



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

JULIANA MULLER ALTHOFF

**PROPOSTA DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE PARA UMA INDÚSTRIA DE
EMBALAGENS FLEXÍVEIS E LAMINADAS NA CIDADE DE CHAPECÓ/SC**

CHAPECÓ

2016

JULIANA MULLER ALTHOFF

**PROPOSTA DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE PARA UMA INDÚSTRIA DE
EMBALAGENS FLEXÍVEIS E LAMINADAS NA CIDADE DE CHAPECÓ/SC**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Administração da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Éverton Miguel da Silva Loreto.

CHAPECÓ
2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Althoff, Juliana Muller

PROPOSTA DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE PARA UMA
INDÚSTRIA DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS E LAMINADAS NA CIDADE
DE CHAPECÓ/SC/ Juliana Muller Althoff. -- 2016.
67 f.

Orientador: Prof. Dr. Éverton Miguel da Silva Loreto.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Administração , Chapecó, SC, 2016.

1. Administração da produção. 2. Indicador OEE
(Overall Equipment Effectiveness). 3. Troca Rápida de
Ferramentas (TRF). I. Loreto, Prof. Dr. Éverton Miguel
da Silva, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JULIANA MULLER ALTHOFF

**PROPOSTA DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE PARA UMA INDÚSTRIA DE
EMBALAGENS FLEXÍVEIS E LAMINADAS NA CIDADE DE CHAPECÓ/SC**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Administração da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Éverton Miguel da Silva Loreto.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 13/06/2016.

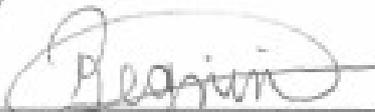
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Éverton Miguel da Silva Loreto



Prof. Dr. Moacir Francisco Deimling



Prof. Msc. Sérgio Bagnini

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao prof. Prof. Dr. Éverton Miguel da Silva Loreto, que se dispôs a orientar-me neste trabalho, dedicou seu tempo e conhecimento para direcionar a pesquisa e contribuiu enormemente para a construção do trabalho.

À Empresa X por acolher a proposta e permitir a realização desta pesquisa em sua planta fabril, disponibilizando as informações necessárias e discutindo a condução da mesma.

À minha família e a todos que, de maneira direta ou indireta, ajudaram no desenvolvimento e término deste trabalho.

Muito Obrigada!!!

“Ordem e simplificação são os primeiro passos para o domínio de qualquer coisa.”
(Thomas Mann)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma proposta de melhoria de produtividade em uma indústria de embalagens flexíveis e laminadas da cidade de Chapecó. Para alcançar os objetivos propostos, a metodologia utilizada foi o estudo de caso. O problema de pesquisa surgiu da necessidade de medir e direcionar melhorias graduais de produtividade, evitando a necessidade de grandes investimentos a priori. Foram escolhidas duas máquinas gargalo para serem estudadas, as Impressoras 3 e 4. Num primeiro momento foi identificada a ausência de um indicador de produtividade, em seguida foi definido o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) como medida de produtividade adequado para a empresa e levantados dados históricos a respeito de qualidade, tempos de parada e tempos de ciclo dos equipamentos definidos como gargalo. Com base no resultado calculado para o OEE, que foi menor do que 17% para ambas as impressoras no primeiro trimestre de 2016, percebeu-se a necessidade urgente de intervenção para redução dos tempos de paradas não planejadas que interferiram negativamente nos índices de disponibilidade. A partir da estratificação dos tempos de parada por motivos, os mais significativos se configuraram como sendo de tempo de *setup* elevado. A proposta de melhoria consistiu no planejamento de uma semana de trabalho em grupo focada na metodologia de Troca Rápida de Ferramentas (SMED). Implementando esta proposta e admitindo-se ser possível uma redução de 50% no tempo de *setup* de cada impressora, espera-se que a disponibilidade passará de 40% para 63% na Impressora 3 e de 48% para 58% na Impressora 4, o que implicará em ganhos muito significativos de capacidade produtiva.

Palavras chave: Administração da produção. Indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Troca Rápida de Ferramentas (TRF). Indústria de plásticos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo geral de administração da produção e estratégia de produção	16
Figura 2 - Impacto econômico da melhoria da produtividade e qualidade.	26
Figura 3 - Critérios de avaliação do OEE conforme valores calculados.	31
Figura 4 - Tempo de <i>setup</i>	33
Figura 5 - Estágios conceituais da metodologia de redução de <i>setup</i> SMED.....	35
Figura 6 - Fluxograma do processo produtivo de embalagens plásticas.....	42
Figura 7 - Primeiro passo da metodologia SMED.....	56
Figura 8 - Segundo passo da metodologia SMED.....	57
Figura 9 - Exemplo de preenchimento da planilha SMED com o sincronismo de atividades.	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variação da definição do OEE.	30
Quadro 2 - Comparação entre as impressoras pesquisadas.	42
Quadro 3 - Cálculo adotado para o OEE na Empresa X.	44
Quadro 4 - Acompanhamento do tempo de <i>setup</i>	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Indicador OEE (Impressora 3).....	45
Gráfico 2 - Indicador OEE (Impressora 4).....	46
Gráfico 3 - Motivos de paradas (IMP 3 – janeiro 2016).....	47
Gráfico 4 - Motivos de paradas (IMP 3 – fevereiro 2016).....	47
Gráfico 5 - Motivos de paradas (IMP 3 – março 2016).....	48
Gráfico 6 - Motivos de paradas (IMP 4 – janeiro 2016).....	49
Gráfico 7 - Motivos de paradas (IMP 4 – fevereiro 2016).....	49
Gráfico 8 - Motivos de paradas (IMP 4 – março 2016).....	50
Gráfico 9 - Tempo médio de <i>setup</i> (IMP 3).....	51
Gráfico 10 - Tempo médio de <i>setup</i> (IMP 4).....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS.....	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
1.2	JUSTIFICATIVA	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES.....	14
2.2	PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	17
2.3	MEDIDAS DE DESEMPENHO.....	18
2.3.1	Abordagens de melhoramento.....	19
2.3.2	Técnicas de melhoramento	21
2.4	PRODUTIVIDADE.....	23
2.4.1	Indicador OEE (Overall equipment effectiveness).....	28
2.4.2	Ferramentas para melhoria da produtividade	32
3	METODOLOGIA.....	38
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	38
3.2	INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	39
3.3	ETAPAS DA PESQUISA.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1	EMPRESA PESQUISADA.....	41
4.2	PROCESSO PRODUTIVO.....	41
4.3	MEDIDA E ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE ATUAL	43
4.4	PROPOSTA DE MELHORIA DA PRODUTIVIDADE	52
4.4.1	Reunião Pré-Kaizen	53
4.4.2	Semana de intervalo.....	55
4.4.3	Semana Kaizen.....	55
4.4.4	Reunião Pós-Kaizen	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
	REFERÊNCIAS.....	63
	APÊNDICE A – Planilhas de apoio.....	66

1 INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade do mercado tem obrigado as indústrias a adotarem uma postura diferenciada, muito mais flexível, com disponibilização de maior variedade de produtos, em lotes menores e com entregas muito mais rápidas para atender os clientes, buscando diferenciar-se dos concorrentes. Para atender prontamente o cliente, necessitam de uma visão de melhoramento contínuo e adequação constante às características do mercado.

Em um mercado no qual o consumidor externo decide o preço, cabe à empresa controlar internamente seus custos para aumentar o lucro através da racionalização de suas operações. A redução de custos, sem perda na qualidade dos produtos ou serviços, é um fator crucial para obtenção de sucesso no mercado.

Poucos são os setores remanescentes em que a competição ainda não interferiu na estabilidade e na dominação dos mercados.

As organizações e corporações industriais têm investido consideráveis esforços e recursos com o intuito de promover a melhoria contínua do processo de manufatura, e assim garantir uma sólida posição no seu mercado. Segundo Corrêa e Corrêa (2007), no mundo ocidental tem se verificado um movimento crescente de reconhecimento do papel estratégico da manufatura na otimização do processo produtivo e redução de seus custos.

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) as operações desempenham papel importante no enfrentamento da competição global. É clara a percepção de que as empresas competem não apenas oferecendo novos serviços e produtos, marketing inovador e finanças proficientes, mas também por meio de suas competências notáveis em operações e na administração dos processos essenciais. Afirmam esses autores: “Uma organização que oferece serviços e produtos de alto nível a preços mais baixos é uma concorrente formidável” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 3).

Martins (2005) enfatiza que uma empresa envolvida em um programa de melhoria da produtividade sempre estará em um dos quatro estágios ou fases: medida, avaliação, planejamento e melhoria, uma vez que esse processo é cíclico. Além disso, o processo formal de gestão da produtividade envolve todos os níveis hierárquicos, desde a direção, gerência e colaboradores, a fim de reduzir os custos de manufatura e distribuição e venda de um produto ou serviço por meio da integração de todas as fases do ciclo da produtividade.

Em um mercado competitivo, além de custos, as empresas concorrem por qualidade, confiabilidade (pontualidade) e principalmente flexibilidade e rapidez para atender prontamente o cliente. Neste sentido, a administração da produção e operações tem papel

importante como arma competitiva; os administradores têm a função de selecionar técnicas e desenvolver estratégias apropriadas para projetar processos que tragam vantagem competitiva à empresa, através da melhoria contínua da produtividade.

Martins (2005) enfatiza que o primeiro passo para melhoria da produtividade é a medição do estado atual, para identificar os pontos críticos a serem melhorados. É preciso diagnosticar em que posição a empresa se encontra para planejar e implementar melhorias.

A empresa pesquisada têm se preocupado com a melhoria da produtividade de suas operações com o intuito de aumentar sua capacidade através de melhorias incrementais e contínuas, postergando assim a necessidade de investimentos significativos. E para isto, entende que precisa definir um método de medição para melhor visualização gerencial dos desperdícios. A utilização de indicadores dispersos dificulta a gestão e impossibilita o direcionamento das ações de forma unificada e não contribui para a atuação dos colaboradores que não conseguem se nortear por um indicador de referência.

Diante desses argumentos, justifica-se a definição de uma forma de medir a produtividades na empresa pesquisada visando a otimização dos processos, redução de custos e priorização de recursos para a melhoria da produtividade. Tendo como foco e problema de pesquisa: como medir e direcionar melhorias de produtividade na produção de embalagens flexíveis e laminadas?

1.1 OBJETIVOS

O direcionamento do estudo foi embasado nos seguintes objetivos abaixo discriminados:

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar uma proposta de melhoria de produtividade em uma indústria de embalagens flexíveis e laminadas da cidade de Chapecó.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar se existe e avaliar o indicador de produtividade utilizado atualmente;
- Definir um indicador base para a medida de produtividade que seja adequado ao processo da empresa pesquisada;

- Fazer levantamento de dados históricos a respeito de qualidade, tempos de parada e tempos de ciclo dos equipamentos e/ou linhas definidas como gargalo;
- Calcular o indicador de controle de desempenho proposto para a fábrica;
- Avaliar o resultado do indicador proposto para identificar pontos críticos;

1.2 JUSTIFICATIVA

Tanto a academia quanto a indústria têm demonstrado grande interesse pelo tema de medição e melhoria da produtividade e este trabalho é relevante para ambas.

A contribuição à comunidade acadêmica se refere à divulgação de um estudo de caso com aplicação prática e com resultados consistentes na medição e proposta de melhoria de produtividade através de redução de perdas.

Já para a indústria, a contribuição se refere à possibilidade de replicação deste trabalho em outras áreas dentro da própria empresa pesquisada, ou até mesmo em empresas com processos similares, como forma de reduzir os custos de produção e ampliar a capacidade produtiva sem necessidade de grandes investimentos e com grande potencial de ganho.

Diante desses argumentos, justifica-se a elaboração de uma proposta de melhoria de produtividade em uma indústria de embalagens flexíveis e laminadas da cidade de Chapecó.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será desenvolvida a fundamentação teórica que embasa este trabalho. Ele está dividido em quatro seções, nas quais serão abordados tópicos relacionados à área de estudo através da abordagem de autores que discorrem sobre a administração da produção e operações, planejamento, programação e controle da produção, medidas de desempenho, produtividade e finalmente sobre o conceito do indicador de Efetividade Global de Equipamentos, o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

A tomada de decisões em empresas industriais e de serviços requer a utilização de técnicas específicas que levam em consideração as peculiaridades de cada negócio. Moreira (2012, p. 3) define que: “a Administração da Produção e Operações é o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função Produção (empresas industriais) ou Operações (empresas de serviços)”. Isto significa que tanto empresas industriais quanto de serviços ocupam-se de conceitos de administração para a tomada de decisões, sejam elas relacionadas à produção de bens ou a operação de serviços.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) trazem a visão de operações como uma das várias funções dentro da organização, como contabilidade, engenharia, finanças e recursos humanos, por exemplo. Cada função é especializada nas suas próprias áreas de conhecimento e habilidades, responsabilidades e domínios de decisão, mas sempre interligadas por meio de processos.

“A coordenação interfuncional é essencial para a administração efetiva [...]”, pois a administração de operações interage fortemente com as outras funções da empresa e não se consegue isolá-la das demais (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 3). Por exemplo, o marketing orienta o gerente de operações no planejamento do ritmo produtivo e da capacidade de produção, através de previsões de demanda, já as medidas financeiras ajudam a avaliar os custos e influenciam nas decisões sobre investimento de capital em novas tecnologias, desenho de *layout*, ampliação de capacidade e até quantidades de estoque. O gerente de operações depende, portanto, de diversas outras funções para tomar suas decisões e precisa manter relações estreitas com os demais gerentes, utilizando-se das funções administrativas clássicas para gerir as atividades de produção.

Segundo Moreira (2012), os conceitos e técnicas que se constituem no objeto da administração da produção e operações dizem respeito justamente às funções administrativas clássicas (planejamento, organização, direção e controle) aplicadas às atividades envolvidas com a produção física de um produto, ou à prestação de um serviço. Os conceitos e técnicas aplicam-se tanto à tomada de decisão quanto aos recursos produtivos ou, mais diretamente, às formas de utilizá-los do ponto de vista administrativo, de forma a conseguir melhores resultados.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) conceituam a administração de operações de forma similar a Moreira (2012), referindo-se ao termo como projeto, direção e controle de processos que transformam insumos em produtos e serviços tanto para clientes internos como externos.

Moreira (2012) explora as quatro funções clássicas de planejamento, organização, direção e controle:

- O *planejamento* embasa as atividades gerenciais futuras estabelecendo linhas de ação para satisfazer objetivos estabelecidos, e também determina os prazos para efetivação destas ações;

- A *organização* é o processo de harmonizar os recursos produtivos (pessoal, matérias-primas, equipamentos e capital) da maneira mais coerente para garantir o melhor aproveitamento;

- A *direção* diz respeito ao processo de efetivação dos planos, através da motivação e coordenação de esforços para transformar o planejado em atividades concretas;

- O *controle* envolve a avaliação do desempenho e a consequente aplicação de medidas corretivas quando necessário.

A Administração da Produção e Operações é, portanto, a administração do sistema de produção de uma organização, que transforma insumos em produtos e serviços. E dado que os gerentes administram o sistema de produção, sua principal preocupação reside nas atividades do processo de transformação, ou produção.

Assim, todos os bens consumidos e serviços disponibilizados são fruto do esforço de organização da produção executado pelos gerentes de operações, os quais têm tarefas específicas, resolvem problemas e tomam decisões para proporcionar os serviços e produtos dos quais todas as pessoas necessitam (SLACK, 2002).

Segundo Slack (2002) os gerentes de produção possuem alguma responsabilidade por todas as atividades da organização que contribuem para a produção efetiva de bens e serviços: responsabilidade direta, indireta e ampla.

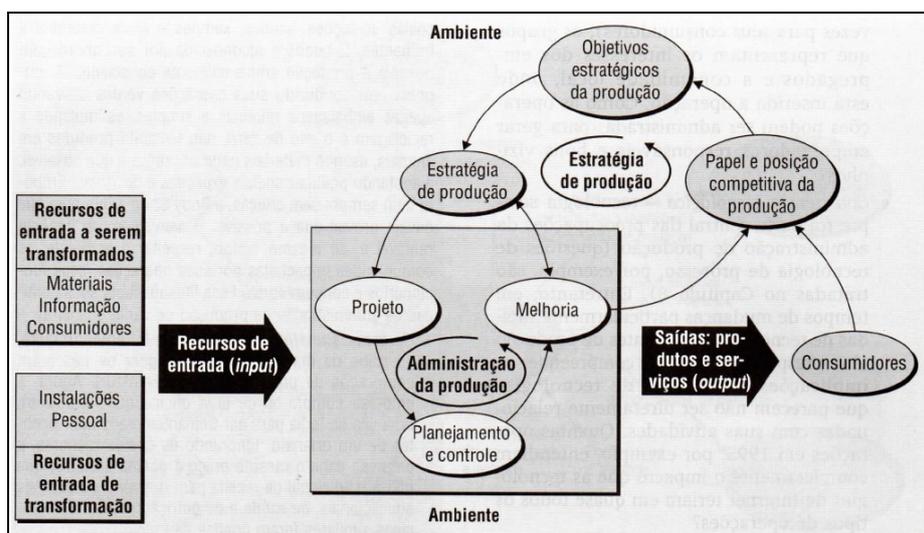
As responsabilidades diretas correspondem à tradução da direção estratégica em ação operacional, ou seja, traduzem os objetivos organizacionais em termos de implicações para os objetivos de desempenho da produção: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Projetam a operação, não só os produtos e serviços, mas também os sistemas ou processos que os produzem. Planejam e controlam as atividades das operações ao decidir quando e onde as atividades ocorrerão e ao detectar e reagir a quaisquer desvios dos planos. E por fim, melhoram o desempenho da operação com referência a seus objetivos estratégicos, por meio da combinação de atividades de melhoria.

As responsabilidades indiretas incluem trabalho conjunto com outras áreas funcionais do negócio.

Já as responsabilidades amplas incluem compreensão do impacto sobre a operação, da globalização, da responsabilidade ambiental, da responsabilidade social, de novas tecnologias e da gestão do conhecimento.

Slack (2002, p.58) propõe um modelo de administração da produção baseado em dois *loops* (laços) de atividades inter-relacionadas, como demonstra a Figura 1. “Sua base corresponde, mais ou menos, ao que é, geralmente, visto como administração da produção, e o topo, como estratégia da produção.”

Figura 1 - Modelo geral de administração da produção e estratégia de produção



Fonte: SLACK, 2002, p.58.

Segundo Slack (2002), todas as operações produtivas podem ser modeladas como processos que transformam recursos de entrada (*input*) em recursos de saída (*output*) e produzem alguma combinação de produtos físicos e/ou serviços. Diferem em termos de

volume de saída, de variedade dos *outputs* que produzem e em relação ao grau de contato com o cliente que possuem.

Cabe à gestão da produção traduzir a direção estratégica em ação operacional, projetando os sistemas ou os processos de produção, planejando e controlando as atividades produtivas e melhorando continuamente o desempenho da operação.

Segundo Chiavenato (2014), o objetivo primário de toda e qualquer organização é a produção de algo, e elas não operam ao acaso, precisam ser administradas e conduzidas ao sucesso. Gerir significa combinar os recursos necessários e as competências adequadas para o funcionamento da empresa garantindo a plena utilização de recursos e melhores resultados.

2.2 PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Um dos conceitos centrais da gestão de operações é o de planejamento. Corrêa (2007) atribui a necessidade de planejar à inércia intrínseca aos processos decisórios que incluem recursos físicos. Desde o momento em que se toma uma decisão até que ela torne-se real de fato, transcorre um tempo, entendido então como inércia do processo decisório. Decisões de alteração de capacidade, de mudança de fluxo, ou disponibilidade de recursos demandam tempo para que sejam efetivadas e, portanto, exigem planejamento.

“As atividades de Planejamento e Controle da Produção envolvem uma série de decisões com o objetivo de definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou como produzir” (FERNANDES, 2010, p.8). As atividades de planejamento e controle são portanto, chave para as demais atividades da administração da produção, pois não há organização e direção sem que haja decisões claras de planejamento que antecedam estas atividades.

Já a programação da produção, “[...] é um vínculo crítico entre o planejamento e as fases de operações [...]” na qual ocorre a alocação de recursos ao longo do tempo para realização de atividades específicas (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 569). Sem programação não há efetivação do que foi planejado e dificilmente será alcançado o potencial produtivo da empresa.

Segundo Moreira (2012), os objetivos da programação da produção são: permitir que os produtos atendam a qualidade especificada; garantir que máquinas e pessoas trabalhem com os níveis desejados de produtividade; diminuir os estoques e os custos operacionais e manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente. Sendo potencialmente conflitantes, estes objetivos devem ser focados a fim de se encontrar o melhor balanço possível entre eles,

mesmo que não sejam alcançados simultaneamente, pois o incremento de um pode influenciar no prejuízo de outro.

Moreira (2012) resume ainda as atividades de programação da produção em dois processos: alocação de carga (distribuição das operações pelos centros de trabalho – o que e quanto produzir) e sequenciamento de tarefas (definição da ordem de realização das operações – quando produzir). Cabe ao controle de produção assegurar que as ordens de produção sejam cumpridas na data certa e de forma adequada, ajustando possíveis desvios não planejados. O controle compara o planejado com o realizado a fim de eliminar a lacuna entre eles para tornar o sistema de produção efetivo.

Cabe neste momento contextualizar os conceitos de eficiência, eficácia e efetividade ligados à produção. Para Fernandes (2010), o sistema de produção é eficaz se os objetivos são de fato atingidos; é eficiente se os recursos são utilizados da melhor forma possível (sem desperdícios) e é efetivo se for simultaneamente eficaz e eficiente.

Atingir os objetivos sem desperdiçar recursos deve ser o foco no qual os gerentes de produção se baseiam para as decisões diárias, e para tanto é necessário entender em que patamar de desempenho a empresa se encontra para melhorar continuamente.

2.3 MEDIDAS DE DESEMPENHO

A necessidade de melhorar continuamente os processos de uma empresa é fato reconhecido por todos os gestores, entretanto a definição de prioridades e urgência na efetivação de ações de melhoria requerem o conhecimento do estado atual de desempenho das operações, como ponto de partida para qualquer tomada de decisão. Neste contexto, Slack (2002, p.590) afirma que “todas as operações produtivas precisam de alguma forma de medida de desempenho, como pré-requisito para melhoramento”.

Ainda segundo o autor, o desempenho é definido como o grau em que a produção preenche os cinco objetivos de desempenho (qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade, e custo) de forma a satisfazer seus consumidores.

Para julgar se o desempenho é bom, ruim ou indiferente é preciso comparar a medida obtida com um padrão de desempenho. Slack (2002) pontua quatro tipos de padrão:

- Padrão histórico – comparação em relação a dados de desempenhos anteriores;
- Padrão de desempenho-meta – comparação com algum nível desejado de desempenho;

- Padrão de desempenho da concorrência – comparação com o desempenho atingido pelos concorrentes;

- Padrões de desempenho absolutos - comparação com níveis teóricos perfeitos;

Considerando a importância relativa de cada fator competitivo com o desempenho que a operação atinge em relação ao padrão escolhido, é possível direcionar as ações e priorizá-las de maneira mais assertiva, independente do padrão escolhido para comparação.

No entanto, a prioridade relativa de cada objetivo de desempenho implica em *trade-offs*, ou seja, uma espécie de troca na qual o melhoramento do desempenho de um aspecto pode ser obtido à custa de outro.

Deve-se evitar isto através da identificação das restrições que impedem que os aspectos de desempenho sejam simultaneamente melhorados, sejam elas restrições técnicas ou de atitudes, e cabe novamente ao gerente de operações esta tarefa.

2.3.1 Abordagens de melhoramento

Definidas as prioridades de melhoramento, a operação precisa considerar a estratégia que utilizará para executar o processo de melhoramento. Imai (1994) destaca que as principais abordagens de melhoramento da produção são: o melhoramento contínuo (*kaizen*) e a inovação, sendo que o primeiro ocorre de forma lenta e gradual, com pequenos investimentos e que devem envolver todos no local de trabalho, enquanto a inovação, geralmente, é momentânea.

Slack (2002, p. 601) compartilha da mesma ideia, destacando que as duas estratégias de melhoramento são duas filosofias diferentes e, em alguma medida, opostas. Embora utilize dos mesmos conceitos, o autor faz uso de nomenclaturas diferentes: “essas duas estratégias são o melhoramento revolucionário e o melhoramento contínuo”. Nesta perspectiva, apresenta-se a seguir os conceitos envolvidos:

- Melhoramento revolucionário ou inovação

O melhoramento revolucionário, também chamado melhoramento baseado em inovação, ocorre de forma repentina, abrupta e gera mudanças de impactos significativos. Esses melhoramentos usualmente demandam grandes investimentos de capital e envolvem mudanças radicais nos produtos/serviços ou na tecnologia do processo, promovendo um salto de desempenho da operação.

- Melhoria contínua

O melhoramento contínuo, também conhecido como *kaizen*, presume uma série infinita de pequenos passos de melhoramento. É um tipo de melhoramento gradual e constante e frequentemente utiliza soluções coletivas de problemas baseadas em grupos.

“A essência do *kaizen* é simples e direta: *kaizen* significa melhoramento. Mais ainda, *kaizen* significa melhoramento contínuo, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do *kaizen* afirma que o nosso modo de vida – seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado.” (IMAI, 1994, p.3)

Para acompanhar o ambiente em constante transformação, torna-se essencial ter pensamentos e ações voltados para a melhoria contínua, enfim, desenvolver uma cultura com base nela. Sua prática facilita a criação de um ambiente de aprendizagem continuada, buscando o melhor uso do conhecimento existente na organização e potencializando a capacidade de criação de novos conhecimentos.

No ocidente, o *kaizen* é considerado uma das ferramentas utilizadas com o intuito de se estabelecer um processo de melhoria contínua. Talvez uma das definições mais objetivas da expressão japonesa *kaizen* seja a mudança da situação atual de um processo, analisando-o e implementando melhorias que se traduzam em benefícios concretos.

Sendo o *kaizen* um estado de melhoria contínua, sua essência permeia vários sistemas de gestão. Alguns desses sistemas necessitam de condições específicas para que sejam implementados, enquanto outros se aplicam facilmente a qualquer ambiente de manufatura.

O *kaizen* consiste em pôr em prática uma metodologia de melhoria contínua, gradual e que não implica em significativo aumento de custos. Foca as necessidades do cliente e concentra-se nas atividades que agregam valor para ele, e todas as outras atividades são consideradas desperdício, as quais se procura eliminar.

Os resultados alcançados, fora da cultura japonesa e em particular na Europa, têm sido significativos. Segundo Imai (1994), os benefícios mais citados da adoção da filosofia *kaizen* pelas empresas ocidentais são: aumento de produtividade sem investimentos significativos, reduções importantes nos custos de produção, capacidade de reação às mudanças de mercado e motivação dos colaboradores.

Dennis (2008) enfatiza que para melhorar um processo é preciso identificar, reduzir/eliminar os desperdícios, evitar sobrecarga de atividades e nivelar a produção. Ou seja, todo trabalho desnecessário em uma operação ou qualquer atividade que consuma tempo, espaço e/ou recursos (mão de obra, material, máquina), mas não modifica a estrutura do produto, deve ser eliminado.

Ademais, destacam-se alguns pontos importantes elencados por Imai (1994) sobre *kaizen*:

- A melhoria deve ser realizada pelas próprias pessoas que executam a atividade que está sendo analisada
- *Kaizen* deve ser uma rotina na empresa, visando a busca da excelência nos processos produtivos. Nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoria tenha sido feita em algum lugar da empresa;
- Após a realização de um *kaizen*, as melhorias devem ser padronizadas;
- *Kaizen* pode ser utilizado para melhorar o próprio trabalho, máquinas e processos, dispositivos e ferramentas, procedimentos no escritório, qualidade do produto, para reduzir o consumo de energia, materiais e outros recursos, para idealizar novos produtos, etc;
- Qualquer processo do negócio, tal como montagem, usinagem, soldagem, ordem da rotina de apontamentos, pode ser melhorado.

Argumenta-se que é possível conciliar esses dois tipos de filosofias de melhoramento, o revolucionário e o melhoramento contínuo de forma intercalada. As organizações podem melhorar através de melhoramentos revolucionários ocasionais, e utilizar uma abordagem mais incremental (contínua) entre mudanças de maior porte. Tanto uma quanto outra dessas abordagens são positivas para a organização, mas aplicáveis em situações distintas que precisam ser avaliadas.

2.3.2 Técnicas de melhoramento

Existem diversas técnicas que auxiliam no melhoramento das operações. Algumas delas são gerais e auxiliam o gerenciamento das melhorias e outras são mais específicas que auxiliam na investigação da causa raiz dos problemas. Estas técnicas são também conhecidas como ferramentas da qualidade.

A seguir serão brevemente exploradas algumas destas técnicas de melhoramento:

- **Ciclo PDCA**

Segundo Slack (2002) o próprio conceito de melhoramento contínuo implica em um processo sem fim e a natureza cíclica deste processo é bem resumida pelo chamado Ciclo PDCA (ou roda de Deming).

O ciclo é composto por quatro etapas: planejar (*plan* - P), fazer (*do* - D), checar (*check* - C) e agir (*act* - A).

Planejar envolve o exame do método atual ou da área problema estudada, o que envolve a coleta e análise de dados com o intuito de elaborar um plano de ação para melhorar o desempenho. A etapa seguinte é a de implementação do plano, fazer com que o plano seja cumprido. Em seguida as soluções implementadas são checadas para conferir se de fato resultaram na melhoria de desempenho esperada (etapa C) e por fim vem a etapa de ação (A), na qual a mudança é consolidada e padronizada caso bem sucedida. Inicia-se então o ciclo novamente, reavaliando novos problemas. “Somente aceitando isso numa filosofia de melhoramento contínuo é que o ciclo PDCA literalmente nunca para, e esse melhoramento torna-se parte do trabalho de cada pessoa”. (SLACK, 2002, p. 606).

- Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta desenvolvida para desenhar o fluxo de processos por meio de símbolos. “É uma representação visual do processo e permite identificar nele possíveis pontos nos quais podem ocorrer problemas.” (SELEME, 2010, p.45). Procura descrever a natureza do fluxo de informações e a tomada de decisão dentro da produção e serve de ferramenta básica para a gestão da produção.

- Diagrama de causa e efeito

“O diagrama de causa e efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado” (WERKEMA, 2006, p.95).

É também conhecido como diagrama de Ishikawa em referência ao professor que construiu o primeiro diagrama ou ainda diagrama espinha de peixe em referência ao formato do diagrama.

A construção do diagrama deve ser elaborada por um grupo de pessoas envolvidas com o processo e através de técnica de *brainstorming* (tempestade de ideias) na qual se listam as causas primárias e secundárias ligadas ao efeito identificado. Alguns fatores comumente listados como primários são: equipamentos, pessoas, insumos, métodos, medidas e condições ambientais, mas nada impede que outras causas sejam listadas.

Este diagrama não tem a função de identificar a causa fundamental do problema considerado, mas sim listar, organizar e sumarizar todas as possíveis causas.

- Técnica dos cinco porquês

Assim como o diagrama de Ishikawa, auxilia na investigação das causas dos problemas. “A técnica é simples, pois propõe sistematicamente a pergunta (por que) em busca da verdadeira causa do problema, procurando aprofundar a análise até o ponto em que a solução para o problema é encontrada” (SELEME, 2010, p. 44).

- Gráfico de Pareto

“O gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos” (WERKEMA, 2006, p.95). Procura fazer uma triagem entre as poucas causas importantes das muitas que são triviais e permite a concentração dos esforços para melhoria nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos.

A finalidade de aplicar uma única ou uma combinação de técnicas de melhoramento é em última instância tornar a empresa mais competitiva. As ferramentas ajudam encontrar formas de identificar, entender as causas e propor soluções para os problemas com o intuito de melhorar a produtividade da empresa, cujo conceito será explorado a seguir.

2.4 PRODUTIVIDADE

Segundo Moreira (2012), o conceito principal de produtividade diz respeito ao maior ou menor aproveitamento dos recursos envolvidos no processo de produção, em que insumos são combinados para fornecer uma saída, ou seja, diz respeito a quanto se consegue produzir, dada certa quantidade de recursos.

Para Martins (2005) um programa de melhoria de produtividade envolve quatro fases: medida, avaliação, planejamento e melhoria da produtividade. A primeira delas envolve a medição da produtividade utilizando dados já existentes ou coletando novos para que possa ser comparada com índices equivalentes de outras empresas ou mesmo internos. A partir dos níveis identificados e das comparações realizadas, é possível planejar níveis a serem atingidos, tanto a curto quanto em longo prazo. Feito o planejamento com a fixação de objetivos, resta a ação, introduzindo as melhorias propostas, fazendo as verificações necessárias, bem como as novas medidas e assim sucessivamente, num ciclo de melhoramento contínuo.

Já Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) conceituam a produtividade de forma mais ampla, como uma medida básica de desempenho para economias, indústrias, empresas e processos.

Independentemente da amplitude do conceito adotado por diferentes autores, é possível, segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), uma generalização se adotado o conceito de produtividade como o valor dos resultados produzidos (produtos e serviços) dividido pelo valor dos insumos utilizados (salários, custo de equipamentos e coisas semelhantes) conforme a equação (1):

$$Produtividade = \frac{\text{produtos e serviços (output)}}{\text{insumos (input)}} \quad (1)$$

Observando a equação (1) percebe-se que a produtividade pode ser incrementada de algumas maneiras:

- Aumentando a produção (quantidade de *output*) utilizando a mesma quantidade de recursos (*input*);
- Produzindo a mesma quantidade (*output*) e reduzindo recursos (*input*);
- Aumentando a produção em uma taxa maior do que o aumento da utilização de recursos;
- Reduzindo a produção em uma taxa menor do que a redução da utilização de recursos.

Esta fórmula representa uma série de relações entre a produção e os insumos e, portanto, existem diversas medidas de produtividade conforme variam as combinações entre as medidas de produção e de insumos.

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), uma medida da produção por pessoa ou hora trabalhada reflete a produtividade da mão de obra, mas quando o denominador for o número de máquinas, esta será a produtividade das máquinas. Além disso, é possível avaliar simultaneamente diversos insumos, como por exemplo, o valor do produto dividido pela soma de mão de obra, materiais e custos fixos.

Moreira (2012) classifica os índices de produtividade de duas formas, como segue:

- Índices parciais: levam em conta apenas um insumo, como mão de obra, matérias-primas, capital ou energia.
- Índices globais: levam em conta dois ou mais insumos no denominador. Exemplos:

- produtividade total dos fatores (PTF) – considera insumos apenas mão de obra e capital;
- produtividade múltipla dos fatores (PMF) – são considerados outros fatores como matérias-primas e energia, além da mão de obra e capital;
- produtividade parcial do trabalho ou da mão de obra (PP): definida como a relação entre o *output* total no período (a preços constantes), e o *input* de mão de obra total no mesmo período (a preços constantes).

Martins (2005) alerta ao fato de que engenheiros, economistas, administradores e contadores usam formas diferentes para medir a produtividade organizacional, mas a forma mais aceita utiliza indicadores que permitem avaliar as variações ao longo do tempo, de uma grandeza que não permite medida direta, conforme a equação (2), na sequência:

$$PT_{ij} = \frac{O_{ij}}{I_{ij}} \quad (2)$$

Sendo:

PT_{ij} : produtividade total entre dois instantes i e j ;

O_{ij} : *output* gerado entre dois instantes i e j , a preços constantes;

I_{ij} : *input* gerado entre os instantes i e j , a preços constantes.

A avaliação da produtividade é, portanto, uma avaliação efetuada entre dois instantes no tempo, e por este motivo pode-se obter a produtividade em qualquer período: no dia, no mês e assim sucessivamente.

É importante fixar o preço em um dos instantes (inicial ou final) para que a interferência deste componente não afete a medida de produtividade. A definição do preço de venda não é uma variável controlada pelo gerente de produção e poderia causar distorções significativas na medida de produtividade total, mascarando a medida e induzindo a tomada de decisões equivocadas.

O acompanhamento da evolução da produtividade traz uma série de benefícios que não se restringem às fronteiras organizacionais. “[...] O aumento continuado da produtividade acaba por gerar uma série de benefícios, que atingem a empresa, os trabalhadores e a sociedade como um todo.” (MOREIRA, 2012, p. 609).

Moreira (2012) pontua ainda que algumas das formas mais importantes de utilizar o acompanhamento da produtividade de forma positiva na rotina de trabalho e de planejamento são:

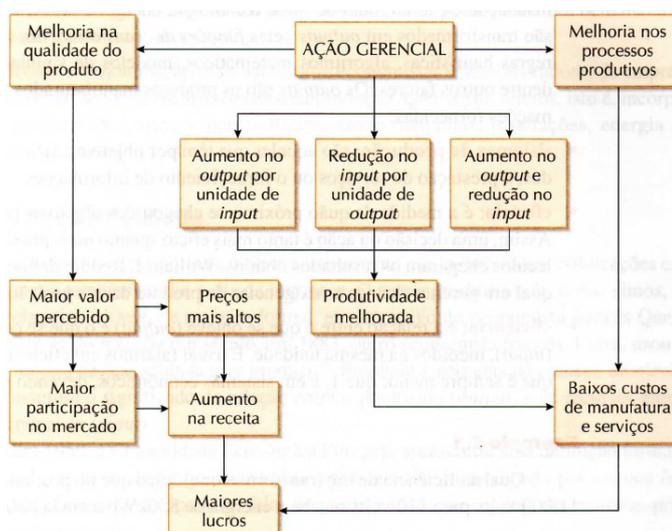
- Utilização como ferramenta gerencial – com a finalidade de conhecer a situação atual e avaliar os efeitos das mudanças nas práticas gerenciais (ex.: identificação de problemas, verificação do acerto acerca de mudanças de *layout* e de processos, introdução de novos produtos, investimentos e verificação de efetividade de treinamentos);
- Utilização como instrumento de motivação – a existência de programas de medida faz com que as pessoas passem a incorporar a produtividade como uma preocupação frequente, reconheçam sua utilidade e se motivem a trabalhar com foco nos resultados;
- Utilização como comparação entre unidades – o exercício de comparação pode estimular o compartilhamento das melhores práticas entre unidades da própria empresa.

Assim como traz inúmeras vantagens, Moreira (2012) alerta ao fato de que é preciso tomar cuidado com o acompanhamento da produtividade através dos índices parciais, os quais são os mais simples e mais facilmente encontrados, mas ocultam a real eficácia no uso dos recursos.

Além disso, nem sempre a relação entre produtividade e lucro é diretamente proporcional, como, por exemplo, em um caso no qual o aumento da produtividade se restrinja a um setor isolado, pode incorrer em altos custos e redução de lucro global, ou ainda em uma situação de posição privilegiada de mercado, na qual o simples aumento de preço de venda poderia encobrir acréscimos nos custos e redução da produtividade.

Já Martins (2005) utiliza uma versão mais generalista das vantagens de melhorar a produtividade, relacionando a sua melhoria com implicação direta no aumento dos lucros. É possível de se verificar isto através da Figura 2 que ilustra o impacto no aumento dos lucros através da melhoria da produtividade e qualidade.

Figura 2 - Impacto econômico da melhoria da produtividade e qualidade.



Fonte: MARTINS, 2005, p.11.

Para Martins (2005) o objetivo final de todo gerente é aumentar a produtividade da unidade organizacional sob sua responsabilidade, sem descuidar da qualidade. Ele afirma ainda que o aumento na produtividade fornece os meios para o aumento da satisfação do cliente, redução dos desperdícios, redução dos estoques de matéria-prima, produtos em processo e de produtos acabados, a redução nos preços de venda, redução dos prazos de entrega, melhor utilização dos recursos humanos e, conseqüentemente, aumento dos lucros.

Jonsson e Lesshammar (1999) alertam para o fato de que a forma com que as empresas devem mensurar o desempenho de suas operações não é óbvia. Existem várias abordagens, a maioria com grande número de medidas em diferentes níveis hierárquicos e muitas delas são consideradas obsoletas e inconsistentes por diversas razões. A utilidade da maioria dos sistemas de contabilização de custos, medidas individuais, bem como o sistema de custos baseado em atividades, são frequentemente questionados, pois não cobrem o desempenho de produção relativo às capacidades competitivas.

Outro problema sério relacionado aos sistemas de medição de desempenho utilizados é o fato de que frequentemente incluem muitas medidas diferentes, o que dificulta a visão do todo. A integração entre as medidas é muitas vezes problemática e não há um sistema eficaz que cubra todas as dimensões de desempenho necessárias.

A avaliação do sistema de medição existente comparando-se o conjunto de dimensões e características é o primeiro passo em direção a uma abordagem mais compreensível e eficaz para medir o desempenho global da manufatura. O segundo passo é sugerir melhorias ao sistema de medição de desempenho.

De acordo com Ericsson (1997 apud BAMBER, 2003, p. 225), uma grande proporção do custo total de produção pode ser atribuída às perdas e outros custos diretos e indiretos que estão “ocultos”, e Nakajima (1988, 1989, apud BAMBER, 2003, p. 225) sugere o indicador OEE como uma medida que tenta revelar estes custos escondidos.

O indicador OEE (*overall equipment effectiveness*) é uma tentativa de revelar estes custos ocultos, e quando aplicado por pequenos grupos autônomos no chão de fábrica, em conjunto com ferramentas de controle de qualidade é um importante complemento aos sistemas de medição tradicionais do tipo *top-down*. No entanto, o OEE não é um sistema completo de medição de desempenho da manufatura e sim uma parte útil que compõe os sistemas mais globais. (JONSSON, 1999). Cabe, portanto, explorar as potencialidades de uso do OEE.

2.4.1 Indicador OEE (Overall equipment effectiveness)

Segundo Hansen (2006) o método da Eficiência Global dos Equipamentos, ou OEE, ajuda a entender melhor como está o desempenho da área da manufatura e a identificar qual é a máxima eficácia possível.

Conforme Nakajima (1989 apud DAL, 2000) conceitua, o OEE é essencialmente o produto da disponibilidade (tempo real de operação \times tempo programado de operação) multiplicada pela taxa de desempenho ou velocidade (taxa de velocidade real \times taxa de velocidade teórica) multiplicada pela taxa de qualidade (produtos bons \times produtos fabricados), apresentada na equação (3).

$$OEE = disponibilidade * velocidade * qualidade \quad (3)$$

“O OEE é utilizado não apenas como uma medida operacional, mas também como um indicador de melhoria de desempenho dentro de um ambiente de manufatura” (DAL, 2000, p.1488, tradução nossa). Pode ser empregado para combinar a manutenção, operação e gestão de recursos e equipamentos de manufatura.

Segundo Nakajima (1989 apud DAL, 2000) explicita, a medida do OEE pode ser aplicada a diversos níveis em um ambiente de manufatura. Primeiramente, o OEE pode ser utilizado como “*benchmark*” para uma primeira medição de desempenho de uma fábrica por inteiro. Desta maneira a medida inicial de OEE poderá ser comparada com valores futuros para quantificar o nível de melhoria implementada. Na sequência, um valor de OEE calculado para uma linha de produção pode ser usado para comparar linhas ao longo da fábrica, destacando qualquer linha com desempenho ruim. E por fim, se as máquinas trabalham individualmente, a medida do OEE pode identificar qual desempenho é o pior e então direcionar onde deverão ser focados os recursos de manutenção.

Para ser capaz de investigar como a manufatura contribui para o desempenho global da organização é importante medir e entender como conduzir as medições dos distúrbios no processo de manufatura. Os distúrbios podem ser divididos em duas categorias, crônicos ou esporádicos, dependendo da frequência com que ocorrem.

Distúrbios crônicos são usualmente pequenos, escondidos e complexos, pois são o resultado de diversas causas. Já os distúrbios esporádicos são mais evidentes, uma vez que ocorrem rapidamente e causam grandes desvios em relação ao estado normal. Eles ocorrem irregularmente e seus efeitos drásticos são considerados problemas sérios, mas ao invés disso,

são os distúrbios crônicos que resultam em baixa utilização dos equipamentos e altos custos, pois ocorrem repetidamente. Os distúrbios crônicos são mais difíceis de identificar, pois podem ser confundidos com o estado normal. Sua identificação só é possível através da comparação do desempenho com a capacidade teórica do equipamento (JONSSON, 1999).

Para Dal (2000) tanto os distúrbios crônicos quanto os esporádicos têm impactos negativos no processo de manufatura, resultam em diferentes tipos de desperdícios e perdas e consomem recursos sem adicionar valor algum ao produto final. O OEE tenta identificar estas perdas e é definido como “uma abordagem *bottom-up*, onde uma força de trabalho integrada se esforça para alcançar a eficiência global dos equipamentos através da eliminação das seis grandes perdas.” (NAKAJIMA, 1988, apud DAL, 2000, p. 1490).

Para Nakajima (1988, apud DAL, 2000), as seis grandes perdas são:

1. Quebras ou falhas
2. *Setup*, ajustes e regulagens
3. Esperas e pequenas paradas
4. Redução de velocidade
5. Perdas de arranque (*startup* - estabilização)
6. Refugo e retrabalho

As duas primeiras perdas são conhecidas como perdas de tempo, pois reduzem o tempo disponível para produzir e são usadas para ajudar a calcular o valor verdadeiro de disponibilidade de um equipamento.

A terceira e a quarta são perdas de velocidade e determinam o desempenho do equipamento, ou seja, são perdas que ocorrem como consequência da operação abaixo das condições ótimas.

E por fim as duas últimas perdas são consideradas perdas por defeitos, e consequentemente afetam a qualidade.

Para Jonsson (1999), o OEE é medido em termos destas seis perdas, as quais são essencialmente uma função da taxa de disponibilidade da máquina, da taxa de desempenho e da qualidade, de uma máquina, linha de produção ou fábrica por inteiro, dependendo de qual o foco da aplicação do OEE.

O OEE é portanto uma forma de qualificar o desempenho dos equipamentos, mas também um parâmetro para a melhoria contínua dos processos produtivos. Pode ser considerado um integrador de áreas, já que fornece informações de desempenho que afetam toda a fábrica. Deste modo, todas as áreas como manufatura, engenharia, qualidade e

manutenção podem responder pelo mesmo indicador e deverão então trabalhar em conjunto para a melhoria dele.

Métodos para calcular o OEE

A definição do OEE varia conforme os autores e aplicações. Jonsson (1999) traz uma comparação entre duas formas de calcular o OEE, a primeira de Nakajima, que em 1988 foi o autor original do conceito do OEE e a segunda de De Groot, que em 1995 trouxe uma abordagem um pouco diferenciada.

O Quadro 1 apresenta uma comparação entre as duas definições de OEE:

Quadro 1 - Variação da definição do OEE.

	Nakajima (1988)	De Groot (1995)
Disponibilidade	$\frac{(\text{tempo programado} - \text{paradas não programadas})}{\text{tempo programado}}$	$\frac{\text{tempo de produção planejado} - \text{paradas não planej.}}{\text{tempo de produção planejado}}$
Performance ou Velocidade	$\frac{\text{tempo de ciclo ideal} * \text{volume total}}{(\text{tempo programado} - \text{paradas não programadas})}$	$\frac{\text{volume total produzido}}{\text{volume total planejado}}$
Qualidade	$\frac{\text{entrada} - \text{volume total de defeito}}{\text{entrada}}$	$\frac{\text{quantidade de produtos bons}}{\text{quantidade total produzida}}$
OEE	<i>Disponibilidade * Velocidade * Qualidade</i>	<i>Disponibilidade * Velocidade * Qualidade</i>

Fonte: Adaptado de JONSSON, 1999, p. 62.

As duas abordagens diferem um pouco no que diz respeito à contabilização do tempo, mas independente da forma de medição, o importante é manter a mesma base de cálculo para efeito comparativo.

A disponibilidade mede o tempo total em que o sistema não opera em função de paradas por quebra, falhas, *setup*, ajustes e outras paradas. Indica a razão entre o tempo atual de operação e o tempo total disponível programado ou planejado. O tempo programado desconta do tempo total teórico as paradas planejadas para manutenção preventiva, reuniões, treinamentos planejados e pausas para descanso por exemplo.

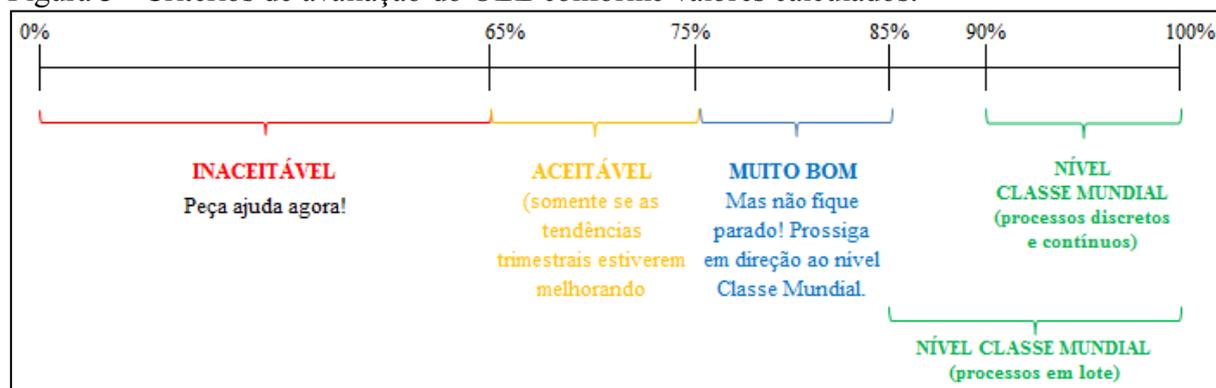
Esta definição incentiva o planejamento de atividades de manutenção preventiva, mas mascara a real disponibilidade do equipamento. Caso incluso o tempo programado de parada no tempo produtivo, a disponibilidade seria bastante reduzida, mas mostraria a real disponibilidade e criaria motivação para desenvolvimento de melhores práticas de manutenção preventiva e de organização do tempo de operação.

A taxa de desempenho ou velocidade mensura a razão entre a velocidade de operação atual e a velocidade ideal. Nakajima (1988 apud JONSSON, 1999) fixa o volume total produzido e o multiplica pelo desvio do tempo teórico em relação ao tempo real produtivo. Por outro lado, De Groote (1995, apud JONSSON, 1999) fixa um período de tempo e calcula o desvio do volume total produzido em relação ao volume total planejado o qual considera o tempo de ciclo ideal. Ambas as definições mensuram a quantidade total produzida, mas de diferentes formas.

A taxa de qualidade considera apenas o número de itens rejeitados em função de defeitos de qualidade que ocorrem próximos ao equipamento em análise e desconsideram os defeitos que ocorrem depois, ao longo do processo produtivo. Uma definição mais abrangente seria interessante, mas muito difícil de calcular e interpretar, segundo Jonsson (1999).

Hansen (2006) estabelece critérios de avaliação dos índices obtidos para o OEE e recomenda algumas ações a serem adotadas conforme esquematizado na Figura 3.

Figura 3 - Critérios de avaliação do OEE conforme valores calculados.



Fonte: Adaptado de HANSEN (2006, p. 31).

Segundo o autor, caso encontrados valores menores do que 65% há urgência de intervenção, se aceita níveis entre 65% e 75% e uma faixa favorável seria a de níveis obtidos para o OEE maiores do que 85%. Estes parâmetros são importantes como referência e dão uma dimensão da urgência necessária para a tomada de decisão com o intuito de melhorar o indicador gradativamente.

Variações do OEE

A forma de aplicação do OEE está sujeita a adaptações para se adequar ao contexto do que deve ser medido. Quando considerado em relação à eficiência de fábrica, é denominado como *Overall Factory Effectiveness* (OFE), em relação à planta, como *Overall Plant Effectiveness* (OPE) ou *Overall Asset Effectiveness* (OAE), e em relação às saídas de produto como *Overall Throughput Effectiveness* (OTE). Há ainda variações como o *Total Equipment Effectiveness Performance* (TEEP), que amplia a estratificação das perdas, e o *Production Equipment Effectiveness* (PEE), que considera que os diferentes tipos de perdas devem ser ponderados de forma diferente numa avaliação global (MUCHIRI E PINTELON, 2008 apud BUSSO, 2013).

Embora variem em relação à amplitude, todos estes conceitos consideram as três dimensões de disponibilidade, velocidade e qualidade e dado o desempenho de cada dimensão, é preciso recorrer a ferramentas que auxiliem na melhoria de cada uma delas, conforme será explorado na próxima seção.

2.4.2 Ferramentas para melhoria da produtividade

As perdas de produtividade estão ligadas à perda de tempo produtivo e à produção de itens não conformes. No caso da qualidade, o item 2.3.2 já explorou algumas ferramentas disponíveis para o melhoramento das taxas de qualidade. No caso de velocidade e disponibilidade é preciso tratar as perdas de tempo produtivo conforme os motivos pelos quais ocorrem.

Para alcançar níveis elevados de produtividade é preciso reduzir o tempo perdido com paradas desnecessárias, pois implicam na redução do *output*. As paradas podem ocorrer por quebras ou falhas, e também no caso de *setups*.

O *setup* é o procedimento de substituição de ferramentas e/ou dispositivos em uma máquina, em função da necessidade de produzir um modelo de peça diferente (SHINGO, 2000). Sempre que um lote de um modelo é finalizado e outro se inicia, executa-se um *setup*. Este tempo de parada é inevitável e uma série de atividades são executadas neste intervalo, mas a utilização de um procedimento sincronizado, disponibilização de ferramentas adequadas e organização contribuem para a redução do tempo de parada de máquina e consequentemente melhoria da produtividade.

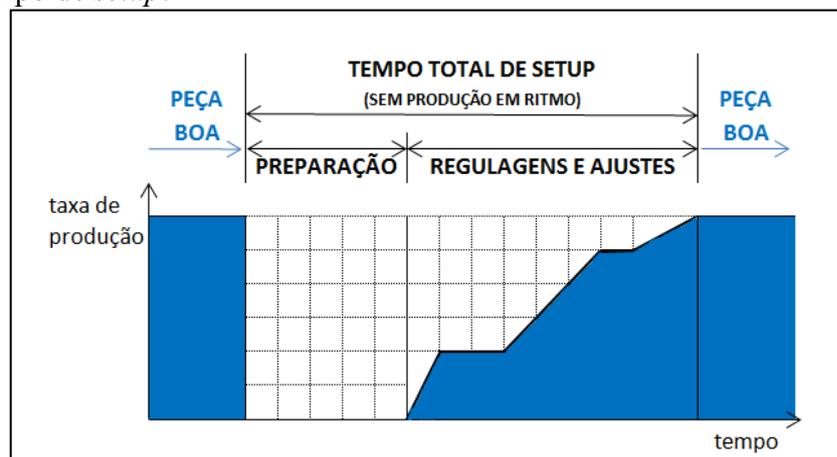
Alguns autores propõem técnicas para a redução do tempo de *setup* que serão exploradas nos tópicos seguintes.

2.4.2.1 Troca Rápida de Ferramentas

A troca rápida de ferramentas (TRF) pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de *setup* de equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos lotes (SHINGO, 2000). Além disso, a TRF reduz a incidência de erros na regulagem dos equipamentos (HARMON e PETERSON, 1991).

O tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido desde que a última peça do modelo que está sendo produzido sai da linha até o momento em que as peças do novo modelo saem da linha em ritmo, ou seja, quando o processo já está estabilizado, sem mais ajustes a serem realizados. É importante destacar que o tempo de regulagens e ajustes deve ser somado ao tempo de máquina parada. Em alguns casos o tempo de ajustes é desconsiderado, ocultando perdas que deve ser atribuídas à atividade de *setup*. A Figura 4 mostra um esquema de contabilização do tempo de *setup* no qual é possível perceber que só se encerra a contabilização deste, quando a produção retoma o ritmo normal de produção.

Figura 4 - Tempo de *setup*.



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Há duas funções distintas e separadas durante o *setup*, as quais são a preparação em si (que é a troca propriamente dita) e o ajuste (operação que exige habilidade e experiência por parte do operador). Shingo (2000) afirma que o ajuste vai se tornando um fator cada vez menos importante à medida que a preparação se torna mais precisa.

Pode-se classificar o tempo de *setup* em dois tipos:

- *Setup* interno: composto pelas atividades que só podem ser executadas com a máquina parada.

- *Setup* externo: composto pelas atividades que são executadas com a máquina produzindo – antes do início do *setup* (pré-*setup*), ou depois do final do *setup* (pós-*setup*).

Segundo Shingo (2000), não é exagero afirmar que a extraordinária redução nos tempos de *setup* é um fator de fundamental importância no sucesso do Sistema Toyota de Produção. A produção contra-pedido e sem estoque exige, incondicionalmente, reduções no tempo de *setup*. Como benefícios, ao se reduzir os tempos de *setup*, pode-se esperar o aumento das taxas de operação da máquina, redução significativa dos estoques intermediários viabilizada pela redução dos tamanhos de lotes, bem como aumento da rapidez de resposta às flutuações da demanda, através da adequação com relação às exigências de modelo e ao tempo de entrega. Um dos mais importantes benefícios da redução do *setup* de máquina, portanto, é permitir à empresa focalizar seus esforços em função dos pedidos, deixando de focar na manutenção dos níveis dos estoques.

Shingo (2000) propôs uma metodologia de redução do tempo de troca de ferramentas denominado *Single Minute Exchange of Die* (SMED), o qual foi traduzido como Troca Rápida de Ferramentas (TRF). O termo SMED significa que o tempo de *setup* deveria ser um número de um dígito, isto é, até 9 minutos e 59 segundos. Quando o tempo de *setup* pode ser reduzido abaixo de um minuto, o SMED é chamado de OTED (*One Touch Exchange of Die*) e há o caso ainda em que a troca pode ser realizada sem o toque, NOTED (*NonTouch Exchange of Die*), neste caso a troca de ferramentas é realizada automaticamente, como em um centro de usinagem com sistemas automáticos de troca de ferramentas e de peças.

A metodologia SMED, ou TRF é composta pelos seguintes estágios:

Estágio inicial, no qual o *setup* normalmente encontra-se de certa forma “confuso”, e não se consegue distinguir o *setup* externo do interno. Neste estágio o objetivo é analisar a operação atual de *setup*, com participação dos operadores envolvidos na preparação em estudo.

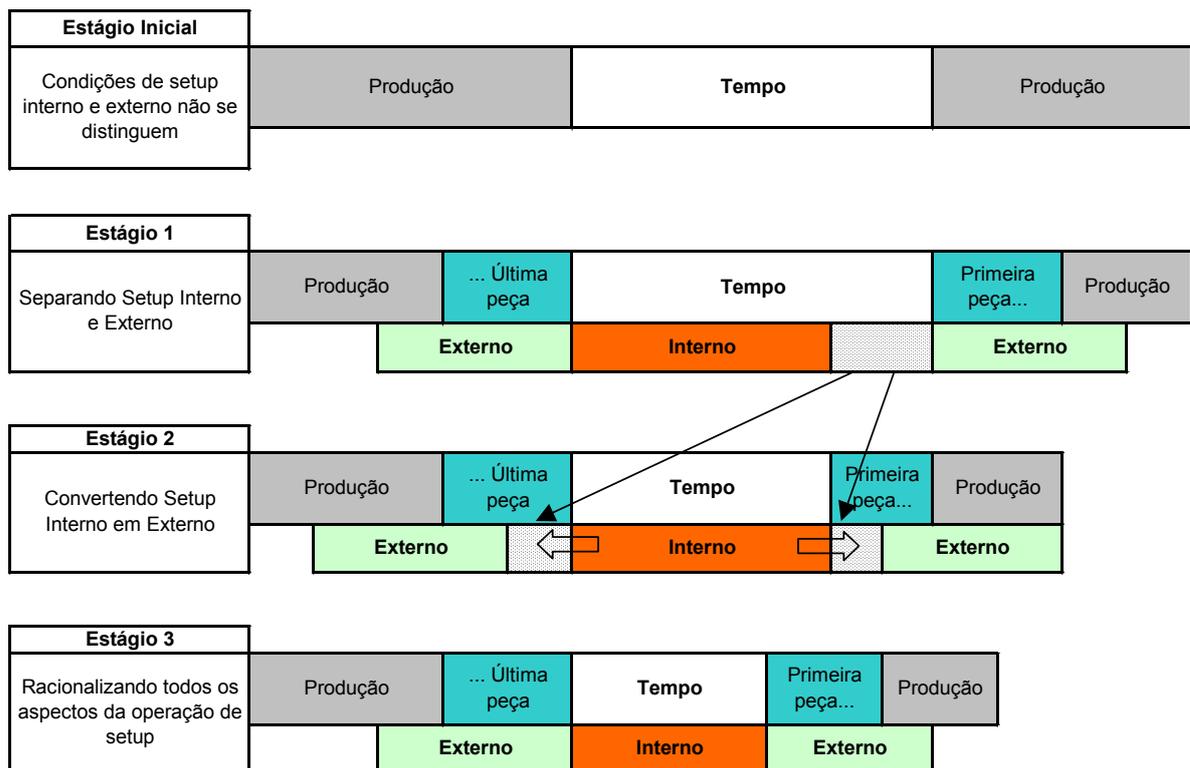
No estágio 1 ocorre a distinção entre as operações de *setup* interno e externo. Neste estágio, as atividades que podem ser realizadas com a máquina produzindo são repassadas para o *setup* externo.

No estágio 2 ocorre a análise do procedimento com o intuito de verificar a possibilidade de converter o máximo possível das operações de *setup* interno em externo.

Finalmente no estágio 3 cada ação das operações de *setup* interno e externo é analisada para racionalização de todos os aspectos da operação de *setup*, por meio da eliminação de ajustes, implementação de operações em paralelo e uso de fixadores funcionais.

Através da Figura 5 é possível visualizar as etapas da metodologia SMED esquematicamente.

Figura 5 - Estágios conceituais da metodologia de redução de *setup* SMED.



Fonte: Adaptado de SHINGO (2000).

Para a aplicação dos estágios conceituais da TRF, Shingo (2000) propõe o emprego de oito técnicas:

1. Separar operações internas e externas;
2. Converter *setup* interno em externo;
3. Padronizar a função dos elementos de *setup*;
4. Utilizar fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminar fixadores;
5. Utilizar dispositivos intermediários para eliminar ajustes durante o *setup* interno;
6. Adotar operações paralelas;
7. Otimizar operações eliminando a necessidade de ajustes; e
8. Mecanizar as operações.

Harmon e Peterson (1991) não formalizaram uma proposta metodológica de TRF, todavia, alguns aspectos elencados pelos autores merecem destaque. Eles propõem classificação das operações de *setup* em três tipos: *mainline* (ou principais) – operações que correspondem ao *setup* interno; *offline* (ou secundárias) – operações que correspondem ao *setup* externo; e desnecessárias – operações que não contribuem para a melhoria do *setup* e que deveriam ser eliminadas.

Os autores também propõem a eliminação do processo de tentativa e erro, utilizando documentação de regulagens, revisões periódicas e calibrações dos dispositivos de controle e manutenção preventiva do equipamento. Consideram ainda que a redução do tempo gasto em *setup* é condição necessária para diminuir o custo unitário de preparação. Segundo eles, tal redução é importante por três razões:

1. Quando o custo de *setup* é alto, os lotes de fabricação tendem a ser grandes, aumentando o investimento em estoques;
2. As técnicas mais rápidas e simples de troca de ferramentas diminuem a possibilidade de erros na regulagem dos equipamentos; e
3. A redução do tempo de *setup* resultará em aumento do tempo de operação do equipamento.

Para Black (1998), a TRF é uma análise de tempos e movimentos relativos às operações de *setup* e sua adoção não requer, obrigatoriamente, grandes investimentos em equipamentos.

Sua estratégia de implantação da TRF é dividida em sete passos básicos, contrapondo-se aos quatro estágios de Shingo (2000). O primeiro passo na metodologia de Black (1998) é determinar o método existente, utilizando a análise das operações com o estudo dos tempos e movimentos relativos à operação de *setup*. Os passos 2, 3 e 4 (respectivamente, separar os elementos internos dos externos, converter *setup* interno em externo e reduzir ou eliminar os elementos internos) são essencialmente os estágios 1 e 2 de Shingo (2000).

O estágio 3 de Shingo está detalhado nos passos 5, 6 e 7 (aplicar métodos de análise e treinar as tarefas de *setup*, eliminar os ajustes e abolir o próprio *setup*, respectivamente). No passo 5, utilizam-se técnicas de análise de métodos, com a participação efetiva dos operadores examinando os métodos de realização do *setup* interno. Treinamento e qualificação do operador, objetivando a multifuncionalidade, também fazem parte dessa etapa. Para o passo 7, de eliminação total ou realização automática do *setup*, utiliza-se o conceito da intercambiabilidade entre peças.

Para cada uma das sete estratégias para redução do *setup*, Black (1998) propõe o emprego de técnicas específicas, similares àquelas propostas por Shingo (2000).

Os conceitos explorados no referencial teórico servirão de base para a proposta de melhoria, mas não necessariamente serão utilizados na sua totalidade. As ferramentas de melhoria são utilizadas dependendo das características da situação encontrada em campo.

3 METODOLOGIA

A metodologia se refere ao percurso trilhado para atingir os objetivos definidos para a pesquisa. Além do caminho percorrido, inclui os instrumentos e as fontes de pesquisa, indicando as opções feitas pelo pesquisador (GONSALVES, 2007).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Beuren (2012) a metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais agrupa as tipologias de pesquisa em três categorias: pesquisa quanto aos objetivos, que contempla a pesquisa exploratória, descritiva e explicativa; pesquisa quanto aos procedimentos, que aborda o estudo de caso, o levantamento, a pesquisa bibliográfica, documental, participante e experimental; e a pesquisa quanto a abordagem do problema, que compreende a pesquisa qualitativa e a quantitativa.

Para alcançar os objetivos propostos para a determinação de uma proposta de melhoria de produtividade de uma indústria, a metodologia utilizada foi do tipo descritiva, a qual segundo Gonsalves (2007) é aquela que objetiva descrever as características de um objeto de estudo. Entre esse tipo de pesquisa estão aquelas que pretendem descobrir a existência de relações entre variáveis, assim como se pretende na pesquisa em questão quando observadas as variáveis de qualidade, desempenho e disponibilidade. O pesquisador observa, registra, analisa e compara fatos ou fenômenos.

Quanto aos procedimentos, a metodologia de estudo de caso é a mais adequada para esta pesquisa, pois segundo Gonsalves (2007) é o tipo de pesquisa que privilegia um caso particular e objetiva colaborar na tomada de decisões sobre o problema estudado, indicando possibilidades para sua modificação através do estudo minucioso de uma experiência, assim como se pretende nesta pesquisa.

Não há intenção *a priori* de replicar o trabalho para outras empresas e sim oferecer uma proposta de melhoria de produtividade específica que seja adequada ao contexto e realidade no qual está inserida a empresa pesquisada.

E por fim, em relação à abordagem do problema, optou-se pela abordagem combinada com o intuito de fortalecer as abordagens. A qualitativa trará o entendimento do contexto enquanto a quantitativa, através do ato de mensurar variáveis, reduzirá vieses na coleta de dados. Segundo Miguel (2012) a combinação das abordagens quantitativa e qualitativa

proporciona uma visão mais ampla e completa e pode ser utilizada com êxito quando existe a necessidade de explicar os resultados de uma pesquisa quantitativa.

Nesta pesquisa foi realizado num primeiro momento um estudo para entender melhor a natureza de cada variável relacionada à produtividade, para depois quantificá-las e identificar padrões de comportamento de cada variável. Justifica-se, portanto, a utilização de ambas as abordagens de forma combinada, tanto qualitativa como quantitativa.

3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para o desenvolvimento do estudo as informações foram coletas por meio de fontes primárias, através de entrevista semiestruturada ao gerente industrial, com perguntas fechadas e abertas que, segundo Gil (2010, p. 115), “pode ser entendida como a técnica que envolve duas pessoas numa situação ‘face a face’ e em que uma delas formula questões e a outra responde”, e as principais vantagens são: a possibilidade de acesso às informações não previstas inicialmente no instrumento de coleta, esclarecer pontos que podem inferir dúvidas na entrevista e orientar hipóteses para o aprofundamento da investigação.

Num segundo momento foi efetuada coleta de dados em planilhas internas da organização na qual constavam dados históricos de tempos de parada, quantidades produzidas de produtos bons, bem como aparas, ou seja, refugo. O horizonte de coleta correspondeu aos três primeiros meses do ano de 2016.

No processo de análise e apreciação dos dados coletados foram utilizados métodos matemáticos. Utilizou-se o programa Excel® para tabulação e elaboração de gráficos que auxiliaram na identificação de pontos críticos de melhoria.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa propõe-se uma metodologia dividida nas seguintes etapas:

1. Revisar a bibliografia acerca de produtividade;
2. Caracterizar a empresa pesquisada e levantar dados sobre medidas de produtividade que já existam;
3. Definir um indicador base adequado para a medida de produtividade na empresa;
4. Levantar dados históricos a respeito de qualidade, tempos de parada e tempos de ciclo dos equipamentos e/ou linhas definidas como gargalo;

5. Calcular o indicador proposto para a medição de produtividade da fábrica;
6. Avaliar a produtividade atual;
7. Elaborar proposta de intervenção para melhoria da produtividade.

O trabalho inicia-se com uma revisão bibliográfica acerca dos aspectos teóricos e práticos ligados à produção e operações, bem como medidas de desempenho de fábrica. Em seguida segue-se a etapa de estudo de caso, com a caracterização da empresa, levantamento de dados a respeito da medição de produtividade realizada atualmente e levantamento de dados históricos.

A partir da análise da forma atual de medição propõe-se a utilização do indicador OEE como nova forma de medição da produtividade. Os dados necessários para o cálculo do indicador estão disponíveis, mas dispersos em diversas planilhas eletrônicas. Deve-se, portanto, desenvolver uma planilha para servir de instrumento de coleta de dados único, na qual serão lançados os dados relativos aos tempos de parada e produção, bem como de qualidade.

Por fim, com os dados coletados é possível efetuar o cálculo do indicador OEE como forma de medir a produtividade e realizar uma análise da medição obtida para identificar os pontos críticos que merecerão atenção e propostas de intervenção para melhoria.

A pesquisa encerra-se com a elaboração de uma proposta de intervenção para a melhoria da produtividade com base nos pontos mais críticos que afetam o indicador OEE. E dado que a implementação das sugestões não está englobada no escopo do trabalho, caberá à empresa colocá-las em prática, identificando a necessidade de adequações.

O processo de melhoria deve ser contínuo e a pesquisa se propõe a ser apenas o primeiro passo de um caminho que é cíclico e não se encerrará com a implementação das sugestões desta pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresenta-se, em quatro seções, a empresa pesquisada, na sequência uma breve descrição do processo produtivo, seguido do detalhamento da medição e análise da produtividade atual da empresa, o que inclui o cálculo do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) e por fim a proposta de melhoria da produtividade.

4.1 EMPRESA PESQUISADA

A pesquisa foi aplicada em uma indústria de embalagens flexíveis e laminadas localizada na cidade de Chapecó/SC, a qual foi fundada em 1988 e possui uma unidade de produção com capacidade para fabricar quatrocentas toneladas ao mês e conta com cento e trinta colaboradores. Denominaremos a empresa pesquisada como Empresa X, para evitar que os dados de pesquisa sejam divulgados de forma explícita.

A produção é verticalizada, incluindo processos desde a extrusão de filmes em polietileno até a impressão e passando em alguns casos pela laminação. Portanto, há potencial ganhos significativos, pois através de um trabalho piloto os resultados poderão ser replicados por diversos processos dentro da própria empresa.

4.2 PROCESSO PRODUTIVO

O processo de produção de embalagens é composto por etapas conforme a Figura 6. A matéria-prima (polietileno granulado) é aquecida e passa pelo processo de extrusão, no qual ocorre a formação do filme plástico. O processo adotado na Empresa X é a extrusão a balão, o que significa que o resfriamento é feito a ar e obtém-se um filme plástico com abertura interna. Após a extrusão, o filme segue para a impressão, processo no qual a pesquisa em questão foi baseada. Ao término da impressão, o filme plástico é novamente bobinado e segue para a laminação, caso o cliente especifique a necessidade de adição de um filme metálico à bobina plástica. Com o filme plástico enrolado na bobina, seja ele liso, impresso, e/ou laminado, o processo seguinte é o refile que se trata da adequação dimensional da largura da bobina.

Por fim ocorre o processo de corte e solda, no qual o filme é cortado no comprimento desejado e ao mesmo tempo soldado, ou seja, selado na lateral e/ou fundo para formar sacos individuais para então ser expedido ao cliente.

Figura 6 - Fluxograma do processo produtivo de embalagens plásticas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

O processo de impressão é do tipo flexográfico, o qual funciona com o mecanismo de um carimbo: um rolo polimérico em alto relevo (clichê) é molhado com tinta de secagem rápida e transfere esta tinta à superfície a ser impressa. É um processo aplicado para grandes volumes de produção de embalagens.

Foram escolhidas duas impressoras flexográficas denominadas na Empresa X como Impressora 3 e Impressora 4 para a pesquisa e proposta de melhoria de produtividade. As duas diferem em função de algumas características detalhadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Comparação entre as impressoras pesquisadas.

	IMPRESSORA 3	IMPRESSORA 4
Característica construtiva	É <i>gearless</i> , ou seja, não possui engrenagens de acionamento	Acionada por engrenagens helicoidais
Velocidade de produção	300m/min	110m/min
Tempo de <i>setup</i> característico	40 minutos	2 horas
Largura máxima impressa	1,2 m	1,3 m
Quantidade de cores/ forma de acerto de tonalidade	8 / ajuste automático	8 / ajuste manual

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

A Impressora 3 permite a produção com velocidade maior e permite a realização de *setups* com tempo menor, pois acerto de tonalidade é automático, bem como a alimentação da bobina plástica e é possível realizar troca de camisas pela porção lateral da máquina. No entanto, é limitada em relação à largura máxima e, portanto, alguns tipos de produtos são direcionados exclusivamente à máquina 4 em função disto.

4.3 MEDIDA E ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE ATUAL

Na etapa de levantamento de dados verificou-se que a Empresa X não adota nenhum indicador de produtividade específico para o gerenciamento da produção. O único indicador que é divulgado nos quadros de gestão visual da fábrica é o volume total produzido por máquina no mês. Não há acompanhamento diário e nem meta pré-estabelecida para o volume a ser produzido. A área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) determina quais os produtos serão produzidos, as quantidades e a sequência de produção e conforme as ordens de produção são entregues aos operadores, a produção é realizada.

Desde julho do ano de 2015 iniciou-se a coleta de dados relativos à produção diária por turno, a coleta de dados de tempos de paradas e seus motivos, bem como a tabulação de dados referentes à quantidade de *setups* e seus respectivos tempos de parada, já com o intuito de obter dados que facilitassem o gerenciamento da produção. No entanto, não se adotou um indicador de referência com metas pré-estabelecidas para comparação dos níveis esperados em relação aos níveis realizados.

Os dados relativos a tempos de parada, volumes produzidos por turno e quantidade de *setups* estão disponíveis, mas ainda dispersos e não se convertem em medidas úteis para o gerenciamento. Para que isto ocorra é preciso escolher um indicador de produtividade que demonstre o estado atual da produção, permita estabelecer metas de melhoria e então possibilite o monitoramento do progresso das ações que forem sendo implementadas.

Sendo que não havia nenhum indicador sendo monitorado, a partir da pesquisa foi necessário adotar um indicador que fornecesse uma medida de produtividade na Empresa X. Adotou-se então o indicador OEE, pois aborda três fatores essenciais para o gerenciamento da produção: disponibilidade, velocidade e qualidade e pode ser utilizado como “*benchmark*” (referência) para uma primeira medição de desempenho. Assim, esta medida inicial de OEE poderá ser comparada com valores futuros para quantificar o nível de melhoria implementada.

A disponibilidade mede a relação entre o tempo atual de operação (tempo planejado descontadas as paradas por quebra, falhas, *setup*, ajustes e outras paradas) e o tempo total planejado. O tempo planejado desconta do tempo total teórico as paradas planejadas para manutenção preventiva, reuniões, treinamentos planejados e pausas para descanso por exemplo, mas no caso da Empresa X, as únicas paradas consideradas como planejadas foram os feriados, férias coletivas e um tempo de *setup* padrão para cada máquina: 40 minutos para a Impressora 3 e 2 horas para a Impressora 4.

A taxa de desempenho ou velocidade mensura a razão entre o volume real produzido e o volume total planejado (considerando o tempo de ciclo ideal). Foram adotadas como taxas de produção ideais: 300m/min para a Impressora 3 e 110 m/min para a Impressora 4. Com estes valores multiplicados pelo tempo de produção planejado obteve-se o volume total esperado para o período analisado.

A taxa de qualidade considera o volume de itens bons em relação ao total produzido. Para a obtenção do volume de itens bons na Empresa X foi descontado somente o total de aparas (refugo) e desconsideradas as devoluções de clientes, o que oculta o nível real de qualidade obtido no cálculo do OEE. Recomenda-se controlar a quantidade de devoluções para alimentar a planilha do indicador, penalizando a taxa de qualidade para obtenção de um número mais realista. A medida encontrada até agora “ocultou” a taxa real, pois negligenciou a ocorrência de devoluções, que não foram computadas.

Para o cálculo de cada componente do OEE foi adotada a forma de calcular de De Groote, em função da facilidade de obtenção dos dados. O Quadro 3 resume as equações adotadas e as considerações realizadas na obtenção dos dados.

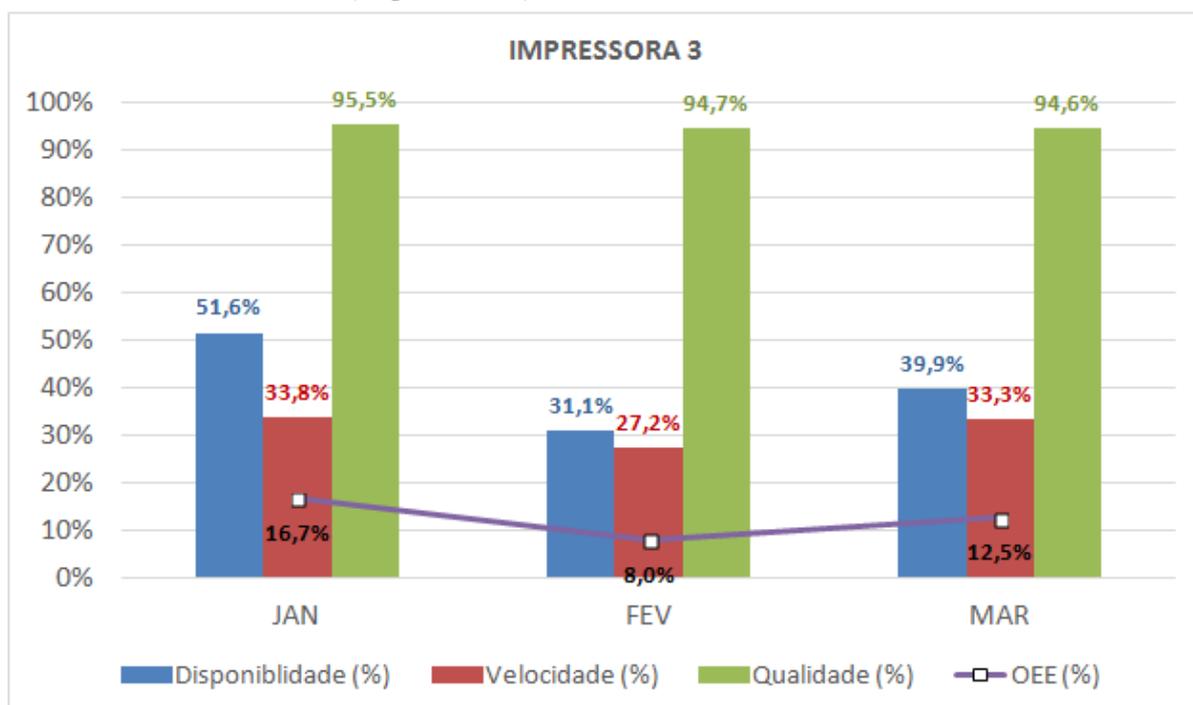
Quadro 3 - Cálculo adotado para o OEE na Empresa X.

	Equação adotada	Observações
Disponibilidade	$\frac{\text{tempo de prod. planej.} - \text{paradas não planej.}}{\text{tempo de produção planejado}}$	Para o tempo de produção planejado foram excluídos apenas os períodos de férias/feriados e tempos de <i>setup</i> padrão para cada máquina (40 min para a IMP 3 e 2h para a IMP 4), pois na Braspast não há reuniões com calendário fixo ou manutenção preventiva programada.
Performance ou Velocidade	$\frac{\text{volume total produzido}}{\text{volume total planejado}^*}$ * Vol planejado considerando TC ideal	O volume total produzido foi obtido de planilhas de controle internas e o volume planejado considerou o tempo de ciclo padrão de cada máquina (300m/min para a IMP 3 e 110m/min para a IMP4) multiplicado pelo tempo disponível.
Qualidade	$\frac{\text{quantidade de produtos bons}}{\text{quantidade total produzida}}$	Neste item, o único controle de não conformidade incluiu as aparas e não devolução de clientes. A partir da implantação do indicador será necessário alimentar a planilha para que as devoluções também penalizem o indicador de qualidade, pois é uma perda identificada após a entrega ao cliente, e servirá para mensurar os níveis de não qualidade.
OEE	$\text{Disponibilidade} * \text{Velocidade} * \text{Qualidade}$	

Fonte: Adaptado de JONSSON, 1999, p. 62.

A coleta de dados foi realizada nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2016 e os dados obtidos estão demonstrados nos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 - Indicador OEE (Impressora 3).

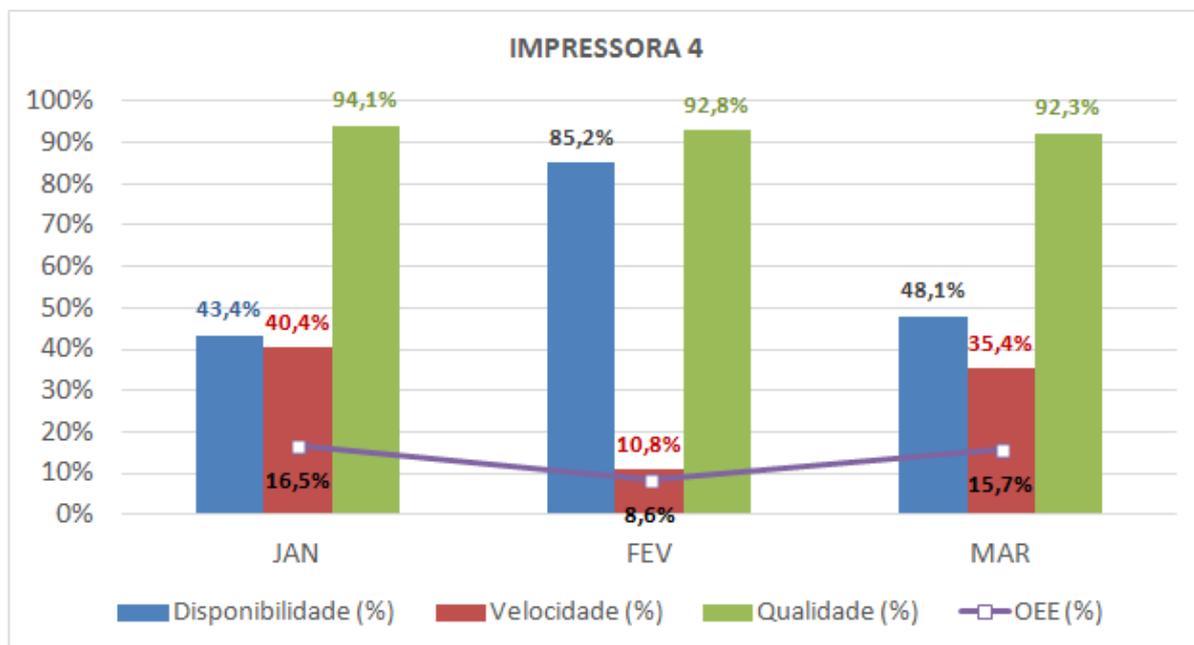


Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Segundo o critério de Hansen (2006), o valor de OEE seria aceitável entre 65 e 75%, o que não se verifica nas duas impressoras. O OEE da Impressora 3 em janeiro foi de 16,7%, em fevereiro 8% e em março 12,5%, valores muito abaixo do esperado, o que significa que a máquina opera muito abaixo da sua capacidade nominal, havendo oportunidades significativas de melhoria.

Para a Impressora 4 o cenário não difere significativamente, como pode ser verificado no gráfico 2, o OEE obtido para janeiro foi de 16,5%, em fevereiro 8,6% e em março 15,7%, e portanto também deve haver intervenção urgente para melhorar o indicador.

Gráfico 2 - Indicador OEE (Impressora 4).



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

O indicador OEE é uma composição das taxas de disponibilidade, velocidade e qualidade e cada uma delas pode ser analisada individualmente para a definição de prioridades de intervenção.

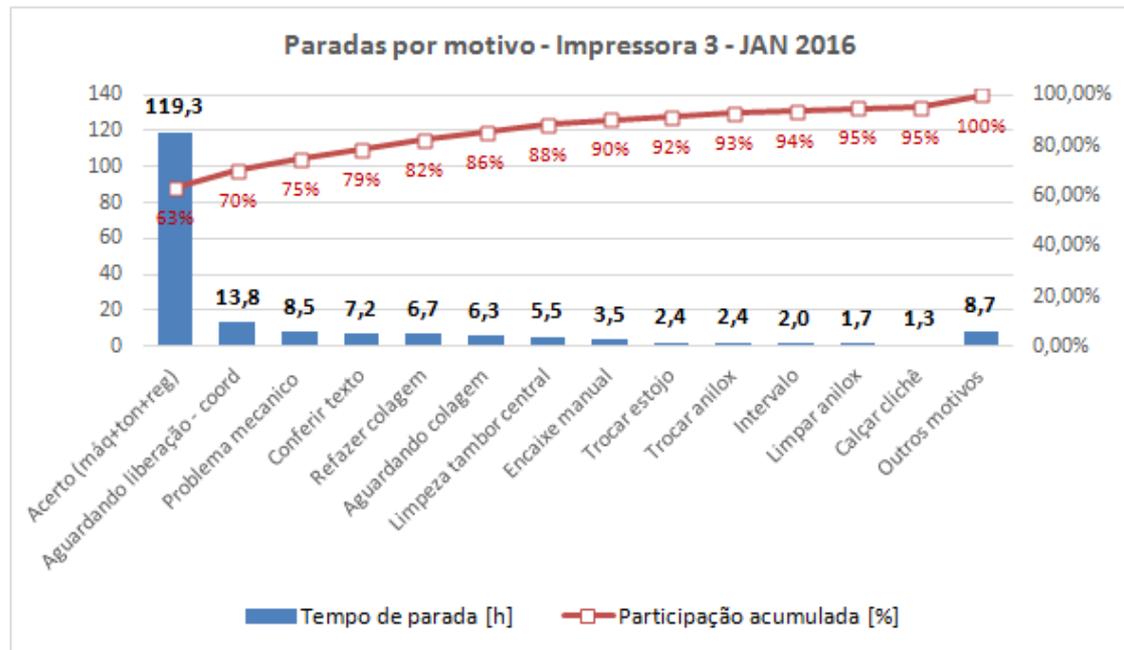
A disponibilidade é diretamente afetada por quebras, falhas e *setups* elevados. A velocidade é afetada quando há esperas e pequenas paradas, além de redução do ritmo produtivo e a qualidade é afetada por defeitos identificados durante a produção (aparas) ou ainda no cliente (devoluções).

Com base na análise dos Gráficos 1 e 2 é possível observar que a qualidade foi o melhor índice dentre os componentes do OEE, entretanto há perdas ocultas que ainda não apareceram no indicador em função de não terem sido computadas as devoluções de clientes. O único redutor de itens não conformes foi o índice de aparas, considerando-se que todos os produtos entregues aos clientes estavam dotados da qualidade requerida. Mas isto não se verifica na prática, pois devoluções ocorrem e deverão ser computadas para também penalizarem o componente de qualidade. Cabe pontuar que este é um dado a ser tabulado após implantação do indicador, pois é preciso mostrar os problemas para que ações corretivas e preventivas sejam tomadas no intuito de melhorar continuamente.

Percebe-se claramente que os piores índices foram os de velocidade, seguidos de perto da disponibilidade. Para identificar quais as prioridades de intervenção foi necessário estratificar os tempos de parada por motivos, para verificar quais as maiores ocorrências.

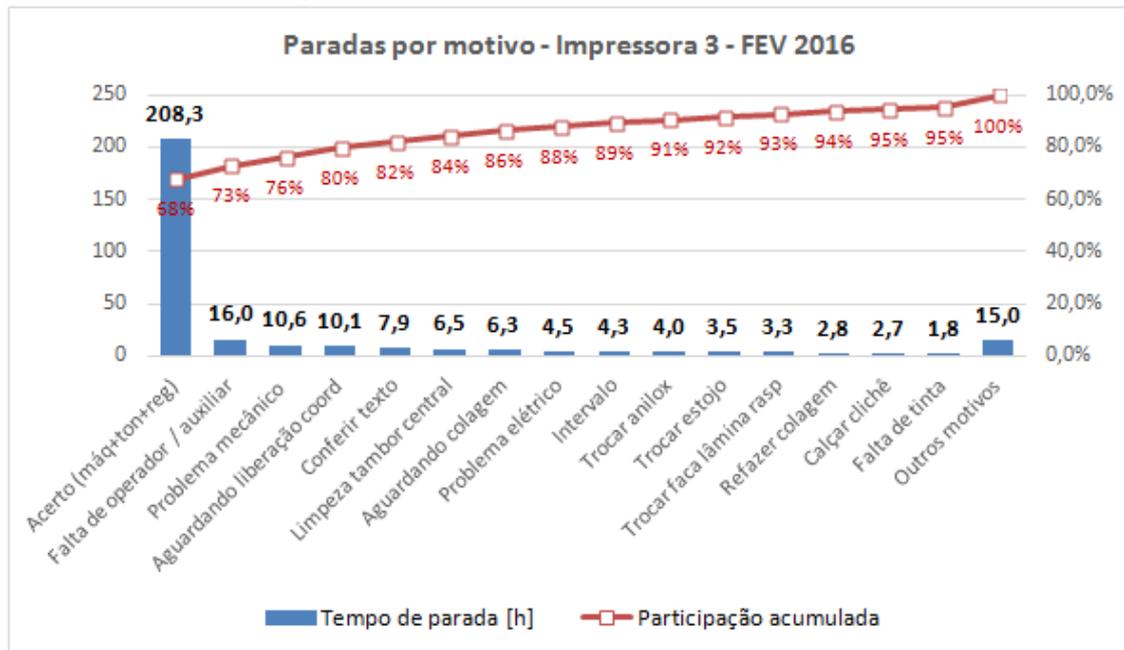
Os Gráficos 3, 4 e 5 mostram a estratificação de paradas por motivos na Impressora 3 no período de janeiro a março de 2016.

Gráfico 3 - Motivos de paradas (IMP 3 – janeiro 2016)



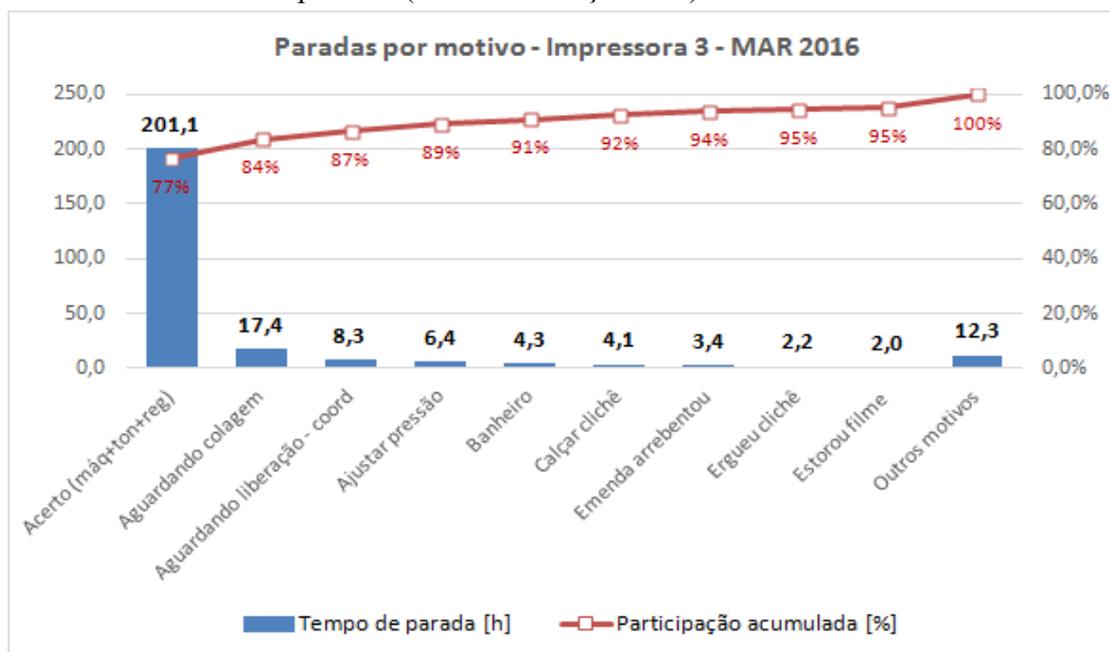
Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Gráfico 4 - Motivos de paradas (IMP 3 – fevereiro 2016)



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Gráfico 5 - Motivos de paradas (IMP 3 – março 2016)



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

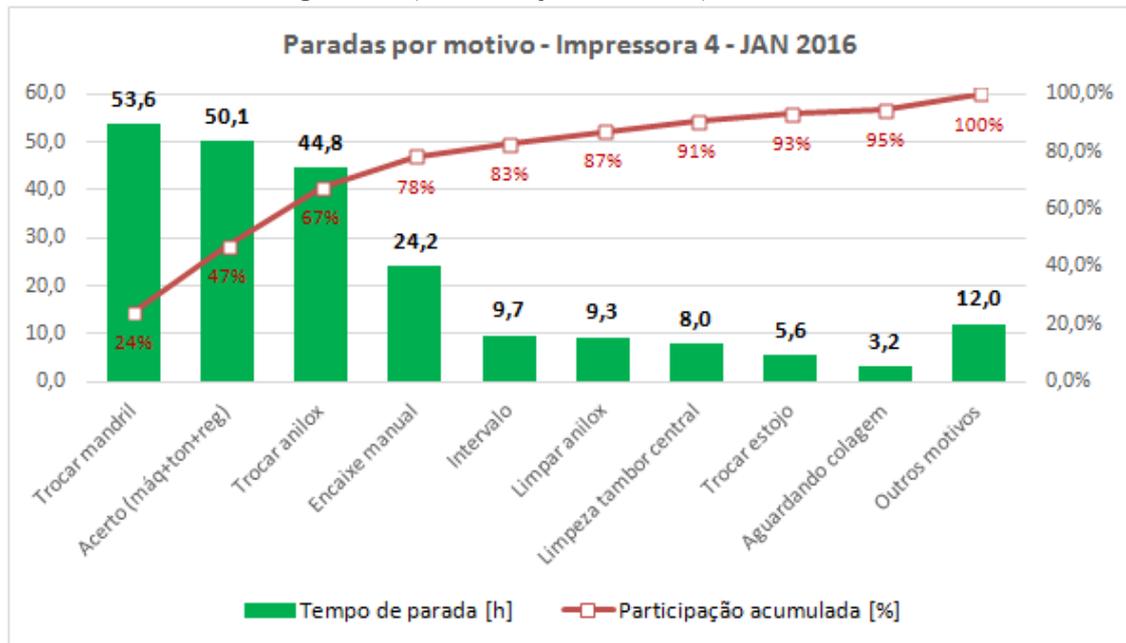
Analisando o histórico dos três primeiros meses de 2016, as paradas da Impressora 3 foram na sua maioria em função de *setup* além do programado, ou seja os motivos apontados como acerto de máquina, tonalidade e registro que superam o valor de referência de 40 minutos. Em janeiro este motivo de parada representou 63% das paradas, em fevereiro 68% e em março 77%. Em comparação com todos os demais motivos de paradas fica claro que é necessário intervir no procedimento de *setup* adotado atualmente. Além disso, ocorreram muitas paradas por motivo “aguardando [...]”. Por exemplo, em janeiro 13,8%, em fevereiro 10,1% e em março 8,3% do tempo total de parada foi apontado como “aguardando liberação do coordenador”, o que demonstra falta de procedimento e organização durante o *setup* e incentiva a adoção de técnicas padronizadas para evitar que este tipo de parada ocorra. Outros problemas ligados à manutenção são pouco significativos por enquanto, pois o tempo de *setup* representa o maior motivo de parada.

A Impressora 4 demonstrou comportamento similar, com participação do tempo de *setup* no tempo total de parada de 23% em janeiro, 68% em fevereiro e 39% em março. Destacam-se ainda dois motivos significativos no tempo total de parada nos meses de janeiro e março: “trocar mandril” e “trocar anilox”. Estas são atividades que só ocorrem em algumas trocas de modelo específicas, nas quais a substituição destes componentes é suficiente para a produção de um novo modelo, não havendo necessidade de cumprir o procedimento completo de *setup*. No entanto também são atividades de *setup* que deverão ter seu procedimento

revisto, pois ocorrem com frequência e se mantiveram entre os três principais motivos de parada da Impressora 4 tanto no mês de janeiro quanto em março.

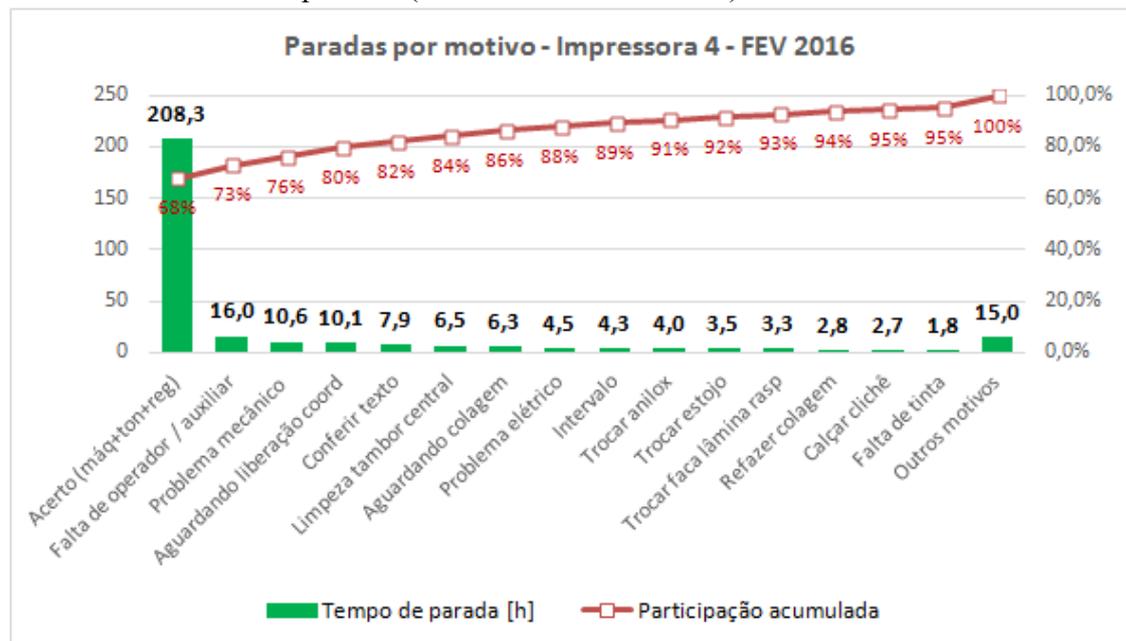
Os Gráficos 6, 7 e 8 demonstram a estratificação dos motivos de paradas da Impressora 4 no primeiro trimestre de 2016.

Gráfico 6 - Motivos de paradas (IMP 4 – janeiro 2016)



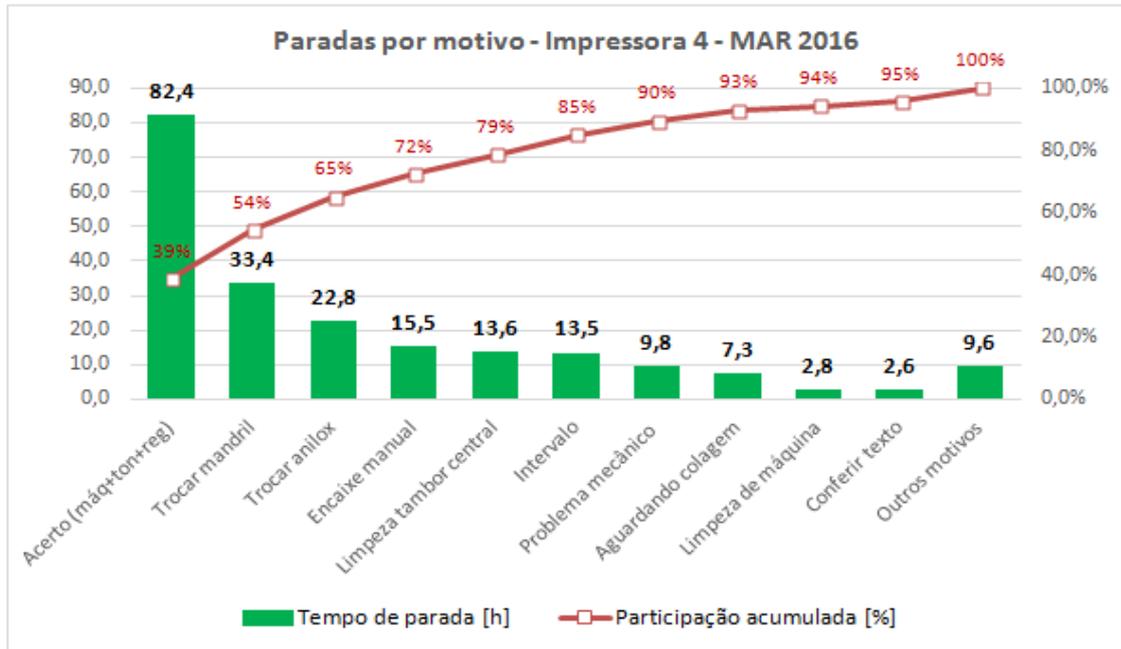
Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Gráfico 7 - Motivos de paradas (IMP 4 – fevereiro 2016)



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

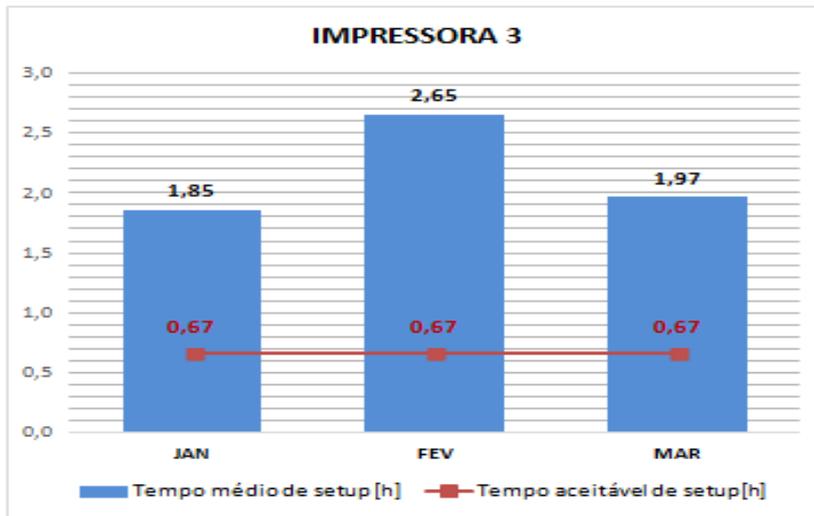
Gráfico 8 - Motivos de paradas (IMP 4 – março 2016)



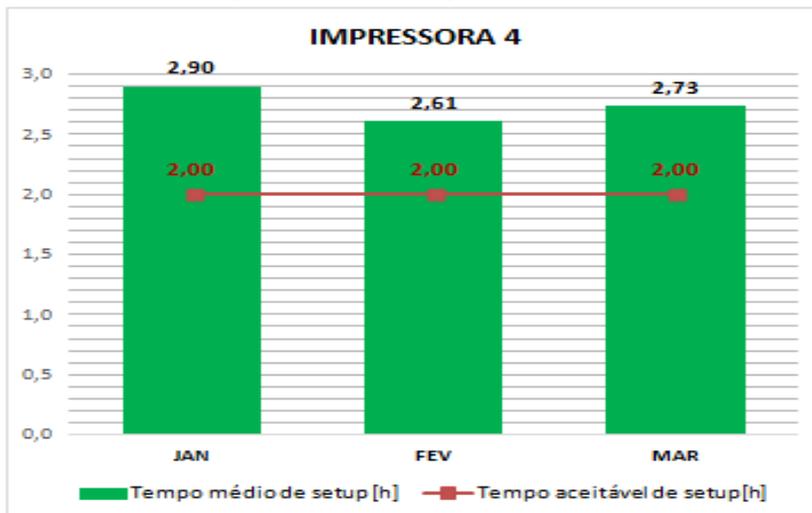
Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

A redução do tempo de *setup* permite duas destinações para o ganho: aumentar a capacidade de produção ou aumentar o número de *setups*, o que beneficiaria a flexibilidade. Dado que a empresa não conseguiu atender todos os pedidos no primeiro trimestre do ano, qualquer ganho com a redução de *setups* será convertido em ganhos de capacidade.

Conforme os Gráficos 9 e 10, as médias dos tempos de *setup* foram maiores do que o esperado para as duas máquinas. De acordo com a forma construtiva de cada máquina, há tempos de *setup* aceitáveis para cada uma delas: 40 minutos para a Impressora 3 e 2 horas para a máquina 4. Estes são tempos aceitáveis com base no histórico do ano de 2015 de ambas as máquinas, mas nada impede que sejam revistos após a implementação das sugestões deste trabalho.

Gráfico 9 - Tempo médio de *setup* (IMP 3)

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Gráfico 10 - Tempo médio de *setup* (IMP 4)

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

A análise do tempo médio só permite verificar o afastamento do tempo médio realizado em relação ao tempo esperado, mas com base nos dados do Quadro 4 é possível fazer uma previsão do ganho potencial com a redução dos tempos de *setup*.

Quadro 4 - Acompanhamento do tempo de *setup*

	IMPRESSORA 3			IMPRESSORA 4		
	Tempo total de setup [h]	Quantidade de setup	Tempo médio de setup [h]	Tempo total de setup [h]	Quantidade de setup	Tempo médio de setup [h]
JAN	189,10	102	1,85	220,30	76	2,90
FEV	307,50	116	2,65	213,80	82	2,61
MAR	261,40	133	1,97	213,20	78	2,73
Total trimestre	758,00	351	2,16	647,30	236	2,74

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

A Impressora 3 tem tempo de *setup* aceitável de 40 minutos (especificados pelo fabricante) e no primeiro trimestre a menor média obtida foi de 1,85 horas (111 minutos). Isto significa que, sendo esta uma máquina com taxa de produção de 300 metros/minuto, desperdiçou 524 horas realizando *setup* além do previsto e deixou de imprimir 157.200 metros somente no primeiro trimestre de 2016.

Já a Impressora 4 tem um tempo de *setup* aceitável de 2 horas (valor baseado no histórico do ano de 2015), desperdiçou 175 horas além do esperado realizando *setup* e poderia ter impresso aproximadamente 19.250 metros adicionais no primeiro trimestre.

O potencial de ganho é muito grande e para que isto ocorra, é preciso focar na redução dos tempos de *setup*, conforme especificado no próximo item.

4.4 PROPOSTA DE MELHORIA DA PRODUTIVIDADE

Conforme análise da produtividade há grandes perdas em função de tempos de *setup* elevados. Na Empresa X este procedimento é denominado “acerto de máquina”, mas trata-se do mesmo procedimento de *setup* conceituado nos trabalhos publicados por Shingo.

Sendo este o tempo de perda mais significativo, a melhoria da produtividade estará neste primeiro momento, diretamente ligada à redução dos tempos de *setup*.

Torna-se necessário, portanto, recorrer aos conceitos e ferramentas relacionados à redução do tempo de *setup* conforme mencionado na seção 2.4.2.1. A proposta para a redução do tempo de *setup* das Impressoras 3 e 4 se baseia no sistema SMED (*Single-Minute Exchange of Die* ou Troca Rápida de Ferramentas – TRF), idealizado por Shingo e no modelo de melhoramento contínuo, também conhecido como *kaizen*, o qual presume o melhoramento gradual e constante e que utiliza soluções coletivas de problemas, sem a utilização de grandes investimentos.

Dado que ainda não foi realizado nenhum trabalho específico para a redução do tempo de *setup* na empresa, espera-se ganhos expressivos com baixo investimento, pois há visíveis oportunidades de melhoria quanto à organização e procedimento de troca, há excesso de caminhadas e esperas, movimentos desnecessários e demora para buscar ferramentas. Em resumo, o principal foco desta proposta de intervenção será separar as atividades internas e externas, otimizar ao máximo as internas e padronizar as externas.

Propõe-se que o trabalho seja organizado em uma semana intensiva de participação dos operadores, coordenadores e equipe de manutenção, que será denominada como Semana Kaizen.

A Semana Kaizen consiste em uma semana de trabalhos precedida de reuniões de preparação, o Pré-Kaizen e sucedida por reuniões Pós-Kaizen. A seguir serão comentadas todas as etapas a serem seguidas.

4.4.1 Reunião Pré-Kaizen

O Pré-Kaizen é importante para o bom andamento e alcance dos resultados na semana Kaizen, através de preparação e planejamento das atividades. Enquanto as atividades propostas não tiverem sido cumpridas, novas reuniões serão programadas até que finalmente a equipe esteja preparada para a semana de trabalhos.

A seguir define-se a proposta na forma de um roteiro a ser seguido.

a) Quem participa (como sugestão): coordenador da área, supervisor da área, um manutentor, um operador, um representante da colagem, um representante da área de preparação de tintas e um representante do PCP.

b) Temas abordados:

- Motivação do trabalho: especificar o motivo da empresa estar focada nesta atividade e porque os resultados serão importantes.

- Alinhamento do conceito de *setup*: devem ser apresentados os principais conceitos da troca rápida de ferramentas, conceito de tempo de *setup* e benefícios da troca rápida de ferramentas.

- Conceitos gerais da máquina: expor as características da máquina, últimas ocorrências e uma breve justificativa do porquê é necessária a realização do Kaizen.

- Definição da coleta de dados: inicialmente, os dados necessários são referentes ao histórico do tempo de *setup* e quais as possíveis trocas de modelo. No caso de conhecimento prévio e claro de qual é o *setup* crítico, bastam estes dados. Já no caso de incerteza quanto às

piores trocas (em função de grande quantidade de variáveis) ou ocorrências de problemas não muito frequentes, faz-se necessária a coleta de outros dados como o levantamento dos problemas mais frequentes que ocasionam atrasos no *setup*.

- Avaliação dos dados disponíveis e se necessário definição do monitoramento correto dos dados: neste momento avalia-se a confiabilidade dos dados disponíveis nas planilhas internas, se os apontamentos estão sendo feitos corretamente e avalia-se também se os dados apontados são suficientes.

- Definição do objetivo do Kaizen: precisa-se definir se o ganho esperado com a redução do tempo de *setup* será utilizado para obter ganho de flexibilidade (fazer mais *setups*, reduzindo o tamanho dos lotes, ou aumentar a capacidade de produção, produzindo maior volume. Após definido isto, ainda deve-se discutir qual é o nível de ganho de tempo esperado (%) e avaliar se este ganho é suficiente para atingir o objetivo estratégico definido.

- Definição e planejamento de uma filmagem do *setup*: deve-se definir qual o *setup* mais representativo para que seja feita uma filmagem do procedimento completo do *setup* mais crítico. Também se define a data, quem será o responsável, quem providenciará as câmeras filmadoras, quem irá comunicar o pessoal da linha e quando ocorrerá a filmagem. A filmagem deve ser feita dentro das condições normais de trabalho e deve-se orientar os operadores para que o *setup* seja feito da forma usual, independente da filmagem.

* *Recomendações para a Filmagem*:

- Cada operador deve ser filmado individualmente durante todo o *setup*;
- Deve ser prevista a filmagem simultânea da área de colagem de clichês e de preparação de tintas;
- Independentemente de imprevistos, falta de peças e choque de atividades por exemplo, a câmera não deve ser desligada em momento algum;
- Deve-se filmar em ângulo aberto, para captar as atividades e movimentos como um todo, focos de desatenção, problemas de ergonomia, segurança, etc.
- A máquina não é protagonista e portanto não é o foco, as pessoas e respectivas atividades é que deverão ser filmadas.
- A pessoa responsável pela filmagem não deve intervir no procedimento de troca, nem mesmo com comentários a respeito do procedimento e/ou ordem de atividades;
- É importante fazer reunião preliminar com as pessoas que irão participar da filmagem para explicar o porquê deles estarem sendo filmados e ficarem menos ansiosos.

Vale ressaltar que a filmagem é importante para identificação de todas as atividades que são executadas durante o *setup*, o procedimento que é seguido, torna as dificuldades

explícitas e permite a posterior estratificação de todos os tempos. Desta forma é possível explorar muitas oportunidades de melhoria que garantirão a redução do tempo total de *setup*.

- Definição dos participantes da semana Kaizen: na primeira reunião são definidos os participantes da semana Kaizen, ou seja, quem deverá ser convidado para contribuir no Kaizen. Vale ressaltar que na semana Kaizen é indispensável a presença de operadores da máquina e/ou linha que efetivamente efetuam o *setup* e também dos técnicos de manutenção que trabalham no setor e normalmente trabalham na máquina e/ou linha foco do Kaizen.

- Montagem de um plano de ações: o plano deve conter as atividades elencadas acima, seus responsáveis e prazos para realização.

4.4.2 Semana de intervalo

Nesta semana são postas em prática todas as ações do plano que irão ajudar na Semana Kaizen.

4.4.3 Semana Kaizen

Da mesma forma que foi organizado Pré-Kaizen, serão descritos os passos a serem seguidos durante a semana Kaizen, na forma de um roteiro.

1º dia:

- Palavras do gestor: o diretor da Empresa X deve falar da importância do Kaizen para a empresa e reforçar o apoio para o bom andamento do Kaizen;

- Apresentação dos participantes;

- Esclarecer compromissos da semana como, por exemplo, a dedicação do grupo, não ter medo de “viajar”, manter a sala organizada e respeitar os horários (estabelecer grade de horários para a semana toda);

- Apresentação sobre o que vai ser o Kaizen, o objetivo geral e a agenda da semana;

- Apresentação dos conceitos de *setup* incluindo vídeos para interação dos participantes. Esta apresentação deverá ser bem detalhada, deve contemplar os conceitos de medição do tempo, dificuldades usuais e incluir ainda exemplos de trabalhos similares em outras empresas, com ilustração de soluções possíveis para instigar a participação de todos;

- Aplicação da Metodologia SMED: nesta etapa os vídeos devem ser assistidos, as atividades listadas detalhadamente e os tempos estratificados. A cada atividade as dificuldades devem ser apontadas e possíveis soluções sugeridas. Além disso será feita uma avaliação da necessidade da atividade ser executada com a máquina parada ou não.

Para facilitar a aplicação da metodologia, segue um modelo de planilha na qual todos os dados referentes ao *setup* filmado são lançados. O preenchimento será detalhado passo a passo para facilitar a utilização da planilha.

1º Passo: o método atual de *setup* será estudado e analisado detalhadamente através dos vídeos, com descrição de atividades e contagem de tempo gasto por atividade. Conforme Figura 7, cada atividade será descrita na coluna B (1) e o tempo gasto na coluna E (2). E sempre que a atividade apresentar algum problema, este será anotado na coluna HY (3) da planilha.

Nesta etapa não se discute como as coisas deveriam ser feitas, apenas se descreve como, de fato, as atividades são executadas com base no que está sendo visto na filmagem.

Figura 7 - Primeiro passo da metodologia SMED.

A	B	C	D	E	HHHHHHHH	HW	HX	HY	HZ
								Análise	Ações
Número	Atividades / Tarefas / Elementos	Pessoa	Hora (vídeo)	Tempo da atividade		Elemento Externo (Rodando)	Elemento Interno (Parado)	Problemas * Espera * Difícil Acesso * Procura de Ferramental * Difícil Ajuste * Caminhada * Falta de Conhecimento * Máquina com Anomalia	Solução Proposta
0	Troca de carimbo		00:00:35	00:00:35		x			A troca poderá ser feita enquanto a máq está descarregando
1	Esperar peça do carimbo anterior finalizar		00:02:20	00:01:45		x		porta sem sistema de segurança	Trocar o carimbo enquanto espera a peça chegar na estação30
2	Esperar descarregar máquina		00:08:32	00:06:12			x		
3	Descarregar esteira (enquanto isso, abriu parada de máquina)		00:12:48	00:04:16		x			Alteração em andamento

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

- Estabelecimento da meta do Kaizen. Após assistir o vídeo já é possível perceber as oportunidades de melhoria e ter uma noção do ganho de tempo que será possível alcançar, por isso, neste momento é importante estabelecer a meta com todo o grupo;

- Por fim, as reflexões do dia: o grupo deve expor sua opinião de como foi o dia, se foi produtivo, se foi como se esperava, quais foram os problemas encontrados e o que deve ser diferente no dia seguinte.

2º dia:

Neste dia é feita a continuação das atividades do dia anterior, com a finalização do preenchimento da planilha SMED.

- 2º Passo do SMED: o *setup* interno (atividades que exigem que a máquina esteja parada para serem realizadas) é distinguido do *setup* externo (composto das atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento). Devem ser preenchidas as colunas HW e HX da planilha SMED (4), conforme a Figura 8, e de acordo com o que foi verificado no vídeo.

Figura 8 - Segundo passo da metodologia SMED.



A	B	C	D	E	HHHHHHHH	HW	HX	HY	HZ
								Análise	Ações
Numero	Atividades / Tarefas / Elementos	Pessoa	Hora (vídeo)	Tempo da atividade		Elemento Externo (Rodando)	Elemento Interno (Parado)	Problemas * Espera * Difícil Acesso * Procura de Ferramental * Difícil Ajuste * Caminhada * Falta de Conhecimento * Máquina com Anomalia	Solução Proposta
0	Troca de carimbo		00:00:35	00:00:35		x			A troca poderá ser feita enquanto a máquina está descarregando
1	Esperar peça do carimbo anterior finalizar		00:02:20	00:01:45		x		porta sem sistema de segurança	Trocar o carimbo enquanto espera a peça chegar na estação30
2	Esperar descarregar máquina		00:08:32	00:06:12			x		
3	Descarregar esteira (enquanto isso, abriu parada de máquina)		00:12:48	00:04:16		x			Alteração em andamento

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

- 3º Passo: revisar as atividades listadas na planilha SMED e avaliar quais atividades que eram internas e podem ser convertidas em externas. Estas atividades irão compor o procedimento de pré-*setup* e pós-*setup*.

- 4º passo: otimizar as atividades internas. Para cada problema relacionado a uma atividade interna deverá ser proposta uma solução de melhoria como utilização de fixadores funcionais, utilização de gabaritos para alinhamento e elaboração de padrões de parâmetros de impressão por exemplo.

- Reflexões do dia.

3º dia:

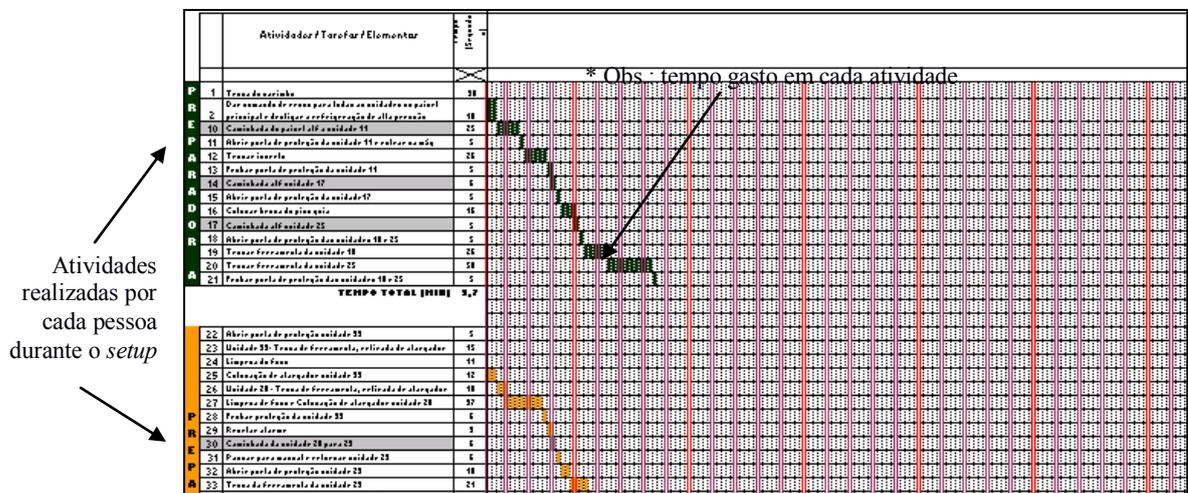
- Elaboração de um procedimento de troca e de um diagrama para sincronismo de atividades.

Nesta etapa o procedimento deve ser discutido entre o grupo para definição da melhor ordem de execução das atividades de *setup*. Deve também ser definida a forma de comunicação que será adotada para que a área de colagem e de preparação de tintas estejam

cientes do *setup* que ocorrerá e providenciem todos os itens necessários para o *setup*, antes que a impressora seja parada de fato.

Quando o *setup* é realizado por duas ou mais pessoas é importante sincronizá-las para evitar choque de atividades e distribuir as atividades da melhor forma entre os executantes. Este sincronismo pode ser melhor visualizado na Figura 9, e preenchendo-se as colunas de controle do tempo na planilha SMED (a partir da coluna F). Através do preenchimento destas colunas é possível estivar o tempo total de *setup* que será obtido e as atividades paralelas podem ser confrontadas de forma visual.

Figura 9 - Exemplo de preenchimento da planilha SMED com o sincronismo de atividades.



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

- Reflexões do dia.

4º dia:

- Implementação das melhorias propostas, como por exemplo organização das ferramentas, confecção de carrinhos, elaboração de uma melhor forma de comunicação e melhorias de máquina com a utilização de engates rápidos.

Recomenda-se fotografar as melhorias realizadas durante a semana para facilitar o treinamento dos operadores na realização do novo procedimento de *setup* após o final da semana Kaizen.

- Planejamento de um *setup* de teste para validação das melhorias. É preciso verificar qual o melhor horário para se fazer um *setup* conforme o novo procedimento proposto, sem prejudicar a produção, verificar também se a quantidade de pessoas necessária estará disponível e se a maioria das melhorias estará pronta.

- Reflexões do dia.

5º dia:

- Realização de um *setup* para validação das melhorias e do procedimento de troca e também identificação de oportunidades de novas melhorias;
- Alterar o procedimento de acordo com o que foi identificado no *setup*. Prestar atenção se as atividades de pré-*setup* foram executadas, se houve choque de atividades no procedimento e/ou mau dimensionamento do tempo de alguma atividade que necessite ser reavaliado;
- Determinar como será feito o treinamento dos demais operadores. Definir quem fará o treinamento em cada turno e a maneira que o mesmo deverá ser realizado;
- Determinar como será feito o monitoramento dos resultados do Kaizen. É muito importante monitorar os tempos de *setup* após o Kaizen para verificar a efetividade das melhorias. O grupo deve definir como o mesmo será feito, se por meio de gráficos ou planilhas e ainda quem fará o controle destes dados;
- Discutir os resultados alcançados no *setup* e análise crítica;
- Verificar se a meta foi alcançada e divulgar os ganhos efetivos para a gerência.

4.4.4 Reunião Pós-Kaizen

Durante a semana Kaizen são propostas várias mudanças no procedimento de troca, sincronismo de atividades, e também outras melhorias na máquina. Para garantir que estas mudanças sejam efetivas, é importante o acompanhamento Pós-Kaizen já no primeiro dia da semana seguinte ao Kaizen. Os coordenadores devem acompanhar dia-a-dia, se o procedimento está sendo cumprido e se as ações pendentes estão em andamento para que o resultado seja consolidado. O Pós-Kaizen é importantíssimo para garantir que a semana tenha resultados consistentes e duradouros.

Na reunião Pós-Kaizen o plano de ações é revisto para verificação das pendências e do cumprimento dos prazos. Além disso, os dados de tempo de *setup*, ocorrência de anomalias e melhoria de produtividade são verificados para a validação dos resultados do Kaizen.

Caso o tempo de *setup* ainda não esteja consolidado, é preciso estabelecer uma rotina para tratar os problemas encontrados. Esta rotina deve incluir metodologia para coleta de dados e tratamento de anomalias, como por exemplo, reuniões semanais para discussão dos problemas e direcionamento de ações para solucioná-los, exposição dos fatos a quem seja

necessário para evitá-los e ainda definição das pessoas que farão parte da equipe para tratar destas anomalias no *setup*.

Após implementação da proposta de redução do tempo de *setup* espera-se que o tempo seja reduzido em pelo menos 50% o que significa um aumento expressivo de capacidade. Não é possível quantificar este ganho *a priori* pois durante a semana Kaizen é que se verificará a complexidade dos *setups* mais frequentes e previsão de demanda futura. Estas informações servirão de base para a definição da meta do Kaizen que será de no mínimo um ganho de 50%.

Considerando este ganho e revendo o último mês analisado, que foi o mês de março de 2016, teria-se para a Impressora 3 uma evolução de nível de disponibilidade de 40% para 63% com reflexo no OEE de 13% para 20%. Já a Impressora 4 teria um aumento de disponibilidade de 48% para 58% com impacto no OEE que era de 16% passando para 19%.

Esta é uma projeção de ganho apoiada apenas na redução do tempo de *setup* que foi sugerida no trabalho, entretanto há perspectivas de ganhos maiores caso considerada a implementação do indicador com coleta de dados diária, o que permitirá o gerenciamento da fábrica com tomada de decisão mais rápida do que ocorre hoje o que consolidará um potencial de ganhos muito maior.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma proposta de melhoria de produtividade em uma indústria de embalagens flexíveis e laminadas da cidade de Chapecó, pois a empresa pesquisada têm se preocupado com a melhoria da produtividade de suas operações e vislumbrou a oportunidade de aumentar sua capacidade sem investimento significativo, através da implementação de melhorias graduais e contínuas.

Para alcançar o objetivo proposto, a metodologia utilizada foi o estudo de caso e foram escolhidas as Impressoras 3 e 4 para serem estudadas. Na ausência de um indicador de produtividade pré-existente, percebeu-se uma dificuldade de visualização gerencial dos desperdícios, o que impossibilitava o direcionamento das ações de melhoria. Definiu-se o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) como medida de produtividade adequado para a empresa, pois aborda a disponibilidade, velocidade e qualidade simultaneamente. Com isto foram alcançados o primeiro e o segundo objetivos específicos.

O levantamento de dados históricos a respeito de qualidade, tempos de parada e tempos de ciclo dos equipamentos definidos como gargalo permitiu calcular o OEE para as duas impressoras no primeiro trimestre do ano de 2016. Os resultados obtidos demonstraram a necessidade urgente de intervenção e ao mesmo tempo uma oportunidade significativa de melhoria para o índice de produtividade. Obteve-se um valor de OEE menor do que 17% para as duas Impressoras no primeiro trimestre do ano, enquanto o critério de Hansen (2006) estabelece um valor aceitável de OEE entre 65% e 75%, o que não se verifica nas duas impressoras. O OEE da Impressora 3 em janeiro foi de 16,7%, em fevereiro 8% e em março 12,5%, valores muito abaixo do esperado, o que significa que a máquina operava muito abaixo da sua capacidade nominal, havendo oportunidades significativas de melhoria. E para a Impressora 4 o cenário se assemelhava, com OEE de 16,5% em janeiro, 8,6% em fevereiro e 15,7% em março.

O indicador foi bastante afetado pelo alto índice de paradas não planejadas e a estratificação destas paradas por motivos permitiu observar que a maioria ocorria em função de tempos elevados de *setup* além do programado, ou seja os motivos apontados como acerto de máquina, tonalidade e registro que superam os valores de referência para cada Impressora. Em janeiro este motivo de parada representou 63% das paradas, em fevereiro 68% e em março 77% na Impressora 3. Na Impressora 4 o tempo de *setup* representou 23% das paradas em janeiro, 68% em fevereiro e 39% em março.

Em comparação com todos os demais motivos de paradas fica claro que seria necessário intervir no procedimento de *setup* adotado.

A proposta de melhoria consistiu no planejamento de uma semana de trabalho em grupo focada na metodologia de Troca Rápida de Ferramentas (TRF). Havia visíveis oportunidades de melhoria quanto à organização e procedimento de troca, redução do excesso de caminhadas e esperas, movimentos desnecessários e eliminação do tempo utilizado para buscar ferramentas. Em resumo, o principal foco desta proposta de intervenção foi separar as atividades internas e externas, otimizar ao máximo as internas e padronizar as externas. Durante a semana Kaizen proposta, serão analisadas detalhadamente todas as atividades realizadas durante o *setup*, os tempos serão estratificados e cada atividade terá suas dificuldades identificadas e serão apontadas sugestões para facilitar cada uma delas.

Implementando esta proposta e admitindo-se ser possível uma redução de 50% no tempo de *setup* de cada impressora, espera-se que disponibilidade passará de 40% para 63% na Impressora 3 e de 48% para 58% na Impressora 4, o que implicará em ganhos muito significativos de capacidade produtiva.

A solução proposta foi focada apenas na melhoria de índice disponibilidade, pois as paradas não planejadas significaram o maior impacto sobre o indicador OEE na primeira medição. No entanto, ao considerar um horizonte de melhoria que inicia sua implementação com esta pesquisa, à medida que as melhorias forem se concretizando e com o monitoramento diário do OEE, certamente haverá alteração no arranjo de motivos de paradas e outros motivos que hoje estão ocultos virão à tona, exigindo novas propostas melhoria no que diz respeito à qualidade e velocidade de produção.

Assim, os demais objetivos específicos, bem como o objetivo geral foram alcançados e caberá à empresa dar sequência na implementação da proposta desta pesquisa para consolidar os ganhos esperados. Vale ressaltar ainda que processo de melhoria não se encerrará aí, pois deve ser contínuo e este foi apenas o primeiro passo de um caminho que é cíclico.

Como proposta de trabalhos futuros sugere-se a ampliação da implementação da proposta desta pesquisa em outras máquinas da empresa, o aprofundamento da investigação das causas dos motivos de paradas e ainda aplicação de programação linear para agrupamento de lotes de produção e definição do tamanho de lote mínimo que deveria ser alocado a cada máquina em função da velocidade produtiva e dos tempos de *setup*.

REFERÊNCIAS

BAMBER, C. J. et al. **Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE)**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 9, n. 3, p. 223-238, 2003.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/13552510310493684>>. Consulta em 02/09/2015.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

BUSSO, C.; MIYAKE, D. **Análise da Aplicação de Indicadores Alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na Gestão do Desempenho Global de uma Fábrica**.

Produção, v.23, n.2, p.205-225, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000068>>. Consulta em 26/08/2015.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão da produção: uma abordagem introdutória**. Barueri, SP: Manole, 2014.

COSTA JUNIOR, Eudes Luiz. **Gestão em Processos Produtivos** [livro eletrônico]/Eudes Luiz Costa Junior. – 1.ed. – Curitiba: InterSaberes,2012. – Série Administração da Produção).

2Mb; PDF. Disponível em:<

<https://unochapeco.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788582122426/pages/-2>>

Consulta em: 12/10/2015.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2007. 690 p.

DAL, Bulent; TUGWELL, Phil; GRETBANKS, Richard. **Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement - A practical analysis**. International Journal of Operations & Production Management, v. 20, n. 12, p. 1488-1502, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/01443570010355750>> . Consulta em: 26/08/2015.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010. 275 p.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. x, 598 p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. 4. ed. rev., ampl. Campinas, SP: Alínea, 2007. 79 p.

HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HARMON, Roy L; PETERSON, Leroy D. **Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 5.ed. São Paulo: IMAM, 1994.

JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B. **Administração da produção e de operações: o essencial**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 424 p.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. **Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE**. International Journal of Operations and Production Management, v. 19, n. 1, p. 55-78, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/01443579910244223>> . Consulta em: 02/09/2015.

KRAJEWSKI, Lee J; RITZMAN, Larry P; MALHOTRA, Manoj K. **Administração de produção e operações**. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2009. xii, 615 p.

LONGARAY, André Andrade (Et all.); BEUREN, Ilse Maria (Org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 3. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2012. 195 p.

MATOS, Roselane Biangaman de. **Indicadores de desempenho para o beneficiamento de madeira serrada em empresas de pequeno porte: um estudo de caso**. 2004. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-13122004-094430/>>. Acesso em: 30/09/2015.

MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2. ed. rev., ampl. e atual. São Paulo, SP: Saraiva, 2005. 562 p.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Coord). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2012. 260p. ISBN 9788535248913.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 624 p.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial**. [livro eletrônico]/Moacyr Paranhos Filho. – Curitiba: InterSaberes,2012. – (Série Administração da Produção). 2MB;PDF.
Disponível em: <<https://unochapeco.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788565704847/pages/-2>> .
Consulta em 10/10/2015

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. 2. ed Porto Alegre: Bookman, 2000.

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. 2. ed. Curitiba, PR: Ibplex, 2010. 181 p.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de coleta de dados no campo**. São Paulo, SP: Atlas, 2009. 99 p.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte, MG: Werkema, c2006. 290 p.

APÊNDICE A – Planilhas de apoio

* Planilha desenvolvida para lançamento de dados que compõe o indicador OEE:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Horas não disponíveis - decisão gerencial															
		Reuniões	0.67	p/ máq 3											
		Férias/Feridos	2.00	p/ máq 4											
		Setup - tempo padrão													
	Data	Base	Tx [m/h]	H _{plano}	Exc	h _{planej}	Impressora 03 [folha esperada - m]	Paradas não planejadas [h]	Volume total produzido [m]	Volume total a paraf [m]	Disp	Velo	Qua	OEE	
1	22/01/2016	Sex	4.397	21,53	13,20	19,53	97.591,41	3,30	116.460,80	2.766,77	0,83	1,19	0,98	0,97	
1	23/01/2016	Sáb	4.397	17,83	4,00	13,83	69.108,51	6,57	100.117,66	3.316,84	0,53	1,45	0,97	0,74	
1	24/01/2016	Dom	4.397	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	55.508,81	3.875,12					
1	25/01/2016	Seg	4.397	21,53	13,20	19,53	97.591,41	7,08	88.170,70	5.714,16	0,64	0,90	0,94	0,54	
1	26/01/2016	Ter	4.397	21,53	13,20	20,20	100.922,74	5,83	87.380,10	3.234,74	0,71	0,87	0,96	0,59	
1	27/01/2016	Qua	4.397	21,53	13,20	16,86	84.266,08	6,08	95.713,44	10.122,93	0,64	1,14	0,90	0,66	
1	28/01/2016	Qui	4.397	21,53	13,20	20,20	100.922,74	2,08	105.124,04	9.494,87	0,90	1,04	0,92	0,86	
1	29/01/2016	Sex	4.397	21,53	17,83	21,53	107.585,41		125.046,36	6.009,72	1,00	1,16	0,95	1,11	
1	30/01/2016	Sáb	4.397	17,83	0,00	17,83	89.096,51		76.135,26	2.208,49	1,00	0,85	0,97	0,83	
1	31/01/2016	Dom	4.397	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00					
JAN (mês)			18.000	541,28	-150,42	390,86	7.035.480,00	189,10	2.380.561,32	111.889,99	0,52	0,34	0,96	0,17	
2	01/02/2016	Seg	4.780	21,53		21,53	102.913,40		107.302,20	4.610,37	1,00	1,04	0,96	1,00	
2	02/02/2016	Ter	4.780	21,53		21,53	102.913,40		43.220,95	8.895,78	1,00	0,42	0,83	0,35	

* Planilha desenvolvida para aplicação da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas ou SMED, preenchida para exemplificar como será utilizada na semana Kaizen:

A	B	C	D	E	HW	HX	HY	HZ
							Análise	Ações
	Atividades / Tarefas / Elementos	Persona	Hora (vídeo)	Tempo da atividade	Elemento Externo (Rodando)	Elemento Interno (Parado)	Problemas * Espera * Difícil Acesso * Procura de Ferramental * Difícil Ajuste * Caminhada * Falta de Conhecimento * Máquina com Anomalia	Solução Proposta
0	Troca de carimbo	OP 1	00:00:35	00:00:35	x			A troca poderá ser feita enquanto a máq está descarregando
1	Esperar peça do carimbo anterior finalizar	OP1	00:02:20	00:01:45	x		Porta sem sistema de segurança	Trocar o carimbo enquanto espera a peça chegar na estação30
2	Esperar descarregar máquina	OP1	00:08:32	00:06:12		x		
3	Descarregar esteira (enquanto isso, abriu parada de máquina)	OP 2	00:12:48	00:04:16	x			Alteração em andamento
4	Desligar ciclo e Passar a máquina para manual	OP 2	00:13:02	00:00:14		x		
5	Trocar programa	OP1	00:13:10	00:00:08		x		
6	Retornar unidade 04		00:13:22	00:00:12		x		Ação conforme plano pré-kaizen (retornar todas as unidades simultaneamente)
7	Caminhada para o lado esquerdo da máquina (unidade 33)		00:13:48	00:00:26	x			Rever procedimento