutenção, que deve manter os equipamentos e as instalações em perfeito estado para uso, o que é muito importante para que o PCP possa programar sabendo das condições reais dos equipamentos e fique ciente quando houver alguma mudança em relação a essas condições. A área de Recursos Humanos que tem, entre outras funções, recrutar e treinar funcionários, está relacionada com o PCP, na definição de patamar de produção necessário para atender à previsão de demanda e programando recursos produtivos para onde os funcionários serão alocados.

Finalmente, projetar um sistema de PCP não é um esforço único; sistemas de PCP precisam adaptar-se continuamente e responder a mudanças no ambiente da empresa, na estratégia e nas exigências do cliente, e também a problemas específicos e novas oportunidades na cadeia de suprimento (VOLLMAN *et al.*, 2006). Assim a implantação do sistema de planejamento e controle da produção se torna imprescindível para se obter melhores resultados no processo produtivo levando a um diferencial competitivo do negócio (VOLLMAN *et al.*, 2006).

#### **2.1.5. Sistemas de medição de desempenho**

O Sistema de Medição e Desempenho (SMD) é fundamental para a gestão das empresas, sendo um requisito para que os gestores possam avaliar o crescimento do negócio. Com o SMD é possível identificar necessidades importantes do negócio, avaliar o atingimento da estratégia, alinhamento entre departamentos, desdobramento de metas e controle de processos.

O Planejamento e a Implementação do Sistema de Medição de desempenho envolvem:

1. Levantamento dos indicadores utilizados pela empresa;
2. Definição dos objetivos e prioridades do negócio;
3. Construção e proposição de um SMD com poucos e relevantes indicadores, alinhados com a estratégia do negócio;
4. Definição das métricas e sistemáticas de monitoramento;
5. Implementação e controle do SMD.

Disponível em: (<https://hominiss.com.br/> acesso data 06.06.2020)

## **2.2. OEE**

A sigla OEE vem do inglês “*Overall Equipment Effectiveness*” => Eficiência Geral de Equipamento; e é um indicador desenvolvido pelo *Japan Institute of Plant Maintenance*.

O indicador é capaz de medir os resultados que surgem do conceito TPM (*Total Productive Maintenance*). Ele representa a medida de agregação de valor de um equipamento ou uma linha de montagem. O OEE é o produto dos 03 fatores:

- Disponibilidade
- Performance
- Índice de Qualidade.

O valor encontrado / medido varia entre 0 a 1 ou 0% a 100%.

Não existe uma definição deste indicador em normas, porém é uma maneira de medir uma situação atual e identificar o campo de atuação onde há um maior retorno. Cada empresa desenvolve individualmente uma definição relacionada às suas necessidades.

Um ponto importante é que deve se criar um ambiente de pensamento e aplicação do OEE para melhorar o desempenho de equipamentos em cada empresa.

O OEE identifica “Perdas não planejadas” do equipamento.

Disponível em: (<http://www.techoje.com.br/> acesso data 06.06.2020)

### **2.2.1. OEE como indicador de desempenho.**

Utilizado como um indicador para medição do desempenho global do(s) equipamento(s) na manufatura, o OEE auxilia a estruturar a análise das perdas de utilização de sua capacidade. Ele permite que as empresas analisem suas reais condições de utilização dos seus ativos, auxiliando no desenvolvimento de melhorias internas, e também permitindo identificar qual o recurso que possui menor eficiência dentro da cadeia produtiva. (SANTOS e SANTOS, 2007).

Segundo Busso (2012), “o cálculo do OEE é realizado pela medição de três classes principais de perdas as quais são desdobradas em seis tipos básicos de perdas”, enumeradas a seguir e ilustradas na Figura 1:

#### A. Perdas de Disponibilidade

A1. Paradas provocadas por falha de equipamento.

A2. Paradas para setup ou ajustes.

#### B. Perdas de Desempenho

B1. Pequenas paradas ou interrupções devido ao mau funcionamento do equipamento.

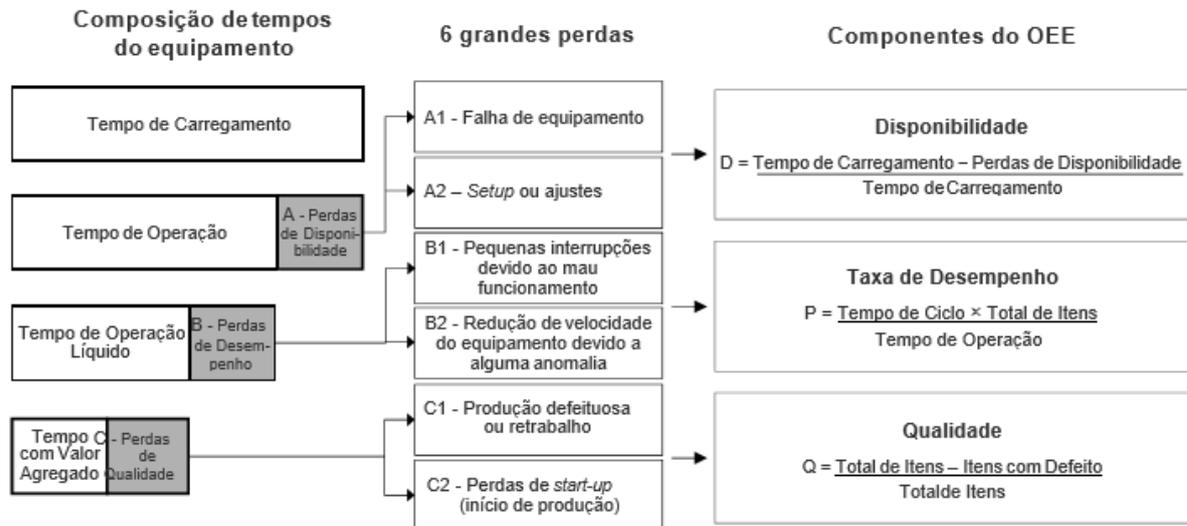
B2. Redução da velocidade do equipamento devido a alguma anomalia que o faça operar com tempo de ciclo maior que o tempo padronizado.

#### C. Perdas de Qualidade

C1. Produção defeituosa ou retrabalho.

C2. Perdas de *startup* ou perdas ocasionadas no início da produção devido aos ajustes para estabilização do equipamento.

**Figura 1 - Estrutura das seis grandes perdas de tempo observadas no indicador de OEE.**



Fonte - Adaptada de (BRAGLIA *et al.* (2009), *apud* BUSSO, 2012, p. 63).

O OEE pode ser entendido como:

uma relação entre o tempo em que houve agregação de valor ao produto e o tempo de carregamento do equipamento, ou seja, descontando-se as perdas de disponibilidade (A), perdas de desempenho (B) e perdas de qualidade (C). Para o seu cálculo, é adotada a equação  $OEE = D \times P \times Q$ , que considera as definições para Disponibilidade (D), Desempenho (P) e Qualidade (Q) dadas na Figura 1. (BUSSO, 2012, p. 63)

Segundo Kwon, Lee (2004), o OEE pode ser calculado pela razão entre a quantidade de produto bom obtido no tempo com valor agregado, e a quantidade de produto que poderia ter sido obtida durante o tempo de carregamento, conforme a equação:

$$OEE = \frac{\text{Total de Produtos Bons}}{\text{Tempo de Carregamento} \times \text{Capacidade de Produção Teórica por Hora}}$$

É importante ressaltar que para a eliminação ou redução dos tipos de perdas identificados por este indicador, é necessário que além da Manutenção e Produção, outras áreas como Qualidade e Engenharia colaborem no desenvolvimento de esforços de melhoria de modo mais sistêmico. (BUSSO, 2012)

### **2.2.2. Razões para aplicar o OEE.**

Através da ferramenta OEE, é possível apontar os erros e dificuldades dos equipamentos. O OEE pode ser usado para comparar a performance da linha por toda a fábrica, deste modo realçando as linhas com performance abaixo do esperado. Se as máquinas processam o trabalho individualmente, a medição do OEE pode identificar qual máquina está com a pior performance, e consequentemente identificar onde focalizar os recursos de melhoria (DAL, TUGWELL e GREATBANKS, 2000, p.1489).

Segundo DAL, TUGWELL e GREATBANKS (2000), os resultados apontados pela ferramenta OEE, indicam os fatores operacionais e promovem a exposição de erros de um determinado equipamento, apontando a performance individual de cada máquina, avaliando suas etapas e porcentagem de desempenho.

Este demonstrativo de desempenho indica que a ferramenta OEE não faz parte apenas dos indicadores de operação, mas um englobamento de indicadores envolvidos com toda operação, podendo ser adequado e utilizado para departamentos de altos índices de produção, viabilizando análises de perdas e melhoras no processo produtivo (RON, ROODA, 2005).

De acordo com Nakajima (1989) o resultado de OEE que aponte 85% deve ser considerado ótimo. Porém, os resultados devem ter informações confiáveis no apontamento do grupo de índices, ressaltando que as empresas em geral têm grande dificuldade em apontar corretamente as ocorrências.

## **2.3 Total Productive Maintenance (TPM)**

TPM é uma sigla em inglês para Total Productive Maintenance que em tradução livre significa Manutenção Produtiva Total. Esta metodologia visa melhorar o desempenho e a produtividade dos equipamentos de uma fábrica. Todos os funcionários da fábrica, em qualquer nível, devem estar envolvidos na cultura e nas atividades, por isso da palavra Total em seu nome.

Segundo Jesus (2012), este é um método de gestão de manutenção proposto por Seiichi Nakajima, que tem sido implementado de um modo crescente desde o ano de 1971.

### **2.3.1 OS OITO PILARES DA TPM**

Cada organização possui suas características individuais, porém, os pilares de sustentação são princípios que, quando respeitados, possibilitam o funcionamento pleno desta filosofia nos diversos ambientes.

Abaixo estão descritos os oito pilares de acordo com Nakajima (1989) e Palmeira (2002) (apud MORAES, 2004).

1) Pilar da Melhoria Focada ou Específica: Refere-se à Manutenção Corretiva de Melhorias para em perdas crônicas relacionadas às máquinas;

2) Pilar da Manutenção Planejada: Este pilar trata da gestão e das rotinas de manutenção preventiva planejadas. Tem por objetivo a melhoria contínua da disponibilidade, a confiabilidade e a redução de custos.

3) Pilar da Gestão Antecipada: Refere-se à prevenção da manutenção. O projeto de um novo equipamento deve levar em consideração o histórico de manutenção e a experiência dos funcionários que o vão operar e reparar. Procurar, desde o início, formas de construir uma máquina que seja mais fácil de manter e trabalhar que as outras que tem a mesma função;

4) Pilar do Treinamento e Educação: refere-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes;

5) Pilar da Manutenção Autônoma: Refere-se aos treinamentos teóricos e práticos que darão aos operadores a capacidade de exercerem atividades referentes à manutenção proativamente e incrementando melhorias;

6) Pilar da Manutenção da Qualidade: Diz respeito à confiabilidade dos aparelhos e sua relação com a qualidade dos produtos e disponibilidade para uso;

7) Pilar da Melhoria dos Processos Administrativos: Os processos de gestão interferem diretamente na eficiência e produtividade das atividades operacionais. Fazer com que esses processos se aprimorem e reduzam seus desperdícios é objetivo deste pilar, conhecido como TPM de escritório.

8) Pilar da Segurança, Saúde e Meio Ambiente: Este se sustenta a partir das práticas dos outros pilares. Seu foco é na melhoria contínua das condições de trabalho da redução dos riscos de segurança e ambientais;

## **3. ESTUDO DE CASO**

### **3.1. A empresa**

Tudo começou em 1958, na Rua Iatai, no bairro da Casa Verde, em São Paulo. Na época ela era conhecida como CRON, denominação que veio dos nomes de seus fundadores: César, Rosa, Orlando e Nilson Curtolo. O nome SUPRENS surgiu em 05 de agosto de 1966, derivado das palavras SUper PRENSa.

Na época da fundação, a indústria automobilística brasileira atuava quase que exclusivamente como linha de montagem; os veículos eram produzidos em países estrangeiros, e eram apenas montados aqui. Daí a necessidade de peças auxiliares.

A primeira linha de produção iniciou-se com um produto que está entre nós até hoje, que é a abraçadeira PRESIL e na sequência veio a MICRO.

O volume então produzido, o que poucos imaginam, era de 3 a 4 mil peças/mês. Mas, aquela produção, fabricada através de processos bastante rudimentares, artesanal mesmo, já se primava por um fator trazido até os dias de hoje: A QUALIDADE.

Os principais clientes eram a Vemag, Scania Vabis e a Massey Harrys. A Vemag praticamente consumia toda a produção de abraçadeiras PRESIL e a de CONTRA-PINO, outra linha criada na época.

Aos poucos, a linha de produção foi se diversificando. Aí vieram as abraçadeiras de arame em 1962, a FLEXIL em 1963, a MICRO em 1965, e uma gama de outros produtos correlatos como a dobradiça de capô, chapa de travamento, suporte de fixação de grade e etc.

Em 1968 iniciou-se a divulgação dos produtos SUPRENS fora do Estado de São Paulo. Começamos a nomear representantes em Porto Alegre, Rio de Janeiro, Minas Gerais, e a curto prazo fomos conquistando o Brasil inteiro.



Com o início de desenvolvimento e implementação de um PCP, foi identificada a necessidade de monitoramento da linha produtiva, para seu entendimento de eficiência, gargalos e volume de produção.

Após reunião com equipe de gestão e apresentação de opções de ferramentas para o monitoramento e controle da produtividade, analisamos as opções e identificamos que a ferramenta OEE se adequaria as necessidades atuais da empresa para a coleta de dados e monitoramento da linha.

### **3.1.3. Aplicação de melhoria**

Realizamos a primeira visita a empresa após recebermos informações sobre o problema identificado por um dos colaboradores, e nessa visita apresentamos as ideias de ferramentas sugeridas para a melhoria, deixando que a equipe identificasse o que melhor se adequaria as suas necessidades do momento.

Depois de apresentamos as ideias, a equipe escolheu a ferramenta OEE, tendo em vista que no momento auxiliaria no controle das máquinas. Na segunda visita realizada, levamos o modelo primário sugerido para a melhoria (Tabela 2), mostrando passo a passo de como funcionaria a ferramenta no processo produtivo, explicando quais dados seriam coletados, quais campos a serem preenchidos, como mensurar os dados e como realizar a análise de dados.



O time de PCP foi instruído a coletar as informações da folha de apontamento (Tabela 1) e transpor para planilha em excel (Tabela 2), com isso a planilha realiza o cálculo automaticamente das Available Hours (Horas disponíveis) e Scheduled Hours (Horas planejadas) que se transformam em Availability (Disponibilidade), Performance Hours (Horas de performance), e Quality Hours (Tempo de produção com qualidade) (Tabela 3).

**Tabela 3 – Dados do OEE**

Availability	Performance	Quality	OEE
98,7%	84,1%	99,8%	82,8%
99,1%	86,7%	99,5%	85,5%
96,2%	90,2%	99,8%	86,6%
97,8%	89,8%	99,6%	87,4%
99,4%	88,6%	99,7%	87,8%
98,4%	89,8%	99,3%	87,8%
100,0%	100,0%	99,6%	99,6%
79,2%	100,0%	99,9%	79,2%
99,4%	99,4%	99,8%	98,5%
100,0%	100,0%	98,0%	98,0%
95,0%	97,4%	99,6%	92,0%
96,9%	100,0%	99,6%	96,4%
98,7%	100,0%	99,9%	98,6%
90,6%	100,0%	99,6%	90,2%
0,0%	90,0%	99,1%	0,0%
98,7%	100,0%	99,6%	98,4%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
0,0%	57,1%	100,0%	0,0%
45,7%	100,0%	100,0%	45,7%
90,0%	80,5%	99,8%	72,3%
0,0%	94,9%	100,0%	0,0%
0,0%	96,7%	100,0%	0,0%
0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
95,6%	96,7%	99,1%	91,6%
98,1%	94,9%	99,9%	93,0%

Com esses dados em mãos, a planilha realiza o cálculo OEE de maneira automática, sendo possível visualizar a performance diária e global.

Após feedback realizamos uma segunda visita, onde foram identificados pontos para realizarmos pequenos ajustes para se adequar ao cenário da empresa (Tabela 4). Esses ajustes foram uma prolongação do espaço da tabela para repetição de dias devido a quantidade de setup e a inserção de balões de observação nas perdas para melhor entendimento das mesmas.

Tabela 4 – Planilha de OEE modificada primeira aplicação (Parte 1)

E38

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	DADOS	Dia	Produção (Qtde) Turno A	HS Turno A	Produção (Qtde) Turno B	HS Turno B	Sucata (Qtde)	OEE		
3		YTD	ALTERAR 1.299.810	203	ALTERAR 1.030.300	160	8.743	87,1%		
4	LINHA 1	13	Peça110	48.000	9	Peça110		180	80,8%	
5		15	Peça110	36.000	8	Peça110	42.000	8	324	74,2%
6		16	Peça110	40.000	8	Peça110	44.000	8	193	80,3%
7		17	Peça110	42.000	8	Peça110	45.000	8	180	82,8%
8		18	Peça110	45.000	8	Peça110	44.800	8	414	85,5%
9		19	Peça110	44.000	8	Peça110	47.000	8	216	86,6%
10		20	Peça110	52.000	9	Peça110			216	87,4%
11		22	Peça110	45.000	8	Peça110	47.000	8	252	87,8%
12		23	Peça110	50.000	8	Peça110	42.000	8	612	87,8%
13		24	Peça110			Peça130	62.000	8	216	99,6%
14		25	Peça130	62.400	8	Peça130	36.000	8	72	79,2%
15		26	Peça130	58.000	8	Peça130	64.000	8	288	98,5%
16		27	Peça130	68.500	9				1.440	98,0%
17		29	Peça130	56.000	8	Peça130	58.000	8	504	92,0%
18		30	Peça130	60.000	8	Peça120	55.000	8	540	96,4%
19		1	Peça120	53.000	8	Peça120	60.000	8	144	98,6%
20		2	Peça130	54.500	8	Peça130	57.500	8	468	90,2%
21		3	Peça120	58.000	9				540	0,0%
22		4	Peça140	65.000	8	Peça140	66.000	8	504	98,4%
23		5								0,0%
24		6								0,0%
25		7	Peça140	38.000	8					0,0%
26		8	Peça130	28.000	8					45,7%
27		9	Peça130			Peça130	45.000	8	108	72,3%
28		10	Peça130	59.000	8					0,0%
29		11	Peça130	67.600	9					0,0%
30		12								0,0%
31		13	Peça130	58.000	8	Peça130	56.000	8	1.008	91,6%
32		14	Peça130	59.482	8	Peça130	56.000	8	108	93,0%
33		15	Peça130	52.328	8	Peça130	57.000	8	144	87,9%
34		16	Peça130			Peça130	46.000	8	72	73,6%
35										0,0%
36										0,0%
37										0,0%
38										0,0%
39										0,0%
40										0,0%
41										0,0%
42									0,0%	
43									0,0%	

LINHA (1) LINHA (2) BD Otd - Peso



Tabela 5 – Folha de apontamento REV 1

 <b>CONTROLE DE PRODUÇÃO</b>									
Linha:		Máquina:		Turno:		Parada e código			
Operador:				Data:					
<b>Relatório de paradas</b>	Código	Descrição				Hora início	Hora fim	Manutenção	10
		INFORMAR HORÁRIO DE INÍCIO E FIM DE TURNO →						SET UP	20
								Toca de ferramenta	30
								Falta de recurso	40
								Ajuste de máq.	50
								Pequenas paradas	60
Ordem:	Produto:		Ferramenta:		QTD Produção:		QTD Sucata:		

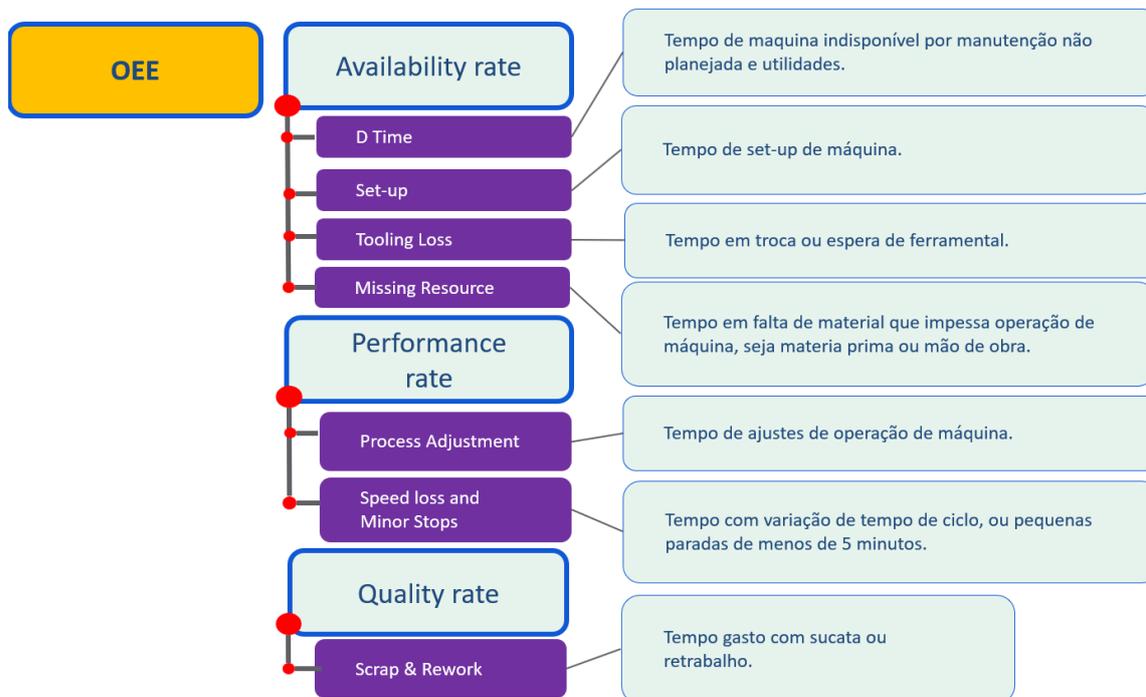
Após a nova coleta de dados com os parâmetros já estabelecidos, em um período de 28 dias foi possível observar o desempenho real da máquina piloto com a planilha de OEE sendo observada eficiência média de 87,1%, e perante a esse resultado foi decidido ampliar o controle para uma máquina semelhante do mesmo setor, sendo modificado o ciclo devido ao material aplicado ser diferente.

Ao analisar os resultados obtidos na aplicação da ferramenta nas duas máquinas foi necessário realizar mais algumas visitas e readaptar a folha de apontamento utilizada para a necessidade atual.



Figura 2 – 7 Grande perdas

7 Grande perdas, exemplos de paradas.



Analisando a eficiência média da máquina piloto e seguindo os parâmetros de perdas da figura 2, foi possível analisar os seguintes índices como resultado:

Gráfico 1 – Dados de OEE



De acordo com o gráfico de resultados, identificamos que os maiores índices de perda estão entre SPEED AND MINOR STOP (Velocidade e pequenas paradas) com 39% dos dados, PROCESS ADJUSTMENT (Ajuste de processo) com 27% dos dados e por último DOWNTIME (Tempo de máquina indisponível) com 24%, tendo em vista que o índice de 39% é referente a velocidade do ciclo da máquina que pode estar abaixo do programado e também a pequenas paradas como operador realizar limpeza de máquina, ir ao banheiro e etc. Já o índice de 27% é referente aos ajustes realizados na operação como realinhamento de ferramenta, ajustes de padrões da máquina e etc, e por fim o índice de 24% é referente as manutenções de máquina ou indisponibilidade funcional.

Ao apresentarmos os dados ao time de PCP, ele terá a responsabilidade de buscar e atuar com ações de melhoria perante a situação da máquina, analisando suas perdas e verificando em quais níveis elas estão afetando a produtividade.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo, possibilitou identificar a grande importância de indicadores de desempenho dentro das empresas, mostrando que a ferramenta OEE pode mostrar com todos os detalhes necessários quais são os pontos que podem e devem ser melhorados dentro do processo produtivo. Além disso, também permitiu com uma coleta de dados simples que toda a equipe de PCP e manutenção obtivesse o entendimento necessário de como manipular seus dados e usá-los a favor da própria empresa, trazendo conhecimento de linha produtiva e assim possibilitando um melhor planejamento para operação.

Estudos realizados por pesquisadores apontam que as melhores plantas do mundo possuem o índice de 85% de OEE, e que em média outras empresas estão em 60%, e a empresa estudada nos mostrou o índice de eficiência encontrado em uma das máquinas estudadas em 87,1%, portanto a planta estudada em questão está com um índice bem acima da média, permitindo assim que os objetivos propostos nesse trabalho fossem alcançados com grande excelência.

Ao final da coleta de dados realizada e de acordo com o gráfico 1 foi possível identificar que a maior parte das perdas dentro do processo produtivo estava relacionada as pequenas paradas, que porventura de acordo com a equipe de PCP, se tratam de paradas em que os operadores não estão em seu posto de trabalho, seja para auxiliar outras máquinas, idas ao banheiro e etc. Mostrando que nas máquinas estudadas as medidas que devem ser tomadas estão relacionadas aos colaboradores e não a manutenção preventiva de máquinas.

Com esse trabalho foi possível aprofundar os conhecimentos em indicadores de desempenho e desenvolver nossas competências relacionadas a coleta e análise de dados, facilitando um planejamento produtivo e de manutenção baseado em dados e estimulando a procura de soluções dentro dos processos produtivos, que possam auxiliar a toda equipe fabril e de gestão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 176p.

GODOY, ARILDA S.; **Refletindo Sobre Critérios de Qualidade da Pesquisa Qualitativa**. Gestão.Org, v. 3, n. 2, p. 10. Mai. / Ago. 2005. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br>>. Acesso em: 05 Maio 2018. ISSN 1679-1827

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Melhoramentos Ltda, 2020.

MARIANO, B. E. **Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva**. In: XIV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção, São Paulo, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/257397765\\_Conceitos\\_Basicos\\_de\\_Analise\\_de\\_Eficiencia\\_produtiva](https://www.researchgate.net/publication/257397765_Conceitos_Basicos_de_Analise_de_Eficiencia_produtiva)>. Acesso em: 04, Junho, 2020 :15:06.

ROBALO, António. **Eficácia e Eficiência Organizacionais**; 1995. Disponível em: <[https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/1383/5/robalo\\_RPG\\_1995.pdf](https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/1383/5/robalo_RPG_1995.pdf)>. Acesso em: 04, Junho, 2020 : 15:27.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.  
BUSSO, C. M. **Aplicação do indicador overall equipment effectiveness (oee) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-16072013-115859/en.php>>. Acesso em: 11, Maio, 2020: 19:50.

REIS, Tiago. **O que é capacidade produtiva e qual é a sua importância para a empresa**. 2018. Disponível em: <<https://www.sunoresearch.com.br/artigos/capacidade-produtiva/#:~:text=Capacidade%20produtiva%20%C3%A9%20a%20quantidade,de%20produzir%20em%20determinado%20per%C3%ADodo>> Acesso em: 10, Junho: 16:00.

LEÃO, Thiago. **Capacidade produtiva: o que é, qual sua importância e como analisar**, 2020. Disponível em: <<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/capacidade-produtiva/#:~:text=Capacidade%20produtiva%20%C3%A9%20o%20n%C3%BAmero,dispon%C3%ADveis%2C%20em%20um%20determinado%20tempo>> Acesso em: 10, Junho: 16:15.

SANTOS, A. C. O; SANTOS, M. J. **Utilização do indicador de Eficácia global de Equipamentos (OEE) na gestão de Melhoria contínua do sistema De manufatura - um estudo de Caso**. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu – PR, ENGEP, 2007.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 2000.

RUSSOMANO, V. H. Planejamento e Controle da Produção. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1995. São Paulo: Atlas, 2008.

SOUZA, J. B. de. Alinhamento das estratégias do planejamento e controle de manutenção (PCM) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UTFPR, Ponta Grossa.

VOLLMAN, E.T. et al. Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. Planejamento e controle da Produção. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008.

LOPES, R.,A.; LIMA, J., F., G.; Planejamento e Controle da Produção: um estudo de caso no setor de artigos esportivos de uma indústria manufatureira. In: XXVIII Encontro Nacional de Produção (ENEGEP), 2008, Rio de Janeiro.

CIURANA, J.;ROMEU, M. L. G.; FERRE, I.; CASADESÚS, M.; A model for integrating process planning and production planning and control in machining processes. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing – Science Direct. 2008.

ARAÚJO, Luís. O. C.; SOUZA, Ubiraci. E. L. Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: detecção e quantificação. In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Salvador, 2000. Anais. Salvador, ENTAC, 2000. Disponível em: < [http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\\_00269.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00269.pdf)>. Acesso em 21 de julho, 2014.

PINHO, Suenne A. C. Desenvolvimento de programa de indicadores de desempenho para tecnologias construtivas à base de cimento: perdas, consumo e produtividade. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Recife: Universidade de Pernambuco, 2013.

KING, N. C. O. Desenvolvimento de um processo para análise da Produtividade Sistêmica. Curitiba: PUC – PR, 2007.

ALMEIDA, D. P. Racionalização industrial. 2003 (MIMEO).

OLIVEIRA, D. P. R. Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia e Práticas. São Paulo: Atlas, 2004.

MACEDO, M. M. Gestão da produtividade nas empresas. Revista FAE Business, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 18-22, 2002.

VELTZ, P.; ZARIFIAN, P. De la productivité des ressources à la productivité parl'organisation. Revue Française de Gestion, v.114, pp.59-66, jan./fev. 1994.

CARRARO, Fausto. Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria. Dissertação (mestrado). São Paulo, Universidade de São Paulo, 1998.

## **Sites visitados**

Disponível em: (<https://hominiss.com.br/solucao-consultoria/sistema-de-medicao-de-desempenho/> acesso data 06.06.2020)

Disponível em: ([http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1025#:~:text=A%20sigla%20OEE%20vem%20do,TPM%20\(Total%20Productive%20Maintenance\).](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1025#:~:text=A%20sigla%20OEE%20vem%20do,TPM%20(Total%20Productive%20Maintenance).) Acesso data 06.06.2020)