

**CENTRO UNIVERSITARIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**MATEUS OLIVEIRA SCALENGHI**

N. CLASS.	M 690.1
CUTTER	G 121.2
ANO/EDIÇÃO	2013

**AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA ATRAVÉS DA REDUÇÃO DO TEMPO  
DE SETUP**

**Varginha**  
**2013**

**CENTRO UNIVERSITARIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**MATEUS OLIVEIRA SCALENGHI**

**AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA ATRAVÉS DA REDUÇÃO DO TEMPO  
DE SETUP**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, sob a orientação do Prof. Esp. Valter Barbosa.

**Varginha**  
**2013**

**MATEUS OLIVEIRA SCALENGHI**

**AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA ATRAVÉS DA REDUÇÃO DO TEMPO  
DE SETUP**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia  
Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas –  
UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau  
de bacharel pela Banca examinadora:

Aprovado em     /     /

---

Prof. Esp. Valter Barbosa da Silva

---

Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes

---

OBS.:

Dedico este trabalho a todos meus professores, ao meu orientador e coorientador pelos conhecimentos passados, aos amigos pela ajuda nos momentos difíceis e principalmente a minha namorada e aos meus pais pelo incentivo, e compreensão.

"Minhas imperfeições e fracassos são como uma bênção de Deus, assim como meus sucessos e meus talentos, e eu coloco ambos a seus pés." (Mahatma Gandhi )

## RESUMO

Com a necessidade de se ter processos cada vez mais competitivos, as empresas buscam técnicas que enfatizam trabalhos eficientes de alta qualidade e flexibilidade, para atender estas necessidades, buscam processos que visam reduzir custos, elevar a produtividade dos fatores de produção, desenvolver a capacidade rápida de respostas da organização e agilizar processos. Devido a estas necessidades empresarias, somos pressionados a reduzir qualquer desperdício de tempo decorrente à preparação de equipamentos (ou *setups*), minimizando períodos não produtivos no chão de fábrica. Para isso utilizamos ferramentas de gestão como a troca rápida de ferramenta (TRF), que se fundamenta em técnicas para enfatizar o trabalho cooperativo em equipe e a proposição de formas criativas de melhoria no processo. Este trabalho tem como objetivo mostrar através do estudo de caso os benefícios de se ter um programa de redução de tempo de *setup* e os ganhos de produtividade com a implantação deste programa.

**Palavras-chave:** *Setups*. Troca rápida de ferramenta. Qualidade. Flexibilidade. Produtividade.

## **ABSTRACT**

*Due to the need of having increasingly competitive processes, companies seek efficient work techniques that emphasize high quality and flexibility to meet these needs, seeking processes to reduce costs, increase productivity of production factors, the ability to develop fast response organization and streamline processes. Because of these entrepreneurial needs, we are pressed to reduce any wastage of time due to the preparation of equipment (or setups), minimizing non-productive periods on the factory environment. For this reason we use management tools like Single-Minute Exchange of Die (SMED), which is based on techniques to emphasize the cooperative teamwork and propose creative ways to improve the process. This work aims to show through the case study the benefits of having a program to reduce setup time and productivity gains with the implementation of this program.*

**Keywords:** *Setups. Single-Minute Exchange of Die. Quality. Flexibility. Productivity*

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
2.1 Redução do tempo de <i>setup</i> .....	10
2.2 Por que é necessário reduzir os tempos de <i>setup</i> .....	11
2.3 Tempo de <i>setup</i> .....	12
2.4 Impacto dos tempos de <i>setup</i> na eficiência do sistema .....	12
3 ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS PARA A APLICAÇÃO DA TRF.....	14
4 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA	16
4.1 Estágio estratégico .....	16
4.1.1 Convencimento da alta gerencia .....	16
4.1.2 Definição de metas .....	17
4.1.3 Escolha da equipe de implantação .....	17
4.1.4 Treinamento da equipe de implantação.....	18
4.1.5 Definição da estratégia de implantação.....	18
5 GANHO NA REDUÇÃO DE TEMPO DE <i>SETUP</i> .....	20
5.1 Tempo de parada de equipamentos .....	20
5.2 Inventário .....	21
5.3 Recursos .....	21
5.4 Flexibilidade.....	22
5.5 Controle do processo .....	22
6 ESTUDO DE CASO .....	24
6.1 Problema inicial.....	24
6.2 Levantamento dos problemas que faziam o tempo de <i>setup</i> ser elevado <i>brainstorming</i> .....	24
6.3 Estudo do tempo e definição do <i>setup</i> .....	25
6.4 Definição para o novo método de <i>setup</i> .....	27
6.5 Resultados após a implementação de todo o processo .....	28
10 CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais o mercado automobilístico está cada vez mais competitivo, e com isso as empresas se veem obrigadas a diminuir perdas e serem mais eficientes, entregando as quantidades pedidas no tempo certo, com menores custos de produção.

Como as empresas de peças automobilísticas trabalham, em sua grande maioria, com várias peças em sua linha de produção, não tendo linhas dedicadas para cada cliente, elas necessitam fazer mudanças, ou preparação das mesmas (*setups*) em alguns casos até mais de uma vez por dia, aumentando em muito sua perda de produção devido ao tempo de setup elevado.

Na medida em que a organização consegue reduzir o tempo gasto nas operações de *setup*, promoverá aumento em eficiência e produtividade, tendo uma busca contínua pela melhoria dos processos e aprimoramento das técnicas de gestão da produção.

Será apresentado no decorrer deste trabalho o efeito da utilização de algumas ferramentas importantes de *setup*. Dentro deste contexto ouve-se muito falar em troca rápida de ferramenta (TRF), tendo como objetivo, a redução do tempo de preparação das etapas de mudança de um equipamento ou máquina para produzir diferentes produtos. Tendo como fundamento técnicas que encorajam as pessoas a trabalharem de forma cooperativa e propõe formas criativas para melhoria nos processos em questão.

O objetivo deste estudo é a sua aplicação em uma empresa automotiva e mostrar através do estudo de caso os benefícios de se ter um programa de redução de tempo de *setup* e os ganhos de produtividade com a implantação deste programa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo, analisar as contribuições teóricas que serão utilizadas para a estruturação deste estudo. Buscando todo conceito da utilização de ferramentas de manufatura enxuta.

### 2.1 Redução dos tempos de *setups*

A cada dia as empresas estão buscando maior eficiência e menos perdas para se manterem no mercado cada vez mais exigente e competitivo, com isso surge a necessidade de se ter menores tempos de *setup* em seus processos produtivos.

Para Shingo (2000 apud COSTA; LIMA; GOMES, 2012, p. 121), a partir da aplicação de técnicas efetivas em cada estágio, é possível reduzir drasticamente os tempos de *setup* e atingir melhorias significativas de produtividade.

Para dar início a este assunto sobre redução de tempo de *setup*, segundo Shingo (1996), “qualquer um que analise cuidadosamente o Sistema Toyota de Produção chegará à seguinte conclusão: a redução nos tempos de *setup*, obtida com a ajuda do sistema TRF (Troca Rápida de Ferramentas) é essencial”.

O sistema TRF se dá em quatro estágios, como citado por Shingo (1996), a primeira etapa ocorre na separação das operações de *setup* interna e externa é classificada como:

Identifique claramente quais operações atuais devem ser executadas enquanto a máquina está parada, (*setup* interno) e quais podem ser realizadas com a máquina funcionando (*setup* externo). Por exemplo, toda preparação e transporte de matrizes, gabaritos, dispositivos de fixação, ferramentais e materiais podem ser feitos durante o funcionamento da máquina. *Setup* interno deve estar limitado à remoção da matriz ou ferramenta anterior e fixação da nova.

Através, simplesmente, da separação e organização das operações internas e externas, o tempo de *setup* interno (paradas inevitáveis da máquina) podem ser reduzidos de 30 a 50%. (SHINGO, 1996, p.82).

A segunda etapa relatada por Shingo (1996) se dá a partir da conversão do *setup* interno em externo:

Este é o princípio mais poderoso no sistema TRF. Sem ele, não poderiam ser atingidos os tempos de *setup* inferiores a 10 minutos. Fazer esta conversão envolve reexame das operações para verificar se qualquer das etapas foi equivocadamente tomada como interna e encontrar maneiras de converter estes *setups* internos em externos.

Para evitar o tempo de *setup* interno relativo aos ajustes das alturas das matrizes, por exemplo, essas podem ser padronizadas como a instalação de calços nas matrizes menores. Outra conversão simples consiste em pré-aquecer matrizes para a fundição em molde permanente, o que elimina o aquecimento da matriz. (SHINGO, 1996, p.82).

Dando sequência aos quatro estágios, a terceira etapa segundo Shingo (1996) se dá a partir da padronização, padronizar a função, não a forma:

A padronização da forma e do tamanho das matrizes pode reduzir os tempos de *setup* consideravelmente. A padronização da forma, porém, é uma perda, porque todas as matrizes teriam de adequar-se ao maior tamanho utilizado, o que aumentaria os custos desnecessariamente.

A padronização da função, por outro lado, requer apenas uniformidade nas peças necessárias à operação de *setup*. Por exemplo, acrescentar uma placa ou bloco à borda de fixação da matriz padroniza as dimensões somente daquela peça e faz com que seja possível utilizar os mesmos grampos em diferentes *setups*. (SHINGO, 1996, p.83)

Por fim, a quarta e última etapa relatada por Shingo (1996) foi, utilizar grampos funcionais ou eliminar os grampos.

Um parafuso é o mecanismo de fixação mais comum, mas sua utilização pode consumir um tempo muito grande. Por exemplo, um parafuso com 15 fios de rosca, por exemplo, deve ser girado 14 vezes antes que seja realmente apertado no último giro. Na prática, é este último giro que fixa o parafuso e o primeiro que o solta – os outros 13 são movimentos supérfluos. Se a função do parafuso é simplesmente apertar ou soltar, seu comprimento deve ser apenas o suficiente para que fixe com um movimento. Isso faria do parafuso um fixador funcional. Entre os fixadores funcionais de um único giro estão incluídos o método do rasgo U, o método do furo em forma de pêra e o método da braçadeira.

Parafusos com rosca não são, de maneira alguma, o único modo de fixar objetos. Tampouco devemos supor que fixadores sejam sempre necessários. Métodos de um único toque, que se utilizam de cunhas, ressalto e prendedores ou molas, reduzem o tempo de *setup* consideravelmente, assim como quaisquer mecanismos de ligação que encaixem e unam duas partes. Esses métodos podem reduzir o tempo de *setup* para alguns. (SHINGO, 1996, p.83).

## 2.2 Por que é necessário reduzir os tempos de *setup*

A redução do tempo de *setup* aumenta a disponibilidade do equipamento, assim aumentando a capacidade total deste equipamento ou máquina e possibilitando a trabalhar em pequenos lotes, como mencionado por Nishida (2006 apud REIS; ALVES, 2010, p.579) comenta que reduzir o tempo de *setup* possibilita trabalhar em pequenos lotes, diminuir os estoques, aumentar a flexibilidade e atender mais rapidamente à demanda dos clientes, mas quando explica como escolher uma meta para redução de tempo de *setup*, coloca como único ganho calculável a redução do inventário.

Segundo Fogliatto e Fagundes (2003, p.164) “a redução do tempo gasto em *setup* é condição necessária para diminuir o custo unitário de preparação”. Tal redução é importante por três razões Harmon e Peterson (1991 apud FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.164):

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

Dentro da categoria de desempenho empresarial podemos descrever também que o item segurança é um ponto crítico, pois nas atividades de *setup* aumenta a ocorrência de incidente e acidente devido a várias atividades dos operadores nas máquinas.

### 2.3 Tempo de *setup*

Conforme Kannenberg (1994 apud NEUMANN; RIBEIRO, 2004, p.46), o tempo de preparação ou de *setup* é o intervalo de tempo que se leva desde o término da última peça boa do lote anterior até a saída da primeira peça boa do próximo lote.

Em outras palavras, Neumann e Ribeiro (2004, p.46) pode-se dizer que é o tempo necessário para preparar os operadores e os equipamentos para a fabricação de outro produto pertencente ao *mix* global de produção.

Existem dois tipos de operação de *setup*: o *setup* interno, no qual as operações podem ser executadas somente quando a máquina está parada, e o *setup* externo, cujas operações podem ser realizadas enquanto a máquina ainda está em funcionamento. (NEUMANN; RIBEIRO, 2004, p.46).

Segundo Shingo (2000 apud NEUMANN; RIBEIRO, 2004, p.46), como exemplos de *setup* interno podem ser citadas a fixação e a remoção de matrizes e como exemplos de *setup* externo podem ser citados o transporte de matrizes e a sua montagem.

### 2.4 Impacto dos tempos de *setup* na eficiência do sistema

Para Flynn (1987 apud BARROS; MOCCELLIN, 2004, p.102), o tempo necessário para o *setup* tem relação direta com o grau de similaridade entre duas tarefas processadas sucessivamente em uma mesma máquina. Portanto, se duas tarefas a serem processadas em

sequência são similares, o tempo requerido para o *setup* será relativamente pequeno. Entretanto, se forem completamente diferentes, o tempo será proporcionalmente maior.

Kim e Bobrowski (1994 apud BARROS; MOCCELLIN, 2004, p.102), definem a importância do tempo de *setup*:

(1) o tempo de *setup* constitui parte do tempo de fluxo que afeta diretamente a taxa de saída do sistema de produção; (2) o custo da unidade do tempo de processamento, uma vez que envolve o custo da máquina parada e o custo da mão-de-obra de um técnico especializado; e (3) o *setup* pode, com frequência, precisar ser executado por um técnico com alto nível de especialização, o qual é um recurso limitado e nem sempre disponível.

Barros (2002 apud BARROS; MOCCELLIN, 2004, p.102-103), diz que, o *setup* pode ser, então, visto como custo relevante no processo produtivo. Sua redução diminui a necessidade de pessoal para a sua execução e, simultaneamente, aumenta o tempo disponível da máquina. Além disso, proporciona redução de estoque em processo de *lead-time* de processamento.

### 3 ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS PARA APLICAÇÃO DA TRF

O objetivo da troca rápida de ferramenta e ter uma redução e a simplificação do *setup*, por meio da redução ou eliminação das perdas relacionadas à operação de *setup*. Na prática, a aplicação da troca rápida de ferramenta é desdobrada em estratégias e técnicas de implantação.

A análise parte da metodologia seminal proposta por Shingo (1996,2000), designada *Single-Minute Exchange of Die* (SMED – livremente traduzida por TRF em tempos inferiores a 10 minutos) (FOGLIATO; FAGUNDES, 2003, p.164).

Shingo (1996, 2000 apud FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.165) define a TRF a partir de uma visão primeiramente estratégica, seguida de conceitos para implantação da ferramenta e técnicas de apoio. Dois grupos de estratégias são sugeridos para minimizar as perdas decorrentes da troca de produtos em uma operação:

1 – Estratégias envolvendo habilidades: procedimentos eficientes no *setup* resultam do conhecimento sobre equipamento em estudo e da habilidade e experiência do operador nas tarefas inerentes ao procedimento de *setup*. Em máquinas mais complexas, utiliza-se o conceito do preparador (operador especialista em preparação de máquina), ficando o operador do equipamento com as tarefas auxiliares da preparação.

2 – Estratégias envolvendo tamanho do lote: para reduzir as perdas decorrentes de *setups* longos sobre o desempenho do sistema, uma solução é aumentar o tamanho do lote para compensar a parada do equipamento. A fabricação de grandes lotes, entretanto, pode ser indesejável se resultar em produção antecipada ou formação de estoques. A TRF permite a redução dos custos de *setup* em lotes, resultando em lotes de fabricação de tamanho reduzido.

Para se ter um processo de melhoria na TRF proposto por Shingo (2000) é necessário a aplicação de quatro estágios.

No estágio 1, não se distinguem as condições de *setup* interno (que ocorrem com a máquina parada) e externo (que ocorrem com a máquina em operação). O objetivo é analisar a operação atual de *setup*, com participação dos operadores envolvidos na preparação em estudo. No estágio 2, considerado o mais importante da implantação da TRF, ocorre a distinção entre as operações de *setup* interno e externo. No estágio Estágio 3, ocorre análise da operação de *setup*, com o objetivo de verificar a possibilidade de converter operações de *setup* interno em externo. No estágio 4 é realizada análise de cada ação das operações de *setup* interno e externo, buscando sua racionalização por meio da eliminação de ajustes e operações do *setup*.

Esses estágios deixam claro que a TRF é composta por duas ações principais, análise e implementação, salientando a distinção entre as operações de *setup* interno e externo e a racionalização dos elementos componentes das ações de *setup*. (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.165)

Para a aplicação dos estágios conceituais da TRF, propõe-se o emprego de oito técnicas:

1. Separar operações internas e externas; 2. Converter *setup* interno em externo; 3. Padronizar a função dos elementos de *setup*; 4. Utilizar fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminar fixadores; 5. Utilizar dispositivos intermediários para eliminar ajustes durante o *setup* interno; 6. Adotar operações paralelas; 7. Otimizar operações eliminando a necessidade de ajustes e 8. Mecanizar as operações. (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.165)

## 4 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA

A metodologia proposta para a troca rápida de ferramenta está subdividida dentro do estágio estratégico. A descrição deste estágio, detalhadas em suas etapas de composição, será apresentada na sequência.

### 4.1 Estágio estratégico

#### 4.1.1 Convencimento da alta gerencia

A alta gerencia dentro de uma empresa é considerada o maior nível hierárquico e possui o maior grau de influencias nas decisões que envolvam mudanças que necessitam de investimentos, e tem um papel essencial no que diz respeito à liberação de mão-de-obra.

O convencimento da alta gerência pode ser promovido pela visualização da necessidade de mudança e dos possíveis resultados de melhoria.

Para um comprometimento da alta gerência dentro do contexto da TRF é necessário o conhecimento dos seguintes aspectos:

1. Estratégias e técnicas para a troca rápida de ferramentas; e 2. Noção dos resultados que possam vir a ser alcançados.

A necessidade de mudança, seja imposta pela alteração das características de mercado seja pela visualização das melhorias que podem ser alcançadas, é favorável a solidificação da posição da empresa em seu mercado alvo. Esses dois argumentos são suficientes para o início de um projeto de implantação da TRF. Para a obtenção de melhorias no tempo de *setup*, o conhecimento das estratégias e técnicas de aplicação da TRF e a noção dos resultados que possam ser alcançados formam uma base de conhecimento inicial indispensável á alta gerência. (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.167)

Já para Kannenberg e Antunes (1995, p.25-26) pode-se discutir a fundamentação de um projeto de Troca Rápida de Ferramentas com a alta administração, baseando-se em aspectos tais como:

a) a lógica macroeconômica da competição capitalista: uma maior concorrência e mudanças nas exigências do mercado, fazem necessária a produção de itens mais diversificados e com menores volumes. Stalk (1988 apud KANNENBERG; ANTUNES, p.25). Tradicionalmente tem-se acreditado que cada vez que a variedade dobra, os custos aumentam em torno de 30%, e que a cada vez em que o volume dobra, estes reduzem em torno de 20%. Então, como produzir maior variedade e menor volume sem que os custos aumentem em demasia? Esta resposta os japoneses descobriram, e sua chave é a redução do tempo de atravessamento, ou melhor, do tempo necessário desde o pagamento da compra da

matéria-prima até o faturamento do produto acabado, o que inclui tempos de entrega e transporte, de tramitação dos pedidos (burocracia), tempos de estocagem etc.

b) a lógica microeconômica: a fim de controlar os custos de produção relacionados à quantidade e volume, tradicionalmente utiliza-se o chamado lote econômico de produção (LEF), que define um tamanho mínimo de lote de fabricação ao qual correspondem os menores custos de estocagem e de preparação de máquinas. No entanto, existem também o lote econômico de compras (LEC), que muitas vezes pode ser maior do que se faz necessário, exigindo estocagem de materiais. Os japoneses buscam o ideal de tamanhos de lote de fabricação e de compra iguais (e unitários), e o caminho para chegar a isto é a redução drástica dos tempos de preparação de máquinas e a parceria com os fornecedores.

c) a lógica financeira: geralmente a produção não tem condições de atender ao programa de produção semanalmente, isto é, atender primeiramente os pedidos dos clientes para a primeira semana, depois para a segunda, a terceira e a quarta semanas. O que ocorre é que geralmente se produz todo o programa do mês para outro item, depois todo o programa do mês para outro item, e assim por diante. Isto acaba prejudicando financeiramente a empresa, pois o faturamento mensal não é homogêneo: a sua maior parte ocorre no final do mês. Pode-se relacionar a isto um juro sobre o faturamento, que deve contar a partir do momento em que a matéria prima é comprada. Quanto antes este material for transformado e faturado, menores serão os juros sobre este faturamento. (KANNENBERG; ANTUNES, 1995, p.25-26)

#### 4.1.2 Definição de metas

Três fatores são levados em consideração para a implantação de um projeto de TRF.

1. existência e análise de indicadores que comprovem a situação inicial dos tempos de *setup* antes do início do projeto;
2. definição do percentual de redução de tempo de *setup* que se deseja alcançar; e
3. definição de cronograma de implantação que contenha a sequencia das atividades de implantação, os responsáveis por atividade e uma estimativa de tempo para a conclusão de cada atividade (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.167).

#### 4.1.3 Escolha da equipe de implantação

A equipe de trabalho deve possuir autonomia para desenvolver suas ideias, tendo como objetivo agilizar os processos de mudanças e evitar atrasos com burocracia e a problemas políticos dentro da empresa. Neste sentido, sugere-se a comunicação formal a equipe, por parte da gerencia, das limitações desta autonomia. Deixando bem claro a todos da equipe o que pode e o que não pode ser realizado.

Estas equipes de trabalho devem ser formadas pelos operadores e preparadores, pois são eles que conhecem todo o funcionamento e o processo dos equipamentos a serem estudados.

Se caso houver a necessidade de mudança física nos equipamentos e ferramentas, obrigatoriamente devem participar o pessoal da ferramentaria e manutenção. Não havendo

condições de realizar as alterações físicas de equipamentos na própria empresa, sugere-se que os encarregados da empresa subcontratada para realizar o serviço também participem do processo.

Também se faz necessário a presença de um líder, sendo o facilitador para os problemas políticos, burocráticos ou financeiros. O líder será preferencialmente, componente da equipe estratégica, sendo o representante da alta gerencia e tendo uma participação efetiva no projeto de implantação da troca rápida de ferramentas (KANNENBERG; ANTUNES, 1995).

De acordo com Fogliatto e Fagundes (2003) cada equipe é responsável por suas ações.

A equipe de implantação é responsável pela definição e acompanhamento de todas as ações do projeto de implantação da TRF. Os times de implantação e o nível operacional (operadores de máquinas e auxiliares) são os responsáveis pela implantação das ações definidas pela equipe de implantação.

Algumas características importantes que a equipe de implantação deve possuir são: conhecimento dos processos, autonomia, capacidade de liderança, posição de respeito e presença de representantes de todas as áreas da empresa. (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.167).

#### 4.1.4 Treinamento da equipe de implantação

Todo o conhecimento necessário e toda metodologia sobre a troca rápida de ferramenta a ser repassado para a equipe de implantação deve ser abrangente, analisando todos os tipos estratégicos e técnicos de aplicação, com base em casos bem sucedidos em relação a sua aplicação prática (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Os seguintes aspectos devem ser observados durante o treinamento da equipe de implantação.

1. o número de participantes da equipe de implantação deve ser suficiente para que haja pelo menos uma pessoa da equipe em cada time de implantação, para atuarem como multiplicadores; 2. emprego de exemplos práticos, com visitas a empresas que já tenham adotado uma metodologia de redução dos tempos de *setup* com sucesso; e 3. o conhecimento adquirido pela equipe de implantação deve ser o suficiente para possibilitar o repasse da metodologia a todos os participantes dos times de implantação (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.167).

#### 4.1.5 Definição da estratégia de implantação

A primeira etapa para a definição estratégica de implantação de uma metodologia de troca rápida de ferramenta é definir um coordenador para o projeto. Para isso como

características de perfil do coordenador, devem ser observados alguns aspectos (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003):

Conhecimento das estratégias e técnicas para aplicação da metodologia de TRF; capacidade de liderança; poder e autoridade para tomada de decisões quanto a investimentos e mudanças; e conhecimento de sistemáticas para trabalho em grupos.

A função do coordenador é de controle e acompanhamento das ações definidas no cronograma de implantação. Nesse cronograma, todas as ações elaboradas pela equipe de implantação devem ser descritas em formulário-padrão, disponibilizado a todos os membros da equipe de implantação (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003, p.168).

## 5 GANHO NA REDUÇÃO DE TEMPO DE *SETUP*

Segundo Reis e Alves (2010, p. 582) para saber o que se pode incorporar em um ganho advindo de uma redução de tempo de *setup*, utilizou-se como base uma lista feita por McIntosh (2001 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582), que coloca como ganhos da redução do tempo de *setup* as cinco áreas a seguir:

- Tempo de parada de equipamentos;
- Inventário;
- Recursos (exemplo: menos necessidade de mão de obra, menos necessidade da habilidade da mão de obra);
- Flexibilidade; e
- Controle do processo (exemplo: aumentar a qualidade do produto, aumentar a confiabilidade do processo). (MCINTOSH, 2001 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582).

Já para Van Goubergen e Van Landeghem (2002 apud CONCEIÇÃO et al, 2009, p. 360), os principais fatores motivadores da redução do *changeover* são:

1. Flexibilidade e redução de estoques – a redução do tempo de *setup* permite a produção de pequenos lotes e, conseqüentemente, aumento da variedade de produtos ofertados em menores quantidades;
2. Capacidade do gargalo – a redução do tempo de *setup* significa aumento da capacidade produtiva e;
3. Minimização de custos – uma porção do custo de um produto é determinada pelo custo de produção diretamente relacionado ao desempenho das máquinas, que terá menos tempo ocioso com a redução do tempo de *setup* (VAN GOUBERGEN; VAN LANDEGHEM, 2002 apud CONCEIÇÃO et al, 2009, p. 360).

As vantagens alcançadas com a redução do tempo de *setup/changeover* são:

Produção de pequenos lotes; redução do *lead time*; redução de estoques; aumento da qualidade; redução de desperdício e retrabalho; aumento da flexibilidade e responsividade; aumento de produtividade; conscientização das causas que geram erros e espera; e, também, aumento da disponibilidade dos equipamentos (DIABY, 2000; OHNO, 1997; MCINTOSH, 1996; MILEHAM, 1999; SHINGO, 1988-1989 apud CONCEIÇÃO et al, 2009, p. 360).

### 5.1 Tempo de parada de equipamentos

Um exemplo do ganho nessa área é o aumento de capacidade para uma demanda de mercado existente. Nesse caso, o ganho é a somatória dos gastos que se evita fazer para aumentar a capacidade, devido à diminuição de tempo de *setup* (MCINTOSH, 2001 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582).

Um exemplo desse caso é observado em um comentário de Clegg (1986 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582), ao citar que a redução em 34% no tempo de *setup* evitou a compra de um novo laminador, cujo custo era de US\$ 500.000.

## 5.2 Inventário

Nishida (2006 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582) mostra um exemplo que a diminuição do tempo de *setup* para a metade do valor inicial duplica o giro de estoque, reduzindo o espaço físico para a metade.

O cálculo da diminuição do estoque em função da redução do tempo de *setup* é algo possível de ser realizado e é apresentado por (NISHIDA, 2006; SMALLEY, 2004; REIS, 2006 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582).

De acordo com Reis e Alves (2010, p. 582) “a transformação da redução de inventário em ganho pode ser feita considerando-se que custo do inventário é dado pelo seu custo de capital”.

Essa mesma abordagem foi seguida por Fabry e Gelder (1991 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582), que, em um trabalho de melhoria em uma indústria, comentam que uma redução do estoque em DM8,9 milhões/ano, considerando uma taxa de retorno de 21%, gerou uma economia de aproximadamente DM1,85 milhões/ano.

## 5.3 Recursos

Como comentado por McIntosh (2000 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582):

Reduzir recursos pode vir da economia de mão de obra, disponibilizando técnicos especializados ou possibilitando a contratação de operadores de menos especialização. Outro ganho viria da possibilidade de se utilizar menos equipamentos, não sendo necessário gastar na atualização dos equipamentos em desuso, ou pela criação de espaço em função da retirada desses equipamentos (MCINTOSH, 2000 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582).

Para a área de “recursos”, Reis e Alves (2010, p. 582) mencionam que “o ganho aqui considerado será o gasto não mais realizado pela transferência de mão de obra. É importante enfatizar que diminuir mão de obra como consequência da redução do tempo de *setup*”.

Segundo Hay (1987 apud REIS; ALVES, 2010, p. 582), as pessoas que fazem *setup* são vitais para o sucesso do trabalho e as melhorias não aconteceriam se essas pessoas acreditassem que suas ideias eliminariam os seus empregos.

Womack e Jones (2004 apud REIS; ALVES, 2010, p. 583), comentam que demitir funcionários em uma fábrica com excesso de mão de obra, devido à introdução da produção enxuta, pode criar uma resistência a novas melhorias e sugerem 5 ações para não realizar a demissão:

- Reduzir horas extras;
- Alocar pessoal excedente nas atividades de Kaizen;
- Fabricar internamente alguns componentes produzidos por fornecedores;
- Reduzir a semana de trabalho; e
- a mais poderosa de todas: desenvolver novas linhas de produtos para expandir a empresa.

Em resumo, a melhor forma de reduzir a mão de obra em trabalhos de redução de tempo de *setup* seria por meio da transferência deste recurso para setores que dele necessitam. (WOMACK; JONES, 2004 apud REIS; ALVES, 2010, p. 583).

#### 5.4 Flexibilidade

Em relação à área de ganho flexibilidade, McIntosh (2001 apud REIS; ALVES, 2010, p. 583) comentam que, nessa área há 5 oportunidades de melhoria:

Melhor resposta às necessidades do mercado; melhor acomodação das incertezas; melhor resposta a problemas de manufatura; melhor potencial para fornecer a mercados de baixo volume; e melhor potencial para ter maiores margens de lucro. (MCINTOSH, 2001 apud REIS; ALVES, 2010, p. 583).

McIntosh (2001 apud REIS; ALVES, 2010, p.583) também comentam que:

A oportunidade de melhoria “melhor resposta às necessidades do mercado” é um dos mais importantes ganhos da redução do tempo de *setup* e é, frequentemente, a razão principal para se reduzir o tempo de *setup*. Nela, o ganho seria de se entregar os produtos no tempo que o cliente deseja e na quantidade que ele deseja sem a necessidade de se ter um grande inventário. No presente método está sendo abordado na área “inventário reduzido”. Tendo um alto inventário de todos os itens, ou seja, a eliminação de acréscimo de inventário para se fornecer o mesmo tipo de serviço obtido pela redução do tempo de *setup*, a qual poderia ser considerada o ganho mensurável aqui procurado. (MCINTOSH, 2001 apud REIS; ALVES, 2010, p. 583).

#### 5.5 Controle do processo

Em relação à área de ganho “controle do processo”, é uma área em que se tem uma grande dificuldade de avaliar os ganhos.

McIntosh (2001 apud REIS; ALVES, 2010, p.583) comentam que “é sabido que a redução do tempo de *setup* promove a redução de refugos e a melhoria da qualidade, mas há uma dificuldade de se quantificar para quanto irá o novo valor”.

## 6 ESTUDO DE CASO

### 6.1 Problema inicial

Em uma sociedade onde os consumidores estão cada vez mais exigindo qualidade nos produtos e nos serviços, adequando-os às suas necessidades, há uma crescente preocupação nas empresas não só em manter, mas em incrementar seu desempenho no que diz respeito à qualidade e produtividade.

Isso faz com que as empresas automotivas se preocupem com maior intensidade no modo de atender essas exigências dos clientes, flexibilizando sua oferta e procurando eliminar atividades que não agregam valor.

Pensando neste comportamento empresarial, em janeiro de 2013 o setor de melhoria contínua da empresa TRW *Automotive* Ltda. se deparou com um problema devido ao alto tempo gasto com *setups* nas linhas de acabamento, tempos estes que estavam todos acima da meta estipulada para cada linha de produção, tendo como efeito negativo e uma influencia direta na produtividade decorrente deste alto índice no tempo. Este tipo de problema relacionado ao alto índice de *setups* se dava a partir do comportamento e ao modo como estes *setups* eram realizados, pois não havia nenhum tipo de padronização e separação das atividades relacionadas a *setup*. Abaixo o quadro 01 referente ao tempo médio de *setups* no decorrer de três meses antes da aplicação da TRF.

Quadro 01: Tempo médio de *setup*

Mês	Tempo médio de <i>setup</i> por mês (Minutos)	Tempo médio de <i>setup</i> por mês (Horas)
out/12	175,2	2 horas e 55 min.
nov/12	112,6	1 hora e 52 min.
dez/12	140,1	2 horas e 20 min.

Fonte: o autor

### 6.2 Levantamento dos problemas que faziam o tempo de *setup* ser elevado *Brainstorming*

No mesmo mês em que se constatou o problema decorrente ao tempo elevado de *setup*, deu-se início ao “9º workshop de *setup* rápido”, este método é usado para a implantação de conceitos enxutos. Isto se consegue com pessoas que trabalham juntas para identificar e implementar várias ideias de melhoria contínua, tendo como foco o desperdício. A finalidade de um workshop é introduzir um assunto e depois aplicar o ensaio na área de

produção com o objetivo de eliminação do problema decorrente do aumento do tempo de *setup*.

Para estudo das ações, foi feito acompanhamento e uma análise do *setup* e a partir daí foram coletadas todas as informações que poderiam estar relacionadas com o problema de tempo elevado. Com a ajuda da ferramenta de *brainstorming*, foram definidos os problemas decorrentes do tempo elevado de *setup*. Através desse *brainstorming*, se priorizou as ideias podendo ser visualizadas no quadro 02.

Quadro 02 – Matriz de priorização

MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO - WS #9 SET UP RÁPIDO								
Variáveis de saída	Afeta tempo total de set up	Pode ser trabalho externo	Pode haver repetição	Total	HSE	AÇÕES	PRAZO	RESPONSÁVEL
Prioridade	9	9	9					
Idéias do Brainstorm								
1	9	9	9	243	B	Atualizar placas de identificação da atual e da próxima va (inicio de linha)	ok	Tião
5	9	9	9	243	B	Identificar todos os rebolos usados por tipo de válvula	ok	Fernando
6	9	9	9	243	B	Coordenador devera deixar rebolo adequado junto a retifica 14R antes de iniciar o setu	ok	Tião
8	9	9	9	243	B	Melhorar identificação dos rebolos no almoxarifado	ok	João Paulo
9	9	9	9	243	B	Treinar operadores na utilização correta do lay out do rolo diamantado	ok	Fernando
14	9	9	9	243	B	Anexar lay out do rolo diamantado em todos os desenhos de 14R	ok	Fernando
16	9	9	9	243	B	Montar sala de regulação de dispositivos	ok	Jose Mauricio
19	9	9	9	243	B	Planejamento de linha/Treinamento dos operadores	ok	Rodrigo/Tião
20	9	9	9	243	B	Padronizar parâmetros de trabalho por válvula	ok	Fernando/Lucas
21	9	9	9	243	B	Padronizar e identificar carrinhos de set up por operação (ferramentas/ferramenta, et	ok	Fernando G
23	9	9	9	243	B	Manutenção no carro dressador de corte da retifica de haste final da linha A1	ok	Joel
10	5	9	9	207	A	Acertar linha de centro do rolo diamantado em relação ao rebolo.	ok	Celso
17	5	9	9	207	M	Trazer rebolos de 14R para o almoxarifado interno	ok	João Paulo
13	9	1	9	171	A	Fazer proteção para as cabeças dos parafusos	ok	Fernando

Fonte: o autor

### 6.3 Estudo de tempo e definição do *setup*

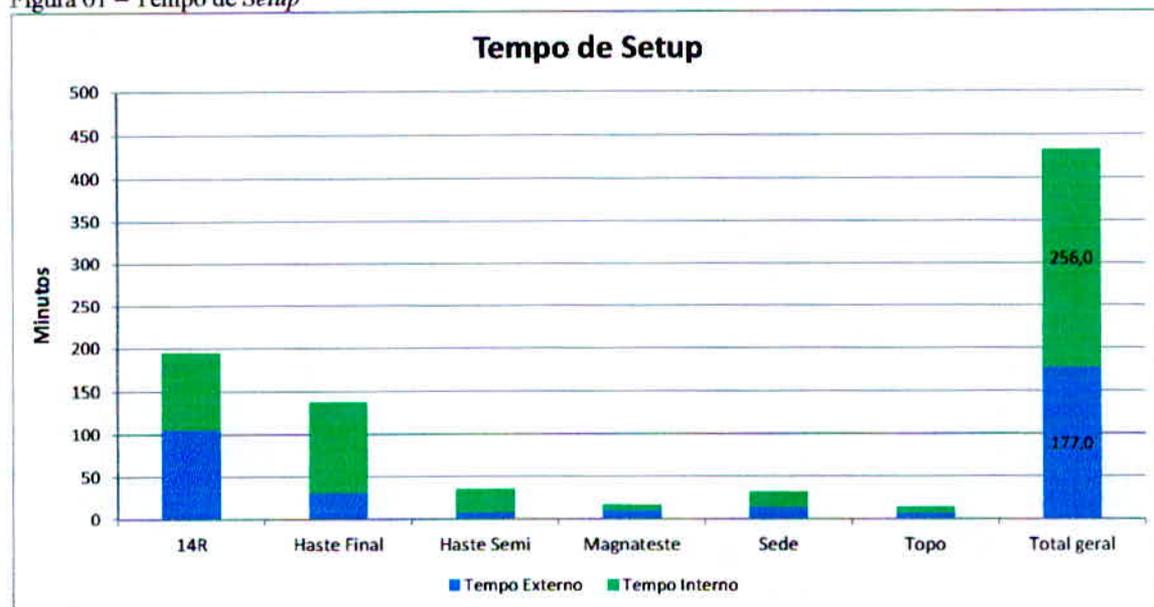
Durante todo o workshop foram feitos os estudos de tempo, sequência do *check list*, definição do *setup* interno e externo em toda a linha “Fast 2”, foram cronometrados todas as atividades durante o processo de *setup* de toda a linha que possui seis máquinas, e após os estudos de tempo foram definidas as atividades internas e externas, como mostra a tabela 01.

Com a ajuda da tabela 01 foram gerados dois tipos de gráficos para melhor visualização do processo de *setup*, como mostra a figura 01 e 02.

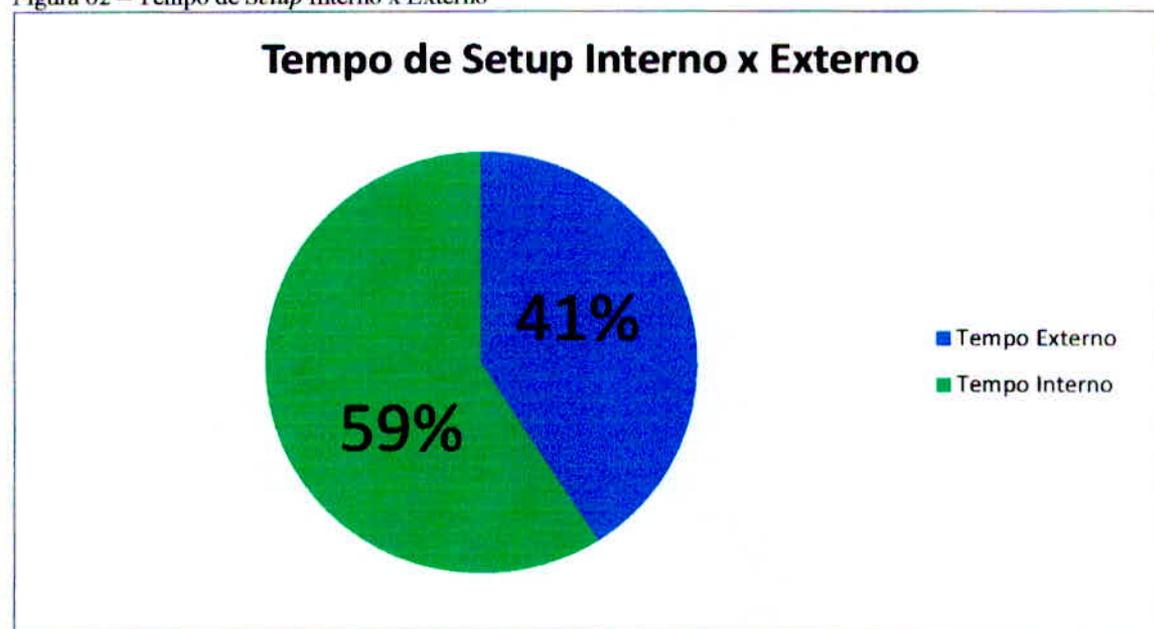
Tabela 01 – Estudo do tempo e definição do *setup*

Avaliação de setup		Linha Pest 2		Tempo Gasto (min.)		Ação	
Máquina	Sequência	Passos do setup ( check list)	Natureza da atividade	Tempo Est	Tempo Int		
Magnatest	1	Verificar Próxima VA	E	5,0		Contratar uma pessoa para fazer esta preparação externa	
	2	Separar desenho e padrão	E	3,2			
	3	Procurar Padrão magnatest	E	2,0			
	4	Regulagem do aparelho	I		6,5		
Haste Semi	1	Separar desenho e padrão	E	3,0		Contratar uma pessoa para fazer esta preparação externa	
	2	Desligar Rebolos	I		0,7		
	3	Verif. se não há peça dentro da máquina	I		1,0		
	4	regulagem da Máquina	I		10,0	Montagem de uma sala de regulagem de dispositivos	
	5	Regulagem do dispositivos	E	5,0			
	6	Aguardando magnatest padrão de reprova Aprovando	I		11,0		
	7	Liberação da máquina e acertar medidas	I		5,0		
14R	1	Verif. Na programação a próxima VA	E	5,0		Contratar uma pessoa para fazer esta preparação externa	
	2	Separar desenho e padrão	E	5,0			
	3	Regulagem de dispositivos	E	14,0		Montagem de uma sala de regulagem de dispositivos	
	4	Separar ferramental ( Rebolo)	E	41,0			
	5	Separar ferramental ( Rolo)	E	30,0		Contratar uma pessoa para fazer esta preparação externa	
	6	Separar ferramental (Espaçadores)	E	11,0			
	7	Desligar Rebolos	I		1,0		
	8	Certificar que não há peças caídas dentro da máquina	I		1,0		
	9	Desmontar máquina	I		6,9		
	10	Montar ferramental (Rebolo)	I		26,0		
	11	Montar ferramental (Rolo)	I		6,0		
	12	Ajuste do Extrator	I		2,5		
	13	Ajuste do apoio de cabeça	I		4,0		
	14	Ajuste do alimentador	I		9,0		
	15	Ajustar parâmetros de dressagem e corte	I		1,5		
	16	Ajuste dos Poka-Yokes	I		0,2		
	17	Ligar rebolos	I		0,2		
	18	Dressar Rebolo de corte	I		20,0		
	19	Produzir 1ª peça	I		0,1		
	20	Medição da 1ª peça	I		0,2		
	21	Produzir 2ª peça e liberação da máquina	I		6,3		
	22	Avaliação de qualidade - Aprovação	I		1,5		
	23	Preenchimento da documentação de setup	I		3,0		
Topo	1	Separar desenho e padrão	E	3,3		Contratar uma pessoa para fazer esta preparação externa	
	2	Desligar rebolo	I		0,7		
	3	Verificar se não há peças dentro da máquina	I		0,7		
	4	Ajuste da mesa	I		0,2		
	5	Ajuste do alimentador	I		3,7		
	6	Regulagem dos dispositivos	E	4,0			Montagem de uma sala de regulagem de dispositivos
	7	Acertar medidas / Avaliação de qualidade e Aprovação	I		2,0		
Haste Final	1	Separar desenho e padrão	E	2,2		Contratar uma pessoa para fazer esta preparação externa	
	2	Desligar rebolo	I		0,3		
	3	Verificar peças dentro da máquina	I		0,6		
	4	Regular dispositivo	E	1,0			Montagem de uma sala de regulagem de dispositivos
	5	Buscar rebolo no almoxarifado	E	16,0			
	6	Trocar rebolo de corte	I		48,0		Montar um almoxarifado interno de rebolos
	7	Setup do diamante e programação de parâmetros	I		13,0		
	8	Afiar régua de apoio	E	12,0			Ter réguas reservas no carrinho de setup
	9	Colocar régua de apoio	I		1,0		
	10	Colocar proteção	I		1,0		
	11	Setup na mesa, acertar calha, acertar extrator e programação de usinagem	I		6,0		
	12	Acertar alimentador	I		2,0		
	13	Dressagem de rebolo de corte	I		12,0		
	14	Acertar medidas	I		20,0		
	15	Aprovação e Avaliação de qualidade	I		3,0		
Sede	1	Separar desenho e padrão	E	3,0		Contratar uma pessoa para fazer esta preparação externa	
	2	Desligar rebolo	I		0,5		
	3	Verificar se há peças dentro da máquina	I		0,5		
	4	Regular dispositivos e Anel	E	11,0			Montagem de uma sala de regulagem de dispositivos
	5	Regular alimentador	I		4,0		
	6	Acertar ângulo da mesa	I		2,0		
	7	Setup na mesa	I		1,0		
	8	Medição da primeira peça	I		1,6		
	9	Correção das medidas	I		0,5		
	10	Produzir segunda peça	I		1,0		
	11	Avaliação de qualidade e aprovação	I		7,0		
<b>Total de tempo (min)</b>				<b>177</b>	<b>256</b>		

Fonte: o autor

Figura 01 – Tempo de *Setup*

Fonte: o autor

Figura 02 – Tempo de *Setup* Interno x Externo

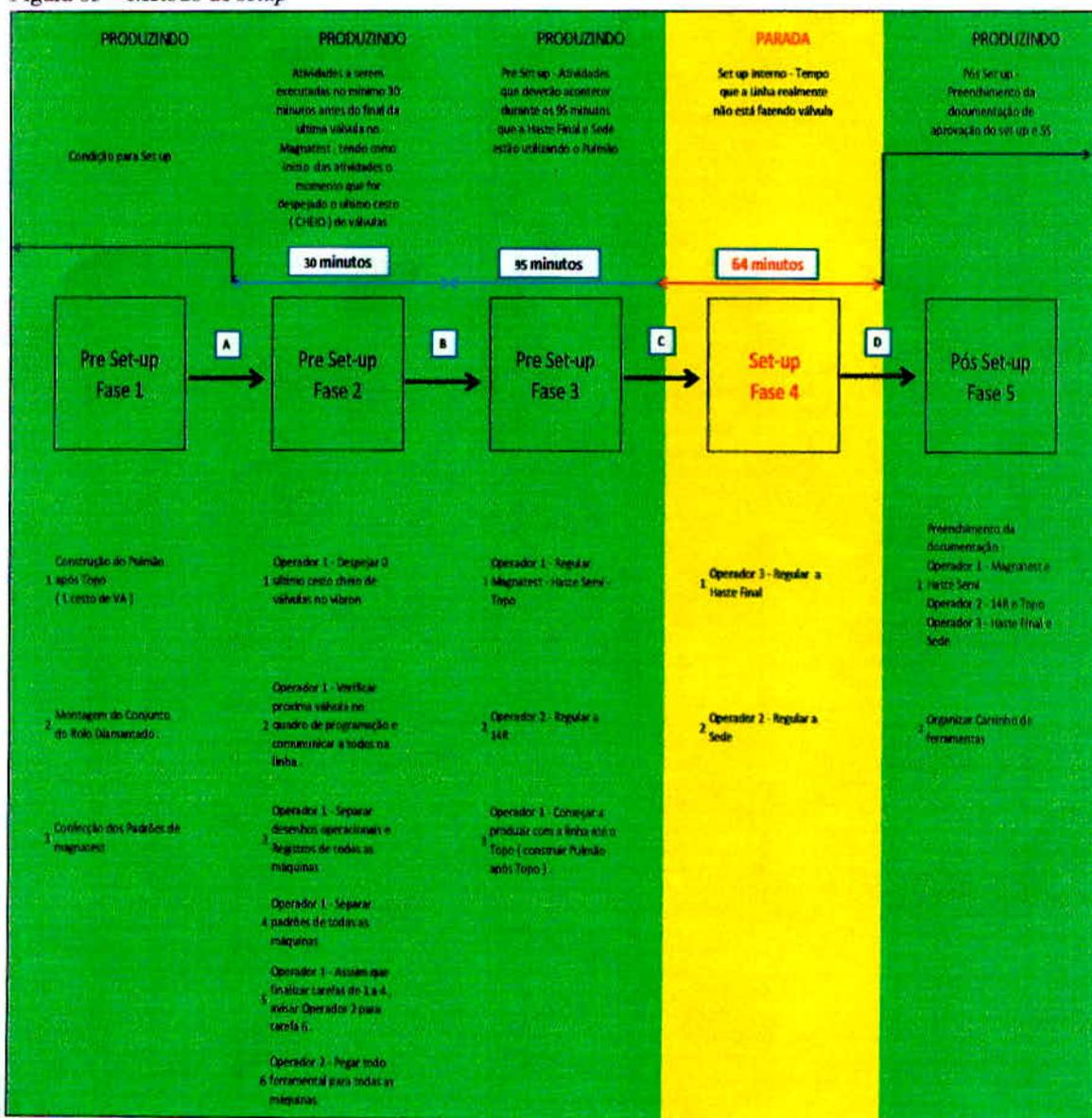
Fonte: o autor

#### 6.4 Definição para o novo método de *setup*

Após os estudos de tempo e definição do *setup*, a equipe do workshop passou o trabalho de redução de tempo para a engenharia de manufatura, a partir daí, deu-se início a uma nova definição de trabalho sobre todos os levantamentos de dados durante o workshop, chegando a uma definição de como o *setup* deveria ocorrer em todas as linhas de acabamento,

além disto, esta nova definição de trabalho permitirá a realização das atividades de modo padronizado, evitando menos tempo de inatividade dos equipamentos, como mostra a figura 03.

Figura 03 – Método de *setup*



Fonte: o autor

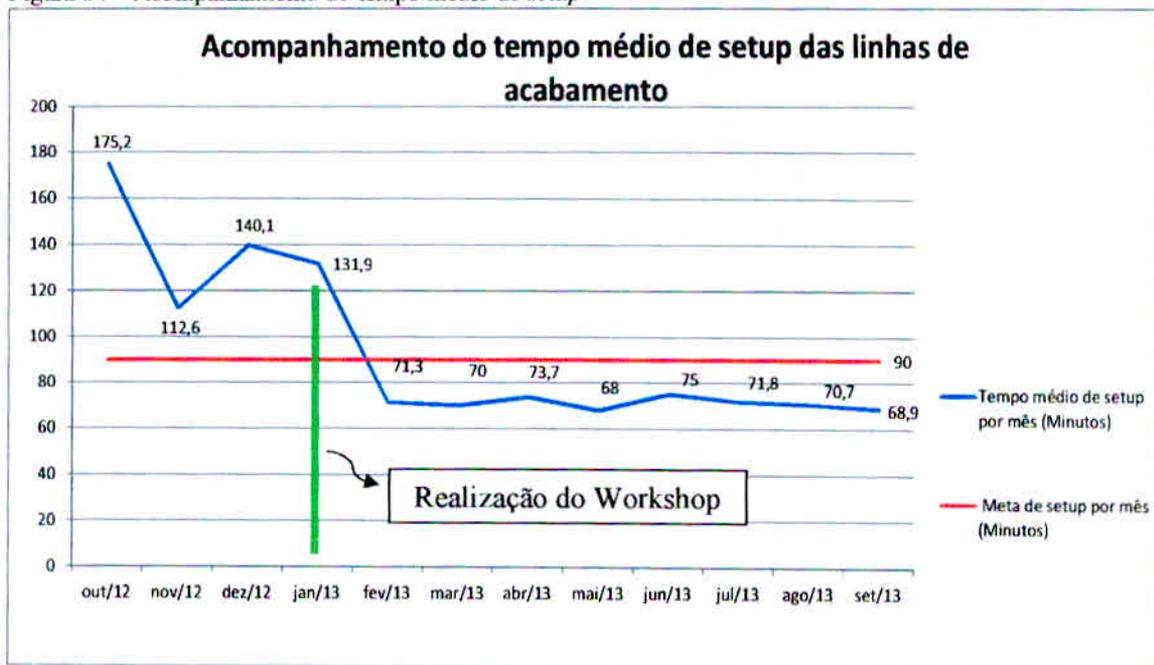
## 6.5 Resultados após a implementação de todo o processo

Na medida em que a organização consegue reduzir o tempo gasto nas operações de *setup*, promoverá aumento em eficiência e produtividade, tendo uma busca contínua pela melhoria dos processos, e para ter uma busca nesta melhoria foi preciso fazer um

acompanhamento do tempo médio de *setup* durante nove meses, todos os tempos foram lançados a partir da ficha de produção do hora x hora e sendo controladas em uma planilha onde eram analisadas a partir de gráficos e semanalmente estes resultados eram passados para os gerentes da fábrica durante a reunião de produção.

No final deste período de nove meses conseguimos uma redução muito significativa do tempo médio de *setup* e o mais importante conseguindo que todos esses tempos ficassem abaixo da meta estipulada, como vista na figura 04.

Figura 04 – Acompanhamento do tempo médio de *setup*



Fonte: o autor

Também foram analisados no mesmo período os ganhos de produtividade, podendo ser observado na Figura 05, em outubro de 2012 até janeiro de 2013 a empresa estava deixando de produzir válvulas devido ao desperdício de tempo de *setup* com relação à meta que é de 90 minutos, gerando atrasos nas entregas de seus produtos, pois tempos elevados de *setup* geram atrasos de produção.

Para melhor entendimento, foram feitas duas tabelas, uma de produtividade relacionada ao tempo de *setup* (tabela 02), e outra com relação às perdas de produtividade antes e após o workshop (tabela 03).

Tabela 02 – Produtividade relacionada ao tempo de *setup*

Mês	Tempo médio de setup por mês (min)	Meta de setup por mês (min)	Tempo médio ganho / mês (min)	Tempo de ciclo médio (s)	Aumento de produtividade (pçs/mês)
out/12	175,2	90	-85,2	8,3	-42.430
nov/12	112,6	90	-22,6	8,3	-11.255
dez/12	140,1	90	-50,1	8,3	-24.950
jan/13	131,9	90	-41,9	8,3	-20.866
fev/13	71,3	90	18,7	8,3	9.313
mar/13	70	90	20	8,3	9.960
abr/13	73,7	90	16,3	8,3	8.117
mai/13	68	90	22	8,3	10.956
jun/13	75	90	15	8,3	7.470
jul/13	71,8	90	18,2	8,3	9.064
ago/13	70,7	90	19,3	8,3	9.611
set/13	68,9	90	21,1	8,3	10.508

Fonte: o autor

Para estudo no aumento da produtividade, fizemos os seguintes cálculos:

$$T = M - T_m$$

T= Tempo médio ganho/mês (min.)

M= meta de setup por mês (min.)

T<sub>m</sub>= Tempo médio de setup por mês (min.)

$$A = T \times T_c \times 60$$

A= Aumento de produtividade (pçs/mês)

T= Tempo médio ganho/mês (min)

T<sub>c</sub>= Tempo de ciclo médio (seg.)

60= Conversão (seg.)

Para análise gráfica do aumento da produtividade com relação ao tempo de *setup*, foi gerado um gráfico para melhor visualização (figura 05).

Figura 05 – Aumento de produtividade (Ganho de peças/mês).



Fonte: o autor

Tabela 03 – Perda de produtividade antes e após o Workshop

Média de tempo antes do Workshop (min.)	Média de tempo após o Workshop (min.)	Tempo de ciclo médio (s)	Perda de produção antes do Workshop (pçs)	Perda de produção após o Workshop (min.)
142,63	77,92	8,3	71.029	38.804

Fonte: o autor

Para análise da perda anterior e após o workshop, foi feito o seguinte cálculo:

$$Pa = Ma \times Tc \times 60$$

Pa= Perda de produção antes do workshop (pçs)

Ma= Média de tempo antes do workshop (min.)

Tc= Tempo de ciclo médio (seg.)

60= Conversão (seg.)

$$Pb = Mb \times Tc \times 60$$

Pb= Perda de produção após o workshop (pçs)

Mb= Média de tempo após o workshop (min.)

Tc= Tempo de ciclo médio (seg.)

60= Conversão (seg.)

## 7 CONCLUSÃO

Em suma, o objetivo do trabalho foi alcançado. O método estudado e as técnicas aplicadas baseados nos conceitos de produção enxuta mostrou ser possível através de um padrão de trabalho, se obter redução em tempos de *setup* e melhoria na qualidade de produção.

O resultado final apresentado gerou melhor resposta às necessidades do mercado automotivo e conseqüentemente uma maior satisfação dos clientes, devido à entrega dos produtos na quantidade e tempo desejado. Resultado obtido através da redução do tempo de *setup*, que apresentou uma diminuição em 60,7% de seu tempo, passando de 175,2 para 68,9 minutos. Influenciando diretamente na eficiência da produtividade, onde anteriormente ao workshop perdíamos uma média de 71.029 peças, e após o workshop passamos a perder 38.804 peças com relação ao tempo de *setup*, chegando a um aumento médio produtivo de 45,4 %.

## REFERÊNCIAS

BARROS, Alexandre Damas de; MOCCELLIN, João Vitor. Análise da flutuação do gargalo em *flow shop* permutacional com tempos de *setup* assimétricos e dependentes da sequencia.

**Gestão & Produção**, v.11, n.1, p.101-108, jan.-abr. 2004. Disponível em:  
<http://www.scielo.br/pdf/gp/v11n1/a09v11n1.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2013.

CONCEIÇÃO, Samuel Vieira et al. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura controlada. **Gestão & Produção**, v.16, n.3, p. 357-369, jul.-set. 2009. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n3/v16n3a04.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2013.

COSTA, Amanda Herculano da et al. Redução do tempo de *setup* na produção de botas de pvc através da técnica TRF. **Produção Online**, v.12, n.1, p.119-132, jan./mar. 2012.

Disponível em: <http://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/770/867>. Acesso em: 04 nov. 2013.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; FAGUNDES, Paulo Ricardo Motta. Troca rápida de

ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Produção Online**, v.10, n.2, p.163-181, ago.2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2013.

KANNENBERG, Gustavo; ANTUNES, José Antônio Valle Jr. Proposta de uma sistemática de implantação de troca rápida de ferramentas para indústrias de forma no Brasil. **Produção**, vol.5, no.1, p.23-43, Jun.1995. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/prod/v5n1/v5n1a02.pdf>. Acesso em: 12 set. 2013.

NEUMANN, Carla Simone Ruppenthal; RIBEIRO, José Luis Duarte. Desenvolvimento de

fornecedores: um estudo de caso utilizando a troca rápida de ferramentas. **Produção**, v14, n.1, p.44-53, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v14n1/v14n1a05.pdf>. Acesso em: 13 set. 2013.

REIS, Mário Eduardo Pauka; ALVES, João Murta. Um método para o cálculo do benefício econômico e definição da estratégia em trabalhos de redução do tempo de *setup*. **Gestão & Produção**, v.17, n.3, p.579-588, 2010. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n3/11.pdf>. Acesso em: 17 set. 2013.

SHINGO, Shingeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Artmed, 2000. Disponível em:

[http://books.google.com.br/books?id=LtwNgZQ6CA8C&printsec=copyright&hl=pt-BR&source=gbp\\_pub\\_info\\_r#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=LtwNgZQ6CA8C&printsec=copyright&hl=pt-BR&source=gbp_pub_info_r#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 02 set. 2013.

SHINGO, Shingeo. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996. Disponível em:

[http://books.google.com.br/books?id=dg4\\_3tIM8EYC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbp\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=dg4_3tIM8EYC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbp_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 02 set. 2013.