

APLICAÇÃO DE INDICADORES OEE EM UMA EMPRESA DE FLEXOGRAFIA

BARBARA SUZUKE

FRANCIELY VELOZO ARAGÃO

Resumo

Com o aumento da competitividade no mundo dos negócios, as empresas passaram a necessitar de melhorias em seus processos. Essas melhorias incluem linhas de produção mais eficientes e produtivas, aprimoramento da gestão e inovação. Para que haja o melhoramento dos processos é preciso que os resultados sejam frequentemente mensurados, analisados e as medidas corretivas sejam devidamente implementadas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo a aplicação de indicadores de desempenho sob a métrica OEE. Para isso, foram identificadas as máquinas de estudo, levantou-se as informações para alimentar uma planilha Excel, foram realizados os cálculos dos indicadores, identificou-se a máquina ineficiente e por fim, melhorias foram propostas. O correto emprego dos indicadores possibilitou identificar a máquina mais ineficiente, com um OEE de 42,9%, e propor melhorias para aumentar o seu desempenho. O trabalho foi desenvolvido no setor de impressão de uma empresa flexográfica localizada na cidade de Maringá – PR.

Palavras-chave: indicadores de desempenho; OEE; eficiência global dos equipamentos.

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais as empresas de todos os setores produtivos estão em busca de melhorar sua produtividade e eliminar desperdícios. Esse fato ocorre devido ao aumento da competitividade e a necessidade de se manter no mercado. A luta por clientes, nos dias de hoje, não está mais apenas no preço e sim no valor agregado do produto ou serviço, que pode ser traduzido em qualidade, cumprimento do prazo de entrega e preço justo. Dessa forma, é necessário que a organização gerencie de forma adequada seus processos para alcançar melhores índices de custo, performance e qualidade. Para realizar esse gerenciamento, muitas empresas passaram a utilizar os indicadores de desempenho.

Segundo Martini, Zampin e Ribeiro (2015), os indicadores de desempenho são dados que permitem quantificar o desempenho organizacional nos principais processos da empresa em um período definido. Através dos indicadores, os gestores conseguem acompanhar e controlar a performance dos processos, proporcionando oportunidades de melhoria e planejamento eficaz dos processos e recursos disponíveis. Segundo Mertz et al. (2016), a

implantação de indicadores possibilitou, em sua pesquisa, medir e avaliar a eficiência e eficácia dos processos e identificar melhorias a serem empregadas.

Dentre os indicadores, há o de Eficiência Global do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) que utiliza três índices: disponibilidade, eficiência e qualidade do produto. O primeiro indicador refere-se ao tempo possível de operação dos equipamentos, já o segundo, relaciona a capacidade nominal do processo e a real produção.

Segundo Junior (2016), o emprego do indicador OEE tem como objetivo aumentar a performance do processo, de forma a extrair tudo o que ele tem a oferecer. Além disso, busca minimizar as perdas ou refugos de produtos, visando a produção com qualidade. Este método baseia-se na filosofia TPM, Manutenção Produtiva Total, cujo foco é nas perdas e paradas dos equipamentos e máquinas, o que gera ociosidade, custos e diminuição da produção.

Desse modo, esse trabalho objetivou a aplicação de indicadores baseados na métrica da Eficiência Global do Equipamento (OEE) e na proposição de melhorias em uma empresa flexográfica. O estudo foi necessário pois a empresa não possuía indicadores de desempenho para medir a eficiência de seus processos e máquinas periodicamente. A coleta de dados era realizada, porém não era feito o tratamento destas informações para se obter bases para a tomada de decisão.

A justificativa para a realização deste estudo está na necessidade de se obter, periodicamente, informações sobre o processo produtivo para que seja possível a implantação de melhorias visando a eliminação das perdas, redução de custo e o aumento da eficiência e produtividade. Estas medidas tornam-se necessárias devido ao crescimento de um mercado mais competitivo e exigente.

Por fim, o objetivo geral do trabalho foi a aplicação de indicadores de desempenho através da métrica da Eficiência Global do Equipamento (OEE) e propor melhorias. Além disso, os objetivos específicos foram: levantar informações sobre os equipamentos do processo de impressão, realizar o tratamento das informações para desenvolver os indicadores do método, desenvolver e aplicar os indicadores OEE, identificar a máquina com menor OEE através da análise dos resultados e propor melhorias para aumentar a eficiência da máquina com menor OEE.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Indicadores de Desempenho

Diversos motivos levaram os gestores a se preocuparem com a avaliação de desempenho de seus negócios. Dentre eles, podem-se citar alguns como: a mudança da natureza do negócio, o aumento da competitividade, mudança nas demandas externas e iniciativas de melhoria contínua em operações (CORRÊA E CORRÊA, 2012).

Segundo Araújo (2009), os indicadores de desempenho são parâmetros e critérios utilizados em avaliações para confirmar a evolução e a realização de atividades ou processos da organização. Esse sistema de medição não se limita apenas a perspectiva financeira, englobando também a perspectiva dos clientes, de processos críticos e de aprendizado e crescimento.

Para Martins e Laugeni (2005), indicadores são índices para medir uma grandeza no setor produtivo ou administrativo de uma organização, com o objetivo de determinar se tal grandeza está dentro dos parâmetros aceitáveis. Em caso negativo, ações devem ser tomadas para que o desempenho desejado seja alcançado.

Segundo Marçal (2008), a avaliação de desempenho através dos indicadores deve ser realizada visando contemplar medidas de todas as áreas e perspectivas relevantes para a obtenção de melhor resultado atual e futuro da organização.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), existem cinco objetivos para se medir o desempenho produtivo: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Para Slack, Jones e Johnston (2015), cada objetivo possui sua importância para a produção e visam reduzir custos. A qualidade pode potencializar melhores serviços e produtos. Já a velocidade pode favorecer a entrega mais rápida de serviços e produtos. A confiabilidade pode propiciar a entrega mais confiável de produtos e serviços. Já a flexibilidade pode possibilitar a criação de novos produtos e serviços, com maior variedade e com volumes e datas de entrega diferentes. Por fim, o custo é importante para a administração da produção, mesmo se a empresa não compete diretamente por preços. Slack, Chambers e Johnston (2002) citam exemplos para cada um dos objetivos:

- **Qualidade:** número de defeitos por unidade, nível de reclamação de consumidor, nível de refugo, entre outros;
- **Velocidade:** *lead time* de pedido, tempo de ciclo, frequência de entregas, entre outros;

- Confiabilidade: atraso médio de pedidos, proporção de produtos em estoque, desvio médio de promessa de chegada, entre outros;
- Flexibilidade: tempo de mudança de máquina, tamanho médio de lote, tempo para mudar programações, entre outros;
- Custo: eficiência, utilização de recursos, tempo mínimo de entrega/tempo médio de entrega, valor agregado, entre outros.

2.2. Eficiência Global do Equipamento (OEE)

A expressão OEE foi utilizada pela primeira vez no livro de Nakajima, Introdução a TPM em 1991 e ficou mundialmente conhecida após a publicação em diversos idiomas. Nakajima apresentou a expressão que mede a eficiência global do equipamento por meio da multiplicação da disponibilidade, eficiência e taxa de qualidade dos produtos (DE OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Slack, Jones e Johnston (2015), a medida da eficiência global do equipamento está se popularizando como método para medir a eficácia do equipamento. A métrica se baseia em três aspectos de desempenho:

- Tempo que o equipamento está disponível para operar;
- Qualidade do produto ou serviço produzido;
- Velocidade ou taxa de atravessamento do equipamento.

Segundo Arantes (2010), a Eficiência Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness* – OEE) é uma ferramenta baseada na metodologia TPM com o objetivo de medir melhorias implementadas. Além disso, permite que as empresas analisem as condições da utilização de seus recursos através da identificação de perdas existentes no processo, utilizando índices de disponibilidade, performance e qualidade.

De acordo Nakajima (1989), o resultado a ser buscado como meta ideal para os equipamentos de uma empresa é de 85%. Para alcançar este objetivo, os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade devem ser, respectivamente, 90%, 95% e 99%.

2.2.1. As Seis Grandes Perdas

Segundo Cardoso (2011), o OEE permite identificar as perdas que estão ocorrendo no processo, e posteriormente o seu monitoramento e eliminação ou redução, proporcionando a melhoria no processo.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), para aumentar a produtividade dos equipamentos e, conseqüentemente, de toda a empresa, a TPM recomenda o ataque às seis grandes perdas:

- Perda 1 – quebras: alguns itens deixam de ser produzidos devido à quebra da máquina. É a mais conhecida e facilmente calculada e deve ser combatida com uma manutenção preventiva eficaz;
- Perda 2 – *setup*: alguns itens deixam de ser produzidos pois a máquina estava sendo preparada ou ajustada para a fabricação de um item novo. Uma forma de combate é a utilização da técnica de trocas rápidas;
- Perda 3 – pequenas paradas/tempo ocioso: alguns itens deixam de ser produzidos por causa de pequenas paradas no processo para ajustes ou por ociosidade, como bate-papo do operador;
- Perda 4 – baixa velocidade: alguns itens deixam de ser produzidos devido ao equipamento estar operando a uma velocidades mais baixa que a nominal especificada pelo fabricante;
- Perda 5 – qualidade insatisfatória: alguns itens são perdidos por qualidade insatisfatória, quando o processo já entrou em regime;
- Perda 6 – perdas com *start-up*: alguns itens são perdidos por qualidade insatisfatória, devido ao início do da operação do equipamento

2.2.2. Cálculo do Indicador OEE

Segundo Cardoso (2011), o OEE é um método que avalia qual a porcentagem da capacidade do equipamento ou sistema é efetivamente utilizada de maneira produtiva em um tempo específico. O cálculo do indicador OEE envolve três fatores: disponibilidade, performance e qualidade, conforme Equação 1.

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (1)$$

Segundo Shinto (2012), o **Índice de disponibilidade** é expresso pela relação do Tempo de Operação Total e a Capacidade Produtiva Total (Equação 2)

$$Disponibilidade_{(\%)} = \frac{Capacidade\ Produtiva\ Total - (\sum PP + \sum PnP)}{Capacidade\ Produtiva\ Total} = \frac{Tempo\ de\ Operação\ Total}{Capacidade\ Produtiva\ Total} \quad (2)$$

Onde,

- Capacidade Produtiva Total: tempo total que o equipamento está disponível, sem considerar paradas;

- Tempo de Paradas Programadas (PP): tempo de paradas que são planejadas, como exemplo a manutenção preventiva, reuniões, paradas para refeições;
- Tempo de Paradas Não Programadas (PnP): tempo de paradas que não são planejadas, como exemplo a manutenção corretiva;
- Tempo de Operação Total: diferença entre o tempo disponível e o tempo perdido.

De acordo com Shinto (2012), o **Índice de Desempenho** é obtido pela multiplicação do tempo de peças produzidas pelo tempo operacional teórico do produto somado com o tempo teórico de setup, dividido pelo tempo de operação total, Equação 3.

$$Desempenho_{(\%)} = \frac{TPP \times (TOT + TTS)}{Tempo\ Operacional\ Total} = \frac{Tempo\ de\ Processamento\ Real}{Tempo\ de\ Operação\ Total} \quad (3)$$

Onde,

- Tempo de Peças Produzidas (TPP): tempo de peças produzidas no equipamento;
- Tempo Teórico de Setup (TTS): tempo teórico para a preparação do equipamento na troca de produto;
- Tempo Operacional Teórico do Produto (TOT): tempo considerado ideal para a produção de uma peça;
- Tempo de Processamento Real: tempo utilizado para a produção de certa quantidade de produtos.

Ainda de acordo com Shinto (2012), o **Índice de Qualidade** é resultado dos totais de peças produzidas e os totais de defeitos, dividido pelo total de peças produzidas, Equação 4.

$$Qualidade_{(\%)} = \frac{Produtos\ Produzidos - Produtos\ Não\ Conforme}{Produtos\ Produzidos} \quad (4)$$

Logo, a correta tomada de decisão sobre como investir os recursos de uma empresa necessita estar baseada em dados confiáveis. Para isso, o emprego do indicador OEE pode auxiliar o processo de decisão, ajudando o gestor a conhecer o percentual efetivo da utilização dos equipamentos. Com seu estudo, De Oliveira (2014) obteve um OEE de 62%, porém a demanda futura necessitava elevar o indicador. Por meio de simulações através de métodos numéricos, foi possível verificar que não seria preciso a compra de um novo equipamento por ao menos um ano caso o OEE fosse elevado para 82% e houvesse uma redução em 30% das perdas.

Segundo Gelatti (2012), seu estudo possibilitou a implementação do indicador de eficiência global de equipamentos para medir e analisar a eficiência da produtividade do

equipamento proposto, as prensas excêntrica que eram os gargalos produtivos. Através da análise no período de seis dias, concluiu-se que o principal ponto de melhoria era a disponibilidade. Além disso, melhorias foram propostas, como exemplo a Troca Rápida de Ferramenta que possibilitará a melhora de três horas no *setup*.

Já para Rodrigues, Ferrarin e Olesko (2013), o estudo tinha como objetivo a implantação do indicador de medida de eficiência OEE em uma máquina de abastecimento de fluido de ar condicionado da linha automotiva, com auxílio do banco de dados MySQL. Além disso, foi realizada a implementação da manutenção preventiva no equipamento. Como resultado do trabalho, obtiveram uma melhoria no sistema de manufatura, diminuindo os problemas de falha na máquina.

Busso (2012) apresenta o OPE (*Overall Plant Effectiveness*), que é um indicador de maior abrangência, que amplia o uso tradicional do OEE, permitindo uma medição e análise mais adequada do desempenho global da manufatura. Seu estudo mostrou que a aplicação do OPE junto com o OEE, tornou a detecção da cauda raiz de problemas mais eficaz, induziu a integração da estratégia de produção com outras estratégias funcionais e conseqüentemente, promoveu o aumento do desempenho global.

3. METODOLOGIA

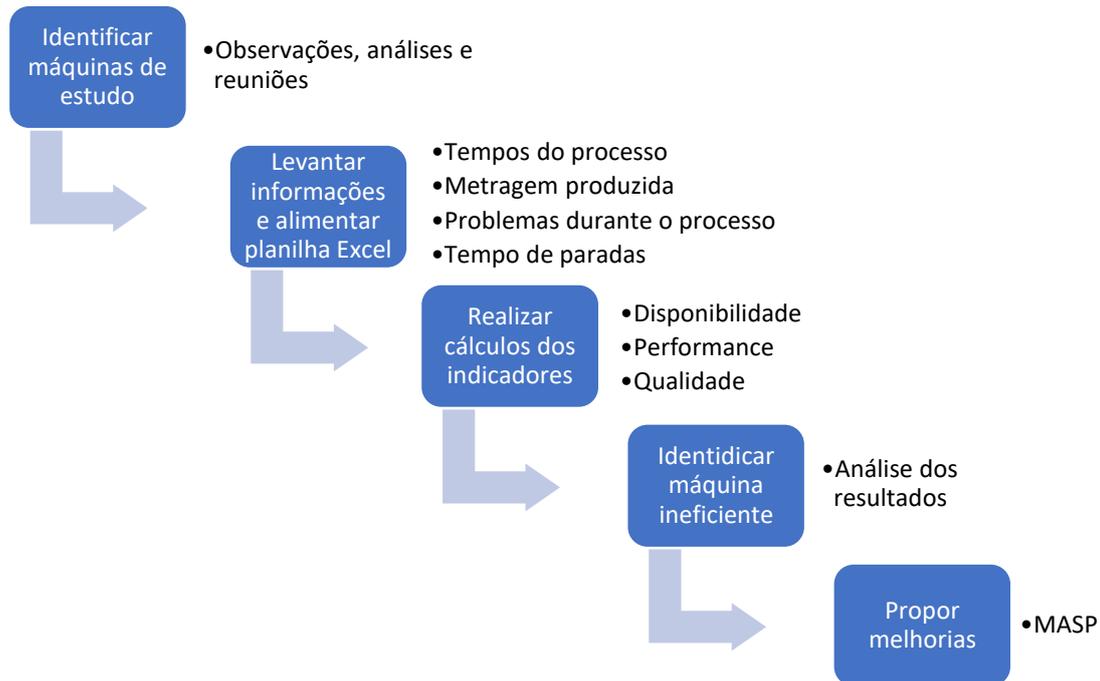
Segundo Silva e Menezes (2005), a classificação da pesquisa quanto à natureza é aplicada, pois tem como objetivo levantar conhecimentos para aplicação prática na solução de problemas particulares reais. Já em relação a forma de abordagem é classificada como quantitativa uma vez que as informações coletadas podem ser transformadas em número para depois serem classificadas e analisadas.

Segundo Gil (2008), a pesquisa, em relação aos objetivos, pode ser classificada como exploratória, pois se faz necessário maior familiaridade com o problema, possibilitando construir hipóteses sobre o tema.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), do ponto de vista dos procedimentos técnicos, pode-se classificar como estudo de caso, pois consiste na coleta e análise de informações sobre um objeto de estudo a fim de compreender aspectos variados de acordo com o assunto da pesquisa.

Para a realização do estudo, foi desenvolvida uma metodologia de trabalho afim de guiar toda a pesquisa. As etapas que constituem o estudo seguem o fluxo conforme a Figura 1 apresenta:

Figura 1: Fluxo das etapas do estudo



Fonte: Autoria própria (2018)

- a) **Apresentar as máquinas utilizadas no estudo:** definiu-se o setor para a realização do trabalho e posteriormente as máquinas para o estudo. Assim, concluiu-se que o setor seria o de impressão, que é o gargalo produtivo, e seriam analisadas quatro das cinco máquinas presentes na empresa, pois uma delas não era utilizada constantemente. Dessa forma, foram apresentadas as máquinas e o setor em análise.
- b) **Levantar informações sobre o processo e alimentar planilha do Excel:** foi feita a coleta de dados do setor de impressão através de uma ficha de apontamento, Quadro 1, preenchida manualmente pelo operador. Estes apontamentos são realizados desde o início até o fim da produção de um item. O documento possui as seguintes informações: metragem produzida, tamanho do acerto, tempo de montagem, tempo de acerto, tempo de produção, tempo de limpeza/desmontagem da máquina, problemas durante o processo e paradas não programadas. Todos os dados obtidos da folha de apontamento foram inseridos em uma planilha Excel para realizar o tratamento da informação. Para isso, utilizou-se de filtros para determinar o período analisado e fórmulas para elaborar os indicadores.

Quadro 1: Ficha de apontamento

Data	Pedido	Item	Cor	Início montagem	Início Acerto	Tamanho acerto	Início produção	Fim da produção	Material processado	Fim da limpeza	Observações

Fonte: Autoria própria (2018)

- c) **Realizar cálculos de disponibilidade, performance e qualidade de produto:** com o auxílio da planilha do Excel com os dados inseridos anteriormente, foram extraídas as informações necessárias para o cálculo dos indicadores e do OEE através das fórmulas de disponibilidade (equação 2), performance (equação 3) e qualidade (equação 4) estabelecidas pelo método;
- d) **Identificar a máquina com o OEE mais baixo:** através da análise dos resultados obtidos pelos cálculos realizados anteriormente, foi possível identificar a máquina que apresentou o menor desempenho em relação as outras. Este resultado permitiu uma tomada de decisão mais certa para atuar na melhoria do equipamento com a menor eficiência;
- e) **Propor melhorias para a máquina com menor OEE:** a partir dos resultados obtidos foi elaborado um MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), Figura 2, para futuramente ser implementado para identificar o problema e sua causa raiz e, posteriormente, a proposição de soluções e o planejamento do plano de ação.

Figura 2: Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)

<h1>MASP</h1>							
PROCESSO				IMPRESSÃO			
RESPONSÁVEL					DATA	17/02/2018	
DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL							
DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROBLEMA / OPORTUNIDADE DE MELHORIA							
Ao desenvolver os indicadores da produção, observou-se que o setup estava elevado representando quase a							
ANÁLISE DE CAUSA RAIZ - 6 Ms							
Mão-de-obra		Método			Medição		
Material Equipamentos e ferramentas com não conformidade		Máquina			Meio Ambiente		
CAUSA RAIZ:							
ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÃO OU MELHORIA							
PLANO DE AÇÃO							
	O que?	Quem?	Quando?	Por que?	Onde?	Como?	
1							
2							
3							
4							
5							
CHECK LIST - EXECUÇÃO			VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA			PADRONIZAÇÃO	
O que?	Realizado por:	Data	Verificado por:	Data	Eficaz? S/N	Documentos	Registros
1							
2							
3							
4							
5							

Fonte: Autoria Própria (2018)

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Apresentação da Empresa

A empresa está localizada na cidade de Maringá – PR e atua no setor flexográfico. Ela produz etiquetas e rótulos para indústrias e comércio de todo o Brasil e está no mercado há 14 anos. De acordo com a classificação do Sebrae, ela é uma empresa familiar de pequeno porte por possuir faturamento anual entre R\$ 360.000,00 a R\$ 4.800.000,00.

O mix de produção da empresa são etiquetas, rótulos e tags, chegando a mais de 14 mil itens diferentes. Esse número é elevado devido ao alto grau de personalização de seus produtos, variando em tamanho e quantidade de cores. São produzidas desde etiquetas de preço e tag de precificação até rótulos mais elaborados. No que diz respeito à quantidade de cores, ela pode variar de neutra (nenhuma cor) até 7 cores.

Para a realização do estudo foi analisado o setor de impressão, que é considerado o gargalo produtivo e que consiste na transformação da matéria prima (substrato) em etiquetas brancas ou personalizadas. O setor é formado por um total de cinco máquinas, porém para a pesquisa, foram consideradas quatro máquinas pois uma não é utilizada constantemente.

Os produtos comercializados pela empresa passam por um processo de impressão chamado flexografia. Para realizar este processo na matéria prima é utilizado o clichê de fotopolímero, o qual contém a arte vetorizada que é colada nos cilindros porta-clichês. Esses cilindros são colocados na máquina em suas estações de tinta. A impressão da arte no papel é feita em tambor, onde o papel (matéria prima) passa pelo tambor central da máquina, onde estão localizadas todas as estações de tintas que são responsáveis por estampar a arte vetorizada no papel. Após este processo, a matéria prima estampada passa pela gaiola de facas, onde é realizado o corte das etiquetas.

As máquinas possuem características diferentes em relação ao tipo de secagem da tinta, podendo ser em estufa ou secagem UV. Além disso, se diferem também em relação à quantidade de estações de tinta, podendo conter de 3 à 7 estações, que definem o número máximo de cores que podem ser impressas no papel.

Tanto a máquina 1 quanto a 2 possuem porte menor em relação às outras duas máquinas. A primeira, Figura 3, possui secagem em estufa através de resistências e a quantidade máxima de cores que consegue imprimir são duas.

Figura 3: Máquina 1



Fonte: Autoria própria

Para a máquina 2, Figura 4, a secagem é realizada em estufa por meio de lâmpadas e imprime no máximo 3 cores mais a impressão no verso.

Figura 4: Máquina 2



Fonte: Autoria própria

Já a máquina 3, Figura 5, possui secagem U.V. e em estufa com lâmpadas e, a quantidade de cores máxima que imprime são 6 cores mais a impressão no verso.

Figura 5: Máquina 3



Fonte: Autoria própria

Por fim, a máquina 4, Figura 6, possui secagem em estufa por meio de lâmpadas e o máximo de cores impressas são seis.

Figura 6: Máquina 4



Fonte: Autoria própria

4.2. Resultados e discussões

4.2.1. Coleta de Dados e Análises

A coleta de dados referente ao setor da impressão foi realizada manualmente através de uma ficha de apontamento (Quadro 1), no qual o operador realiza as anotações necessárias. O documento possui as seguintes informações: metragem produzida, tamanho do acerto, tempo de montagem, tempo de acerto, tempo de produção, tempo de limpeza/desmontagem da máquina, problemas durante o processo e paradas não programadas. A ficha tem a finalidade de identificar as horas produtivas, tempos de paradas de máquina, total de itens produzidos e

itens não conforme. A cada semana, o planejamento e controle da produção – PCP, recolhe as fichas e os dados contidos nela são inseridos em uma planilha do Excel.

O período de coleta de dados foi no mês de junho de 2018, visto que o treinamento para o correto apontamento das informações foi realizado no final de maio.

A coleta de dados foi feita de acordo com as necessidades para se obter o OEE. Frente a isso, foram levantados a capacidade produtiva total, os tempos de paradas programadas e não programadas, tempos de peças produzidas, tempos teóricos de setup e produção, produtos produzidos e produtos não conforme. Todos os dados obtidos, cálculos e as análises realizadas, de acordo com o OEE, estão apresentadas nos tópicos seguintes.

4.2.2. Índice de Disponibilidade

Nesta etapa se fez necessário calcular o índice de disponibilidade, para tanto tem-se que o setor da impressão trabalha 8 horas e 48 minutos (528 minutos) por dia, cinco dias por semana em apenas um turno. Considerando que o mês de junho teve 21 dias úteis, pode-se calcular a Capacidade Produtiva Total por máquina, Equação 5:

$$Capac. Prod. Total = 528 * 21 = 11088 \text{ minutos} \quad (5)$$

Os tempos de Paradas Programadas (PP) e Paradas Não Programadas (PnP) de cada máquina foram apresentadas na Tabela 1. Dentre as paradas programadas estão a manutenção preventiva e setups, já nas paradas não programadas estão a manutenção corretiva e a espera por componentes e ferramentas.

Tabela 1: Paradas programadas e não programadas

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4
Paradas Programadas (min)	3.814	4.957	2.826	4657
Paradas Não Programadas (min)	372	304	145	365

Fonte: Autoria própria

Através da Equação 2 e dos dados acima, foi possível calcular o Índice de Disponibilidade para as quatro máquinas.

a) Máquina 1

$$Disponibilidade_{1(\%)} = \frac{Cap.Prod.Total - (\sum PP + \sum PnP)}{Cap.Prod.Total} = \frac{11088 - (3814 + 372)}{11088} = 0,622 \text{ ou } 62,2\% \quad (6)$$

b) Máquina 2

$$Disponibilidade_{2(\%)} = \frac{Cap.Prod.Total - (\sum PP + \sum PnP)}{Cap.Prod.Total} = \frac{11088 - (4957 + 304)}{11088} = 0,526 \text{ ou } 52,6\% \quad (7)$$

c) Máquina 3

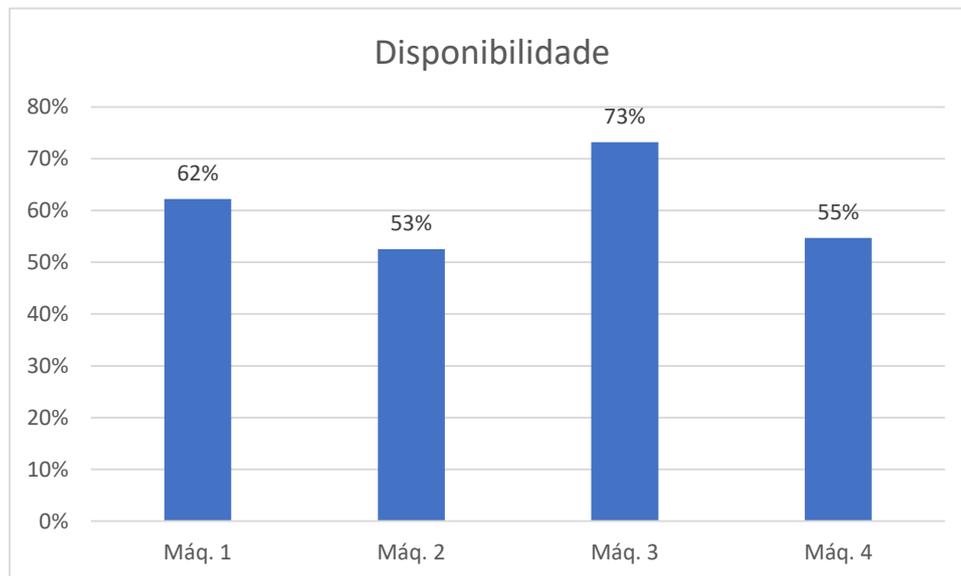
$$Disponibilidade_{3(\%)} = \frac{Cap.Prod.Total - (\sum PP + \sum PnP)}{Cap.Prod.Total} = \frac{11088 - (2826 + 145)}{11088} = 0,732 \text{ ou } 73,2\% \quad (6)$$

d) Máquina 4

$$Disponibilidade_{4(\%)} = \frac{Cap.Prod.Total - (\sum PP + \sum PnP)}{Cap.Prod.Total} = \frac{11088 - (4657 + 365)}{11088} = 0,547 \text{ ou } 54,7\% \quad (9)$$

Através dos dados obtidos acima, pode-se elaborar um gráfico comparativo da disponibilidade entre as quatro máquinas, Figura 7.

Figura 7: Comparativo de disponibilidade



Fonte: Autoria própria

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 7, observou-se que a máquina 3 é a que possui a maior disponibilidade, seguida da máquina 1 e 4 e por último a máquina 2. Isso quer dizer que a porcentagem expressa no gráfico representa o tempo que a máquina estava disponível para realizar o processo produtivo em si. Já a outra parte do tempo representa as paradas durante o processo.

Considerando o percentual recomendado pela literatura de 90%, citado anteriormente, pode-se concluir que nenhuma máquina alcançou este resultado. Isso ocorreu devido à grande quantidade de paradas programadas e não programadas durante o processo. Os *setups* realizados durante os processos são muitos e em alguns casos demorados, influenciando diretamente no indicador.

4.2.3. Índice de Desempenho

Nesta etapa para levantar o Tempo de Peças Produzidas (TPP), foi considerado o tempo real de produção conforme coletado na ficha de apontamento, (Quadro 1) e o Tempo Operacional Total que é a capacidade produtiva total menos as paradas programadas e não programadas, obtido no tópico anterior. As informações coletadas foram apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Tempo de peças produzidas e tempos teóricos

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4
Tempo de Processamento Real (min)	5431,2	5400	6306	5400
Tempo Operacional Total (min)	6.902	5.827	8.117	6.066

Fonte: Autoria própria

Através da Equação 2 e dos dados acima, foi possível calcular o Índice de Desempenho para as quatro máquinas.

a) Máquina 1

$$Desempenho_{1(\%)} = \frac{\text{Tempo de Processamento Real}}{\text{Tempo Operacional Total}} = \frac{5431,2}{6902} = 0,787 \text{ ou } 78,7\% \quad (10)$$

b) Máquina 2

$$Desempenho_{2(\%)} = \frac{\text{Tempo de Processamento Real}}{\text{Tempo Operacional Total}} = \frac{5400}{5827} = 0,927 \text{ ou } 92,7\% \quad (11)$$

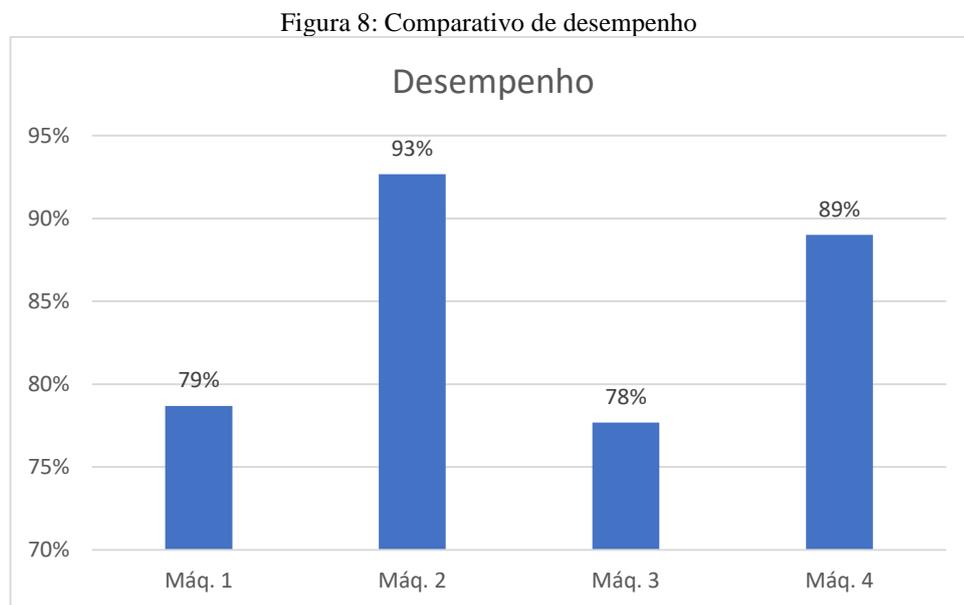
c) Máquina 3

$$Desempenho_{3(\%)} = \frac{\text{Tempo de Processamento Real}}{\text{Tempo Operacional Total}} = \frac{6306}{8117} = 0,777 \text{ ou } 77,7\% \quad (12)$$

d) Máquina 4

$$Desempenho_{4(\%)} = \frac{\text{Tempo de Processamento Real}}{\text{Tempo Operacional Total}} = \frac{5400}{6066} = 0,890 \text{ ou } 89,0\% \quad (13)$$

Através dos dados obtidos acima, pode-se elaborar um gráfico comparativo do desempenho entre as quatro máquinas, Figura 8.



Fonte: Autoria própria

Estes dados representam a porcentagem do tempo operacional, tempo que desconsidera as paradas programadas e não programadas, que foi realmente utilizado para a produção. Já a outra parte representa a porcentagem de tempo perdido durante a produção, seja por perda de velocidade ou outras pequenas perdas de processo.

Analisando o gráfico apresentado na Figura 8 e o percentual proposto pela literatura de 95%, conclui-se que nenhuma máquina atingiu este resultado. Apenas a máquina 2 se aproximou do valor recomendado. Alguns fatores influenciaram para não alcançar esta meta como: paradas durante o processo que não foram apontadas, dentre elas estão paradas para ir ao banheiro, beber água, buscar componentes ou ferramentas e conversas com colegas de trabalho, influenciando diretamente o indicador de desempenho.

4.2.4. Índice de Qualidade

Nesta etapa, para realizar a análise do índice de qualidade considerou-se a metragem de produtos produzidos em cada máquina, na qual a variável Produtos Produzidos foi representada pela metragem total produzida e a variável Produtos Não Conforme foi representada pela soma da metragem do acerto e do refugo após o acerto, Tabela 3

Tabela 3: Produtos produzidos e produtos não conforme

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4
Produtos Produzidos (metros)	146.738	190.175	309.973	259.472
Produtos Não Conforme (metros)	15.748,52	10.488,42	27.375,61	30.930,80

Fonte: Autoria própria

Por meio dos dados acima e da Equação 4, calculou-se o Índice de Qualidade para as quatro máquinas.

a) Máquina 1

$$Qualidade_1 (\%) = \frac{\text{Produtos Produzidos} - \text{Produtos Não Conforme}}{\text{Produtos Produzidos}} = \frac{146.738}{15.748,52} = 0,892 \quad (14)$$

b) Máquina 2

$$Qualidade_2 (\%) = \frac{\text{Produtos Produzidos} - \text{Produtos Não Conforme}}{\text{Produtos Produzidos}} = \frac{190.175}{10.488,42} = 0,945 \quad (15)$$

c) Máquina 3

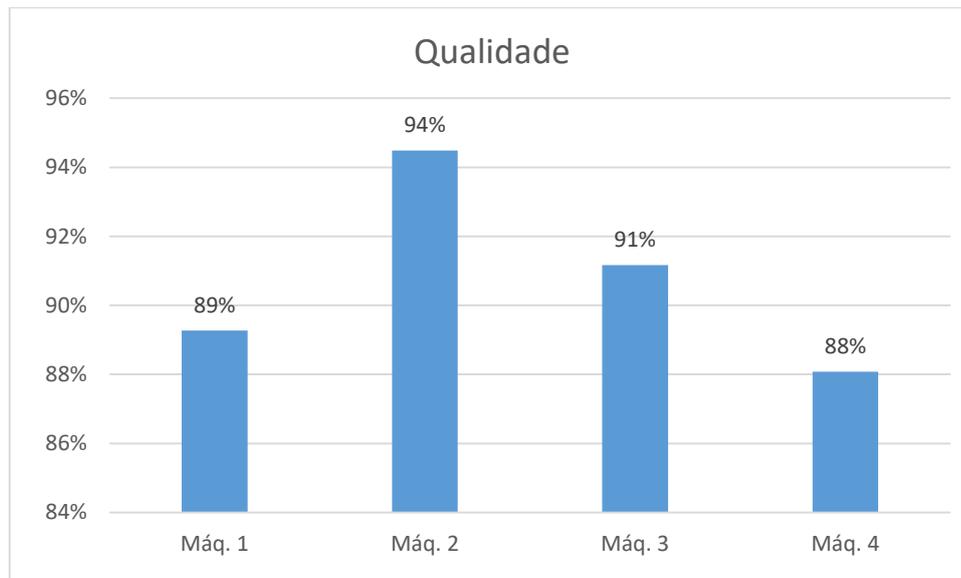
$$Qualidade_3 (\%) = \frac{\text{Produtos Produzidos} - \text{Produtos Não Conforme}}{\text{Produtos Produzidos}} = \frac{309.973}{27.375,61} = 0,912 \quad (16)$$

d) Máquina 4

$$Qualidade_4 (\%) = \frac{\text{Produtos Produzidos} - \text{Produtos Não Conforme}}{\text{Produtos Produzidos}} = \frac{259.472}{30.930,80} = 0,88 \quad (17)$$

Por meio dos valores obtido pelos cálculos acima, foi possível desenvolver um gráfico comparativo referente a qualidade entre uma máquina e outra, Figura 9.

Figura 9: Comparativo de qualidade



Fonte: Autoria própria

Estes dados representam a porcentagem de material processado que foi realmente destinado ao produto final e entregue ao cliente, já a outra parte representa a porcentagem de material que foi descartado, ou seja, não foi aproveitado.

Analisando o gráfico apresentado na Figura 9 e o percentual proposto pela literatura de 99%, conclui-se que nenhuma máquina atingiu este valor. Das quatro máquinas, apenas a 2 e 3 se aproximaram mais do resultado recomendado. O índice de qualidade não foi alcançado devido à grande quantidade de *setups* realizados durante o processo, gerando muito desperdício de material. Além disso, a quantidade de refugo também é alta pois há várias falhas que podem ocorrer durante o processo de impressão, inviabilizando o uso do produto, afetando diretamente o indicador de qualidade.

4.3. Resultados

Por meio dos valores obtidos com os cálculos acima, Tabela 4, e da Equação 1, foi possível obter o OEE das quatro máquinas.

Tabela 4: Resultados obtidos

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4
Disponibilidade	0,622	0,526	0,732	0,547
Desempenho	0,787	0,927	0,777	0,890
Qualidade	0,893	0,945	0,912	0,881
OEE	0,437	0,460	0,518	0,429

Fonte: Autoria própria

a) Máquina 1

$$OEE_1 = Disp. \times Perf. \times Quali. = 0,622 \times 0,787 \times 0,893 = 0,437 \text{ ou } 43,7\% \quad (18)$$

b) Máquina 2

$$OEE_2 = Disp. \times Perf. \times Quali. = 0,526 \times 0,927 \times 0,945 = 0,460 \text{ ou } 46,0\% \quad (19)$$

c) Máquina 3

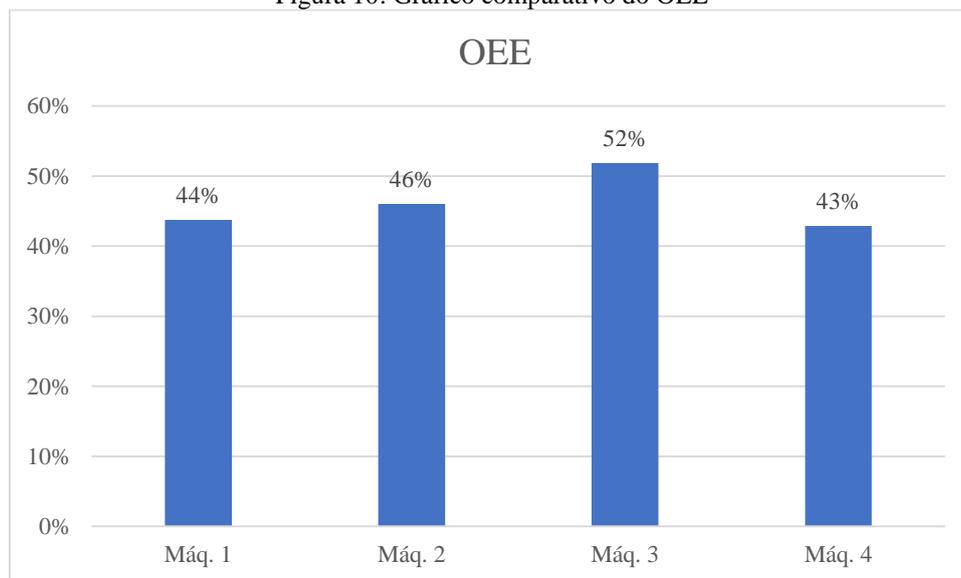
$$OEE_3 = Disp. \times Perf. \times Quali. = 0,732 \times 0,777 \times 0,912 = 0,518 \text{ ou } 51,8\% \quad (20)$$

d) Máquina 4

$$OEE_4 = Disp. \times Perf. \times Quali. = 0,547 \times 0,890 \times 0,881 = 0,429 \text{ ou } 42,9\% \quad (21)$$

Através dos dados obtidos pelos cálculos acima, foi possível desenvolver um gráfico comparativo referente ao OEE entre uma máquina e outra, Figura 10.

Figura 10: Gráfico comparativo do OEE



Fonte: Autoria própria

Estes resultados possibilitam identificar a máquina que possui a maior e menor eficiência global, ou seja, informa aos gestores quais máquinas possuem o maior e o menor tempo disponível para operar, quais máquinas operam mais rápidas e com maior qualidade.

Além disso, através do gráfico apresentado na Figura 10 e o percentual proposto pela literatura de 85%, conclui-se que nenhuma máquina atingiu o valor proposto. Todas as máquinas estão longe do resultado ideal, necessitando de intervenções para aumentar o seu OEE e atingir o percentual recomendado.

Por meio desses resultados, foi possível tomar uma decisão mais precisa sobre qual máquina atuar para promover melhorias, e consequentemente aumentar seu OEE.

Para obter indicadores com bom nível de confiabilidade, é necessário possuir dados confiáveis. As anotações realizadas manualmente possuem acuracidade duvidosa, pois podem conter informações incompletas ou até mesmo falsas. Além disso, durante a passagem das informações da folha para o computador podem ocorrer falhas humanas, reduzindo ainda mais a confiabilidade. Desse modo, a empresa percebeu a necessidade de investir em um software para gerir e controlar a produção, onde todos os dados fundamentais serão coletados utilizando tablets e todas as informações serão armazenadas em um banco de dados. Além disso, o programa possibilita gerar relatórios de desempenho de forma rápida e precisa.

Visando outras maneiras de aperfeiçoar o OEE, foi proposto e elaborado um Método de Análise e Solução de Problemas, MASP (Figura 2) para ser aplicado futuramente. Esta ferramenta auxilia na identificação de problemas e na elaboração de ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou minimizá-los. Além disso, fornece subsídios para analisar e priorizar os problemas. Para desenvolver a ferramenta, foram listados os seguintes passos:

- a) Definição do problema: deve ser realizado a análise da situação atual e, identificar e descrever o problema encontrado;
- b) Análise de causa raiz: realizar *brainstorming* utilizando o diagrama de causa e efeito para conduzir a reunião, visando identificar a causa raiz do problema;
- c) Propor a melhoria ou solução: através da análise e informações obtidas anteriormente, identificar e propor a melhoria ou solução a ser aplicada para eliminar ou reduzir o problema;
- d) Plano de ação: com a melhoria ou solução estabelecida, é necessário elaborar o plano de ação, definindo o que será feito, quem irá realizar, quando será efetuado, porque deverá ser feito, onde e como será realizado;
- e) Acompanhamento do plano de ação: registrar as atividades realizadas, quem realizou, quando foi feito, verificar a eficácia da ação e documentar as tarefas efetuadas.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho tinha como principal objetivo a aplicação de indicadores baseados na métrica da Eficiência Global do Equipamento (OEE) e na proposição de melhorias no setor de impressão de uma empresa flexográfica.

Através da aplicação dos indicadores OEE foi possível analisar de forma mais objetiva e precisa informações importantes sobre o setor de impressão, por meio dos indicadores de

disponibilidade, desempenho e qualidade. Estes índices foram importantes, pois a empresa não possuía informações periódicas sobre seu processo produtivo para a tomada de decisão.

O estudo foi realizado em quatro máquinas que obtiveram os seguintes resultados: máquina 1 obteve um OEE de 43,7%, máquina 2 com 46,0%, já a máquina 3 obteve 51,8% e por fim a máquina 4 com 42,9%. Considerando o percentual ideal de 85% proposto pela literatura, pode-se concluir que nenhuma das máquinas atingiram este resultado, necessitando de intervenções para aumentar seu OEE. Por meio desses dados, notou-se a necessidade de propor melhorias para aprimorar esses valores. Dessa forma, foi proposto a aplicação de melhorias na máquina com o menor OEE, que neste estudo foi a 4.

Uma das melhorias levantadas foi o possível investimento em um software de gestão e controle da produção, visando obter maior confiabilidade e precisão nos dados coletados além de gerar relatórios de desempenho com maior rapidez. Outra proposta de melhoria foi a aplicação futura do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) para auxiliar na identificação dos problemas e na elaboração de ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou amenizá-los.

As maiores dificuldades encontradas durante a elaboração do trabalho foi introduzir o correto preenchimento da ficha pelos operadores, visto que eles não estavam acostumados a preencher, podendo ocasionar falhas e dados com baixa confiabilidade.

Por fim, pode-se concluir que o objetivo do estudo foi alcançado, visto que foi feita a aplicação dos indicadores OEE e foram propostas melhorias para melhorar o desempenho da máquina com o menor índice.

6. REFERÊNCIAS

ARANTES, Marcos Antônio Marega. **Determinação do índice de Eficiência Global do Equipamento para melhorias e controle da produção em uma empresa do ramo metal mecânica.** Maringá, 2010;

ARAÚJO, Luis César G. **Organização, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009;

BUSSO, Christianne Matias. **Aplicação do indicador *Overall Equipment effectiveness* (OEE) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção.** São Paulo, 2013

CARDOSO, João Stefano Luna. **Proposição de uma metodologia para a comparação de desempenho operacional de terminais portuários de granéis sólidos minerais.** São Paulo, 2011;

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações.** 3 ed. São Paulo, 2012;

- DE OLIVEIRA, Luiz Antonio Fernande. **OEE (Overall Equipment Effectiveness) aplicado no suporte à decisão na aquisição de ativos de produção: um estudo de caso em uma indústria de autopeças.** São Paulo, 2014;
- GELATTI, Isaías Costa Beber. **OEE – Eficiência Global dos Equipamentos. Utilização do método para análise real produtividade de equipamento.** Panambi, 2012;
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002;
- PRADANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2 ed. Novo Hamburgo, 2013;
- JUNIOR, Gilsomar Silvestre de Matos. **Implantação do indicador OEE para melhoria nos processos de produção: estudo de caso em uma refusão de alumínio.** Maringá, 2016
- MARÇAL, Carlos Alberto Meireles. **A avaliação de desempenho empresarial: o passo seguinte à implementação do sistema de gestão.** Rio de Janeiro, 2008;
- MARTINI, Claudinei José; ZAMPIN, Ivan Carlos; RIBEIRO, Sidnei Lopes. **Indicadores de Desempenho: Uma Análise em uma Pequena Empresa do Ramo Metalmeccânico. Gestão em Foco, Registro - Sp, p.96-109, 2015. Anual;**
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção.** 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005;
- MERTZ, Adrienne Brediks et al. **Implantação de Indicadores de Desempenho de Produção em uma Indústria de Pães. Facef Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão, Franca, v. 19, p.65-75, 2016. Quadrimestral;**
- NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance.** São Paulo: IMC, 1989;
- RODRIGUES, Alan Felipe, FERRARIN, Fabrício Vieira, OLESKO, Pedro Guilherme Mylla. **Implementação de indicador de desempenho OEE em máquina de abatecimento de ar condicionado automotivo.** Curitiba, 2013;
- SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muskat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005;
- SHINTO, Victor Massashi. **Avaliação do desempenho de uma indústria do setor metalúrgico utilizando o indicador de desempenho OEE – Overall Equipment Effectiveness.** Maringá, 2012;

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JHONSTON, Robert. **Administração da Produção.** ed. 3 São Paulo: Atlas, 2009

SLACK, Nigel; JONES, Alistar Brandon; JHONSTON, Robert. **Administração da Produção.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2015