

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

RICARDO ZANELLA

MELHORIA DO SETUP DE UMA PRENSA EXCÊNTRICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

**PATO BRANCO
2019**

RICARDO ZANELLA

MELHORIA DO SETUP DE UMA PRENSA EXCÊNTRICA

Trabalho de conclusão de Curso de Especialização apresentado como nota parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, da Diretoria e pesquisa e Pós-Graduação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.Dr. Marcelo Gonçalves Trentin

**PATO BRANCO
2019**



TERMO DE APROVAÇÃO

MELHORIA DO SETUP DE UMA PRENSA EXCÊNTRICA

por

RICARDO ZANELLA

Esta monografia de Especialização em Engenharia de Produção foi apresentada em 26 de outubro de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin
Orientador

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira
Primeiro Membro

Prof. Dr. Sérgio Luiz Ribas Pessa
Segundo Membro

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

ZANELLA, Ricardo. **Melhoria de setup de uma prensa excêntrica**. 2019. 46 páginas. Monografia de Especialização em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2019.

Com a crescente busca eficiência, tem exigido das organizações empresariais uma busca pela redução de todo e qualquer desperdício. Nos processos a disponibilidade de máquina vem sendo exigida a extremos que não eram previstos em tempos passados. Assim toda e qualquer parada, mesmo para *setups* estão sendo atacadas. Este estudo tem por finalidade a apresentação de uma pesquisa exploratória sobre os possíveis impactos da utilização de técnicas de sequenciamento de produção, *setup* e filosofia *just in time* (Momento Certo) no processo de estampagem de uma empresa do setor metalmeccânico de Pato Branco/PR. A pesquisa investiga as implicações diretas e indiretas destes métodos no tempo relacionado ao processo produtivo, levando em consideração capacidade produtiva do processo, *setups* efetuados e logo o custo médio de máquina parada. Para realizar este trabalho foi utilizado o método de coleta de dados formal *in loco*, bem como históricos de trocas ao longo do período das observações de uma máquina do processo.

Palavras chaves: *Setup*; *JUST IN TIME*; Estampagem; Sequenciamento

ABSTRACT

ZANELLA, Ricardo. **Setup improvement of an eccentric press**. 2019. 46 pages. Specialization Monograph in Production Engineering. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Federal University of Technology from Paraná). Pato Branco. 2019.

With the increasing search for the efficiency, it has been required from the business organizations a search for the decrease of every and any waste. In the productions, the availability of machines has been required in extremes that weren't expected in past times. So, every and any production breaks, even for setups are being attacked. This study aims the presentation of an exploratory research about the potential impacts when using techniques of production scheduling, setup and just in time philosophy in the stamping process from a metal-mechanic company in Pato Branco/PR. The research investigates the direct or indirect implications from these methods during the production time, considering the productive capacity in the process, the setups made and therefore the average cost of a standstill machinery. To make this project, in loco method was used to collect the data, as well as exchange records during the observation period of a production machine.

Keywords: *Setup*; *JUST IN TIME*; Stamping; Scheduling

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Lead Time.	12
Figura 2 – Abordagem tradicional	14
Figura 3 – Lead time	14
Figura 4 – Conceito de tempo de setup	16
Figura 5 – Estágios de melhoria de <i>setup</i>	17
Figura 6 – Procedimento metodológico	20
Figura 7 – Desbobinador	21
Figura 8 – Endireitador	22
Figura 9 – Alimentador	22
Figura 10 – Conjunto prensa e ferramenta	23
Figura 11 – Mesa móvel	23
Figura 12 – Forma de apontamento	25
Figura 13 – Mesa móvel	35
Figura 14 – MES eficiência global	36
Figura 15 – Estratificação por equipamento	36
Figura 16 – Estratificação tipo de problema	37
Figura 17 – Sequenciamento de produção (matéria prima e ferramental)	38
Figura 18 – Sinalizador de matéria prima	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Disponibilidade de dias úteis e horas de trabalho teóricas	27
Quadro 2 – Tempo diário sem produção (parada programada)	28
Quadro 3 – Tempo médio de disponibilidade	29
Quadro 4 – Disponibilidade real	30
Quadro 5 – Disponibilidade real	31
Quadro 6 – Tempo de trabalho x <i>setup</i>	32
Quadro 7 – Custo de funcionamento (ninuto).....	33
Quadro 8 – Custo efetivo de <i>setup</i>	34
Quadro 9 – Comparativo de perdas de <i>setup</i>	40
Quadro 10 – Custo relativo de perdas processo atual	41
Quadro 11 – <i>Saving</i> com redução de movimentação de material.	41
Quadro 12 – <i>Saving</i> total com implementações de melhorias	42
Quadro 13 – Ganhos gerais com implementação de melhorias.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 GESTÃO	10
3.2 DESPERDÍCIOS	11
3.3 JUST IN TIME	13
3.4 SETUP	14
4 METODOLOGIA	18
4.1 TIPO DA PESQUISA	18
4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	18
4.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS.....	19
4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5.1 MÉTODO ATUAL.....	21
5.1.1 Demanda de produção	23
5.1.2 Demanda do processo de estamperia	24
5.1.3 Controle e apontamento	25
5.2 DADOS DE PROCESSO	25
5.2.1 Estratificação de dados.....	26
5.2.2 Custo da parada por <i>setup</i>	31
5.3 SUGESTÕES DE MELHORIAS DE PROCESSO	34
5.3.1 Sistema de coleta de dados.....	34
5.3.2 O sistema.....	34
5.3.2.1 Monitoramento do sistema.....	35
5.3.3 Sequenciamento de produção	37
5.3.4 Sistema de sinalização de matéria prima	38
5.4 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	39
6 CONCLUSÃO	43

1 INTRODUÇÃO

O processo de globalização traz inúmeros benefícios principalmente aos consumidores que, dispõe da possibilidade de escolha na aquisição de produtos manufaturados. Contudo, as organizações seguem em ritmo acelerado pela disputa de mercado, seja ele interno ou externo, pela velocidade de informações disponibilizadas e a facilidade logística existente em adquirir e rastrear seus produtos. Neste quesito, toda organização que efetua sua manufatura em menor tempo está de certa forma em vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

A real competitividade existente entre as organizações faz com que busquem soluções para reduzir seus custos, e de garantir a sua permanência no mercado competitivo almejando cada vez mais a economia em processos de fabricação.

A utilização de técnicas para de redução de custos englobam desde o desenvolvimento de novos parceiros comerciais a filosofias de produção enxuta evitando desperdícios de produtos, estoques e tempo. Com este intuito, as filosofias de troca rápida de ferramenta (TRF) e *Just in Time* cada vez mais são exploradas pelas organizações.

Conforme Calhado (2015), outros métodos de processos produtivos surgem com a perspectiva de redução de custos tornando as instituições mais competitivas e, aos poucos substituindo os propósitos estipulados por Henry Ford e Frederick Taylor pelo Sistema Toyota de Produção (STP).

Com a facilidade de aquisição de produtos provenientes de outros países levando em consideração a qualidade e valor agregado, as organizações nacionais vem em ritmo acelerado na busca pela redução de custo em seus produtos e pela melhoria de seus processos.

Toda a melhoria abordada pelas organizações tem seu principal propósito em redução dos desperdícios de manufatura que, conseqüentemente reflete no custo e qualidade do produto final.

No processo de manufatura a busca por novos processos e melhorias para que as organizações se tornem mais competitivas. O *setup* se faz necessário para flexibilizar o processo produtivo, porém, o tempo gasto para a realização é de fato desperdício, estes necessitam de estudos detalhados para a tomada de ações e conseqüentemente a redução de preço do produto e aumento da demanda de fabricação.

2 OBJETIVO

Este estudo tem por objetivo evidenciar e propor melhorias na realização dos *setups* em uma das máquinas de estampagem progressiva da planta fabril, localizada na região sul do Brasil. Almeja-se reduzir ao máximo a parada deste equipamento, podendo-se assim obter uma maior produção desta máquina considerada gargalo de produção.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é abordado de forma sucinta os principais conceitos que envolvem o estudo em questão. Sendo que o foco do trabalho é o estudo de alguns princípios básicos envolvendo metodologias aplicadas ao sistema produtivo, bem como técnicas de aprimoramento de produtividade.

- Gestão;
- Desperdícios;
- *Just in Time*;
- *Setup*.

3.1 GESTÃO

Ao falar sobre gestão, uma palavra que se tornou tão comum nos tempos contemporâneos onde, deixou de ser algo relacionada somente a ciência da Administração, pode parecer que é fácil entender o que ela significa, porém é preciso cautela para não confundir o conceito de Gestão com o de Administração, o que comumente acontece.

Segundo Silva (2008, p.19), “a gestão está relacionada com a condução e a execução das políticas estabelecidas pela Administração, determinada por objetivos específicos e fracionada para diversas áreas da organização em metas a serem alcançadas”.

A gestão ocorre no ato de gerenciar, ou praticar a gerência, praticar a Administração, aplicando seus conceitos e normas quando da necessidade de tomar decisões, processar informações, representar a empresa, etc. Para Silva, entre

algumas atividades inerentes a gestão, algumas “são realizadas individualmente; outras em grupo. Algumas são iniciadas pelo gerente. Outras são iniciadas por outras pessoas e o gerente reage a elas”. (1975, p.39).

De acordo com Drucker (1975, p.38), o indivíduo escolhido para praticar a gestão deve possuir requisitos específicos para praticá-los em setores específicos, entendendo que a gestão é apenas uma parte dentro do processo de administrar. Ele menciona que “toda unidade administrativa além da alta Administração é projetada para uma tarefa específica de maior importância”, e que no conjunto de ações desenvolvidas dentro da organização, juntando os esforços de todas as unidades que a compõe, “isto leva a determinação dos objetivos, ao desenvolvimento de estratégias e planos, e à tomada de decisões de hoje para os resultados de amanhã”.

O processo de praticar a gestão é composto por uma gama de conhecimentos, que vai da teoria sobre a arte de administrar com a gestão praticada de fato nas organizações.

É no processo de realizar ações que utilizam recursos, para alcançar objetivos propostos, que enxergamos o verdadeiro papel da Administração. Essa ciência social composta de normas e princípios com a função de ordenar produtividade e eficiência a fim de se obter determinado resultado. A Administração se refere ao processo de fazer com que as atividades organizacionais sejam realizadas de modo eficiente e eficaz, na junção de pessoas e recursos.

Segundo Maximiano (2000, p.26), a Administração significa, em primeiro lugar, ação. É um processo de tomar decisões e realizar ações que compreende quatro processos principais interligados: planejamento, organização, execução e controle. Desta forma entendemos que a administração funciona como um processo composto de um conjunto de ações existentes com o intuito de gerenciar e direcionar os rumos a fim de concluir com sucesso algo que se almeja.

3.2 DESPERDÍCIOS

Chiavenato (2008, *apud* Hoose et al 2019, p. 19.) pontua como desperdício toda e qualquer atividade que consome recursos e que não agrega valor ao produto final. Os conceitos de perdas devem ser totalmente compreendidos, pois, dessa forma, será mais fácil localizá-las e eliminá-las eficientemente. Segundo Ohno (1997

apud Hoose et al 2019, p. 19.), é necessário dividir o trabalho e os movimentos dos trabalhadores em duas dimensões: o trabalho e as perdas. Para que o trabalho possa ser considerado efetivo, deve adicionar valor ao produto ou serviço. Ao não agregar valor ao produto ou serviço, o processo gera custo/gasto desnecessário. Então, tem-se perda ou desperdício.

Este conceito é abordado com maior relevância quando mencionado a Indústria 4.0, onde a automação do trabalho, robótica, inteligência artificial estão cada vez mais presentes auxiliando no diagnóstico e na redução de desperdício. A Figura 1 retrata os possíveis desperdícios ocorridos no *lead time* de um processo.

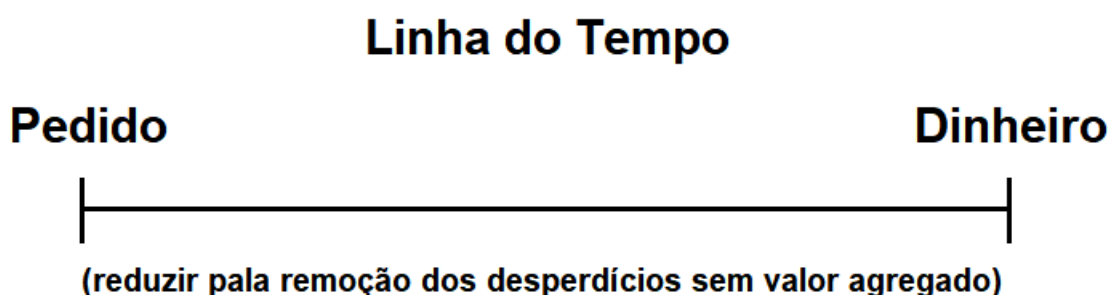


Figura 1 – Lead Time.
Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

Todos os conceitos relacionados a fatores de desperdício, tiveram início com o Sistema Toyota de Produção (STP) após a segunda guerra nas indústrias automobilísticas japonesas.

Segundo (INVERNIZZI, 2006), o STP é uma série de filosofias que agregadas buscam a otimização do processo produtivo de modo a atender as expectativas do cliente com baixo custo, tempo reduzido e alta qualidade levando em consideração não somente os sistemas mecânicos, mas também o fator humano.

Tal fator obteve maior ênfase no período de drástica redução da economia, onde organizações se mostravam com dificuldades enquanto que a Toyota mantinha suas atividades de maneira progressiva. (OHNO, 1997).

Segundo Ohno,(1997) A redução de desperdícios se inicia nas tomadas de decisão, tendo em vista a capacidade produtiva relevante e, reduzindo ao máximo todo e qualquer desperdício produzindo somente o necessário e buscando a máxima eficiência do processo.

Chiavenato (2008) caracteriza que, atividades que consomem recursos no processo produtivo e efetivamente não agregam valor são caracterizadas como desperdícios.

Deste modo, o STP relata a visualização das 7 grandes perdas ocorridas em processos produtivos, as quais, são relevantes de tratativas:

- Superprodução;
- Espera;
- Transporte;
- Processamento;
- Estoques;
- Movimentação;
- Produtos defeituosos.

3.3 JUST IN TIME

O sistema JIT consiste na adoção de filosofia de administração da manufatura, com surgimento no Japão em meados da década de 60, sendo um dos pilares para o sistema produtivo do STP.

Esta nova perspectiva obteve maior prestígio na administração da manufatura surgindo de um olhar estratégico buscando competitividade através da organização e padronização de processos produtivos, tais conceitos foram extraídos de experiências em manufatura ao longo do tempo combinados em uma visão abrangente do empreendimento.

Conforme Shingo (1996), o sistema tem como objetivo principal a produção somente para o consumo, no momento de consumo, sem a necessidade de estoques intermediários, portanto, cada um dos processos deve ser suprido somente com os itens necessários, na hora certa e na quantidade certa.

A abordagem adotada do JIT, não está mais voltado somente a grandes cadeias produtivas, mas sim a todo e qualquer processo que necessite de trabalho com agilidade, confiabilidade e baixo custo. Para a integração do sistema, todo processo que não agrega valor ao produto final deve ser deixado de lado, evitando gastos desnecessários e desgaste de mão de obra.

Todo o sistema faz parte de uma cadeia produtiva, onde, o atraso de um material afeta inúmeros pontos do processo, o sistema cria uma interdependência entre os setores e gerando menor lead time entre processos. Esta metodologia demonstra de forma mais clara os problemas e possíveis soluções em curto espaço de tempo.

As Figura 2 representa a abordagem tradicional, alocando estoques ao longo do percurso.

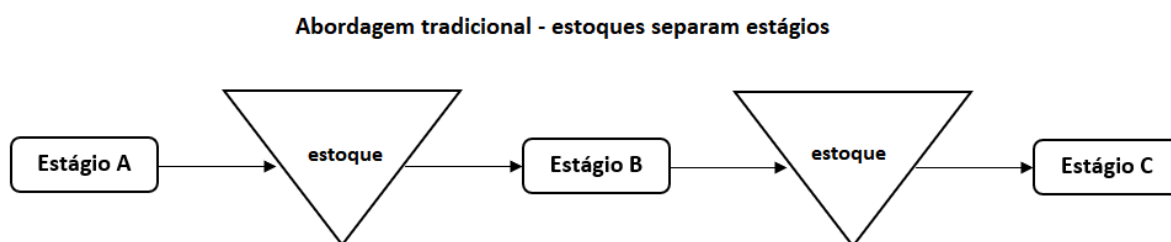


Figura 2 – Abordagem tradicional
Fonte: Tubino (1997)

A Figura 3 desmonta o processo adotando a filosofia JIT produzindo somente a quantidade necessária e no tempo necessário.

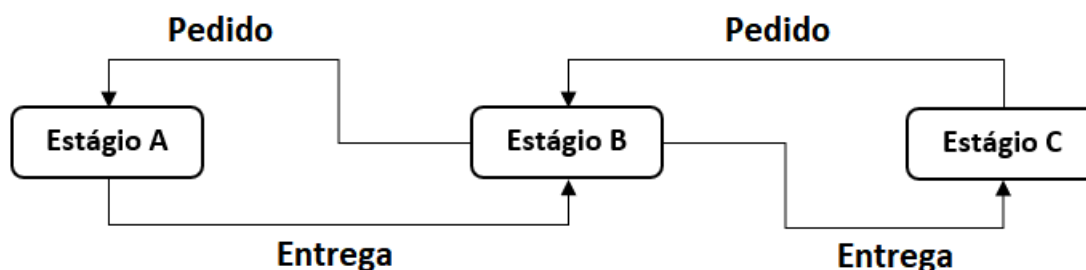


Figura 3 – Lead time
Fonte: Tubino (1997)

3.4 SETUP

O conceito de setup pode ser descrito como todas as tarefas necessárias desde momento em que se tenha finalizado a última peça do lote anterior até o instante em que se tenha produzido a primeira peça do lote posterior, dentro do coeficiente normal de produtividade (GALARGE, 2004 apud MOURA, 1996 apud HOOSE et al, 2019).

Os *setups* são identificados em todo o processo produtivo de manufatura onde necessite de mudança de ferramental ou equipamento para produção de uma peça ou produto.

Um dos sistemas mais comentados para auxiliar no processo de redução de desperdícios por tempo de *setup* é o TRF que surgiu na década de 50 por Shigeo Shingo (2000) analisando os gargalos do processo produtivo de uma fábrica. Tal análise verificou que os trabalhadores com maior habilidade já realizavam o processo, porém, a capacidade produtiva estava estagnada e a solução seria adquirir maior número de máquinas afim de suprir a demanda. Após análise do processo, a variável de *setup* revelou uma grande perda de tempo no processo pela falta de padrão e organização no processo de troca de ferramenta.

Deste modo técnicas para a redução de tempo se *setup* atuam de forma relevante no processo de manufatura aumentando a produtividade dos processos de fabricação e conseqüentemente a competitividade da organização por conta de processos com maior confiabilidade e eficientes (GOLDACKER, 2008).

O *setup* é o conjunto das tarefas necessárias para a mudança de produção de um lote de produtos X para a produção de um lote de produtos Y, desde o momento em que se termina de produzir a última peça de X até o momento de produção do primeiro Y nas condições de qualidade determinadas (BURGER, 2004 apud LEÃO; SANTOS, 2009).

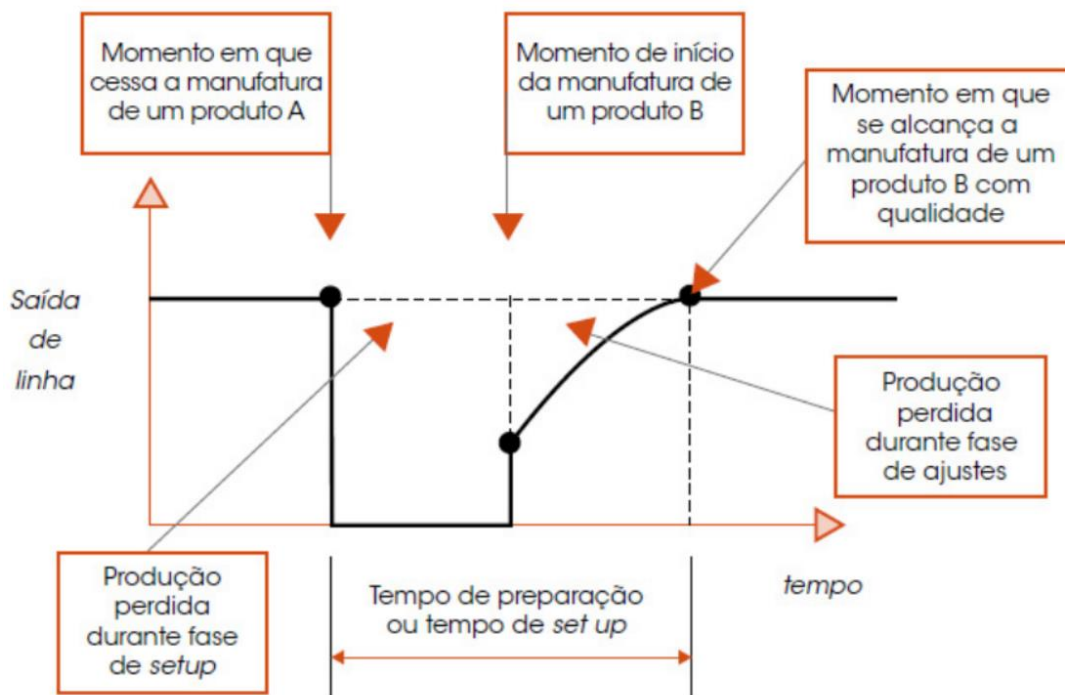


Figura 4 – Conceito de tempo de setup
 Fonte: Satolo e Calarge (2008, p. 283).

Afim de reduzir o tempo de *setup*, Shingo observou que esta variável poderia ser dividida otimizando os processos e diminuindo o tempo efetivo de máquina parada, tal constatação efetivou o processo para divisão de tarefas em:

- *Setup* interno: ações que devem ser efetuadas com o equipamento parado sem produtividade (troca de ferramenta por exemplo);
- *Setup* externo: ação que pode ser efetuada com o equipamento em movimento (disponibilização de contentores para peças).

Segundo Shingo (2000), existem várias técnicas para melhorar a operação de *setup*, mesmo sendo produtos diferenciados, neste caso são identificadas similaridades entre os produtos afim de escolher o equipamento que mais se adequa ao processo.

Logo Shingo (1996) demonstra a divisão de tempo de *setup* em quatro funções:

1) Preparação da matéria-prima, dispositivos, montagens, acessórios, etc. 30%;

2) Fixação e remoção de matrizes e ferramentas 5%;

3) Localização e determinação das dimensões das ferramentas 15%;

4) Processamentos iniciais e ajustes 50%.

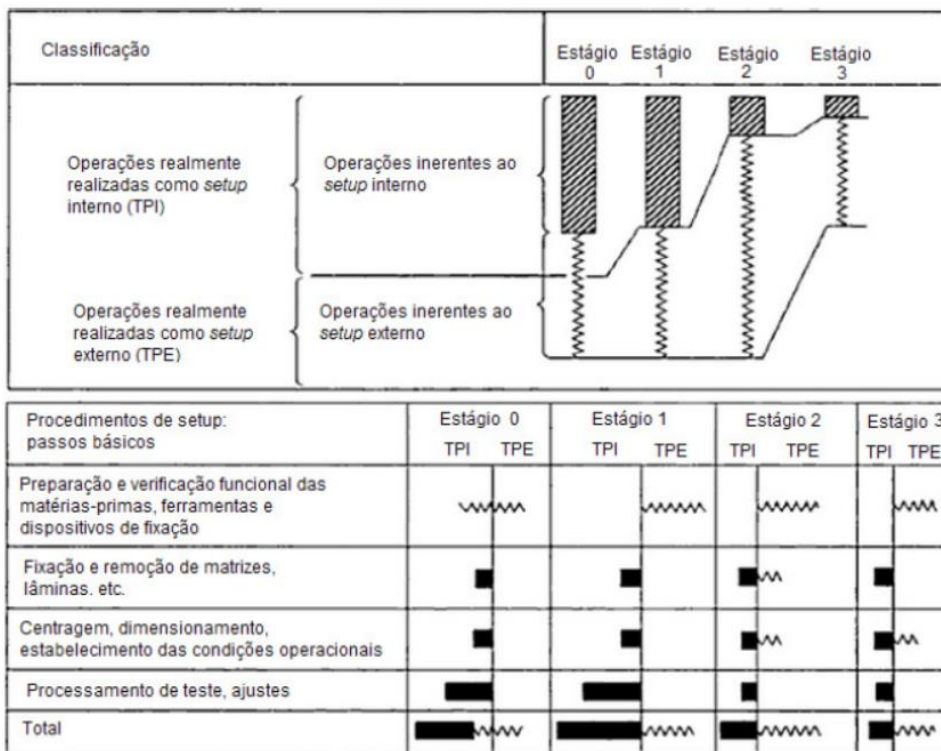


Figura 5 – Estágios de melhoria de *setup*
 Fonte: Shingo (2000).

4 METODOLOGIA

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos adotados na elaboração do presente trabalho. Foram definidos, portanto, o tipo e a abordagem da pesquisa.

4.1 TIPO DA PESQUISA

De acordo com a classificação de Goode & Hatt (1979, p.422), esta pesquisa classificou-se, em parte, como estudo de caso de natureza exploratória, que “[...] não é uma técnica específica. É um meio de organizar os dados sociais preservando o caráter unitário do objetivo social estudado. Expresso diferentemente é uma abordagem que considera qualquer unidade social como um todo. Quase sempre essa abordagem inclui o desenvolvimento dessa unidade, [...]”.

As pesquisas exploratórias, segundo Gil (1999, p. 43) visam proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo. Possui ainda a finalidade básica de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias para a formulação de abordagens posteriores. Dessa forma, este tipo de estudo visa proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores (GIL, 1999, p. 43).

4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Foram utilizadas, referências bibliográficas voltadas aos métodos *lean* principalmente a desperdícios de tempo de processo, bem como entrevistas com gestores e operadores. Relatórios de apontamentos no processo produtivo ao longo de 9 meses de 2019 utilizando práticas e métodos adotados na rotina de trabalho cotidiana sem alterações, a forma de apontamento relacionada a *setup* leva em consideração a máquina totalmente parada, sem divisão de *setup* interno, externo ou preparação de materiais levando em conta a carga máquina, capacidade de ocupação e número de *setups* efetuados.

4.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

Após a coleta de dados, foram realizadas análises e interpretações. Estes dois processos, apesar de conceitualmente distintos, aparecem sempre estreitamente relacionados:

A análise tem como objetivo organizar e resumir os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos (Gil, 1999, p. 168).

A análise de dados é o processo de formação de sentido além dos dados, e esta formação se dá consolidando, limitando e interpretando o que o entrevistado discorreu e o que foi visto e lido nos relatórios e nas referências bibliográficas estudadas. É o processo de formação de significado.

Os dados obtidos em pesquisas passaram por compilações e análises de forma a obter um resultado que atendessem os objetivos iniciais, apresentando-os de forma gráfica, e que possam ser utilizados posteriormente.

4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Realizado durante o período de 9 meses no ano de 2019, o projeto busca auxiliar a percepção do dimensionamento dos recursos de tempo investidos no processo de estampagem, constatando que este é um poderoso instrumento de gestão administrativa.

Todas as análises efetivas realizadas durante o estudo surgiram da necessidade de melhoria do processo produtivo, visto que, todo o tempo excedente no preparo e efetivação do *setup* reduz a produtividade efetiva do equipamento, consequentemente aumenta os gastos de funcionamento e manutenção.

A Figura 6 retrata de forma sucinta o sequenciamento efetivo do procedimento adotado para o estudo apresentado.

As melhorias propostas devem ser implementadas para a efetiva análise de ganhos relativos do processo.

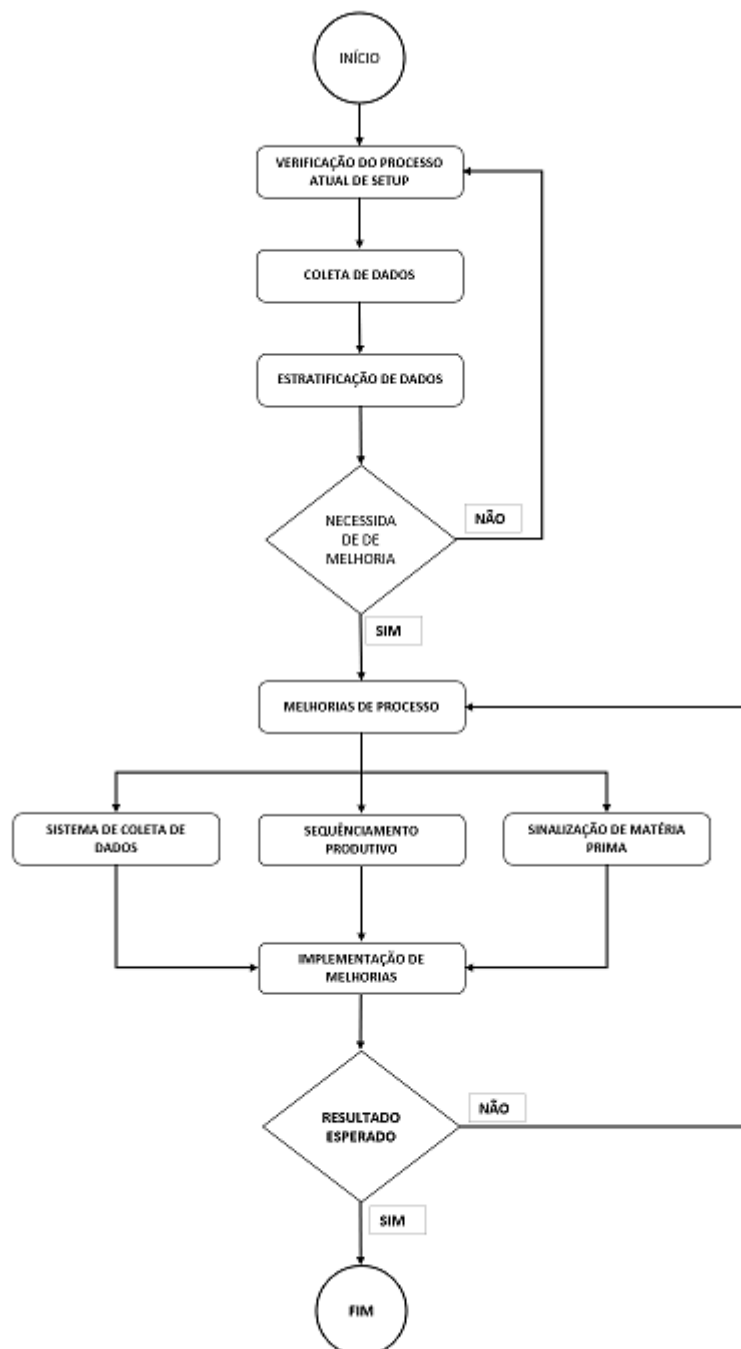


Figura 6 – Procedimento metodológico
Fonte: Própria

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos no processo de entrevistas e análise dos relatórios resultaram em um diagnóstico claro demonstrando as lacunas encontradas relacionadas a tempo de processo, bem como oportunidades de melhorias de implementação afim de agilizar o processo de *setup* da máquina em estudo.

5.1 MÉTODO ATUAL

Os dados coletados em um processo de estampagem no município de Pato Branco, se trata de equipamento automático (prensa progressiva) utilizada diariamente no processo de estampagem. Este equipamento trabalha com carga máxima para dois turnos de fabricação de 8,3 horas no primeiro turno e 7,7 horas no segundo turno.

Todos os dados são originados diretamente deste processo específico, pela necessidade do processo e pela variedade de peças estampadas, não ocorre a fidelização do equipamento para produção uma única peça específica. Neste equipamento atuam ferramentas estampando peças em velocidades pertinentes a cada ferramenta, de 20 GPM a 50 GPM efetuando *setups* no decorrer do processo produtivo conforme determinação do Planejamento e Controle de Produção (PCP) e necessidade do mix de produtos.

O equipamento é dotado de:

- Desbobinador, com capacidade de alocação de bobinas de até 8 toneladas e 1400 mm de diâmetro externo conforme Figura 7.

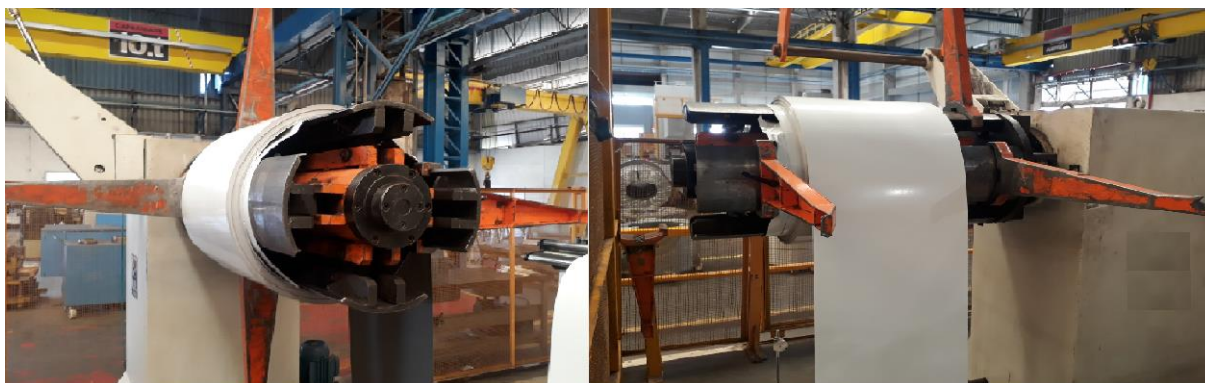


Figura 7 – Desbobinador
Fonte: A empresa estudada

- Endireitador, capacidade de abertura de roletes de até 2mm de espessura e largura máxima de 850mm conforme Figura 8.



Figura 8 – Endireitador
Fonte: A empresa estudada

- Alimentador, com capacidade de alimentação de chapas com espessura de até 2mm, largura 850mm e velocidade máxima de 50 metros/minuto, dotado de pilotagem pneumática trabalhando em conjunto com parâmetros estabelecidos na receita da peça conforme Figura 9.



Figura 9 – Alimentador
Fonte: A empresa estudada

- Conjunto de prensa e ferramenta – prensa excêntrica de 400T, com capacidade de 20 – 60GPM, mesa de 2000x1400mm com fixação hidráulica de ferramental no martelo e manualmente na mesa conforme Figura 10.



Figura 10 – Conjunto prensa e ferramenta
Fonte: A empresa estudada

- Sistema de *setup* – possui 2 mesas móveis auxiliando o processo de troca de ferramentas durante o processo produtivo, conforme Figura 11.



Figura 11 – Mesa móvel
Fonte: A empresa estudada

5.1.1 Demanda de produção

O processo de estampagem tem início na demanda de produtos requeridos pelo PCP, tais solicitações derivam do mix de produtos fabricados bem como vendas

estimadas para o período. O PCP controla todas as entradas de materiais, seja de produtos acabados inseridos diretamente no processo de montagem do produto final, quanto materiais que necessitem de transformação, neste caso, peças estampadas.

As bobinas destinadas ao processo de estampagem possuem ampla diversidade pois, cada peça utiliza um padrão de espessura e largura distinta variando conforme a peça fabricada.

Toda a demanda de materiais passa por análise de variabilidade de produção e sazonalidade dos períodos produtivos, obtendo estoques de segurança condizentes a realidade do processo bem como sua demanda.

Após definidas as demandas do processo produtivo ordens de produção são geradas para iniciar o a separação e utilização de peças na linha de montagem se tratando de peças acabadas, para as peças de transformação, ordens de produção distintas são lançadas via sistema e entregues a cada setor responsável dando sequência a produção.

5.1.2 Demanda do processo de estamparia

Todas as ordens de produção geradas pelo PCP são destinadas aos responsáveis pelo processo produtivo, neste caso, a estamparia. A partir da demanda solicitada o sequenciamento produtivo tem início diariamente e definido pela rotatividade das peças estampadas.

Todas as máquinas da estamparia trabalham por demanda de produção sem dedicação de ferramental prévio, há casos em que a programação pode ser alterada por fatores externos (*setup* de linha de produção, quebra de maquinário ou ferramental) influenciando diretamente na produtividade dos equipamentos gerando maior número de *setups* no decorrer do período produtivo.

Todo o ferramental utilizado na estampagem segue padrões de fixação, alimentação e altura de ferramenta fechada flexibilizando a demanda produtiva e obtendo rotatividade de ferramental em maquinário.

5.1.3 Controle e apontamento

O controle do processo produtivo é obtido através de apontamentos manuais efetuados pelos operadores da máquina, tais apontamentos contêm informações relevantes ao processo demonstradas na Figura 12.

1 – Apontamento de como decorreu o *setup* na máquina, demonstra como foi efetuado;

2 – Aponta os motivos de sucata e suas quantidades no decorrer do processo de estampagem;

3 – Apontamentos de ineficiência durante o processo produtivo, todo o tempo de máquina padrada pelos motivos previamente relacionados.

Todas as informações coletadas no processo de estamparias são lançadas diariamente em relatórios de controle, gerando assim, histórico de dados para consultas e estratificações que possam auxiliar na tomada de decisões da gestão do processo.

DATA: / /		MATRÍCULA: _____		OPERADOR: _____		TURNO: 1ª () 2ª () 3ª ()	
CÓDIGO: _____		DESCRIÇÃO: _____				PRENSA: _____	
HR INICIAL: ____:____ Hr	HR FINAL: ____:____ Hr	PROD.	PRODUÇÃO TOTAL (PC)				
APONTAMENTO DE SETUP		MOTIVO DE SUCATEAMENTO	SUC	APONTAMENTO DE PARADAS (INEFICIÊNCIA)			
<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> RETORNO DE CAVACO			1 - FALHA ELÉTRICA / MECÂNICA	14 - ENRUGAMENTO / ENRUSTIMENTO		
<input type="checkbox"/> FALHA RÉGUA DE ELEV.	<input type="checkbox"/> VARIAÇÃO DO PASSO			2 - VARIAÇÃO DO PASSO	15 - SETUP DE FERRAMENTA		
<input type="checkbox"/> FALHA SERAPID	<input type="checkbox"/> MATÉRIA PRIMA MARCADA			3 - QUEBRA DE FERRAMENTA	16 - SETUP NÃO PROGRAMADO		
<input type="checkbox"/> FALTA DE FERRAMENTA	<input type="checkbox"/> MARCA DE FERRAMENTA			4 - FALTA DE CONTENTOR	17 - OUTRO: _____		
<input type="checkbox"/> FALTA DE MATÉRIA PRIMA	<input type="checkbox"/> FALTA DE FURAÇÃO			5 - PROBLEMAS COM SENSORES			
<input type="checkbox"/> DESALINHAMENTO	<input type="checkbox"/> DESALINHAMENTO			6 - RETORNO CAVACO / REBARBA	MOTIVO	INICIO	FIM
<input type="checkbox"/> AGUARDANDO FERRAMENTA	<input type="checkbox"/> FALHA DE SENSOR			7 - INTERVALO PARA REFEIÇÃO		____:____ Hs	____:____ Hs
<input type="checkbox"/> FALTA DE MATÉRIA /P.E FERRAM	<input type="checkbox"/> ESTOURADA			8 - QUALIDADE		____:____ Hs	____:____ Hs
Obs: 1 _____	2 _____			9 - ORGANIZAÇÃO DO SETOR		____:____ Hs	____:____ Hs
				10 - REUNIÃO		____:____ Hs	____:____ Hs
				11 - TROCA DE MATÉRIA PRIMA		____:____ Hs	____:____ Hs
				12 - FALTA DE ORDEM DE PROD.		____:____ Hs	____:____ Hs
				13 - FORA DE ENCOSTO	3	____:____ Hs	____:____ Hs
						____:____ Hs	____:____ Hs

Figura 12 – Forma de apontamento

Fonte: Empresa estudada

5.2 DADOS DE PROCESSO

Todo o apontamento no processo produtivo é efetuado através de registros manuais pelos operadores no momento da estampagem, e posteriormente lançados

no sistema. Os apontamentos efetuados durante o processo produtivo não obtêm a integralidade de tempo efetivo de parada de máquina, pela diversidade de paradas e pela velocidade no processo de estampagem, obtendo somente paradas com maior relevância de tempo.

5.2.1 Estratificação de dados

O diagnóstico do processo produtivo pode ser observado após a estratificação de dados obtidos no momento da estampagem, observando pontos específicos de melhorias de produto, maquinário, ferramental e pessoas.

O acompanhamento do processo foi efetuado nos meses de janeiro a setembro de 2019 em uma única prensa. O monitoramento da produção somente neste equipamento se dá pela implementação posterior de sistema piloto de coleta de dados automático, atentando a todos os motivos de parada relacionados no processo de estampagem obtendo assim maior confiabilidade nos dados.

A prensa avaliada trabalha em dois turnos distintos devido à demanda de produção. Toda a disponibilidade teórica de carga máquina tem como base os dias úteis de cada mês, no período de acompanhamento a média efetiva de dias úteis foi de 21 dias e 340 horas de disponibilidade teórica.

O Quadro 1, representa a disponibilidade teórica para o processo produtivo, sem abatimento de horários destinados a refeição e intervalos de trabalho no turno.

Quadro 1 – Disponibilidade de dias úteis e horas de trabalho teóricas

Fonte: Elaborado pelo autor

	Hs. 1º Turno (mês)	Hs. 2º Turno (mês)	Dias Úteis (mês)	Hs. para refeição (diária)	Hs. intervalo (diária)	Disponibilidade teórica de horas de trabalho
JANEIRO	8,3	7,7	22	1,0	0,5	352
	149,6	136,4				
	286					
FEVEREIRO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	20	Refeição	Intervalo	320
	8,3	7,7				
	136,0	124,0				
260						
MARÇO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	20	Refeição	Intervalo	320
	8,3	7,7				
	136,0	124,0				
260						
ABRIL	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	21	Refeição	Intervalo	336
	8,3	7,7				
	142,8	130,2				
273						
MAIO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	22	Refeição	Intervalo	352
	8,3	7,7				
	149,6	136,4				
286						
JUNHO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	20	Refeição	Intervalo	320
	8,3	7,7				
	136,0	124,0				
260						
JULHO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	23	Refeição	Intervalo	368
	8,3	7,7				
	156,4	142,6				
299						
AGOSTO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	22	Refeição	Intervalo	352
	8,3	7,7				
	149,6	136,4				
286						
SETEMBRO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	21	Refeição	Intervalo	336
	8,3	7,7				
	142,8	130,2				
273						
Média	276		21			340

Todo o tempo teórico disponível para trabalho sofre alterações, pelo fato de ser alocado neste período paradas programadas para refeições e intervalos onde as máquinas não produzem efetivamente, neste caso o tempo destinado para esta finalidade é de 1,5 horas diárias refletindo diretamente na disponibilidade produtiva do equipamento. Paradas programadas para manutenção preventiva são alocadas em finais de semana ou no terceiro turno, para que a produção não seja prejudicada e melhor mobilidade da equipe mantentora.

Quadro 2 – Tempo diário sem produção (parada programada)

Fonte: Elaborado pelo autor

MÊS	Hs. 1º Turno (mês)	Hs. 2º Turno (mês)	Dias Úteis (mês)	Hs. para refeição (diária)	Hs. intervalo (diária)	Disponibilidade teórica de horas de trabalho
	Hs. 1º Turno	Hs. 2º Turno		Refeição	Intervalo	
JANEIRO	8,3	7,7	22	1,0	0,5	352
	149,6	136,4				
	286					
FEVEREIRO	8,3	7,7	20	1,0	0,5	320
	136,0	124,0				
	260					
MARÇO	8,3	7,7	20	1,0	0,5	320
	136,0	124,0				
	260					
ABRIL	8,3	7,7	21	1,0	0,5	336
	142,8	130,2				
	273					
MAIO	8,3	7,7	22	1,0	0,5	352
	149,6	136,4				
	286					
JUNHO	8,3	7,7	20	1,0	0,5	320
	136,0	124,0				
	260					
JULHO	8,3	7,7	23	1,0	0,5	368
	156,4	142,6				
	299					
AGOSTO	8,3	7,7	22	1,0	0,5	352
	149,6	136,4				
	286					
SETEMBRO	8,3	7,7	21	1,0	0,5	336
	142,8	130,2				
	273					
Média	276		21			340

A disponibilidade efetiva da máquina sofre alterações portanto, a real disponibilidade de produção não deve ser considerada como o tempo teórico de produtividade, neste caso retirando os tempos de maior expressividade (refeição e intervalo) obtém-se a disponibilidade de trabalho real do equipamento sem levar em consideração os tempos de *setup* ou quaisquer outros fatores que influenciem no funcionamento

As Equações 1 e 2, retratam a forma de cálculo de disponibilidade de tempo para o processo produtivo:

$$Td1^{\circ} = (H1^{\circ} * Du) - ((Hr + Hi) * Du) \quad (1)$$

Td1º = Tempo disponível no 1º turno;

H1º = Horas no 1º turno;

Du = Dias úteis no mês;

Hr = Horas para refeição;

Hc = Horas para intervalo.

$$Td2^{\circ} = (H2^{\circ} * Du) - ((Hr + Hi) + Du) \quad (2)$$

Td^{2º} = Tempo disponível no 2º turno;

H2º = Horas no 2º turno;

Du = Dias úteis no mês;

Hr = Horas para refeição;

Hc = Horas para intervalo.

Deste modo, a carga máquina efetiva do equipamento resulta em uma menor disponibilidade de tempo que o descrito no turno de trabalho. O Quadro 3 representa a média mensal de disponibilidade da máquina.

Quadro 3 – Tempo médio de disponibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

	Hs. 1º Turno (mês)	Hs. 2º Turno (mês)	Dias Úteis (mês)	Hs. para refeição (diária)	Hs. intervalo (diária)	Disponibilidade teórica de horas de trabalho
JANEIRO	8,3	7,7	22	1,0	0,5	352
	149,6	136,4				
	286					
FEVEREIRO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	20	Refeição	Intervalo	320
	8,3	7,7				
	136,0	124,0				
260						
MARÇO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	20	Refeição	Intervalo	320
	8,3	7,7				
	136,0	124,0				
260						
ABRIL	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	21	Refeição	Intervalo	336
	8,3	7,7				
	142,8	130,2				
273						
MAIO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	22	Refeição	Intervalo	352
	8,3	7,7				
	149,6	136,4				
286						
JUNHO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	20	Refeição	Intervalo	320
	8,3	7,7				
	136,0	124,0				
260						
JULHO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	23	Refeição	Intervalo	368
	8,3	7,7				
	156,4	142,6				
299						
AGOSTO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	22	Refeição	Intervalo	352
	8,3	7,7				
	149,6	136,4				
286						
SETEMBRO	Hs 1º Turno	Hs 2º Turno	21	Refeição	Intervalo	336
	8,3	7,7				
	142,8	130,2				
273						
Média	276		21			340

O tempo de disponibilidade utilizado para cálculo de carga máquina, sofre alterações relacionadas ao tempo de parada programada, salvo exceções onde há a necessidade de revezamento da produção pela elevada demanda de fabricação. O

Quadro 4 representa a média de disponibilidade de máquina no período do estudo, e a diferença de tempo relacionando com paradas para refeição e intervalos, esta diferença totaliza 64 horas mensais.

Quadro 4 – Disponibilidade real

Fonte: Elaborado pelo autor

TEMPO DE PARADA PARA REFEIÇÃO E INTERVALO	
MÉDIA DE DISPONIBILIDADE (H/MÊS)	MÉDIA DE DISPONIBILIDADE TEÓRICA (H/MÊS)
276	340
PARADAS REFEIÇÃO E INTERVALO	64

O período relacionado de coleta de dados (janeiro a setembro de 2019), relata todas as paradas efetivas relacionadas a *setup* do equipamento, trabalhando de modo a atender a carga máquina proposta sem sequenciamento produtivo adequado de programação. Todos os *setups* efetuados são relacionados a demanda do processo de montagem levando em consideração o *mix* diário de produção estipulado pelo PCP.

Observando o Quadro 5, a disponibilidade de tempo para trabalho no período do estudo é 2483 horas, destas, 751,87 horas estão relacionadas a *setup* do equipamento.

Todos os *setups* efetuados não sofrem programação antecipada ou análise de lotes para fabricação, a necessidade de peças na linha de montagem define a prioridade e a demanda de produtividade, por este motivo toda a troca de produto necessita de *setup* para iniciar a nova programação.

Todos os *setups* mencionados representam média de perda de 30,42% de tempo previsto para. Deste modo, o tempo real de produtividade sofre perdas consideráveis dispondo somente de 69,6% (1731,1 horas).

Quadro 5 – Disponibilidade real

Fonte: Elaborado pelo autor

MÊS	TURNO	TEMPO TOTAL DE SETUP (H)	TOTAL DE PERDAS	TEMPO DISPONÍVEL PARA PRODUÇÃO (H)
JANEIRO	1	74,04	25,89%	286
	2			
FEVEREIRO	1	79,62	30,62%	260
	2			
MARÇO	1	93,17	35,83%	260
	2			
ABRIL	1	79,42	29,09%	273
	2			
MAIO	1	73,10	25,56%	286
	2			
JUNHO	1	89,75	34,52%	260
	2			
JULHO	1	81,09	27,12%	299
	2			
AGOSTO	1	83,29	29,12%	286
	2			
SETEMBRO	1	98,39	36,04%	273
	2			
SUBTOTAL		751,87	30,42%	2483
TEMPO EFETIVO DE PRODUÇÃO		1731,1	69,6%	

5.2.2 Custo da parada por *setup*

Na maioria dos processos produtivos a necessidade de *setup* está presente por mais simples que seja a produção, por este motivo é considerado um dos desperdícios do processo não agregando valor ao produto final. O *setup* representa a não produtividade do equipamento ocasionando ociosidade de pessoal e maquinário. Estes desperdícios de tempo são ignorados em muitas ocasiões e considerado inerente ao processo produtivo.

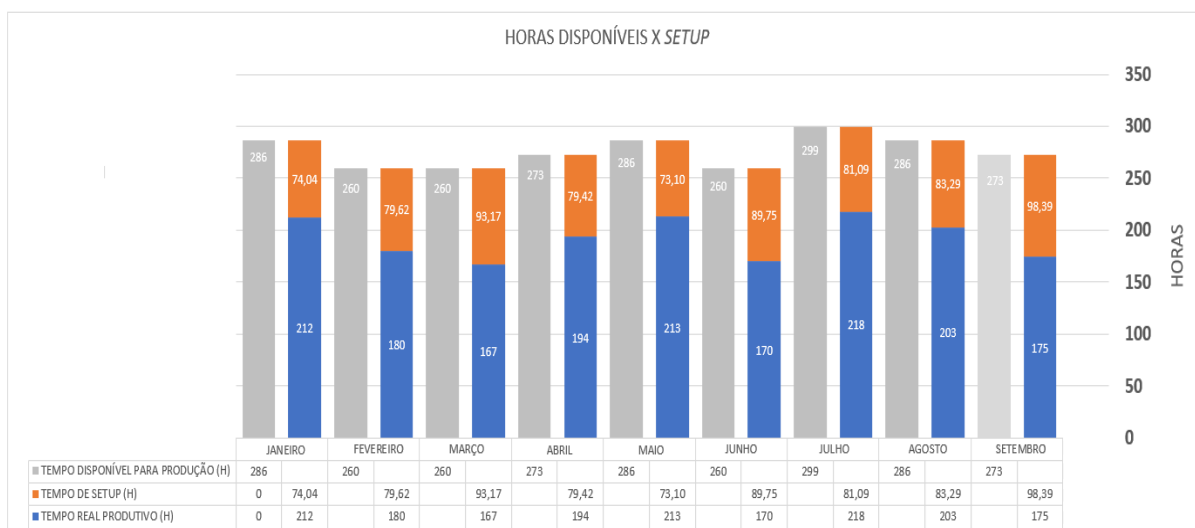
Os tempos de *setup* não podem ser considerados parte do processo produtivo e não podem ser incluídos no custo produtivo, mas sim visto como um desperdício que deve ser corrigido e reduzido ao máximo, gerando menor desperdício e consequentemente maior competitividade por parte da organização.

A grande parte das organizações não dispõem de maquinário dedicado para fidelização do processo produtivo, mas sim de equipamentos com maior flexibilidade ao processo e consequentemente maior número de paradas para *setup*.

O estudo retrata o cenário mencionado, onde não há equipamentos dedicados ao processo produtivo, havendo a necessidade de trocas de produção e ferramental constantemente. A coleta de dados efetuada no processo produtivo durante 9 meses relata efetivamente o tempo gasto em paradas por *setup* (751,87 horas) consequentemente gerando desperdícios monetários, o Quadro 6 demonstra o tempo disponível para trabalho, tempo real produtivo e tempo gasto em *setup* do equipamento nos meses decorrentes ao estudo.

Quadro 6 – Tempo de trabalho x *setup*

Fonte: Elaborado pelo autor



Para demonstrar as perdas monetárias, todos os gastos de funcionamento do equipamento são abordados da seguinte forma:

- DEP – Depreciação;
- ENE – Energia;
- GGF – Gastos gerais de fabricação;
- IND – Gastos com indiretos;

- MAN – Manutenção;
- MOD – Mão de obra direta.

Todas as tarifas mensuradas derivam de rateios efetivos de cada processo, englobando todos os custos necessários referentes ao funcionamento do equipamento.

Em cada etapa de fabricação os custos são rateados de acordo com a necessidade produtiva, visto que, cada peça produzida está ligada diretamente ao centro de custo do setor a depreciação de ferramental e maquinário, assim, quanto menor a produtividade menor será o custo de máquina ligada.

No momento em que o equipamento está ativo em produção ou parado os custos estão presentes no processo pois estão alocados ao centro de custo do setor. O Quadro 7 disponibiliza o custo referente ao minuto de funcionamento do equipamento, englobando todas as variáveis do processo totalizando **R\$ 5,89**.

Quadro 7 – Custo de funcionamento (minuto)

Fonte: Empresa estudada

EQUIPAMENTO	TP.ATIVO	DESCRIÇÃO	TARIFAS (R\$/MINUTO)
X1	DEP	Depreciação	R\$ 1,41
X1	ENE	Energia	R\$ 0,08
X1	GGF	Gastos Gerais Fab.	R\$ 0,79
X1	IND	Gastos C/ Indir	R\$ 0,00
X1	MAN	Manutenção	R\$ 2,61
X1	MOD	Mão de Obra Direta	R\$ 1,00
TOTAL (MINUTO)			R\$ 5,89

O custo efetivo das paradas por *setup* é relacionado no Quadro 8, tendo como base de cálculo valores e mensurações efetivas do processo de estampagem. Observando o tempo de paradas no período e o custo do minuto de funcionamento, a perda pelos *setups* representa um montante aproximado de R\$265.710,86.

Em muitos casos a organização não tem consciência da mensuração do tempo referente ao processo de *setup* bem como o custo destas paradas que, podem ser minimizadas adotando técnicas muitas vezes simples no processo produtivo.

Quadro 8 – Custo efetivo de *setup*

Fonte: Elaborado pelo autor

EQUIPAMENTO	TP.ATIVO	DESCRIÇÃO	TARIFAS (R\$/MINUTO)	CUSTO DO MINUTO DE PRENSA EM PRODUÇÃO	TRABALHO REAL (H)	PERDAS POR SETUP (H)	PERDAS POR SETUP (MIN)	CUSTO DE PERDAS POR SETUP (R\$)
X1	DEP	Depreciação	R\$ 1,41	R\$ 5,89	2483	751,87	45112,2	R\$ 265.710,86
X1	ENE	Energia	R\$ 0,08					
X1	GGF	Gastos Gerais Fab.	R\$ 0,79					
X1	IND	Gastos C/ Indir	R\$ 0,00					
X1	MAN	Manutenção	R\$ 2,61					
X1	MOD	Mão de Obra Direta	R\$ 1,00					
CUSTO POR MINUTO DO EQUIPAMENTO			R\$ 5,89					

5.3 SUGESTÕES DE MELHORIAS DE PROCESSO**5.3.1 Sistema de coleta de dados**

Com o intuito de aprimorar o apontamento, gerenciamento e coleta de dados do processo produtivo um novo conceito de apontamento de produção é sugerido para o processo, o sistema *Manufacturing Execution System (MES)*. Este sistema tem a finalidade de auxiliar no processo o gerenciamento de atividades no processo produtivo promovendo a integração do planejamento estratégico desde o chão de fábrica até a entrega de peças/produtos acabados.

O sistema engloba muitas variáveis do processo produtivo no apontamento permitindo que o usuário tenha condições de acompanhar e interpretar os dados em tempo real obtendo dados para a tomada de ações.

5.3.2 O sistema

O sistema de apontamento consiste em um coletor de dados vinculado ao equipamento, monitorando por meio de sensores o movimento do martelo, obtendo a contagem de peças efetivas. Os motivos de para estão disponíveis por códigos, onde o operador deve informar o motivo quando o equipamento exceder o tempo de 60 segundos sem produção (máquina parada). Os tempos inferiores a 60 segundos são tratados como microparasadas e posteriormente estratificados.

Todos os dados reportados no coletor são armazenados em nuvem, disponibilizando em tempo real o status efetivo da máquina. O processo de

apontamento e coleta de dados se faz de forma prática e intuitiva na tela do equipamento, como demonstrado na Figura 13.



Figura 13 – Mesa móvel
Fonte: Elaborado pelo autor

Os campos necessários para operação do sistema são dispostos na *Human Machine interface (HMI)* do equipamento, o operador interage diretamente com o sistema efetuando todos os apontamentos necessários durante o processo produtivo no momento da ocorrência.

5.3.2.1 Monitoramento do sistema

O sistema disponibiliza monitoramento em tempo real a efetividade de cada equipamento no sistema demonstrando o status do processo, esta verificação pode ser efetuada de forma simples por computadores ou smartphones conectados à rede específica do coletor de dados.

A Figura 14 demonstra a forma de verificação global dos processos em produção.

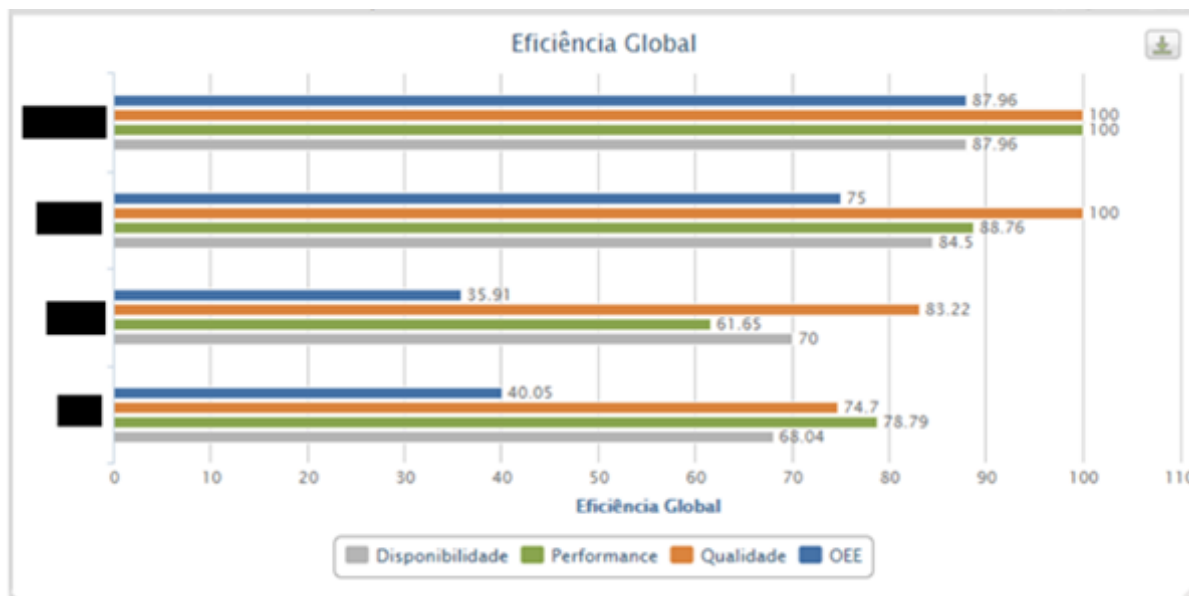


Figura 14 – MES eficiência global

Fonte: Elaborado pelo autor

Além das verificações globais disponíveis, cada processo pode ser estratificado separadamente demonstrando cada setor e suas peculiaridades de processo. Todos os apontamentos de processo são configurados conforme necessidade específica, retratando cada problema apontado no coletor de dados referente processo produtivo e ao produto produzido. A Figura 15 demonstra exemplo de estratificação do equipamento.

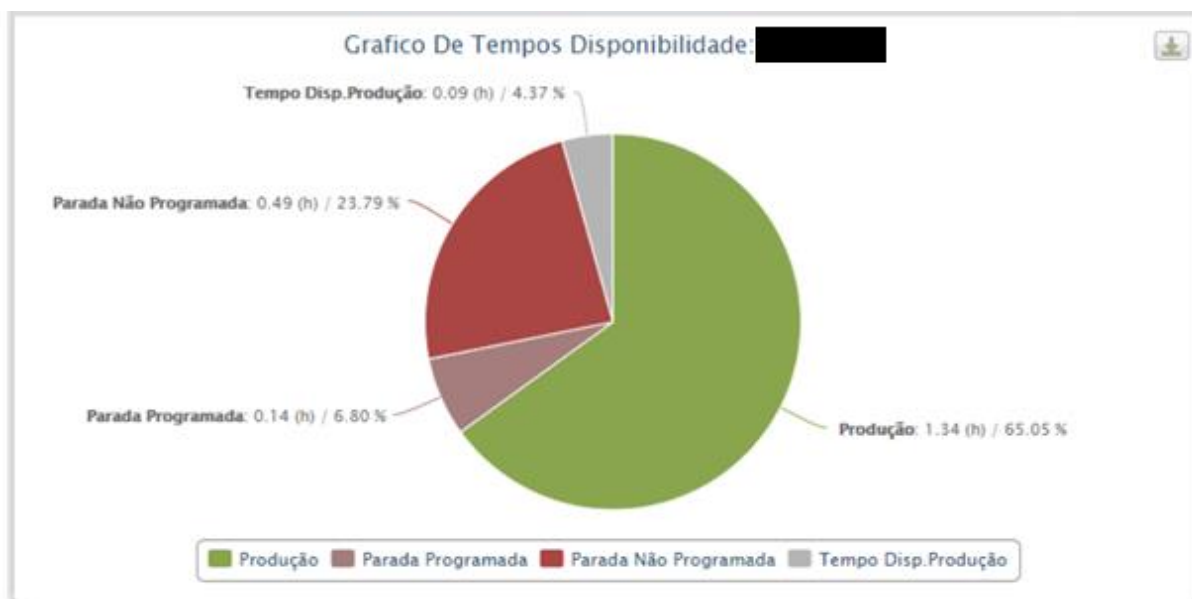


Figura 15 – Estratificação por equipamento

Fonte: Elaborado pelo autor

A sequência de estratificações pode ser configurada conforme a necessidade do setor para melhor entendimento de dados resultantes do processo, conforme Figura 16, toda e qualquer parada referente ao processo é estratificada e demonstrada em forma de relatórios.



Figura 16 – Estratificação tipo de problema

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.3 Sequenciamento de produção

O sequenciamento e fidelização de ferramentas não é praticado no processo atual, deste modo, qualquer ordem de produção pode ser realizada no equipamento.

Com a definição específica de carga máquina e fidelização de ferramentas no equipamento, todo o processo de *setup* pode ocorrer de forma otimizada onde o ferramental pode ficar previamente disposto próximo ao equipamento evitando desperdícios de tempo em transporte.

Tal prática pode ser adotada com a matéria prima a ser processada, dispondo o sequenciamento próximo ao desbobinador economizando tempo de movimentação de ponte rolante no abastecimento.

Utilizando os dois fatores, o setup de ferramental (quando necessário ajustes em ferramenta antes de entrar em máquina) e matéria prima tornam-se externos sem a necessidade de parada de máquina.



Figura 17 – Sequenciamento de produção (matéria prima e ferramental)
Fonte: Empresa estudada

5.3.4 Sistema de sinalização de matéria prima

Outro fator a ser implementado que pode auxiliar no processo de *setup*, são indicadores de final de matéria prima.

No processo atual a matéria prima consumida é disposta em bobinas com peso máximo de 4,5 toneladas, o processo de produção não identifica quando a matéria prima está prestes a acabar, deste modo não havendo sequenciamento produtivo o tempo de deslocamento de material é adicionado ao *setup* do equipamento.

Com a instalação de sistema de monitoramento de material indicando antecipadamente a falta de material, o *setup* efetuado internamente pode ser considerado externo, economizando tempo de movimentação.

O sistema consiste na utilização de sensor laser monitorando o raio efetivo da bobina, ajustado para que possa sinalizar quando o material estiver com menos de 15% do seu raio efetivo, antecipando a movimentação de material.



Figura 18 – Sinalizador de matéria prima
Fonte: Empresa estudada

5.4 ANÁLISE DE RESULTADOS

O presente estudo relata a forma de trabalho adotada em um processo de estampagem levando em consideração um dos equipamentos do processo produtivo, com o intuito de aperfeiçoar o sistema de *setup* e, conseqüentemente, reduzir as perdas de processo e aumento da disponibilidade do equipamento.

A primeira abordagem do estudo considera o modelo de trabalho atual relatando a forma de apontamentos referentes ao processo de *setup* do equipamento.

Ao estratificar os dados obtidos em apontamentos decorridos de Janeiro a Setembro de 2019, observa-se que o tempo efetivo de trabalho sofre perdas consideráveis. Para a estimativa de ganhos relativos em disponibilidade de máquina e *saving* monetário, a análise foi fragmentada em 3 cenários:

1. *Setup* levando em consideração troca de ferramental, material e movimentação de material;
2. *Setup* levando em consideração troca de ferramental e material;
3. *Setup* levando em consideração troca de ferramental, material e redução de 10% no tempo destas operações.

O Quadro 9 exemplifica tal representação.

Quadro 9 – Comparativo de perdas de *setup*

Fonte: Elaborado pelo autor

MÊS	SETUP COM MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAL		SETUP SEM MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAL		SETUP SEM MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAL E REDUÇÃO DE 10% NO SETUP DO TURNO		TEMPO DISPONÍVEL PARA PRODUÇÃO (H)
	TEMPO TOTAL DE SETUP (H)	TOTAL DE PERDAS	TEMPO TOTAL DE SETUP (H)	TOTAL DE PERDAS	TEMPO TOTAL DE SETUP (H)	TOTAL DE PERDAS	
JANEIRO	74,04	25,89%	56,04	19,59%	50,43	17,63%	286
FEVEREIRO	79,62	30,62%	54,03	20,78%	48,63	18,70%	260
MARÇO	93,17	35,83%	75,02	28,85%	67,52	25,97%	260
ABRIL	79,42	29,09%	24,02	8,80%	21,62	7,92%	273
MAIO	73,10	25,56%	59,04	20,64%	53,14	18,58%	286
JUNHO	89,75	34,52%	67,03	25,78%	60,33	23,20%	260
JULHO	81,09	27,12%	66,04	22,09%	59,43	19,88%	299
AGOSTO	83,29	29,12%	70,04	24,49%	63,04	22,04%	286
SETEMBRO	98,39	36,04%	65,04	23,82%	58,53	21,44%	273
SUBTOTAL	751,87	30,42%	536,30	21,65%	482,67	19,49%	2483
TEMPO EFETIVO DE PRODUÇÃO	1731,1	69,58%	1946,70	78,35%	2000,33	80,51%	

1
2
3

A primeira situação representa a análise geral do cenário levando em consideração a troca de ferramental, troca de material e movimentação de material,

obtendo a rela representatividade de produção de 69,68% do total disponível de 2483 horas. As perdas relativas deste processo representam 30,42% do tempo disponível para trabalho.

Os gastos com a redução de 30,42% do tempo disponível para trabalho representam R\$265.710,86 conforme representado no Quadro 10.

Quadro 10 – Custo relativo de perdas processo atual

Fonte: Elaborado pelo autor

CUSTO COM TRANSPORTE DE MATERIAL (1)								
EQUIPAMENTO	TP.ATIVO	DESCRIÇÃO	TARIFAS (R\$/MINUTO)	CUSTO DO MINUTO DE PRENSA EM PRODUÇÃO	TRABALHO REAL (H)	PERDAS POR SETUP (H)	PERDAS POR SETUP (MIN)	CUSTO DE PERDAS POR SETUP (R\$)
X1	DEP	Depreciação	R\$ 1,41	R\$ 5,89	2483	751,87	45112,2	R\$ 265.710,86
X1	ENE	Energia	R\$ 0,08					
X1	GGF	Gastos Gerais Fab.	R\$ 0,79					
X1	IND	Gastos C/ Indir	R\$ 0,00					
X1	MAN	Manutenção	R\$ 2,61					
X1	MOD	Mão de Obra Direta	R\$ 1,00					
CUSTO POR MINUTO DO EQUIPAMENTO			R\$ 5,89					

Observando a segunda situação, o sistema de sinalização de matéria prima pode ser aplicado antecipando a movimentação de material do estoque ao ponto de consumo antes do término efetivo de material reduzindo o tempo de espera de material. Retirando o tempo de deslocamento de material no processo de *setup* pode ser obtido ganho em disponibilidade de equipamento de aproximadamente 8,77% do tempo efetivo de produção, de 69,68% para 78,35%.

O aumento da disponibilidade do equipamento representa aproximadamente R\$76.128,44 considerando o período de estudo. O Quadro 11 representa tais ganhos.

Quadro 11 – *Saving* com redução de movimentação de material.

Fonte: Elaborado pelo autor

CUSTO SEM TRANSPORTE DE MATERIAL (2)								
EQUIPAMENTO	TP.ATIVO	DESCRIÇÃO	TARIFAS (R\$/MINUTO)	CUSTO DO MINUTO DE PRENSA EM PRODUÇÃO	TRABALHO REAL (H)	PERDAS POR SETUP (H)	PERDAS POR SETUP (MIN)	CUSTO DE PERDAS POR SETUP (R\$)
X1	DEP	Depreciação	R\$ 1,41	R\$ 5,89	2483	536,3	32178	R\$ 189.528,42
X1	ENE	Energia	R\$ 0,08					
X1	GGF	Gastos Gerais Fab.	R\$ 0,79					
X1	IND	Gastos C/ Indir	R\$ 0,00					
X1	MAN	Manutenção	R\$ 2,61					
X1	MOD	Mão de Obra Direta	R\$ 1,00					
CUSTO POR MINUTO DO EQUIPAMENTO			R\$ 5,89			SAVING (1-2)	R\$ 76.182,44	

A terceira situação considera a melhoria de movimentação de materiais, a implementação de sequenciamento do processo produtivo e a fidelização de

ferramental na máquina, obtendo um padrão de produtividade e aproveitamento de tempo.

Nesta situação é proposta a redução de 10% no tempo efetivo de *setup* gerando um ganho de 2,17% na disponibilidade do equipamento totalizando 80,51% de disponibilidade efetiva.

O Quadro 12 representa a estimativa de ganhos com a implementação de todas as soluções propostas.

Quadro 12 – Saving total com implementações de melhorias

Fonte: Elaborado pelo autor

CUSTO SEM TRANSPORTE DE MATERIAL E REDUÇÃO DE 10% NO SETUP								
EQUIPAMENTO	TP.ATIVO	DESCRIÇÃO	TARIFAS (R\$/MINUTO)	CUSTO DO MINUTO DE PRENSA EM PRODUÇÃO	TRABALHO REAL (H)	PERDAS POR SETUP (H)	PERDAS POR SETUP (MIN)	CUSTO DE PERDAS POR SETUP (R\$)
X1	DEP	Depreciação	R\$ 1,41	R\$ 5,89	2483	482,67	28960,2	R\$ 170.575,58
X1	ENE	Energia	R\$ 0,08					
X1	GGF	Gastos Gerais Fab.	R\$ 0,79					
X1	IND	Gastos C/ Indir	R\$ 0,00					
X1	MAN	Manutenção	R\$ 2,61					
X1	MOD	Mão de Obra Direta	R\$ 1,00					
CUSTO POR MINUTO DO EQUIPAMENTO			R\$ 5,89			SAVING (1-2-3)		R\$ 95.135,28

Com base nas estimativas relatadas, o ganho em disponibilidade total do equipamento representa 10,94% e o ganho monetário de R\$95.135,28, como representado no Quadro 13.

Quadro 13 – Ganhos gerais com implementação de melhorias

Fonte: Elaborado pelo autor

	GANHO DE DISPONIBILIDADE		
	DE	PARA	GANHO
TEMPO EFETIVO DE PRODUÇÃO	173,31 HORAS	2000,33 HORAS	269,2 HORAS
	69,58%	80,51%	10,94%

	GANHO MONETÁRIO		
	DE	PARA	GANHO
CUSTO DE SETUP	R\$ 265.710,9	R\$ 170.575,58	R\$ 95.135,28

Os ganhos mencionados são estimativas, ou seja, é levado em consideração as implementações das soluções propostas e a melhoria gradativa no processo

produtivo. Ademais, foram utilizados dados referentes aos meses de Janeiro a Setembro de 2019, portanto o ganho efetivo é retratado neste período.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa teve a finalidade de evidenciar e propor melhorias na realização dos *setups* em uma das máquinas de estampagem progressiva, buscando reduzir ao máximo a parada deste equipamento, levando em consideração as mensurações de dados e, posteriormente, a proposição de melhorias ao processo.

Além disso, o trabalho foi elaborado a partir de dados produtivos referentes aos meses de Janeiro a Setembro de 2019, formando uma base de informações, na qual foi possível observar questões referentes ao sistema produtivo, a forma de trabalho e a disponibilidade de equipamentos.

Considerando o processo atual e os tempos relacionados ao *setup*, observou-se que a disponibilidade de máquina para o processo produtivo não ultrapassa 69,58%.

As proposições apresentadas de aprimoramento de coleta de dados, sequenciamento de processo produtivo/fidelização de ferramental e sistema de sinalização de matéria prima podem gerar ganho estimado de 10,9% em disponibilidade do equipamento.

Ademais, todas as alternativas citadas possuem grande potencial referentes a ganhos relacionadas ao processo havendo possibilidade de implementação. Deste modo, sugere-se para estudos futuros o aprimoramento de apontamentos utilizando o sistema *MES*, pois trata de uma ferramenta indispensável para a gestão do processo produtivo, bem como as práticas utilizadas no STP para a redução dos 7 desperdícios de processo, os quais estão presentes em, praticamente, todos os processos de manufatura mascarados em meio a falta de controle e a má pratica de gestão.

REFERÊNCIAS

CALHADO, A.P. **Implementação do método de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma indústria de autopeças**. Enegep, Nacional de Engenharia de produção, Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

CHIAVENATO, I. **Planejamento e controle da produção**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008

DRUCKER, Peter F. **Administração: responsabilidades, tarefas**. Tradução de Carlos Afonso Malferrari e outros. São Paulo: Pioneira, 1975.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLDACKER, Fabiano. **Set-up: ferramenta para a produção enxuta**. Rev. FAE, Curitiba, v.11, n.2, p.139-139, jul./dez. 2008.

GOODE, W. J. & HATT, P. K. **Métodos em Pesquisa Social**. 3 ed. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1969.

HOOSE, Anderson et al **Troca rápida de ferramentas: aplicações e casos práticos no uso dos conceitos da TRF– Passo Fundo**: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2019.

INVERNIZZI, Gerson. **O Sistema Lean de Manufatura aplicado em uma indústria de autopeças produtora de filtros automotivos**. 2006. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

LEÃO, S. R. D. C.; SANTOS, M. J. **Aplicação de troca rápida de ferramentas (TRF) em intervenções de manutenção preventiva**. Revista Produção On-line, Florianópolis, v. IX, n. I, 2009. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/205/462>>. Acesso em: 10 out. 2019

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amarau. **Introdução à Administração**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1981.

MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1996.

OHNO, T. **Sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SATOLO, E. G.; CALARGE, F. A. **Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais**. *Exacta*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 283-296, jul./dez. 2008.

SATOLO, E. G.; CALARGE, F. A. **A melhoria do desempenho de sistemas produtivos baseada na diminuição do tempo de preparação das máquinas**: um estudo exploratório no setor metal mecânico. Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2004. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0201_0935.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

SHINGO, S. ***A study of the Toyota Production System from an industrial engineering viewpoint***. Portland: Productivity Press, 1989.

_____. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SILVA, Reinaldo O. da. **Teorias da Administração**. 2 Ed. São Paulo: *Pearson Prentice Hall*, 2008.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.