

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**FABRÍCIO FABRÍ HARRICH**

**PROPOSTA DE MELHORIA DE SETUP ATRÁVES DE TRF:  
ESTUDO EM UMA EMPRESA DO RAMO INDUSTRIAL MADEIREIRO**

**GUARAPUAVA**

**2022**

**FABRICIO FABBRI HARRICH**

**PROPOSTA DE MELHORIA DE SETUP ATRÁVES DE TRF:  
ESTUDO EM UMA EMPRESA DO RAMO INDUSTRIAL MADEIREIRO**

**SETUP IMPROVEMENT PROPOSAL THROUGH SMED:  
STUDY IN A WOOD INDUSTRIAL COMPANY**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Franciele Bonatto

**GUARAPUAVA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**FABRICIO FABBRI HARRICH**

**PROPOSTA DE MELHORIA DE SETUP ATRÁVES DE TRF:  
ESTUDO EM UMA EMPRESA DO RAMO INDUSTRIAL MADEIREIRO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 03 de novembro de 2022

---

Franciele Bonatto  
Doutor em Engenharia da Produção  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Henrique Ajuz Holzmann  
Doutor em Engenharia e Ciência de Materiais  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Ricardo Vinicius Bubna  
Doutor em Engenharia da Produção  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**GUARAPUAVA**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Inicio meus agradecimentos à Deus, por ter me dado a oportunidade e condições de trilhar este caminho de conhecimento, agradeço à Ele por ter me dado à vida e desde o início guiado a minha jornada.

Deixo meus agradecimentos aos meus pais, Antonio Américo Harrich e Sandra Regina Fabbri Harrich por todo apoio e aconselhamento durante esta caminhada. Ao meu irmão, Eduardo Fabbri Harrich, agradeço por ser um exemplo e referência nesta trilha ao conhecimento.

A minha querida, Milena Pires Rodrigues, agradeço por fazer parte desta caminhada, por ter compartilhado o meu crescimento, despertar meus esforços e o meu melhor.

Aos amigos, que participaram diretamente ou indiretamente agradeço pela oportunidade de ter compartilhado esta jornada e de poder levar um pouco de cada um comigo.

Agradeço a minha orientadora Francielle Bonatto pela oportunidade, pelo apoio, direcionamento e por todo conhecimento e experiência empregada.

Aos meus professores, agradeço o esforço e todo conhecimento dedicado, por me tornarem um profissional e ser humano melhor.

Agradeço à empresa e profissionais que me deram a oportunidade de fazer este estudo e de contribuírem ao meu profissionalismo.

Por último e não menos importante, agradeço à Guarapuava e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná por todo enriquecimento e transformação que trouxeram em minha vida.

## RESUMO

A crescente competitividade do mercado, devido a alta exigência dos clientes nos bens consumidos e com a chegada da revolução industrial 4.0, faz com que empresas industriais de todos os seguimentos possuem o objetivo de melhorar suas operações internas constantemente. Este trabalho possui o objetivo de estudar o processo de *setup* em uma serraria de uma empresa do ramo madeireiro do centro oeste do Paraná e propor melhorias para redução do tempo de operação de troca de ferramenta deste setor. Para isto foi aplicado a metodologia SMED (*single minuto exchange die*), esta ferramenta contém quatro estágios conceituais e oito técnicas de melhorias. Aplicando o estudo foi possível identificar onze desvios e propor 38 ações de solução, obtendo a projeção de solucionar todas as problemáticas identificadas e reduzir o *setup* analisado.

**Palavras-chave:** *setup*, troca rápida de ferramenta, TRF, indústria madeireira.

## ABSTRACT

The growing competitiveness of the market, due to the high demand of customers in the goods consumed and with the arrival of the industrial revolution 4.0, makes industrial companies of all segments aim to constantly improve their internal operations. This work aims to study the setup process in a sawmill of a lumber company in the center west of Paraná and propose improvements to reduce the operating time of tool change in this sector. For this, the SMED (single minute exchange die) methodology was applied, this tool contains four conceptual stages and eight improvement techniques. Applying the study, it was possible to identify eleven deviations and propose 38 solution actions, obtaining the projection of solving all identified problems and reducing the analyzed setup.

**Keywords:** setup, single minute exchange die, SMED, lumber industry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparação de desvio com desvios tratados. Autoria própria. ....	43
Figura 2 – Tempo em minutos expandindo nas atividades do setup interno. Autoria própria.....	44
Quadro 1 - Entendimento de atividades e separação de setup externo e interno. ....	26
Quadro 2 - Listagem de ações propostas para melhoria da operação de <i>setup</i> . ....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tomada de tempos da operação de setup.....	25
---	----



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERP	Sistema integrado de gestão empresarial (do inglês - <i>Enterprise Resource Planning</i> )
FSC	Conselho de manejo florestal (do inglês - <i>Forest Stewardship Council</i> )
JIT	<i>Just in time</i>
LPP	Lição ponto a ponto
OSE	Operação de setup externo
OSI	Operação de setup interno
SMED	<i>Single minute Exchange of Die</i>
SNIF	Sistema nacional de informações florestais
STP	Sistema Toyota de produção
TRF	Troca rápida de ferramenta

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>10</b>
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivos Específicos .....	11
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Manufatura enxuta</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>O <i>setup</i></b> .....	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>A metodologia troca rápida de ferramenta</b> .....	<b>15</b>
<b>2.4</b>	<b>Outras metodologias de troca rápida de ferramenta</b> .....	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Consolidação de metodologia para troca rápida de ferramenta</b> .....	<b>20</b>
<b>3.</b>	<b>Metodologia</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Cenário abordado</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Aplicação da metodologia</b> .....	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>A operação de <i>setup</i></b> .....	<b>23</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise do <i>setup</i></b> .....	<b>25</b>
4.1.1	Problema de qualidade no produto.....	27
4.1.2	Cisalhamento de parafusos M16 das facas .....	28
4.1.3	Parafuso M12 da serra circular espana ao soltar aperto .....	28
4.1.4	Alocação dos parafusos no almoxarifado .....	28
4.1.5	Acoplagem erronea das facas .....	29
4.1.6	Quebra de sequência de <i>setup's</i> .....	29
4.1.7	Buscar serras erradas ou facas não conformes na afiação .....	30
4.1.8	Parafusos M12 da serra circular presos na máquina.....	30
4.1.9	Operador ocioso durante a operação de troca de ferramenta .....	31
4.1.10	Demora no reparo da rosca postiça dos parafusos m16 das facas .....	31
4.1.11	Falta de padronização da operação de troca de ferramenta .....	32
<b>4.2</b>	<b>Proposta de melhoria</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Outras iniciativas</b> .....	<b>41</b>
<b>4.4</b>	<b>Ganhos e projeções</b> .....	<b>42</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente competitividade do mercado, devido a alta exigência dos clientes nos bens consumidos e com a chegada da revolução industrial 4.0, faz com que empresas industriais de todos os seguimentos objetivem a melhoria de suas operações internas, constantemente.

Esta busca pela melhoria dos processos internos por indústrias no mundo todo é uma necessidade criada devido a globalização possibilitar tornar os produtos mais acessíveis aos clientes (ALMEIDA; LOOS, 2020). Este processo de crescimento é um objetivo abordado por diversas empresas durante a história. Um exemplo é a indústria Toyota que em 1947 iniciou o processo de implantação do sistema Toyota de produção (STP) desenvolvido por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno.

O STP deu origem aos conceitos da produção enxuta, conhecida hoje como o *Lean production*, tendo como objetivo principal elevar a produtividade e a eficiência do sistema produtivo através da redução dos desperdícios (BARBOSA, 2021). Este padrão vislumbrado pelo *Lean production* trouxe a criação de várias ferramentas, denominadas atualmente como ferramentas *Lean*, que atuam na redução dos sete desperdícios identificados por Ohno.

Uma das diversas ferramentas que surgiram a partir dos fundamentos do STP foi a metodologia de troca rápida de ferramenta (TRF) fundado por Shingeo Shingo. A TRF busca realizar o *setup* em apenas um dígito, tempo inferior à 09min59s e, podendo ser aplicado a qualquer indústria, para qualquer processo e produto (SHINGO, 1985).

Segundo o boletim de 2020 do Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) a exportação de produtos de madeira em 2019 atingiu uma margem de U\$ 13,01 bilhões. Os produtos de madeira exportados comumente exigem a certificação do conselho de manejo florestal (FSC).

Devido ao grande número de produto de madeira exportado acarreta-se naturalmente o aumento do desejo de madeira FSC, junto com a necessidade de suprir o mercado interno com a ampla gama de produtos provenientes da madeira, a espécie de matéria-prima para este tipo de produtos teve um aumento em seu preço.

O aumento da procura da madeira com o aumento do preço base do insumo, fez com que os estoques intermediários se tornassem um ponto estratégico para as indústrias de transformação de madeira, fazendo com que seus setores produtivos se tornassem cada vez mais importantes em sua cadeia de manufatura.

Desta forma o intuito deste trabalho é aplicar a metodologia de troca rápida de ferramenta em uma empresa do ramo industrial madeireiro do centro-oeste do Paraná em um processo produtivo piloto, como uma forma de propor melhoria em suas operações internas, para conseguir amortizar as causas oriundas da variação da demanda e oferta de matéria-prima, melhorar um “gargalo” produtivo, aumentar disponibilidade de tempo de máquina para produção e reduzir desperdícios.

## 1.1 Justificativa

De acordo com a SNIF em seu boletim de 2020 a exportação de produtos de madeira perfilado no ano de 2019 atingiu U\$554.846.616 e painéis de madeira U\$ 338.318.728, com os Estados Unidos e China liderando como principais clientes. Em 2020 com a sanção antidumping<sup>1</sup> do mercado americano para as mercadorias de origem chinesa, trouxe uma fomentação na compra de produtos brasileiros de todos os ramos, fazendo com que este mercado tenha uma projeção de crescimento por um período.

Outro fato observado é o impacto em empresas que trabalham com a exportação, devido a crise logística marítima iniciada em 2020 que coloca dificuldade para conseguir agendamentos de contêineres para transporte dos produtos em navios no prazo desejado, o que possa fazer com que ocorra atrasos em relação a entrega de pedidos. Fato que faz com que cresça a necessidade de um processo fábril *Just in time* (JIT).

O abastecimento florestal da indústria brasileira madeireira é de maior parte proveniente do mercado nacional. A procura deste insumo é segregada para todas as empresas do ramo, tendo que abastecer fábricas que atuam no mercado externo e interno. A alta busca pelo insumo base junto com a necessidade de um processo JIT aumentou a demanda e diminuiu a oferta do recurso natural, acarretando na escassez e valorização do capital florestal.

Avaliando que a empresa possui seu objetivo focado no mercado externo, trabalha com a venda do tipo de mercadoria citados acima e é consumidora desta espécie de matéria-prima, é possível notar que o seu negócio acaba sendo penalizado pela crise logística, pelo aumento do preço do insumo de base e bonificada pelo antidumping americano, aumentando o número de pedidos recebidos e necessitando aumentar a produtividade de seus processos internos.

Com a intenção de possibilitar uma flexibilidade na produção, reduzir um gargalo produtivo e aumentar a produtividade reduzindo desperdícios e manter uma produção JIT atendendo a demanda do fornecedor logístico, aumentar a disponibilidade de máquina se torna uma opção interessante.

De acordo com Shingo (1985) a metodologia de troca rápida de ferramenta é uma abordagem científica para a redução do tempo de setup. Assim, aplicar a ferramenta de troca de ferramenta rápida na etapa do processo produtivo piloto escolhida, se torna uma alternativa plausível, pois pode-se atingir ao final um aumento da produtividade de um processo produtivo considerado como gargalo, conseguindo contemplar a diminuição de desperdício e aumentar a flexibilidade para produção.

#### 1.1.1 Objetivo Geral

Propor melhorias no setor de serraria de uma empresa de beneficiamento de madeira do centro-oeste do Paraná a partir da utilização da troca rápida de ferramentas.

#### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar o tempo das operações de setup;
- Analisar as operações de setup;
- Separar as operações de setup interno e externo;
- Utilizar as técnicas de melhoria da metodologia de troca rápida de ferramenta para propor melhorias nas operações de setup interno e externo;
- Projetar possíveis ganhos com as propostas de melhorias oriundas da metodologia SMED;

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo realiza-se uma revisão da literatura abordando tópicos importantes e apresentando definições importantes para a realização do estudo e implantação da metodologia.

### 2.1 Manufatura enxuta

A indústria ao longo da história sofreu grandes transformações em seus processos e metodologias de trabalho, grandes inovações surgiram e modos operantes, marcando a história. No início a produção apresentava um volume baixo, personalizado ao cliente advindo de uma operação manual e técnica, caracterizando a época da manufatura artesanal. Uma mudança no modo de produção apareceu com Henry Ford e Alfred Sloan na implantação da produção em massa (WOMACK; JONES, 1992).

O fordismo apresentou uma produção em massa, o qual o modo operante recebeu uma característica de “produção empurrada”. Este modo de produção baseava-se em um trabalho totalmente especializado com os operadores atribuídos à realização de apenas uma tarefa. No fordismo o operador não se movimenta e sim o que percorre o processo produtivo são as peças e o produto. Outra característica deste sistema de produção é que não há personalização para o cliente.

Para manter a competitividade da indústria japonesa, Taichi Ohno da empresa Toyota visualizou que o modelo de produção em massa do fordismo não seria sustentável e fundou o sistema Toyota de produção trazendo o modelo de produção enxuta. Womack e Jones (2004) relata que a produção enxuta é a combinação da manufatura artesanal com a produção em massa admitindo flexibilidade nos processos.

Ohno (1997) afirma que o STP possui como pilares fundamentais o *Just in time* e o Jidoka. O pilar Jidoka traz a ideia de autonomia, máquinas que funcionam sozinhas e cessão seu funcionamento assim que haja algum erro ou defeito no produto. Este pilar remete também a ideia que não é necessário ter um colaborador para cada máquina, havendo ação humano apenas em casos em que haja algum defeito de produto ou problema de máquinas.

O paradigma de JIT é uma indústria que produz somente o necessário, adotando a ideia de lotes mínimos, produção somente do que é necessário com um sistema produtivo de fluxo contínuo chegando ao nível de eliminar a necessidade de altos estoques.

Segundo Santos (2022) o pensamento enxuto busca reduzir os custos e eliminar os desperdícios através da eliminação de atividades que não agregam valor. Neste contexto foi identificado sete desperdícios que acontecem durante a manufatura, os quais o autor lista:

(1) Superprodução: a superprodução ocorre quando se produz muito antes do que o necessário ou do ciclo produtivo seguinte, e, produção de itens que não atendem ainda a demanda do cliente. Esta produção desnecessária acaba criando grandes estoques que necessitam de tempo de movimentação maior, grandes espaços físicos e dependendo do produto, sua deterioração pode ocorrer.

(2) Espera: o desperdício de espera se entende pelo tempo parado devido à falta de insumo, indisponibilidade de equipamento, espera de informações, transporte, processo anterior e etc.

(3) Transporte: se trata de todo o tempo gasto com a movimentação de insumos, ferramentas, estoques intermediários pela indústria.

(4) Processamento: este desperdício se remete as operações que não são necessárias para a manufatura.

(5) Estoques: identifica-se o desperdício por estoque todo insumo, ferramentas, produtos a mais do que a necessidade, aguardando para serem processados quando possível. Este tipo de desperdício cria *lead times* longos e a possibilidade de deteriorização algum item.

(6) Deslocamento: conhecido como movimentação, este desperdício se trata de todo o tempo gasto com a movimentação de pessoas e produtos entre os processos produtivos.

(7) Produtos defeituosos: este desperdício ocorre quando há a perda de produtos ocasionada por defeitos ou não conformidades.

## 2.2 O *setup*

De acordo com Shingo (1985) o procedimento de *setup* ou troca de ferramenta, comumente possui uma infinidade de variedades, as quais dependem do equipamento sendo utilizado e do tipo de operações. Entretanto, Shingo relata que tradicionalmente todas as atividades de *setup* compreendem uma sequência de quatro grandes operações: (1) preparação, pós ajustes do processo anterior, checagem de materiais, de ferramentas e etc; (2) montagem e remoção de gabaritos, lâminas, ferramentas, moldes e etc; (3) Medições, calibragens, centragens e etc; (4) testes e ajustes.

Shingo (1985) explica que na primeira operação, de preparação, pós ajustes do processo anterior, checagem de materiais, de ferramentas e etc: é entendido como a etapa em que se faz a checagem e garante que todas as ferramentas, itens e insumos estão preparados e alocados a onde devem estar. Nesta operação também é estabelecido o período depois do processo de manufatura do lote anterior, em que, estes equipamentos e itens são enviados ao estoque, limpos, usinados e etc.

A segunda operação de montagem e remoção de gabaritos, lâminas, ferramentas, moldes e etc: contempla os passos de remoção e de montagem das peças, partes, ferramentas e itens do lote anterior para o lote seguinte produzir (SHINGO 1985).

A terceira operação de medições, calibragens, centragens e etc: se remete as atividades de mensurar e calibrar a máquina/processo como a: centragem, dimensionamento, medição de pressão, temperatura que o próximo produto a ser manufaturado requer (SHINGO 1985).

De acordo com Shingo (1985) a quarta operação do *setup* a de testes e ajustes: engloba todas as atividades de teste necessárias realizadas após o processamento de uma peça do próximo lote na máquina.

Outras duas definições importantes que Shingo (1985) traz, é que estas atividades de *setup* podem ser caracterizadas como: operações de *setup* interno (OSI) e operação de *setup* externo (OSE).

As operações de *setup* interno são todas as atividades realizadas enquanto a máquina não está produzindo efetivamente. Entretanto as operações de *setup* externo



são denominadas todas as atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina estiver produzindo efetivamente (DORNELES; LEMES e SAINT-YVES, 2020).

O tempo gasto na operação de troca de ferramenta de um processo é definido como o tempo gasto entre a última peça de qualidade de um produto produzido até a primeira peça de qualidade do próximo produto processado (SUGAI; McINTOSH e NOVASKI, 2007).

Dorneles, Lemes e Saint-Yves (2020) distribui as quatro operações do *setup* em uma proporção média do tempo gasto destas atividades durante a operação de troca de ferramenta conforme abaixo:

- Preparação, pós ajustes do processo anterior, checagem de materiais, de ferramentas e etc (30%);
- Montagem e remoção de gabaritos, lâminas, ferramentas, moldes e etc (5%);
- Medições, calibragens, centragens e etc (15%);
- Testes e ajustes (50%).

### **2.3 A metodologia troca rápida de ferramenta**

O nome da metodologia troca rápida de ferramenta (TRF) é oriundo da tradução inglesa do nome da obra criada por Shingeo Shingo: *Sigle Minute of Exchange Die* (SMED), a qual para este trabalho será utilizado TRF.

Conforme Sugai, McIntosh e Novaski (2007) relata que Shingo levou dezenove anos para a ferramenta ser idealizada, tendo três grandes eventos neste processo.

De acordo com Shingo (1985) o primeiro trabalho foi em 1950 em que a fábrica da Mazda possuía um gargalo de produção nas prensas de 350, 750 e 800 toneladas. Durante o estudo do processo produtivo das prensas, havia uma grande demora na preparação da prensa de 800 toneladas devido à perda de um parafuso, Shingo percebeu um grande fator no processo de troca de ferramenta: a diferença das operações de *setup* interno e externa. Com a padronização e organização destes parafusos foi possível extinguir este gargalo produtivo, aumentando a eficiência das prensas em aproximadamente cinquenta por cento (50%).

O segundo evento importante na história do TRF ocorreu em 1957 na indústria da Mitsubishi, a qual no período possuía a plaina para usinagem dos motores à diesel, não desempenhando suas funções em sua capacidade de produção ideal. Shingeo Shingo foi chamado à planta para estudar o processo e, identificou que o problema era que as operações de dimensionamento e centralização deste processo ocorriam na própria máquina. Desta forma, o engenheiro japonês levantou a ideia de instalar uma segunda mesa de plaina ao lado, em que poderia fazer todo o ajuste necessário durante a produção e após parar o processamento, apenas trocar as mesas. Com esta simples ideia foi possível aumentar a produtividade do processo em quarenta por cento (40%) (SHINGO, 1985).

Curiosamente na época o fundador não percebeu a importância de transformar as operações internas e externas, e, caso tivesse percebido isso naquela data, o conceito do TRF poderia ter sido realizado doze anos mais cedo (SHINGO 1985).

O último episódio sucedeu em 1969 na ocupação da Toyota. Neste período a Toyota possuía um tempo de *setup* de cerca de quatro horas em sua prensa de 1000 toneladas, enquanto a Volkswagen com prensas iguais realizava em cerca de duas horas. Shingo recebeu o desafio de diminuir a operação de troca de ferramenta para noventa minutos. Após seis meses e de distinguir claramente o que era OSI e OSE se conquistou a meta desejada, entretanto subsequentemente foi imposto um novo desafio em que o objetivo era reduzir ainda mais o tempo expendido na troca de ferramenta deste maquinário (SUGAI; McINTOSH e NOVASKI, 2007).

Conforme Sugai, McIntosh e Novaski (2007) foi neste momento em que o engenheiro entendeu a importância de converter as operações de *setup* interno em operações de *setup* externo, e, em seguida desenvolveu oito técnicas para reduzir o tempo da operação de troca rápida de ferramenta, dando nascimento à metodologia.

Oliveira (2008) relata que Shingeo Shingo dividiu sua ferramenta em quatro estágios conceituais: estágio inicial: *setup* interno e externo não são distinguidos; estágio 1: separando *setup* interno e externo; estágio 2: convertendo *setup* interno em *setup* externo; estágio 3: racionalização dos aspectos das operações de *setup*.

No estágio inicial, se encontra a etapa em que as operações externas e internas de *setup* se encontram confusas, o que devia ser realizado com a máquina em atividade, se realiza com ela ociosa, não havendo definições e padronização do

processo de troca de ferramenta (OLIVEIRA, 2008). Para uma análise deste estágio podem ser utilizadas técnicas como cronoanálise da operação, realizar entrevistas com os colaboradores e filmagem do processo (SUGAI; McINTOSH e NOVASKI; 2007).

O estágio 1, separação de *setup* interno e externo é considerado pelo criador da ferramenta como uma das etapas mais importantes na implementação da metodologia. De acordo com Shingo (1985) realizando-se a maior quantidade possível de operação de troca de ferramenta enquanto a máquina está ligada, é possível reduzir de trinta a cinquenta por cento o tempo de *setup*. Ou seja, esta etapa baseia-se em separar o que é operação de *setup* interno e o que é operação de *setup* externo (SUGAI; McINTOSH e NOVASKI, 2007).

O estágio 2, convertendo *setup* interno em externo: possui o objetivo de identificar operações que foram definidas erroneamente como externas e transformar o máximo possível das atividades internas em externas (SATOLO; CALARGE, 2008). Para a realização deste estágio, em seu livro Shingo (1985) menciona que esta fase envolve duas noções importantes: encontrar formas que transformem as ações internas em externas, e, reexaminar as operações para ter certeza que nenhuma das ações externas foram assumidas como internas.

No estágio 3 em que ocorre a racionalização dos aspectos das operações de *setup*, tem-se que neste ciclo é possível identificar o TRF como melhoria contínua (RODRIGUES, 2022). Cada elemento do *setup* é estudado e busca-se o seu melhoramento, e, para isso são empregadas algumas técnicas: padronização dos elementos do *setup*, utilização de fixadores funcionais ou eliminação de fixadores, utilização de dispositivos intermediários, adoção de operações paralelas, otimização das operações para eliminação de ajustes e mecanização das operações (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003). As técnicas propostas por Shingo para atingir a metodologia de TRF podem ser visualizadas abaixo:

1. Separação de operação internas e externas;
2. Conversão de *setup* interno em externo;
3. Padronização dos elementos do *setup*;
4. Utilização de fixadores funcionais ou eliminação de fixadores;
5. Utilização de dispositivos intermediários;
6. Adoção de operações paralelas;

7. Otimização das operações para eliminação de ajustes;
8. Mecanização das operações.

Detalhadamente, a técnica número 1 separação de operações internas e externas basicamente é o primeiro estágio da metodologia de Shingo. De acordo com Fogliatto e Fagundes (2003), esta técnica através do estudo, análise de solução de problemas e filmagens da manufatura para entendimento da operação de *setup*, possui o objetivo de definir quais procedimentos de preparação serão realizados enquanto a máquina estiver inoperante (*setup* interno) e quais são executados com o maquinário operando (*setup* externo).

A segunda técnica conversão de *setup* interno em externo possui o foco de re-analisar as operações de *setup* interno e buscar converte-las totalmente ou parcialmente em *setup* externo (SATOLO; CALARGE, 2008). É interessante notar que muito das vezes para conseguir realizar esta segunda tática, é necessário utilizar-se as técnicas de melhorias que serão descritas em seguidas.

A técnica padronização dos elementos de *setup*, técnica três, possui o entendimento de que seja possível utilizar os mesmos elementos fixadores para várias ferramentas. Para realizar este procedimento se faz a quebra de todos os passos de ajuste: centragem, dimensionamento, fixação, calços e etc, então analisa-se quais dessas operações podem ser padronizadas e quais devem receber ajuste (SHINGO, 1985). Dois exemplos da aplicação deste artifício é a adoção de calços para utilização do mesmo fixador e a padronização do maior número possível de fixadores.

Na quarta técnica: utilização de fixadores funcionais ou eliminação de fixadores de acordo com Shingo (1985) vem por meio do conhecimento que exerce sobre a regulação da máquina, apertos e desapertos de todos os parafusos denotam um esforço e tempo significativo, sendo assim, o objetivo desta estratégia é eliminar o maior número de parafusos possíveis, e/ou adoção de fixadores funcionais. Fixadores funcionais são dispositivos que unem duas ou mais peças com o mínimo de esforço necessário, são exemplo destes itens: grampos de fixação, borboletas ou qualquer ferramenta/ método desenvolvida para tal efeito.

A técnica número cinco: utilizações de dispositivos intermediários, possui o entendimento da adoção de dispositivos intermediários quando possível, ou seja, enquanto a máquina estiver em regime de operação o dispositivo intermediário sofre os ajuste e preparos necessários, assim que o regime produtivo se encerra e a

máquina se torna ociosa, o equipamento atual é retirado e trocado já pelo dispositivo preparado. Um exemplo da aplicação deste método foi o que Shingo realizou em 1957 na fábrica da Mitsubishi, a utilização de uma mesa de usinagem da plaina à mais.

A sexta técnica de melhoria: adoção de operações paralelas, que possui o objetivo de atuar no tempo gasto na movimentação para realizar o *setup* ou em casos de ocorrer operadores ociosos durante a troca de ferramenta. Segundo Shingo (1985) uma operação que leva doze minutos normalmente por um operador, quando realizada por dois pode ser realizada não em seis minutos, mas talvez em quatro, graças a economia de movimento obtida. Assim, a estratégia é atribuir tarefas do *setup* a mais de um operador, podendo reduzir a movimentação e evitando o desperdício de tempo em movimentações do mesmo colaborador.

A penúltima técnica de melhoria: otimização das operações para eliminação de ajustes, como o nome reflete, se tem o foco em eliminar os ajustes. Para performar esta estratégia, é necessário entender o que são operações de preparações e operações de ajustes, e então, eliminar as atividades de ajuste (SHINGO, 1985).

Segundo Shingo (1985) a técnica de mecanização das operações é uma técnica empregada quando todas as outras já foram pensadas ou empregadas, pois as ocorrências de “erro” de *setups* podem ocorrer em operações que ainda não foram desenvolvidas. Esta tática possui o objetivo de investimento de maquinário e peças que otimizem o processo de fixação ou de *setup*.

Vale pontuar que estas técnicas não necessariamente devem ser aplicadas em ordem, podem ser utilizadas em combinações.

## **2.4 Outras metodologias de troca rápida de ferramenta**

Ao longo dos anos, com o conhecimento e aplicações da metodologia proposta por Shingeo Shingo surgiram outros autores que desenvolveram métodos para o processo de troca rápida de ferramenta. Dentre destes autores que elaboraram sua forma de trabalhar a cerca das operações de *setup*, vale citar a metodologia proposta por Fogliatto e Fagundes em 2003.

O método proposto por Fogliatto e Fagundes é pautado em quatro estágios: 1. estratégico; 2. preparatório; 3. operacional; 4. comprovação.

No estágio estratégico, os autores mostram que o foco desta etapa é convencer a alta gerência, definir a meta a ser alcançada, escolher a equipe de implementação, realizar o treinamento desta equipe e por fim definir a forma de implementação da metodologia.

Para o segundo estágio, o preparatório, se atenta a etapa em que é decidido o produto, o processo e as operações a serem atacadas inicialmente. Já no terceiro estágio, o operacional, se encontra o período em que realmente se aplicam as ferramentas de melhoria da operação de *setup*, neste ciclo se executa a identificação das operações (OSI e OSE), conversão das operações internas em externas, praticar a nova operação de *setup* e padronizá-la, fazendo a eliminação dos ajustes ou do *setup*.

O último estágio, de consolidação representa a etapa em que se ocorre a consolidação da troca rápida de ferramenta em todos os processos da empresa.

## **2.5 Consolidação de metodologia para troca rápida de ferramenta**

A crescente competitividade do mercado e a busca da manufatura enxuta fez com que ao longo dos anos houvesse diversas aplicações da metodologia de troca rápida de ferramenta, sendo algumas delas documentadas e apresentando resultados positivos após aplicação, consolidando a metodologia de troca rápida de ferramenta.

Fogliatto e Fagundes (2003) apresentou sua metodologia e aplicou-a em uma empresa do ramo moveleiro especificamente no processo de furação dos roupeiros, processo gargalo e produto classificado como A da fábrica estudada. Como resultado os autores conseguiram uma redução de 83% do tempo de *setup* da operação, sem contar na consequência da redução do tamanho nos lotes de fabricação da mercadoria.

Oliveira (2008) realizou um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do ramo metal mecânico em uma das máquinas de comando numérico computadorizado (CNC). Segundo o autor em seu estudo, a redução do tempo de *setup* foi de aproximadamente 67% e o impacto gerado pelo TRF na empresa foi extremamente positivo, por ser uma empresa de produção de lotes pequenos que denotam um tempo curto para produção, o que fez todo o tempo ganho nas operações de *setup* se tornarem tempo produtivo.

Outros autores também alcançaram resultados positivos como Palomino e Lucato (2016) que aplicaram a metodologia em uma célula de uma empresa automobilística e obtiveram a redução de 65% do tempo de *setup*. Rodrigues e Freitas (2022) conseguiram reduzir em 74,1% o tempo de *setup* em uma indústria de papel tissue com a metodologia. Lang (2021) ao aplicar o TRF em uma indústria de produtos automotivos conseguiu reduzir o tempo de *setup* em 42,93%. Gomes (2021) aplicou o SMED em uma indústria de usinagem de componentes aeronáuticos e obteve uma redução de 79,38% no tempo total da preparação de fresadora com quarto eixo.

Com estes exemplos é possível observar que a metodologia é aplicada em diferentes ramos industriais e em períodos mais remotos à mais atuais, o que torna visível que a prática de um método para a implantação da troca rápida de ferramenta pode trazer grandes resultados nas operações de *setup*.

### **3. METODOLOGIA**

Esta seção detém o objetivo de apresentar o cenário abordado em que o estudo é aplicado e a forma de aplicação da metodologia desenvolvida.

#### **3.1 Cenário abordado**

A aplicação da metodologia foi realizada em uma indústria do ramo madeireiro do estado do Paraná. Esta empresa é considerada de grande porte devido a possuir mais de quinhentos colaboradores e atua na produção de perfilados para a construção civil, com foco em atender o mercado externo (internacional).

Dentro do seu catálogo de perfilados existe mais de mil desenhos que variam o modelo do produto final e conseqüentemente suas dimensões, sendo assim criando uma gama de mercadorias abrangentes para produzir.

Para a produção destas mercadorias é necessário que haja grandes transformação na matéria-prima (toras), até o produto final, existindo assim uma gama de processos fabris que podem ocorrer para desenvolver o produto final. Os processos de fabricação que devem acontecer são: serraria, secagem, aplainamento, destopagem, colagem, usinagem, prensagem e pintura.

A etapa do processo produtivo escolhido para a aplicação da metodologia foi o processo de serraria. Este sistema produtivo possui o objetivo de transformar a matéria-prima bruta (toras) em tabuados. Para ocorrer a produção dos tabuados o setor da serraria é constituído basicamente por um total de nove processos principais, sendo um deles voltado a aproveitamento da matéria-prima. Os nove processos são: alimentação, leitura da tora, centralização da tora, primeiro desdobro, segundo desdobro, geração de tábuas, classificação, geração de pacotes e refiladeira. O processo de refiladeira é um processo de aproveitamento de matéria-prima onde se faz a geração de tábuas a partir de um subproduto, as costaneiras da tora.

Dentro deste processo produtivo é necessário realizar a troca de seis ferramentas para o seu funcionamento, ou seja, existe a necessidade de realizar seis *setups* diferentes. Entretanto a periodicidade para ocorrer as trocas de ferramenta é singular, elas não ocorrem simultaneamente.

Os setups existentes no processo são das ferramentas da *chipper canter*, serras-fita, serras circulares da geração de tábuas, pastilhas de corte do perfilador, facas do triturador para biomassa e serra circular da refiladeira.

A escolha da aplicação da ferramenta de TRF focou-se no *setup* da *chipper canter*, pois dentro do sistema produtivo da serraria ele é encontrado duas vezes: durante o desdobro primário que prepara a matéria-prima para a criação do semi-bloco e no desdobro secundário, criação do bloco central.

Outro fator decisivo para assumir esta operação de troca de ferramenta é que sua ocorrência é diária em alternância entre *chipper cânter 1* e *chipper cânter 2* além de que este *setup* é o mais longo do processo produtivo da serraria.

### **3.2 Aplicação da metodologia**

A metodologia aplicada neste estudo foi baseada nos conceitos da proposta de Shingo (1985) e da de Fogliatto e Fagundes (2003). Assim, a implementação da ferramenta possuiu o estágio estratégico, preparatório, operacional e de consolidação com as técnicas de melhoria apresentadas anteriormente.

Verifica-se que o estágio preparatório nesta implementação ocorreu antes do estágio estratégico, utilizou-se esta etapa como tática para facilitar o convencimento da alta gestão, trazendo dados para corroborar com a necessidade da implantação do



método. Deste modo a execução se iniciou com o estágio preparatório. O levantamento de dados de produção, tempo de máquina ociosa, número de setups e etc do setor foram coletados através do sistema integrado de gestão empresarial (ERP) da companhia.

O estágio estratégico o qual teve sua abertura com a apresentação dos resultados da fase preparatória para a alta gestão, teve o conjunto de atividades como pertencente a este escopo: convencimento da alta gestão e apresentação da metodologia para a gestão.

O escopo operacional o qual pertencem as atividades que levam a redução do tempo de *setup* possui as seguintes tarefas programadas: filmagem da operação de troca de ferramenta, entrevista da operação, criação de fluxo de atividades, tomada de tempo de cada atividade de *setup*, criação de *check-list* de ferramentas necessárias, análise da operação do *setup*, separação de *setup* interno e externo, conversão de *setup* interno em externo, estudo de possibilidade e viabilidade da aplicação das técnicas de melhoria, aplicação das técnicas de melhoria, criação de documento operacionais, criação e desenvolvimento de treinamento da operação, e, aplicação de *setup*.

Por fim o último estágio de consolidação teve o objetivo de levantar dados e projeções após definições do ciclo operacional.

### **3.3 A operação de *setup***

A parte do processo estudada é denominada como *chipper canter*, sendo composta por um conjunto de doze facas de corte e duas serras circulares. Sendo seis facas e uma serra circular do lado esquerdo da máquina e seis facas com a outra serra circular ao lado direito. Possibilitando desta forma promover a retirada de material lateral da matéria-prima para formar o semi-bloco ou bloco-central da tora.

Deste modo o intuito destas etapas do sistema produtivo da serraria é promover um desbaste “bruto” no insumo, o que torna normal estas ferramentas de corte perderem a sua qualidade de afiação para executar a tarefa sendo necessário sua substituição de tempos em tempos. Assim cada troca destes instrumentos de corte é a operação de *setup* da *chipper canter*.

Estas ferramentas após serem utilizadas são levadas ao setor denominado como afiação, o qual é responsável por afiar e preparar os instrumentos para voltarem a serem utilizados novamente. Deste modo entende-se que enquanto um conjunto está em utilização no processo produtivo outro está sendo preparado para substituir os instrumentos em execução.

A operação de troca de ferramenta da *chipper canter* baseia-se na desacoplagem das facas e serras usadas e acoplagem das ferramentas de corte novas. Cada faca é fixada na máquina através de três parafusos M16 e cada serra circular é fixada a partir de 42 parafusos M12, totalizando 36 parafusos para as facas e 84 para as serras.

Em uma visualização macro e sem ordem cronológica, as seguintes atividades devem ocorrer em cada *setup* da *chipper canter*:

- Buscar ferramentas preparadas no setor de afiação;
- Limpeza do local do *setup* e dos parafusos com ar comprimido;
- Retirar o desaperto dos parafusos das serras circulares com torquímetro;
- Retirar o desaperto dos parafusos da faca com torquímetro;
- Retirar parafusos das serras circulares;
- Retirar serras circulares;
- Soltar parafusos das facas;
- Retirar facas;
- Acoplar facas novas;
- Apertar parafusos das facas com o torquímetro;
- Acoplar serras novas;
- Colocar parafusos das serras circulares;
- Apertar parafusos das serras circulares com o torquímetro;
- Levar facas e serras retiradas da máquina para o setor da afiação.

Devido ao espaço disponível para realizar o *setup* junto com o conhecimento necessário para executar a atividade, esta operação de troca de ferramenta é realizada apenas por dois colaboradores, responsáveis os quais possuem a função específica de realizar as atividades de troca ferramental do sistema produtivo da serraria.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção possui o propósito de apresentar os resultados e discussões obtidos na aplicação da ferramenta de troca rápida de ferramenta. O tópico inicia relatando a análise efetuada da operação do *setup*, após faz a apresentação dos devios encontrados durante a troca da ferramenta, então elenca-se as propostas de melhorias e finaliza relatando outras iniciativas que ocorreram durante a aplicação da metodologia do TRF.

### 4.1 Análise do *setup*

Para iniciar o estudo da atividade de *setup*, identificar as atividades que ocorrem e aplicar a primeira e segunda técnica de melhoria: separação de *setup* externo e interno e a conversão de *setup* interno em externo, foi realizado entrevistas com os dois colaboradores responsáveis por executar a operação de troca de ferramenta. Nestas entrevistas foram feitas perguntas a respeito das ferramentas necessárias, procedimentos a serem efetuados, a ordem de execução das tarefas e ocorrências que poderiam vir acontecer que atrapalham a atividade. Também se fez o acompanhamento *in loco* dos *setups*, cronoanálise de sete operações (tabela 1) e filmagem da sétima amostra de cronoanálise.

**Tabela 1 – Tomada de tempos da operação de *setup*.**

Amostra	Tempo expendido [minutos]:	<i>Chipper Canter</i>
1	57,63	1
2	45,85	2
3	58,38	2
4	52,57	1
5	35,83	2
6	50,25	1
7	130,00	1
<b>Média:</b>	50,09	-

**Fonte: Aatoria Própria.**

Nesta população de tempos tomados, retirando-se a amostragem sete que ocorreu um grande desvio (o qual será comentado subsquentemente) e avaliando

somente o setup interno, obtém-se que o tempo médio gasto para executar a troca de ferramenta é de cerca de 50,09 minutos.

Realizando o acompanhamento da troca de ferramenta e cruzando com as entrevistas dos colaboradores montou-se o quadro de atividades para realização do *setup* e aplicou-se a primeira técnica de melhoria (quadro 1).

**Quadro 1 - Entendimento de atividades e separação de setup externo e interno.**

<b>Atividade</b>	<b>Setup interno</b>	<b>Setup Externo</b>
Buscar serras circulares na afiação		X
Buscar facas na afiação		X
Pegar ferramentas e parafusos necessários para o setup		X
Limpar o local retirando excesso de cavaco e serragem	X	
Limpar parafusos da serra circular do lado esquerdo	X	
Limpar parafusos da serra circular do lado direito	X	
Soltar parafusos das facas do lado esquerdo	X	
Soltar parafusos da serra circular do lado esquerdo	X	
Retirar parafuso da serra circular do lado esquerdo	X	
Desacoplar serra circular do lado esquerdo	X	
Soltar parafusos das facas do lado direito	X	
Soltar parafusos da serra circular do lado direito	X	
Retirar parafuso da serra circular do lado direito	X	
Desacoplar serra circular do lado direito	X	
Retirar facas do lado esquerdo	X	
Retirar facas do lado direito	X	
Acoplar facas novas do lado direito	X	
Acoplar facas novas do lado esquerdo	X	
Acoplar serra circular nova do lado esquerdo	X	
Posicionar os parafusos da serra circular do lado esquerdo	X	
Apertar os parafusos da serra circular do lado esquerdo	X	
Acoplar serra circular nova do lado direito	X	
Posicionar os parafusos da serra circular do lado direito	X	
Apertar os parafusos da serra circular do lado direito	X	
Retirar ferramentas da máquina	X	
Levar ferramentas usadas para o setor de afiação		X
Guardar ferramentas		X

**Fonte: Aatoria própria.**

Durante o acompanhamento observou-se que as tarefas de *setup* externo já ocorrem de forma externa e que as demais atividades internas não possuem a possibilidade de conversão para atividades de *setup* externo, não havendo como aplicar a segunda técnica de melhoria.

Deste modo percebeu-se que o grande motivo causador do alto tempo expendido na troca de ferramenta da *chipper canter* são os desvios que ocorrem durante a atividade. A partir das entrevistas do acompanhamento e do estudo da filmagem da operação pode-se identificar onze desvios:

1. Problema de qualidade no produto;
2. Cisalhamento de parafusos M16 das facas;
3. Parafuso M12 da serra circular espana ao soltar o aperto;
4. Alocação dos parafusos no almoxarifado;
5. Acoplagem das facas erroneamente na máquina;
6. Quebra de sequenciamento de *setup's*;
7. Buscar serras erradas ou facas não conformes na afiação;
8. Parafusos M12 da serra circular presos na máquina;
9. Operador ocioso durante a troca de ferramenta;
10. Demora no reparo da rosca postiça do parafuso M16 das facas;
11. Falta de padronização da operação de troca de ferramenta.

#### 4.1.1 Problema de qualidade no produto

Após algumas trocas de ferramenta notou-se que o produto produzido estava apresentando uma qualidade não conforme, uma espécie de “risco” em que criava uma superfície com dimensão mais baixa e outra mais alta.

Esta característica ocorria, pois, alguns parafusos M12 da serra circular por mais que apresentavam o mesmo tamanho, passo e comprimento de rosca, não acoplava por completo ficando alguns milímetros acima da superfície da serra, ocasionando o problema.

O desvio explicado gerava um ajuste no *setup*, sendo necessário retirar os elementos fixadores que não estavam adequados, identificar parafusos adequados e fixá-los na máquina.

#### 4.1.2 Cisalhamento de parafusos M16 das facas

Durante o período de estudo e acompanhamento ocorreu dos parafusos M16 das facas ao desapertar ou soltar o elemento fixador sofria um cisalhamento.

O que ocorria era a separação da cabeça do parafuso na ferramenta e o corpo na máquina, gerando um tempo maior para retirada da faca e conseqüentemente no tempo total da troca de ferramenta.

#### 4.1.3 Parafuso M12 da serra circular espana ao soltar aperto

O elemento fixador da serra circular é um parafuso M12 de cabeça chata *allen* M8, ao soltar o aperto deste item com o torquímetro ou retirar este parafuso com a pistola pneumática a cabeça M8 perde o formato (espana) e o componente continua fixo na máquina, impossibilitando desacoplar a serra circular.

Para retirar o fixador o operador necessita pegar uma talha e um martelo e executar vários movimentos até conseguir soltar e retirar o parafuso. Quando isso ocorre adiciona um tempo substancial em cada item com desvio e dependendo da quantidade o tempo total da troca de ferramenta pode alterar em grande escala.

#### 4.1.4 Alocação dos parafusos no almoxarifado

Neste desvio encontra-se uma não conformidade relacionada à organização dos elementos fixadores necessários para a operação de troca de ferramenta da *chipper canter* no almoxarifado. Neste caso os parafusos da serra circular e os das facas estão guardados em locais segregados, porém os itens conforme e não conforme estão agrupados juntos.

Deste modo quando é necessário utilizar novos fixadores para a operação de troca de ferramenta, além do tempo desprendido para buscá-los ocorria a seleção de

itens não adequados, fazendo acontecer a procura dos itens adequados, ou ainda, perceber a necessidade de trocar os elementos durante ou após o *setup*.

Vale pontuar que este desvio normalmente ocorre durante a atividade de *setup* externo, porém muito das vezes esta não conformidade poderia acarretar na utilização dos fixadores errados, corroborando para a ocorrência do primeiro ou segundo desvio descritos.

#### 4.1.5 Acoplagem errônea das facas

O quinto desvio identificado se diz respeito a uma falha operacional. Dependendo da posição que o colaborador acoplar a faca, a serra circular acaba ficando poucos milímetros deslocada lateralmente.

Este pequeno deslocamento é muito difícil de ser notado durante a operação de *setup*, sendo observado comumente ao dar início a produção e surgindo não conformidade no produto. Quando isso ocorre, acarreta-se em ajuste do *setup* pois é necessário desacoplar a serra circular, identificar a faca não conforme, solta-la, acopla-la da maneira correta e finalizar todo o processo de *setup* novamente.

#### 4.1.6 Quebra de sequência de *setup's*

Este problema identificado se refere ao não cumprimento do planejamento de troca de ferramenta, deixando de executar alguma troca de ferramenta e fazendo com que o instrumento exceda o tempo previsto para trabalhar, ou, realizando-se a atividade de *setup* com antecedência e retirando o instrumento de corte da máquina precocemente.

Esta não conformidade não aplica diretamente um aumento no tempo da operação de troca de ferramenta, entretanto ela pode ajudar a ocorrer o sétimo desvio (buscar serras erradas ou facas não conformes na afiação), devido a antecipação de uma troca de ferramenta, gerando um menor tempo para o preparo das próximas facas. Esta não conformidade pode auxiliar também em ocorrer o oitavo desvio (parafusos M12 da serra circular ficam presos) quando se excede o tempo previsto da ferramenta de corte em operação.

Desta forma a tratativa desta quebra de sequenciamento de *setup* se torna estratégica para que a operação de troca de ferramenta aconteça de forma adequada.

#### 4.1.7 Buscar serras erradas ou facas não conformes na afiação

Esta não conformidade se trata na realidade de dois problemas distintos, mas que possuem início na busca da ferramenta no setor de afiação e, por isso o seu agrupamento em um único desvio.

A questão de buscar serras circulares erradas é um fator identificado durante os acompanhamentos da operação, observando que na maioria das vezes o operador pegava a serra durante o *setup* externo sem verificá-la. Entretanto, o operador acabava buscando um par de serras de um lado da máquina somente (duas ferramentas do lado esquerdo ou duas ferramentas do lado direito).

Quando isso ocorre a atividade de *setup* externo de buscar a serra é adicionada a operação de troca de ferramenta como uma atividade de *setup* interno, aumentando o tempo expendido para executar a operação.

Já para o foco das facas não conformes é causando quando o ângulo de afiação da ferramenta de corte é realizado errado, gerando uma dimensão errada a faca. Quando este desvio não é identificado e a faca é acoplada no processo, acaba ocasionando o quinto desvio mencionado, gerando ajuste no *setup* e uma atividade a mais na operação de troca de ferramenta (buscar a ferramenta adequada).

#### 4.1.8 Parafusos M12 da serra circular presos na máquina

Esta situação está relacionada quando os elementos de fixação da serra circular ficam preso na máquina sem estarem espanados. Isto pode ocorrer devido ao sexto desvio apresentado, e/ou a utilização dos mesmos parafusos por muito tempo e/ou falta de lubrificação destes fixadores na acoplagem.

Quando esta não conformidade ocorre, igualmente ao terceiro desvio, é necessário utilizar uma talha e o martelo para soltar o fixador que, conseqüentemente acaba elevando o tempo necessário para que a atividade ocorra. Vale pontuar que quanto mais fixadores sofrerem deste problema a operação de *setup* acaba sendo penalizada, aumentando representativamente o tempo total para efetivar a tarefa.



#### 4.1.9 Operador ocioso durante a operação de troca de ferramenta

A partir das entrevistas com os operadores e os acompanhamentos das trocas de ferramentas, pode-se observar que não existe uma definição de responsabilidade das atividades necessárias para execução do *setup* e nem uma ordem cronológica, ficando o andamento da operação dependente do entrosamento, vontade e experiência dos colaboradores.

Aliado a esta situação com a falta ferramental para os colaboradores, notou-se que toda operação de troca de ferramenta em diversos momentos um operador acaba ficando ocioso, esperando o outro finalizar uma atividade para continuar a troca de ferramenta.

Este desvio ocorreu em todo *setup* acompanhado, e, sua ocorrência faz com que haja tempo improdutivo durante a operação, que conseqüentemente eleva o tempo de troca de ferramenta.

#### 4.1.10 Demora no reparo da rosca postiça dos parafusos m16 das facas

Este problema foi identificado durante o acompanhamento e filmagem da amostragem sete de troca de ferramenta da *chipper canter* 1. Durante o processo de execução do *setup*, pode ocorrer de danificar a rosca interna da máquina em que o parafuso M16 das facas são fixados.

Para refazer esta rosca é necessário de mais de 24 horas de máquina ociosa, ou seja, o sistema produtivo ocioso. Desta maneira a alternativa executada é a adoção de rosca postiça no local em que a rosca interna foi danificada.

Entretanto semelhante a rosca interna original, pode ocorrer desta rosca postiça ser danificada durante a troca de ferramenta e ser necessários colocar uma nova.

O desvio em si observado é quantidade do tempo gasto tomado para executar o reparo da rosca postiça, culminando em um elevado tempo para finalizar o *setup*.

#### 4.1.11 Falta de padronização da operação de troca de ferramenta

Este desvio é observado em diversos momentos, como: quando há a necessidade de executar a troca de ferramenta em um horário que a equipe responsável pelo *setup* não está presente, a não existência de um método de troca de ferramenta fazendo com que cada colaborador trabalhe de uma maneira para executar as atividades necessárias do *setup*, dentro da equipe responsável não existe um método de atividades a serem seguidos e da forma a ser seguida para o cumprimento da operação, e, não existe uma documentação no qual define o padrão de troca de ferramenta e informa todos os parâmetros necessários para que a atividade ocorra da forma correta.

Quando alguma atividade é feita de uma maneira errônea pode acarretar em um dos desvios apresentados, aumentando o tempo da operação de troca de ferramenta em execução.

## 4.2 Proposta de melhoria

Vislumbrando que a operação de troca de ferramenta da *chipper canter* ocorra da maneira mais linear e rápida possível, sanar os onze desvios encontrados é fundamental. Para isso foi estudado cada situação e criadas propostas para tratar as não conformidades, gerando diversas ações. Estas demandas criadas foram colocadas no quadro 2 em que é possível visualizar todas as medidas necessárias a serem tomadas para o melhoramento da operação do *setup*, além de determinar prazo e responsáveis para cada ação.

Estudando o primeiro desvio (qualidade do produto) em que a causa é o parafuso não estar totalmente acoplado na serra, identificou-se durante a operação de *setup* que os parafusos utilizados da serra circular são M12 de cabeça chata *allen* 8 e eram oriundos de três diferentes fornecedores, o que trazia certa diferença entre os itens.

Ao perceber este cenário, de diferentes elementos fixadores sendo utilizados para o mesmo propósito a terceira técnica de melhoria da metodologia em que se diz a respeito de: padronização dos elementos fixadores, foi adotada como solução.

Assim para realizar a padronização foi separado uma amostra de cada um dos elementos dos fornecedores diferentes, comparados e testados. A partir da comparação notou-se que a não conformidade do fixador acontecia em dois, pois apresentavam uma angulação da cabeça do parafuso mais obtusa, fazendo com que o fixador não fosse apertado até o final da rosca de acoplamento, resultando em que uma parte do item ficava acima da superfície da serra.

Desta maneira foram criadas as seguintes ações para tratamento do desvio:

1. Requerer 168 parafusos do fornecedor conforme;
2. Retirar e descartar todos os parafusos não conforme;
3. Substituir os parafusos não conformes pelos conformes na máquina;

Ao estudar o primeiro desvio e visualizar que o problema ocorria por uma despadronização dos elementos de fixação e utilização de produtos não conformes, tomou-se de imediato que a aplicação da terceira técnica de melhoria também seria o ponto de partida do segundo desvio, os cisalhamentos dos parafusos M16 das facas.

Desta maneira ao analisar os elementos utilizados notou-se que realmente apresentavam uma falta de padrão, havendo o uso de parafusos com rosca completa, rosca parcial e de durezas: 8.8, 10.9 e 12.9. Outro fato observado é que alguns elementos estavam sendo utilizados arruelas e outros não.

O primeiro passo para a padronização dos elementos de fixação das facas foi entender a real necessidade que a máquina solicita, se era necessário a utilização de arruelas, qual rosca deve ser e qual a dureza do parafuso padrão.

Para identificar os padrões corretos foi consultado o manual do fabricante, com isso foi possível entender o cenário e identificar que era necessário utilizar produtos apenas de rosca completa, com a dureza do material sendo de 12.9 e que deve ser utilizado arruela para a fixação. No entanto as dimensões da arruela solicitada pelo projeto da máquina não é um padrão de mercado.

Com isto para resolver este desvio e aplicar a técnica de padronização dos elementos fixadores foram criadas as seguintes ações:

4. Requerer 72 parafusos M16 de rosca completa e dureza 12.9;
5. Confeccionar o desenho técnico das arruelas conforme o padrão da máquina para a fabricação interna;
6. Fabricar 72 arruelas conforme o desenho;
7. Substituir os elementos inadequados para os padrões da máquina;

Identificando a despadronização dos parafusos da faca e da serra circular da *chipper canter*, o quarto desvio surge. No almoxarifado cada item possui o seu local de armazenamento, ou seja, os parafusos da serra circular têm seu local de depósito e as facas possuem outro.

Porém, como havia a utilização de diferentes produtos para cada item, na caixa dos parafusos M12 os três elementos de fornecedores diferentes estavam agrupados, e, o mesmo ocorreria para os parafusos M16.

Visualizando a sustentabilidade da adoção da padronização dos elementos fixadores e sanar as consequências que esta desorganização acarreta, foi levantado as seguintes atividades:

8. Separar e descartar produtos não conformes no almoxarifado;
9. Padronizar a descrição e narrativa destes itens no ERP para a compra dos itens ser correta;

O terceiro desvio sendo uma problemática que dependendo da quantidade de elementos fixadores que ocorrem, pode elevar substancialmente o tempo da troca de ferramenta, tornando uma etapa chave a ser resolvida, para identificar a situação e a solução deste problema, foi realizado entrevistas com os operadores e acompanhamento do *setup*.

Desta forma visualizou-se que a ferramenta *allen* devido a sua qualidade perdia o formato ao ser aplicado o torque, e, esta perda do formato acaba espanando o parafuso e levando a toda não conformidade. Deste modo para resolver o desvio foi elencado a décima tarefa:

10. Comprar o ferramental com dureza, tratamento térmico e com a qualidade necessária;

A acoplagem errônea das facas, o quinto desvio encontrado é uma problemática que não é comum de ocorrer, mas quando ocorre gera uma ação de ajuste. Aplicando a metodologia da troca de ferramenta em que a sétima técnica de melhoria: otimização das operações para eliminação de ajustes, o tratamento deste desvio se torna fundamental.

Analisando a operação e enxergando a dificuldade de visualizar quando a faca é acoplada erroneamente, pois se trata de milímetros, ocorreu uma conversa com a equipe de afiação e as seguintes ações foram anotadas:

11. Mensurar e tirar medidas necessárias para confeccionar gabarito;
12. Confeccionar gabarito para verificação de acoplamento da faca;
13. Testar gabarito para verificação de acoplamento da faca;

A quebra de sequência de *setup*, uma problemática que pode trazer o acontecimento de outros desvios para a troca de ferramenta, entendeu-se que ocorre por falta de uma rastreabilidade dos acontecimentos das operações de *setup*, e também, da falta de uma gestão à vista para fácil divulgação do planejamento e realização das trocas.

Para solucionar a questão da rastreabilidade foram definidas duas atividades:

14. Criação de caderno de troca de ferramenta, contendo campos de marcação de data do setup, hora início, hora fim, ocorrências, cronogramas de troca, cronograma de regime de trabalho de equipes responsáveis;
15. Treinamento da operação e liderança no preenchimento e utilização do caderno de troca de ferramenta;

Para o cenário de gestão à vista as ações levantadas foram:

16. Posicionamento de quadro de metal em local estratégico do chão de fábrica;
17. Confecção de calendário de troca de ferramenta com *check-list* em A0 e colagem no quadro com papel contact;
18. Treinamento da operação na dinâmica de preenchimento do calendário de troca de ferramenta.

No sétimo desvio, como comentado ocorre duas situações distintas. A primeira situação a respeito da aquisição de serras circulares do mesmo lado da máquina, ao trata-la se preocupa em eliminar uma operação de *setup* interno, que se cria por um erro em uma operação de *setup* externo. Já para a segunda situação a qual é a afiação do ângulo da faca errado em que sua consequência é o acontecimento da quinta problemática, a aplicação da sétima técnica de melhoria ocorre (eliminação de ajustes).

Observando a rotina do operador ao buscar a serra circular, evidenciou-se que não existe uma rotina de verificação da ferramenta de corte ao ser retirada e

também não há uma rastreabilidade de utilização e preparo da serra. Para adequar este cenário as seguintes ações foram programadas:

19. Orientação dos operadores para verificação da posição das ferramentas que estão sendo retiradas da afiação;
20. Criação de diário de bordo de ferramenta, documento contendo a quantidade e etapas do processo de afiações que a ferramenta recebe e o estado da ferramenta após a cada uso para identificação de não conformidades;
21. Treinamento da operação no preenchimento do diário de bordo da ferramenta e verificação da ferramenta de corte;

Na questão em que ocorre a afiação do ângulo da faca de uma forma não conforme, gerando acoplagem errônea da faca na máquina (quinto desvio) as tarefas listadas foram:

22. Confecção de gabarito de angulação de faca;
23. Disponibilização do gabarito na afiação;
24. Treinamento do operador na utilização do gabarito e verificação da faca;

O oitavo problema que se trata de quando os parafusos de fixação da serra circular ficam presos na máquina, é bem semelhante ao terceiro desvio apresentado, entretanto na terceira problemática o parafuso fica preso devido ao elemento espanar ao tentar ser retirado, e, para esta situação o item fica preso à máquina devido a muito tempo de operação, que pode vir criando uma dificuldade na remoção do fixador. A semelhança das problemáticas (terceira e oitava) vem de serem problemas no mesmo parafuso, na situação de remoção e que, em quantos mais itens ocorrer maior o tempo expendido na operação de *setup* é aumentado.

Para solucionar esta tribulação foi realizado um *brainstorm* com a equipe de operação responsável e a de afiação para identificar causas e ações. O primeiro entendimento do cenário foi levantado a quebra de sequenciamento de *setup* ou não cumprimento do *setup* na data programada, fazendo com que as ferramentas de corte ficassem um período maior em uso do que o estabelecido, ou seja, o sexto desvio identificado no estudo da operação de troca de ferramenta. Outros dois pontos levantados foram que não há utilização de nenhuma forma de lubrificação quando é

feito a acoplagem dos elementos fixadores e o tempo de utilização dos mesmos parafusos.

Deste modo o tratamento do oitavo desvio se dá pelas ações de número 14, 15, 16, 17 e 18 que tem como objetivo sanar a problemática da sexta não conformidade (quebra de sequenciamento de *setup*) e a seguinte atividade:

25. Acompanhamento da vida útil dos parafusos e estudos para definição do período de substituição dos elementos fixadores;

A nona problemática: operador ocioso durante a operação de troca de ferramenta, de imediato foi identificado a possibilidade de ganho na troca de ferramenta já que solucioná-la é o princípio da sexta técnica de melhoria da metodologia SMED: adoção de operações paralelas.

Para ocorrer a adoção de operações paralelas o primeiro passo foi entender o porque não ocorria, através de uma conversa com os operadores responsáveis pela atividade após um acompanhamento da troca de ferramenta e questionando porque em alguns momentos eles ficavam parados. Por parte dos colaboradores foi destacado uma falta ferramental, que faz com que eles não possam realizar alguma atividade necessária para dar sequência ao *setup*, necessitando esperar o colega finalizar o uso da ferramenta que pretendem utilizar.

Outro ponto que corrobora esta falta de ferramental é que não existe um passo à passo da forma que deve ocorrer o processo e responsáveis definidos para cada atividade. Deste modo para a solução do nono desvio e a adoção da sexta técnica criada por Shingeo Shingo foi definido as seguintes tarefas:

26. Levantar a necessidade de ferramentas para a operação de *setup* da *chipper canter*;

27. Comprar ferramentas necessárias levantadas;

28. Estudar filmagem da sétima amostra para identificar sequenciamento de atividades;

29. Elaborar melhor sequenciamento de atividades e definir responsáveis para cada atividade;

30. Treinar os colaboradores responsáveis pela troca de ferramenta no novo formato de execução da operação;

Durante a filmagem e acompanhamento da sétima amostra uma rosca postiça interna de um dos parafusos M16 das facas estragou e foi necessário sua substituição. Com este acontecimento o décimo desvio foi identificado e, nesta amostra levou 70,67 minutos para ser solucionado.

Ao estudar a filmagem pode-se observar que após o acionamento do manutentor houve uma espera de 17,32 minutos para o início efetivo do atendimento. Este período de 17 minutos está incluso o tempo entre acionar o mecânico, observar o problema e buscar a ferramenta. Outro fato observado é que após o início do reparo, o colaborador necessitou buscar ferramentas 6 vezes após buscar pela primeira vez, expendindo um tempo total nesta atividade de 10,85 minutos.

Fatores que acarretaram nesta grande quantidade de busca de ferramenta foram a dificuldade para conseguir realizar a operação e pela falta de domínio total da atividade do manutentor disponível. Outro fato identificado que pelo manutentor não haver domínio completo na atividade, o mecânico expendeu cerca de 3,85 minutos chamando um colega de equipe e pedindo orientação.

Deste modo aplicando a segunda técnica da metodologia SMED em que se converte *setup* interno em externo com o intuito de amortizar o efeito deste desvio a seguinte ação foi estabelecida:

31. Montar *kit* de reparo de roscas postiças contendo todos os itens e ferramentas necessárias e deixar próximo a máquina quando for realizar as trocas de ferramentas;

Ainda pensando em suavizar o efeito deste desvio, observando a questão do não conhecimento completo da atividade pela equipe manutentora as seguintes tarefas foram definidas:

32. Procedimentar operação de reparo de rosca postiça;
33. Treinar equipe manutentora no procedimento correto do reparo da rosca postiça;

Entretanto a utilização de rosca postiça só ocorre quando a rosca interna da máquina sofre algum dano. Com o intuito de eliminar este desvio mais duas ações foram colocadas no escopo:

34. Mapear roscas internas danificadas existentes;



35. Programar ação corretiva das roscas da *chipper canter* quando houver grandes paradas de máquina;

Por fim se tem que o processo da operação de *setup* não possui documentação, manual, lições ponto a ponto (LPP) treinamento e reciclagem. Visualizando a etapa de consolidação do processo de troca de ferramenta e que, dependendo de acidentes na máquina podem acabar acontecendo e estragando as ferramentas de corte em períodos em que os colaboradores que detém os conhecimentos corretos para realizar o *setup* sem deixar acontecer nenhuma não conformidade não estão em regime de trabalho, as seguintes ações são propostas:

36. Confeção de um manual contendo todas as informações sobre o *setup* (ferramentas necessárias, passo a passo de execução e responsáveis, código de itens, tempo médio, tempo de duração, etc);
37. Confeção de LPP para ajudar execução da operação;
38. Treinamento dos colaboradores que executam e podem vir a executar trocas de ferramentas;

Deste modo a proposta de melhoria da troca de ferramenta da *chipper canter* da serraria ficou contida em um total de 38 ações, conforme o quadro abaixo:

**Quadro 2 - Listagem de ações propostas para melhoria da operação de *setup*.**

Nº	O QUE	DESVIO	QUEM
1	Requerer 168 parafusos do fornecedor conforme;	1º	Produção
2	Retirar e descartar todos os parafusos não conforme;	1º	Produção
3	Substituir os parafusos não conformes pelos conformes na máquina;	1º	Produção
4	Requerer 72 parafusos M16 de rosca complete e dureza 12.9;	2º	Produção
5	Confeccionar o desenho técnico das arruelas conforme o padrão da máquina para a fabricação interna;	2º	Engenharia/Manutenção
6	Fabricar 72 arruelas conforme o desenho;	2º	Manutenção
7	Substituir os elementos inadequados para os padrões da máquina;	2º	Produção
8	Separar e descartar produtos não conformes no almoxarifado;	4º	Engenharia
9	Padronizar a descrição e narrativa destes itens no ERP para a compra dos itens ser correta;	4º	Engenharia
10	Comprar o ferramental com dureza, tratamento térmico e com a qualidade necessária;	3º	Produção
11	Mensurar e tirar medidas necessárias para confeccionar gabarito;	5º	Afiação
12	Confeccionar gabarito para verificação de acoplamento da faca;	5º	Afiação

13	Testar gabarito para verificação de acoplamento da faca	5°	Produção/afiação
14	Criação de caderno de troca de ferramenta, contendo campos de marcação de data do <i>setup</i> , hora início, hora fim, ocorrências, cronogramas de troca, cronograma de regime de trabalho de equipes responsáveis;	6° e 8°	Engenharia
15	Treinamento da operação e liderança no preenchimento e utilização do caderno de troca de ferramenta;	6° e 8°	Engenharia
16	Posicionamento de quadro de metal em local estratégico do chão de fábrica;	6° e 8°	Produção
17	Confecção de calendário de troca de ferramenta com <i>check-list</i> em A0 e colagem no quadro com papel contact;	6° e 8°	Engenharia
18	Treinamento da operação na dinâmica de preenchimento do calendário de troca de ferramenta	6° e 8°	Engenharia
19	Orientação dos operadores para verificação da posição das ferramentas que estão sendo retiradas da afiação;	7°	Engenharia
20	Criação de diário de bordo de ferramenta, documento contendo a quantidade e etapas do processo de afiações que a ferramenta recebe e o estado da ferramenta após a cada uso para identificação de não conformidades;	7°	Engenharia
21	Treinamento da operação no preenchimento do diário de bordo da ferramenta e verificação da ferramenta de corte;	7°	Engenharia
22	Confecção de gabarito de angulação de faca;	7°	Afiação
23	Disponibilização do gabarito na afiação;	7°	Afiação
24	Treinamento do operador na utilização do gabarito e verificação da faca;	7°	Engenharia/Afiação
25	Acompanhamento da vida útil dos parafusos e estudos para definição do período de substituição dos elementos fixadores;	8°	Engenharia
26	Levantar a necessidade de ferramentas para a operação de <i>setup</i> da <i>chipper canter</i> ;	9°	Engenharia
27	Comprar ferramentas necessárias levantadas;	9°	Produção
28	Estudar filmagem da sétima amostra para identificar sequenciamento de atividades;	9°	Engenharia
29	Elaborar melhor sequenciamento de atividades e definir responsáveis para cada atividade;	9°	Engenharia
30	Treinar os colaboradores responsáveis pela troca de ferramenta no novo formato de execução da operação;	9°	Engenharia
31	Montar kit de reparo de roscas postiças contendo todos os itens e ferramentas necessárias e deixar próximo a máquina quando for realizar as trocas de ferramentas;	10°	Engenharia
32	Procedimentar operação de reparo de rosca postiça;	10°	Manutenção
33	Treinar equipe manutentora no procedimento correto do reparo da rosca postiça;	10°	Manutenção
34	Mapear roscas internas danificadas existentes;	10°	Manutenção
35	Programar ação corretiva das roscas da <i>chipper canter</i> quando houver grandes paradas de máquina;	10°	Manutenção
36	Confecção de um manual contendo todas as informações sobre o <i>setup</i> (ferramentas necessárias, passo a passo de execução e responsáveis, código de itens, tempo médio, tempo de duração, etc);	11°	Engenharia
37	Confecção de LPP para ajudar execução da operação;	11°	Engenharia

38	Treinamento dos colaboradores que executam e podem vir a executar trocas de ferramentas;	11º	Engenharia
----	--	-----	------------

Fonte: Autoria própria.

### 4.3 Outras iniciativas

Ao longo do processo de estudo da operação de troca de ferramenta da *chipper canter*, algumas iniciativas foram propostas ao longo do processo, destas iniciativas duas valem destaque.

De imediato nos primeiros acompanhamentos do *setup* notou-se que a quantidade de elementos fixadores existentes para soltar e apertar é muito grande, 120 parafusos no total para cada *chipper canter*. Destes 120 itens, 84 são os parafusos da serra circular e 36 das facas, o que pode se concluir que a troca das serras circulares se torna um gargalo na hora de executar a troca de ferramenta.

A primeira ideia foi a utilização da quarta técnica de melhoria proposta pela metodologia SMED: utilização de fixadores funcionais ou eliminação de fixadores. Devido ao projeto da máquina a utilização de fixadores funcionais não é possível, então o foco principal seria a redução de utilização de parafusos.

No primeiro momento foi dada uma preferência para não realizar atividades que necessitariam mudanças de engenharia da máquina ou da ferramenta de corte, então como solução foi pensando em utilizar a quinta técnica de melhoria: adoção de dispositivos intermediários. Observando o equipamento, a serra circular é acoplada em um flange na máquina que é fixado por doze parafusos apenas. Desta maneira a ideia seria de comprar ou confeccionar dois flanges reservas e fazer a acoplagem da serra circular neste dispositivo durante um *setup* externo. Isto faria com que durante as operações de *setup* internas haveria apenas 24 fixadores para serem trabalhados da serra circular, uma redução de 71,43% na quantidade de parafusos.

Contudo ao propor a melhoria à equipe e realizar um estudo do projeto do equipamento, evidenciou que cada flange contém um peso muito alto que inviabiliza a utilização de dispositivo intermediário.

A segunda concepção para a redução de elementos fixadores foi mudar a quantidade de parafusos utilizados na serra circular, porém para isso seria necessário fazer um estudo de engenharia e de desenvolvimento de fornecedor tanto da ferramenta quanto de projeto o que levaria um alto custo financeiro e de tempo.

Com isso, tem-se que não foi possível utilizar a quarta e quinta técnicas propostas por Shingo.

#### **4.4 Ganhos e projeções**

Algumas ações por possuírem um cunho de esforço e investimento financeiro pequeno puderam ser executadas durante os estudos e acompanhamentos. O primeiro resultado positivo que houve foi após a finalização das três primeiras ações, com a substituição dos 168 parafusos M12 de fixação da serra circular das *chipper canter* o primeiro desvio descoberto foi resolvido. Com isto não houve mais um problema de má qualidade causado por esses elementos de fixação e eliminado uma etapa de ajustes de *setup*.

Outro aspecto positivo foi a respeito do cisalhamento dos parafusos M16 das facas, após a substituição dos 72 elementos de fixação com a utilização da arruela adequada para o equipamento, não houve mais ocorrência de quebra destes parafusos na máquina, ou seja, teve-se a eliminação do segundo desvio.

No cunho desta padronização de elementos fixadores, após completar as ações de número oito e nove também se teve a eliminação do quarto desvio (alocação dos parafusos no almoxarifado). Com a realização da atividade número oito ocorreu a organização dos fixadores utilizados no *setup* da *chipper canter* e obsoletado os itens não conformes. Já com a ação de número nove, a padronização da descritiva e narrativa do item faz com que garanta as compras futuras destes produtos do fornecedor e modelo correto, não havendo nenhum parafuso não conforme. Isto faz com que a cada requisição de novos elementos, o colaborador responsável por executar a operação de troca de ferramenta recebe os itens corretos.

Outra apuração positiva foi com a compra das ferramentas com a qualidade necessária. Após a compra e o início da utilização dos soquetes *allen 8* com os atributos corretos para soltar e apertar os parafusos da serra circular, estes fixadores pararam de espanar, ou seja, eliminou-se a problemática número três.

Ações cumpridas e trouxeram um resultado interessante foram as de número quatorze, quinze, dezesseis, dezessete e dezoito. Estas ações estão relacionadas ao sexto e oitavo desvio. Com a implementação do caderno de troca de ferramenta foi possível criar rastreabilidade das operações de troca de ferramenta de todo o sistema

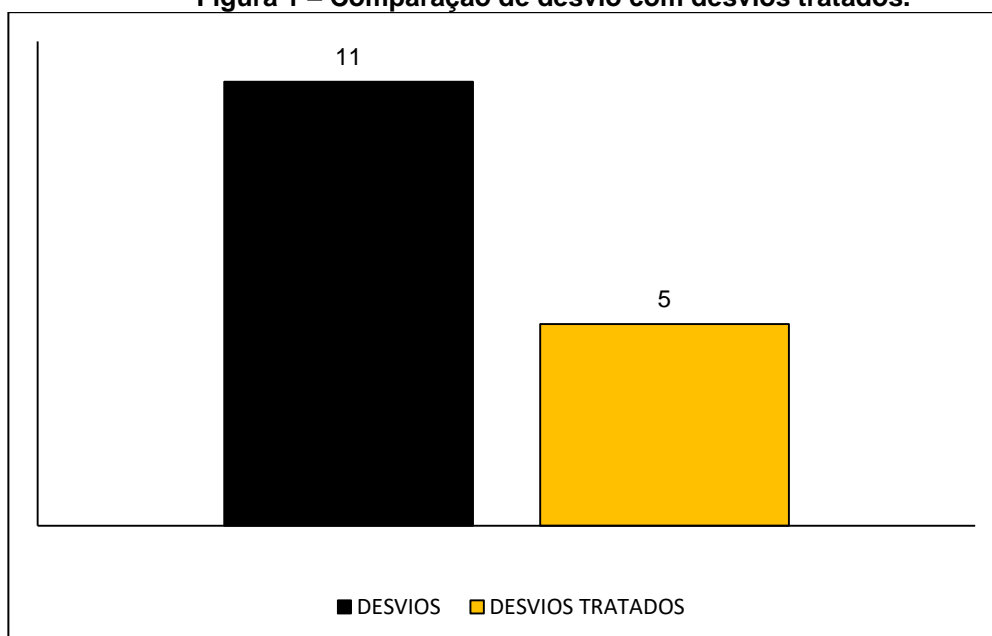
produtivo, além de obter dados o que possibilita criar indicadores como: quantidade de troca de ferramenta, duração de tempo de *setup*, ocorrências durante as operações de troca de ferramenta e etc, *KPI's* importantes para o gerenciamento do processo.

Foi possível captar uma quebra de sequência de troca de ferramenta, e, com a ajuda da gestão à vista decisões a respeito e monitoramento acontecem. Estes resultados culminaram em ação e gestão do sexto desvio, fazendo-o não tornar uma não conformidade para as trocas de ferramenta da *chipper canter* e amortizando os efeitos no oitavo desvio.

Ainda no escopo de ações concluídas, a realização da décima nona ação, uma das seis tarefas estabelecidas para tratamento do sétimo desvio trouxe um grande impacto, após a conversa e orientação com os colaboradores a incidência de buscar par de serras erradas foi sessada. Entretanto para garantir a solução do sétimo desvio é necessário concluir as atividades de número 20, 21, 22, 23 e 24.

As demais ações estão em período de execução, com isso tem se que os desvios número um, número dois, número três, número quatro e número seis foram tratados. Da população total dos desvios houve um atingimento de 45,45%.

**Figura 1 – Comparação de desvio com desvios tratados.**



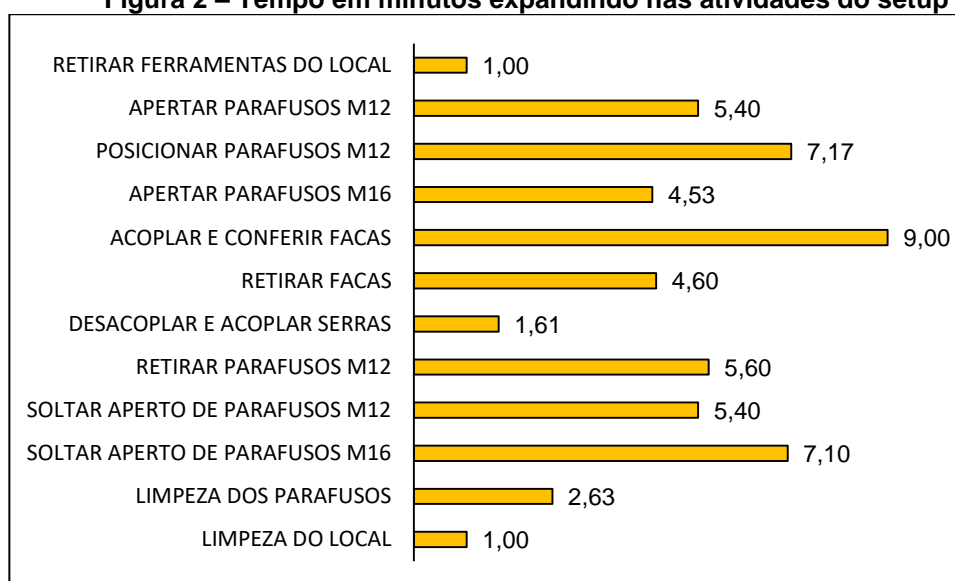
**Fonte: Autoria própria.**

A amostragem de cronoanálise de número cinco da atividade de troca de ferramenta da *chipper canter*, neste caso apresentou apenas a problemática de

número nove: operador ocioso durante a troca de ferramenta, isto remete uma projeção que com a tratativa dos outros desvios identificados o tempo do *setup* ficará em torno de 35,85 minutos, uma redução de 14,24 minutos ou 28,43% do tempo da operação.

Estudando a filmagem realizada e tomando o tempo das atividades entendeu-se que os tempos das micro atividades da operação de *setup* se organiza conforme a figura 2.

**Figura 2 – Tempo em minutos expandindo nas atividades do *setup* interno.**



**Fonte: Autoria própria.**

Abrindo todas estas atividades e montando um cenário em que a ação de compra ferramental já foi concluída, ou seja, as ferramentas estão disponíveis, foi colocado estas operações com um sequenciamento lógico e necessário com definição de responsáveis em um gráfico de Gantt. A partir desta ferramenta pode-se projetar que com a eliminação de todos os onze desvios a operação de troca de ferramenta pode ser realizada em um período de 29 minutos.

Efetuada o *setup* em 29 minutos tem-se uma redução de 21,09 minutos ou 42,10% no tempo total.

## 5. CONCLUSÃO

Estudando e analisando as referências bibliográficas pode-se observar que a adoção da produção enxuta como filosofia se torna um meio significativo para buscar

a perenidade empresarial dentro do mercado. Entende-se que este modo de produção possui conceitos e variáveis ferramentas de aplicação, sendo a metodologia SMED uma delas. Ao aplicar este conceito no estudo realizado pode-se observar que uma das consequências será na amortização dos seguintes defeitos identificados por Ohno: espera, movimentação, transporte e produtos defeituosos.

Outro ponto observado em relação a respeito da troca rápida de ferramenta, é que é uma boa forma de aumentar a produtividade com baixo custo. Esta metodologia mostrou grande eficiência para entendimento do cenário do *setup* e como norteador para identificar formas de reduzir o tempo desta operação. É possível afirmar que ao utilizar a ferramenta o conceito dela realmente se mostrou facilmente aplicável, corroborando o que o autor Shingeo Shingo afirma de ser possível utilizar em qualquer processo produtivo.

O principal objetivo deste trabalho era estudar o processo de troca de ferramenta da *chipper canter* de uma serraria e propor possíveis melhorias para a redução do tempo expendido nesta tarefa o que foi realizado, além do cumprimento dos cinco objetivos específicos propostos.

Durante a fase de estudo foi possível concluir que a operação de *setup* apresentava um bom grau de maturidade em que os colaboradores já executavam as atividades de *setup* interno internamente e as externas externamente. Com a análise também foi possível entender que onze fatores intitulados neste trabalho como desvios, se apresentaram como os pontos que elevam o tempo para a realização da troca de ferramenta.

A criação de ações para resolver estes desvios vieram através da aplicação da metodologia criada por Shingo, utilizando-se seis das oitos técnicas de melhoria propostas pelo modelo.

Como resultado obteve-se 38 ações levantadas, com dezenove concluídas. Com o tratamento destas dezenove ações surgiu efeito na eliminação dos desvios número um, dois, três, quatro e seis. A projeção é que com o cumprimento das tarefas faltantes haja a eliminação completa das onze problemáticas e uma redução de 42,10% do tempo total do *setup*, ou seja, uma realização da operação em 29 minutos.

Este tempo está muito elevado em consideração com o objetivo proposto pelo engenheiro criador da metodologia SMED, em que diz que as operações de *setups* devem ocorrer em um tempo menor que dez minutos. Com tudo o resultado de

projeção obtido é muito interessante pois pode acontecer da troca de ferramenta das *chipper canter* levarem quase a metade do tempo comum, aumentando a disponibilidade de máquina e por consequência a produtividade do setor.

Devido as projeções positivas encontradas para este *setup*, recomenda-se aplicar a metodologia semelhante aos outros tipos de *setup* do sistema produtivo, podendo aumentar ainda mais o ganho de disponibilidade de equipamento e produção do setor estudado, ficando evidente as oportunidades de melhoria e crescimento da área produtiva.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.T.; LOOS, M.J. Utilização da ferramenta Kaizen em uma indústria de alimentos e seus ganhos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 15, n. 1, p. 23 – 41, 2020.

BARBOSA, DEBORA CASTRO et al. **Aplicação do sistema toyota de produção numa empresa de serviços de transporte e gestão de valores**. 2021.

**Boletim\_SNIF\_ed1\_2020\_vfinal.pdf**, [s.d.]. Disponível em: <[https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/Boletim\\_SNIF\\_ed1\\_2020\\_vfinal.pdf](https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/Boletim_SNIF_ed1_2020_vfinal.pdf)>. Acesso em: 8 dez. 2021

DE OLIVEIRA, M. B. **Análise dos impactos da troca rápida de ferramentas em pequenos lotes de fabricação: um estudo de caso**. p. 11, 2008.

DORNELES, Nhakita Fernandes; LEMES, Marcela Eduarda Andrade; SAINT-YVES, João Evangelista de Almeida. **APLICAÇÃO DE METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO DE TEMPO DE SETUP EM INDÚSTRIA DO SETOR AUTOMOTIVO**. Contribuições da Engenharia de Produção Para A Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis, Foz do Iguaçu, 2020.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 10, n. 2, p. 163–181, ago. 2003.

GOMES, Douglas Matheus Ribeiro. **Aplicação da sistemática SMED em uma indústria norte americana de usinagem de componentes aeronáuticos**. 2021. 1 v. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

LANG, Lucas Vieira. **Aplicação do método SMED em uma indústria de produtos automotivos para melhoria no processo de setup**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PALOMINO, R.; LUCATO, A. V. R. **Implementação da metodologia smed: um estudo de caso em uma célula de produção do ramo automobilístico**. p. 26, [s.d.].

RODRIGUES, R. M.; FREITAS, RR de. **Implementação da ferramenta smed para melhoria contínua na etapa de troca de formato em planta industrial de papel tissue**. O papel, v. 83, n. 4, p. 89-97, 2022.

SANTOS, Victor Bruck dos. **Sistema de produção enxuto: uma revisão sistemática de literatura e análise bibliométrica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção**. 2022. 4 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/rii/7561>. Acesso em: 10 set. 2022.

SATOLO, Eduardo Guilherme; CALARGE, Felipe Araújo. **Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais**. *Exacta*, v. 6, n. 2, p. 283-296, 2008.

SHINGŌ, S. **A revolution in manufacturing: the SMED system**. Stamford, Conn: Productivity Press, 1985.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, p. 323–335, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas – Elimine o Desperdício e Crie Riquezas**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J, P; JONES, D, T; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus. 1992.