

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**REDUÇÃO DE TEMPO DE SETUP EM UMA INDÚSTRIA
METAL-MECÂNICA BASEADO NA METODOLOGIA SMED**

Murilo Rossato Fernandes

TCC-EP-73-2010

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

REDUÇÃO DE TEMPO DE SETUP EM UMA INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA

Murilo Rossato Fernandes

TCC-EP-73-2010

Relatório Técnico 1 apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.
Orientador(a): Prof.(^a) Msc. Carla Fernanda Marek Gasparini

**Maringá - Paraná
2010**

RESUMO

O mercado contemporâneo está cada vez mais exigente quanto a uma gama maior de produtos das empresas, pois as necessidades específicas dos consumidores finais estão aumentando, se diversificando e mudando com mais frequência. Para atender a esta variação freqüente as empresas precisam estar preparadas para estratificar sua produção em mais produtos, em menor quantidade, tornando-se assim mais flexível. O estudo em questão propõe melhorias em uma empresa que atua no setor metal-mecânico de Maringá, produzindo peças para suspensão de caminhões, e tem como finalidade reduzir o tempo de *setup* da empresa, que é justamente o tempo de preparação da máquina entre dois lotes distintos. Reduzindo o tempo de *setup* as empresas terão condições de produzir com mais diversidade sem perder em produtividade, tornando-se mais enxutas. Para atingir seus objetivos o estudo se embasou na metodologia SMED, elaborada por Shigeo Shingo, e considerada a maior referência nos estudos que sobre redução em tempo de *setup*, atingindo as metas estabelecidas pela ferramenta, ou seja, o *setup* com um único dígito.

Palavras-chave: Tempo de *setup*, SMED, Manufatura enxuta

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	3
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	4
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.2 SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES).....	7
2.2.1 <i>Estágios SMED</i>	8
2.2.1.1 Primeiro estágio - separar <i>setup</i> interno e <i>setup</i> externo.....	8
2.2.1.2 Segundo estágio – converter <i>setup</i> interno em <i>setup</i> externo.....	8
2.2.1.3 Terceiro estágio – simplificar todos os aspectos das operações de <i>setup</i>	9
2.3 DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO.....	10
2.4 MANUFATURA ENXUTA.....	13
3 METODOLOGIA.....	16
4 DESENVOLVIMENTO.....	18
4.1 RESULTADOS OBTIDOS:.....	18
4.1.1 <i>Análise dos resultados iniciais:</i>	25
4.1.1.1 Identificação dos problemas.....	27
4.1.1.1.1 Elaboração de um diagrama causa e efeito.....	28
4.2 PROPOSTAS DE MELHORIAS:.....	29
4.2.1 <i>4.2.1 Eliminação ou redução do setup através de agrupamentos</i>	29
4.2.2 <i>Convertendo setup interno em setup externo</i>	35
4.2.2.1 Definição sobre as operações que deverão ser realizadas durante os <i>setups</i> internos e externos.....	35
4.2.2.2 Análise das ferramentas previamente utilizadas.....	38
4.2.3 <i>Conversão de setup interno em setup externo</i>	40
4.2.3.1 Substituição dos “carros-auxílio”.....	40
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	42
4.3.1 <i>Análise das tabelas</i>	43
5 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: COMPARATIVO DO TEMPO DE SETUP	6
FIGURA 2: DIAGRAMA CAUSA-EFEITO.....	11
FIGURA 3: OPERADOR REALIZANDO SETUP.....	18
FIGURA 4: SETOR DE ESTAMPARIA DA EMPRESA, ONDE SE ENCONTRAM PENSAS DE ATÉ 500T	19
FIGURA 5 : OPERADOR PRODUZINDO UM LOTE NA PRENSA HIDRAUMAC 110 T	25
FIGURA 6: PRATELEIRAS ONDE SÃO ALOCADAS AS FERRAMENTAS UTILIZADAS NO SETOR DE ESTAMPARIA DA THORNOL	26
FIGURA 7: FICHA DE MANUTENÇÃO PROPOSTA.....	39
FIGURA 8: ANTIGO “CARRO-AUXÍLIO” UTILIZADO PELA THORNOL.....	41
FIGURA 9: NOVO “CARRO-AUXÍLIO” UTILIZADO PELA THORNOL	42
FIGURA 10: GRÁFICO TEMPOS DE SETUP ANTES/DEPOIS PROPOSTAS DE MELHORIA.....	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 : SETUP 1 HIDRAUMAC 110T	20
TABELA 2: SETUP 2 HIDRAUMAC 110T	21
TABELA 3: SETUP 3 HIDRAUMAC 110T	22
TABELA 4: SETUP 4 HIDRAUMAC 110T	23
TABELA 5: AGRUPAMENTO DE PRODUTOS VISANDO A REDUÇÃO DO SETUP.....	30
TABELA 6: SETUP 1 APÓS AS PROPOSTAS DE MELHORIA.....	43
TABELA 7: SETUP 2 APÓS AS PROPOSTAS DE MELHORIA.....	44
TABELA 8: COMPARAÇÃO DE TEMPOS DE SETUP ANTES E DEPOIS DAS MELHORIAS PROPOSTAS.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SMED *Single Minute Exgente of Dies*

1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial, devido à competitividade ascendente, cada vez mais exige das indústrias uma gama maior de produtos, para atender todos os tipos de clientes. Além disso, o ciclo do produto (Introdução, Crescimento, Maturidade e Declínio), está cada vez mais curto. Em decorrência destes fatores, uma indústria que visa sobrevivência no mercado procura como fator imprescindível a flexibilidade em sua produção.

A grande maioria das indústrias brasileiras apresentam um padrão, seu tempo é dividido em trabalho produtivo, em trabalho improdutivo e em desperdício. O grande desafio dessas indústrias é transformar o tempo que constitui desperdício e trabalho improdutivo (manutenção, tempo de *setup*) em trabalho produtivo. Com o aumento do trabalho produtivo, as indústrias ganham em prazo de entrega, diminuem seus custos e com isso passam a ter melhores condições de competir no mercado.

Essa tendência a uma produção rápida e sem desperdícios leva as indústrias a adotarem como solução uma produção enxuta, que, por definição, vislumbra as exigências contemporâneas de competitividade, ou seja, uma produção flexível e contínua. A Toyota é a maior referência em adoção desta forma de produção, alcançando patamares de desperdícios quase nulos, ou irrelevantes.

O tempo de *setup* é o tempo de preparação da máquina para uma determinada operação, sendo assim, para cada produto é necessário um diferente tipo de preparação, e por isso, a dificuldade está em se adaptar para ser o mais flexível possível para produzir um grande número de diferentes produtos sem que haja uma significativa perda de tempo.

Este tempo é dividido em duas categorias: tempo de *setup* interno e externo. O primeiro interno é o tempo de *setup* que é realizado com a máquina sem operar, e é justamente o tempo prejudicial à fábrica. O tempo de *setup* externo é o tempo de preparação realizado previamente, com a máquina em funcionamento, portanto não perdendo o tempo produtivo da mesma.

Muitas vezes, as ações para diminuir o tempo de *setup* são relativamente simples, como por exemplo, substituir uma arruela convencional por uma semi-aberta, facilitando o processo na

hora de trocar a arruela de uma peça para outra. Em outros casos envolvem medidas mais planejadas, como a divisão dos produtos mais parecidos por “famílias”, e adotando o mesmo tipo de parâmetros para sua programação.

O foco deste trabalho é reduzir ao máximo o tempo de *setup* numa empresa no setor metal-mecânico na cidade de Maringá, Thornol, para que esta apresente melhorias significativas para aumentar sua competitividade atual. Para isso, será utilizada a metodologia SMED (Single Minute Exchange of Dies), que vislumbra a redução do tempo de *setup* para apenas um dígito tornando a produção mais flexível além de uma redução de estoques e materiais em processo sem interromper o fluxo de produção.

A Thornol é uma empresa que atua no mercado metal-mecânico, produzindo peças para caminhões (como balanças, suportes e pinos de tensor) conta com cerca de setenta funcionários que compõe os setores da produção, comercial, administrativo, logístico, e financeiro da empresa. A Thornol possui duas unidades; a primeira é sua matriz, onde se encontram a produção, o setor comercial e administrativo; a segunda unidade é sua filial, onde são alocados os estoques de produtos acabados e o departamento logístico da empresa.

A área de produção da empresa é comandada por um gerente industrial, e é dividida em seis setores (usinagem, estamparia, corte, solda, forja e pintura), sendo cada um deles supervisionado por um líder de produção.

O mercado consumidor dos produtos da Thornol, de classificação "B", encontra-se principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. A empresa busca através de melhorias contínuas atingir preços e qualidade para disputar novos e melhores mercados.

Para auxiliar a empreitada em busca da redução de tempos improdutivos em uma indústria, é comum a utilização do diagrama causa e efeito, que se trata de uma ferramenta de qualidade que visa destrinchar em seis, os possíveis locais onde estejam ocorrendo falhas (causas), no caso falhas podem ser consideradas qualquer anomalia que ocasione um aumento de tempo de *setup*, facilitando assim, a identificação dos problemas a serem enfrentados.

1.1 Justificativa

Tempo é uma a para o sucesso de um negócio, pois tendo em vista que as empresas, para satisfazer as necessidades do mercado, precisam apresentar o menor tempo de entrega possível, com baixo custo e qualidade, podemos então relacionar sua competitividade como um substantivo diretamente ligado ao tempo e à sua devida redução.

O tempo de *setup* está sempre aberto a melhorias, dificilmente irá ocorrer uma situação onde a gerência de produção se de por satisfeita em relação ao mesmo e, entretanto, a sua melhoria na maioria das vezes não requer grandes investimentos, apenas com planejamentos e análises é possível que sejam supridas carências que mesmo possam parecer irrelevantes aos olhos de alguns, tornam-se cruciais para a sobrevivência da empresa.

Dada a atual situação da Thornol, uma redução em seu tempo de *setup* seria importante devido aos variados postos diferentes de trabalho (serras, prensas, tornos, pintura, forja, solda, fosfatização) que acabam não recebendo a devida atenção em alguns casos, e, por falta de um método previamente estudado, consumindo mais tempo que o necessário para a preparação de suas máquinas.

1.2 Definição e delimitação do problema

Atualmente o maior tempo de *setup* da Thornol se encontra nos tornos, porém devido à necessidade de mudar os parâmetros do programa para cada produto diferente dificilmente esse tempo poderá ser drasticamente reduzido. As grandes melhorias a serem feitas são nos tempos de *setup* das prensas que atualmente não apresentam nenhum tipo de método padrão de preparação de seu maquinário.

A proposta de redução nos tempos de *setup* da Thor é delimitada por investimentos em novas máquinas, bem como em acessórios que estejam acima do valor que a diretoria dispõe para investimentos, tornando assim inviáveis propostas de otimizações para eliminações de ajustes, sendo então, uma proposta quase integralmente de mudanças em métodos.

Considera-se também uma delimitação à proposta a pré-disposição dos operadores em seguir o método planejado, pois muitas vezes estes não vêem importância no ganho ou perde de alguns segundos por operações.

1.2 Objetivos

Os objetivos do trabalho foram convenientemente divididos em geral e específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

Buscar e estudar métodos de trabalho para redução nos tempos de *setup* da Thornol, utilizando a metodologia SMED, para que as máquinas fiquem o menor tempo possível sem operar durante a troca de produção de um produto para outro, tornando-a mais competente em relação ao seu prazo de entrega e diminuindo seus custos de produção.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Medir os tempos de *setup* da Thornol;
2. Analisar os tempos através de filmagens;
3. Propor, implantar e analisar melhorias;

1.4 Organização do Trabalho

O presente capítulo apresentou a introdução , justificativa, e delimitação do problema, assim como os objetivos a serem alcançados com o desenvolvimento do projeto.

O capítulo 2 aborda o referencial teórico apresentar conceitos de tempos de *setup*, metodologia SMED, manufatura enxuta e diagramas de causa e efeito.

O capítulo 3 destaca a metodologia utilizada para realizar o estudo.

O capítulo 4 apresenta o desenvolvimento do estudo, sendo dividido em resultados obtidos, propostas de melhorias e análise dos resultados.

O quinto e último capítulo aborda as conclusões do estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem por objetivo apresentar os fundamentos teóricos que servem de base para estruturação da pesquisa. Dado o objetivo que este trabalho pretende desenvolver, o presente capítulo foi estruturado em: tempo de *setup*, SMED, diagrama de causa e efeito e manufatura enxuta.

2.1 Tempos de Setup

Antes de aplicar o estudo faz-se necessário compreendermos todos os fatores que abrangem o tempo de *setup*, bem como suas delimitações, características, divisões, tornando-se então, mais simples propor melhorias que visam diminuí-lo.

Segundo Yamashina (1987, p.44),

“O tempo de *setup* consiste no tempo decorrente do momento em que a máquina interrompe a sua operação precedente até o início da produção subsequente, com qualidade apropriada, incluindo o tempo consumido para a mudança de linha e ajustes necessários.”

Pode-se afirmar que o tempo de *setup* é o tempo em que uma máquina está sofrendo alterações entre a produção de um produto ou serviço a outro, e este tempo é originado nas decisões do processo, de modo análogo ao tempo de processamento (RITZMAN, 2004).

A busca da redução de tempo deve ser constante, pois as demandas do mix do produto mudam dinamicamente, portanto é essencial que o tempo alcançado seja o menor possível (OSHI, 1995).

De acordo com Tubino (1999, p.113), “Os tempos gastos com espera não agregam valores aos produtos e devem, por princípio, serem eliminados.”

Ainda segundo Tubino (1999, p.116), afirma que, o tempo de *setup*,

“Convencionalmente, trata-se o tempo gasto com a preparação dos recursos, ou *setup*, como algo indesejável, porém, intrinsecamente, necessário ao processo produtivo. Os altos tempos (e custo) de *setup* são então diluídos pelo tamanho do

lote, dentro do conceito convencional de lote econômico, gerando tamanhos grandes de lotes.”

Desta forma, não é sempre compatível com a demanda flexível exigida pelo mercado cada vez mais exigente. O tempo de *setup* é dividido em duas frentes segundo SHINGO (1996):

- Tempo de *setup* interno – é o tempo em que o *setup* pode ser realizado apenas quando a máquina não está realizando nenhuma operação. Um exemplo a ser considerado é a troca da matriz de uma prensa;
- Tempo de *setup* externo – é o tempo de preparação da máquina para a produção de um novo produto sem que ela pare de produzir. Pode-se citar como exemplo, a organização de novas matrizes, a serem utilizadas posteriormente, para perto do operador, para que este não precise se levantar do seu posto de trabalho e sair à procura da nova ferramenta.

Segundo Shingo (1996), o tempo de *setup* pode ser dividido em apenas quatro etapas, na figura 1 são apresentadas as etapas e a ocupação das mesmas no tempo de *setup*.

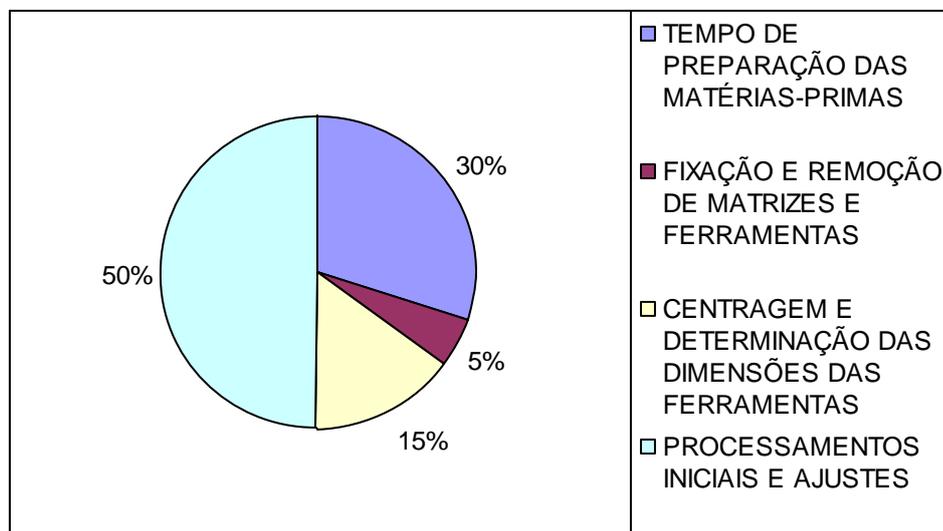


Figura 1: Comparativo do tempo de *setup*

Fonte: Shingo adaptado pelo autor

A sensação de melhoria na realização de um *setup*, realizando-o de uma forma melhor, a um menor custo, é vital para o sucesso de uma equipe e do projeto inicial. Não se deve

negligenciar os operadores, e sim incluí-los no projeto, mantendo uma rotatividade entre eles. Eles provavelmente sabem melhor do que qualquer um como eliminar o tempo de *setup* em seu trabalho (BLACK, 1998).

Dentre as inúmeras metodologias que visam reduzir o tempo de *setup*, a metodologia SMED é considerada uma referência no assunto, e, por isso, escolhida como a ferramenta para este estudo.

2.2 SMED (Single Minute Exchange of dies)

Segundo SHINGO (1983) a metodologia SMED, considerada como uma das principais ferramentas para redução do tempo de *setup*, procura obter sempre uma melhoria em reduções do mesmo, até mesmo uma montadora de carros, que envolve um processo mais complexo, podendo reduzi-lo em apenas um dígito de minuto.

Podemos dizer que o grande precursor da ferramenta SMED foi Shigeo Shingo, famoso engenheiro e consultor, surgindo nos anos 70, a partir da dificuldade das montadoras em se adaptar a um mercado com pouca demanda de diversos produtos.

Shingo conta que seu primeiro insight aconteceu durante uma visita a fábrica de Toyo Kogyo em 1950. A fábrica estava passando por problemas produtivos, não supria a demanda de produção nas prensas e não possuía recursos para investir em novos maquinários. Shingo se dispôs a acompanhar de perto a produção, com a finalidade de averiguar se investimentos seriam realmente indispensáveis. Após observar durante três dias ele observou um fato inusitado. Ao trocar a matriz da prensa para a produção de um novo lote, o operador sumiu por aproximadamente uma hora, reaparecendo então com uma nova matriz. Shingo então o questionou se a procura demorada por uma nova matriz ocorria freqüentemente, e obteve como resposta: “Não posso dizer freqüentemente, apenas às vezes”. Foi então que Shingo percebeu que o tempo de *setup* era dividido em *setup* externo e interno e a metodologia SMED deu seu primeiro passo (SHINGO, 1983).

A metodologia SMED, assim como inúmeras ferramentas de suporte empresariais, não se trata apenas de tomar uma decisão e optar por sua implantação, mas sim contar com a

compreensão e o envolvimento de todos. Segundo Monden (1984, p.43), “Ela é um conceito que requer alterações nas atitudes de todo o pessoal da fábrica”.

Pode-se dividir o SMED em três estágios, que são eles:

2.2.1 Estágios SMED

2.2.1.1 Primeiro estágio - separar *setup* interno e *setup* externo

Neste estágio é aconselhado o uso de uma checklist, que deve constar todas as partes e passos requisitados em uma operação. Esta lista deve incluir: nome, especificações, números de lâminas ou ferramentas, pressão e temperatura, números de dimensões e medidas da operação(Shingo, 1983).

Com base nessa lista, deve ser refeita uma análise, para que não ocorram erros nas condições de operações. Realizando estes procedimentos primordialmente, muitos erros, consumo desnecessário de tempo e execução de testes podem ser evitados(Shingo, 1983).

Além da lista, é recomendado o uso de uma mesa de suporte ao *setup*, onde devem se encontrar todos os desenhos das partes e ferramentas requeridas pelo *setup*. A mesa de suporte permitirá um apoio visual ao realizador do *setup*, para que o mesmo possa saber se está faltando alguma ferramenta antes do início do *setup* interno(Shingo, 1983).

A mesa de suporte e a checklist dirá em que condição devem estar preparados os novos materiais, porém, ainda é necessário mais uma ferramenta de auxílio. Uma verificação de performance, que nos alertará se o material removido precisará de uma manutenção, para que não ocorram problemas durante a realização de um próximo *setup* (Shingo, 1983).

2.2.1.2 Segundo estágio – converter *setup* interno em *setup* externo

Segundo Shingo (1983), o primeiro passo para converter as operações de *setup* é preparar as condições de operações previamente. Pode-se citar como exemplo uma tentativa de encaixe dependente de aquecimento: tentativas de encaixes são geralmente concebidas como parte do *setup* interno das ferramentas de moldagem. Ferramentas frias são ligadas a máquina e gradualmente aquecidas para a temperatura apropriada através de injeção de metal derretido.

A primeira moldagem está sendo feita, e quando o material injetado durante o processo de aquecimento produzir moldagens defeituosas, os itens da primeira montagem precisarão ser refeitos. No entanto, se um aquecedor a gás ou aquecedor elétrico for usado para pré-aquecer o molde, boas montagens serão resultadas e o tempo de *setup* sofrerá um corte de aproximadamente trinta minutos.

2.2.1.3 Terceiro estágio – simplificar todos os aspectos das operações de *setup*

Após a realização dos dois primeiros estágios, pode-se eliminar ajustes em operações de *setup* elementares. Melhorias no armazenamento e no transporte de ferramentas e matrizes podem contribuir para a simplificação das operações do *setup*, no entanto apenas eles mesmos não são suficientes (Shingo, 1983).

No caso de uma matriz de médio porte para prensa, um equipamento avançado é recomendado para o transporte e o armazenamento, além de uma entrada na prensa que elimine ajustes nas três dimensões, tornando a operação “ajeitar” na operação “encaixar”, economizando, portanto, o tempo, e facilitando o trabalho do operado. No entanto a empresa necessitará de investimentos.

Ainda segundo o mesmo autor (Shingo, 1983), além dos três estágios básicos, a implantação do SMED tem como *feedback* oito técnicas, desenvolvidas com a finalidade da busca pela melhoria contínua da operação de *setup*, são eles :

1. Separações de operações de *setup* internas e externas – operação inicialmente simples, mas que além de apresentar reduções expressivas no tempo, é a base para outras técnicas;
2. Converter *setup* interno em *setup* externo – essa conversação não deve cessar nunca, buscando sempre reavaliações do que pode ou não ser transformado em *setup* externo;
3. Padronizar a função, não a forma- busca não limitar as matrizes da empresa, e sim padronizar a função que uniformiza as peças necessárias para a realização do *setup*;
4. Utilizar grampos funcionais, eliminar grampos- tornar as ferramentas utilizadas mais funcionais para a função da troca, como por exemplo substituir um parafuso com

quinze voltas, para um de apenas duas voltas, tornando-o uma ferramenta funcional, e sem o desperdício de tempo causado pela remoção das outras treze voltas;

5. Usar dispositivos intermediários - a utilização de dispositivos intermediários visa auxiliar a troca de peças de um produto a ser produzido a outro, convertendo tempo de *setup* interno em externo;
6. Adotar operações paralelas – visa deslocar um operador para auxiliar o ajuste da máquina, e mesmo que a fábrica perca em horas homem de trabalho, ganharia em bastante em horas máquina de trabalho;
7. Eliminar ajustes – ajustes que são considerados inevitáveis, podem ser eliminados se um padrão for empregado para determinar com precisão;
8. Mecanização – a mecanização requer um planejamento cuidadoso, pois o investimento pode não trazer redução de tempo suficiente a fim de compensá-lo.

Os efeitos gerados pela aplicação do SMED vão além da redução do tempo de *setup*. Dentre outras, as conseqüências são a capacidade produtiva da máquina, a eliminação de erros durante o *setup*, melhoria na qualidade, aumento de segurança (um *setup* mais simples é conseqüentemente um *setup* mais seguro), uma otimização de espaço na indústria (a padronização gera uma redução no número de ferramentas necessárias), preferência do operador (já que com a simplificação do *setup* e sua rapidez, não há razões para evitá-lo), mudanças de atitudes nos operadores, tornando-os mais envolvidos e satisfeitos.

2.3 Diagrama de causa-efeito

O diagrama de causa-efeito, ou diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta de qualidade que se mostra muito útil para uma redução contínua do tempo de *setup*. Através desta ferramenta pode-se identificar as possíveis causas que estejam influenciando negativamente na troca de ferramentas através de uma divisão de grupos pré-definidos.

O controle de processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o presidente até os operadores. O primeiro passo no entendimento do controle de processo é a compreensão do relacionamento causa-efeito. Sempre que algo ocorre (efeito) existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado. Sabendo da importância da

separação das causas de seus efeitos no gerenciamento, e conhecendo também, a tendência que temos de confundi-las, os japoneses criaram o “diagrama de causa-efeito” (CAMPOS, 2004)

O diagrama possui o formato de uma espinha de peixe (nome o qual o diagrama também é conhecido), dividindo-se em uma linha central e outras seis linhas que a cortam diagonalmente. Cada uma dessas linhas indica um grupo onde possíveis causas podem ser encontradas, sendo eles: mão-de-obra, método, medida, meio-ambiente, matéria-prima e máquina. A figura 2 representa um diagrama de causa-efeito:

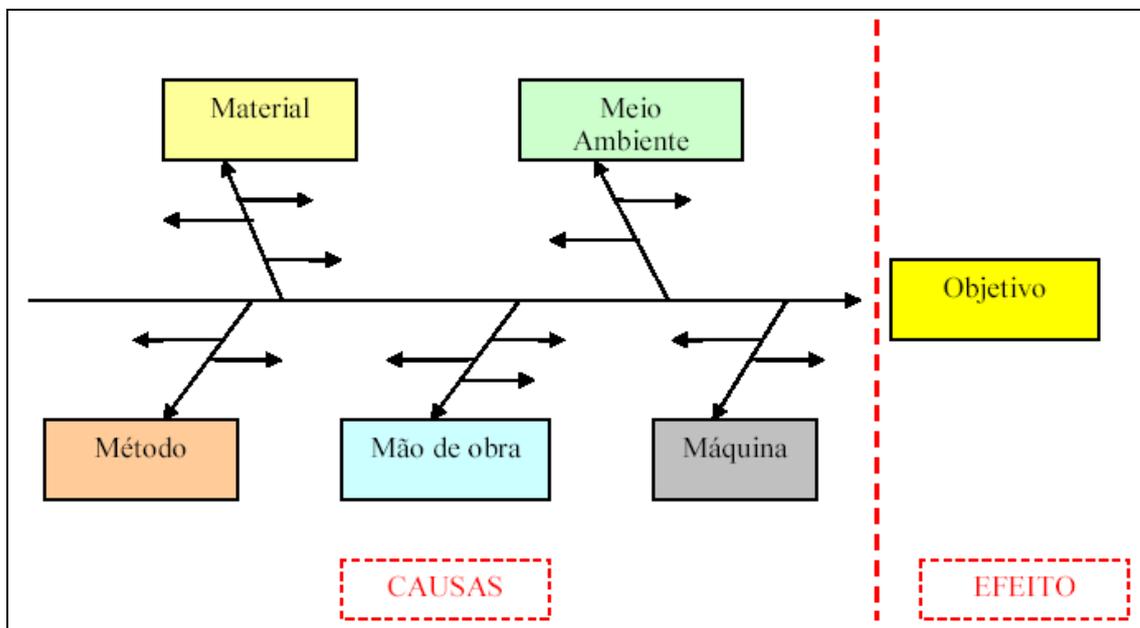


Figura 2: Diagrama Causa-Efeito

Fonte : http://www.portaladm.adm.br/fg/fg11_arquivos/fg11.h2.gif

O diagrama causa-efeito pode ser dividido em cinco etapas, que consistem em determinar o problema estudado, efeito, no caso a redução do tempo de *setup*, construir o diagrama, relatar no diagrama as possíveis causas, analisá-lo o diagrama identificando as causas do efeito estudado, e por fim corrigir o problema (CAUCHICK, 2001).

Os gráficos de Ishikawa se mostram eficientes, pois contém implicitamente neles algumas respostas às nossas perguntas na busca pelas causas das adversidades das empresas (SLACK, 1996).

A forma com que o diagrama se apresenta acarreta em:

[...] ficam assim, ilustradas o conjunto de elementos principais da fase do processo sob estudo (por exemplo, causas básicas de um defeito) e os elementos que contribuem para sua formação (por exemplo causas secundárias que conduzem às essenciais). Essa estrutura pode ser usada para eliminar causas que influenciam negativamente o processo, ou, para intensificar elementos que afetem de forma positiva um conjunto de operações. (PALADINI, 2001, P.239).

De acordo com Werkema (1995), a elaboração de um diagrama de causa e efeito deve ocorrer na forma de um “*brainstorm*”, onde a participação do maior número de pessoas envolvidas no processo a ser analisado é um fator imprescindível. Os procedimentos especificados abaixo são considerados etapas que devem ser seguidas como regra para a construção deste diagrama:

1. Definir a característica da qualidade ou o problema a ser analisado (destacar qual será o efeito analisado, e escrevê-lo em um retângulo ao lado direito de uma folha de papel, traçando a espinha dorsal direcionada da esquerda para direita, até que a mesma se encontre com o retângulo;
2. Relacionar dentro dos retângulos quais são as causas primárias que desencadeiam o efeito definido no item anterior;
3. Relacionar dentro de retângulos menores, que se encontrarão abaixo do retângulo proposto no item anterior, quais são as causas secundárias que levam à causa primária;
4. Relacionar em retângulos ainda menores as causas terciárias que afetam as causas secundárias;
5. Identificar no diagrama elaborado quais os fatores que influenciam mais intensamente e freqüentemente o efeito analisado;
6. Registrar outras informações importantes que devem constar no diagrama, bem como o título, a data de elaboração do diagrama e os responsáveis pelo mesmo.

Além de padronizar este procedimento, algumas recomendações aumentam a eficiência do diagrama de causa e efeito. Dentre elas, podemos citar a definição do efeito do processo da forma mais clara possível, a construção de um diagrama diferente para cada efeito analisado, o estabelecimento da importância de cada causa relacionada a partir de uma base de dados e a escolha de causas e efeitos mensuráveis (WERKEMA, 1995).

Os diagramas de causa e efeito nos permitem identificar causas no processo, cujo efeito implica em desperdícios, sejam eles materiais ou mensuráveis em tempo. A correção de "causas" desta natureza leva a empresa a uma aproximação de manufatura enxuta.

2.4 Manufatura enxuta

A palavra enxuta significa ágil, sem gorduras. Geralmente associados à produção em massa japonesa, a manufatura enxuta tem como princípios fundamentais o foco no cliente, o trabalho em equipe, o uso racional dos recursos, a eliminação das perdas e a melhoria contínua. O objetivo da manufatura enxuta é produzir uma ampla variedade de produtos com características específicas em um curto espaço de tempo (RAGO, 2003).

A manufatura enxuta iniciou-se no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, quando os japoneses decidiram combater o desemprego através da industrialização. Eles adotaram uma política industrial baseada em uma produção flexível, eliminando desperdícios como o tempo de *setup*, que nesta nova filosofia japonesa tendeu a ser eliminada ou reduzida (BLACK, 1998).

Segundo WOMACK; JONES; ROOS (1992), durante um longo período, no início do século passado, acreditava-se que a produção em forma de grandes lotes minimizasse os custos de produção, e tinha-se como grande referência da eficiência desta metodologia de produção, a Ford e seu inovador, para a época, sistema de produção de veículos em massa.

A eliminação total de desperdícios é à base da produção enxuta, então, como consequência, a sincronização da produção é praticada com rigidez, e a flutuação, ou variação inesperada no processo produtivo, é nivelada ou suavizada. Os tamanhos dos lotes são diminuídos e o fluxo contínuo de um item em grande quantidade é evitado (OHNO, 1997).

A manufatura enxuta contemporânea atingiu atualmente um patamar oposto ao que se encontrava. Vista anteriormente como um setor de “obrigação” dentro da empresa, passou a ser vista como um setor apto a proporcionar vantagens competitivas sustentadas através da excelência em suas práticas, tendo em vista que a concorrência se dá hoje por fatores como produtos sem defeitos, confiáveis, e de entrega rápida, portanto diretamente proporcionais à eficiência da manufatura (CORRÊA, 1993).

Segundo BLAXILL & HOUT (1991), considerando-se apenas a visão da fábrica, pode-se afirmar que somente através de processos de manufatura controlados, sincronizados e integrados, as empresas podem ter custos baixos e serem viáveis economicamente. Entende-se por processos controlados e integrados, processos com alta qualidade, melhor tempo de ciclo, bem entendidos, sob controle e suficientemente flexíveis.

A manufatura enxuta se preocupa em reduzir os custos de produção, eliminando principalmente operações que não agregam valor ao produto, como por exemplo, o tempo de *setup*, permitindo à empresa atender rapidamente os pedidos de seus clientes com preço competitivo e produtos de qualidade. Segundo MISHINA (1995), os objetivos da empresa japonesa Toyota sempre foram produzir veículos para atender às diversas preferências de clientes, sem problemas de qualidade e também entregar veículos por um preço competitivo no momento exato.

Segundo OHNO (1997), os dois pilares que tornam o sistema Toyota de Produção sustentável são a automação e o *just-in-time*. Equipamentos do padrão Toyota de produção devem além de começar a funcionar rapidamente, parar rapidamente, pois é primordial a total eliminação de desperdícios, de inconsistência, e de excessos. Portanto, é essencial que qualquer equipamento para imediatamente se houver qualquer possibilidade de defeitos. Já o *just-in-time*, segundo pilar, propõe uma filosofia de "estoque zero", e se encaixa na manufatura enxuta proposta pelo Sistema Toyota de produção por exigir justamente uma produção flexível e sem perdas.

Para Monden (1984, p.4),

“O ponto mais difícil na promoção da produção nivelada é a preparação. Em um processo de estamperia, por exemplo, o bom senso diz que a redução de custos pode ser obtido através da utilização contínua de um tipo de estampo, permitindo o maior tamanho do lote e a redução de custos de preparação. Porém, nesta situação, onde o processo final tem sua média de produção e redução dos estoques entre a prensa e sua subsequente linha de alimentação, o departamento de prensas, como um processo pendente, deve produzir freqüentemente com rápidas preparações, o que significa alterações de tipos de estampos para a estampagem correspondente a uma grande variedade de produtos a cada retirada freqüente pelo processo subsequente”.

Tendo em vista cada vez mais uma produção na forma de manufatura enxuta, o estudo usufruirá em seu desenvolvimento das ferramentas diagrama de causa e efeito e SMED para reduzir o tempo de *setup*.

3 METODOLOGIA

O estudo se iniciará através de uma coleta de dados obtida pela filmagem das operações de *setup* realizadas na empresa. Estas filmagens foram transmitidas para o computador onde as análises serão feitas. O foco das filmagens não será apenas os movimentos e ajustes realizados pelo operador, mas também as interferências externas como diálogos desnecessários, movimentações que poderiam ter sido evitadas e todos os aspectos que possam interferir no rendimento do *setup*, com a finalidade de buscar uma padronização para o mesmo, obtendo então uma redução significativa de tempo.

Após a coleta de dados, foi iniciado então o processo de implantação do SMED. Primeiramente, o engenheiro responsável pela implementação deve comprometer a alta diretoria do programa, pois eles são os facilitadores do projeto, e, sem o seu consentimento não será possível a conclusão do trabalho.

O segundo passo é definir a equipe envolvida no estudo, que contará com a presença de representantes do setor de compras, Rh, engenharia, e indispensavelmente o operador que opera a máquina aonde será realizado o estudo.

Tendo formada a equipe, o próximo passo é o compartilhamento de informações sobre o projeto. Nessa etapa será fundamental que o embasamento teórico da engenharia em nível de *setup* seja compartilhado com toda a equipe, a partir de treinamentos e demonstrações.

A máquina escolhida para a realização do estudo será aquela que apresente perante uma análise a menor produtividade, neste estudo a prensa Hidralmac 110t, pois eventuais testes interferirão menos na produtividade final da fábrica, e, além disso, o fato da máquina ter sido apontada como a de menor produtividade pode significar erros na metodologia de operação do equipamento, incluindo também a sua operação de *setup*.

A partir dessa etapa foi aplicada a fundamentação teórica do estudo, que usará como referencia os três estágios de melhorias no *setup* propostos pela metodologia SMED, sendo eles:

- Separar *setup* interno e *setup* externo – classificarmos, com um auxílio de uma checklist, quais operações estão sendo realizadas em nível de *setup* com a máquina produzindo, e quais operações estão sendo realizadas com a máquina parada. É fundamental a divisão de todas as operações no maior número possível, para que essas possam ser analisadas mais precisamente, visando atender as suas particularidades sem desperdiçar um tempo em comum;
- Convertendo *setup* interno em *setup* externo – analisar quais etapas do *setup* podem ser realizadas com durante a produção realizada anteriormente ao *setup*. Nesta etapa é fundamental que os paradigmas de *setup* interno sejam quebrados, pois muitas vezes os responsáveis pelo *setup* tendem a adotar como *setup* interno algumas operações que sempre realizaram durante o *setup* interno. Para atingir esse objetivo é necessário analisarmos diversas vezes as operações que classificamos como *setup* interno;
- Simplificando todos os aspectos de uma operação de *setup* – aplicando-se as técnicas descritas por Shingo, propor melhorias visando a simplificação e a padronização de operações de *setup*, eliminando ajustes, simplificando fixações, adotando fixações paralelas, usando grampos funcionais, dispositivos intermediários e mecanizando o processo.

Os dados obtidos para o estudo foram retirados de todo o setor de estamperia, porém, foram elaboradas tabelas apenas para a prensa Hidralmac 110t, para efeito de melhor comparação entre os resultados.

Todas as tabelas presentes no estudo foram elaboradas pelo autor.

4 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do estudo será constituído de obtenção de dados, análise de dados, identificação de erros, proposta de melhorias, análise de propostas de melhorias e confronto de dados obtidos antes e após as melhorias propostas.

Na figura 3 o operador da Thornol aparece realizando os últimos ajustes para liberar a máquina para produção.

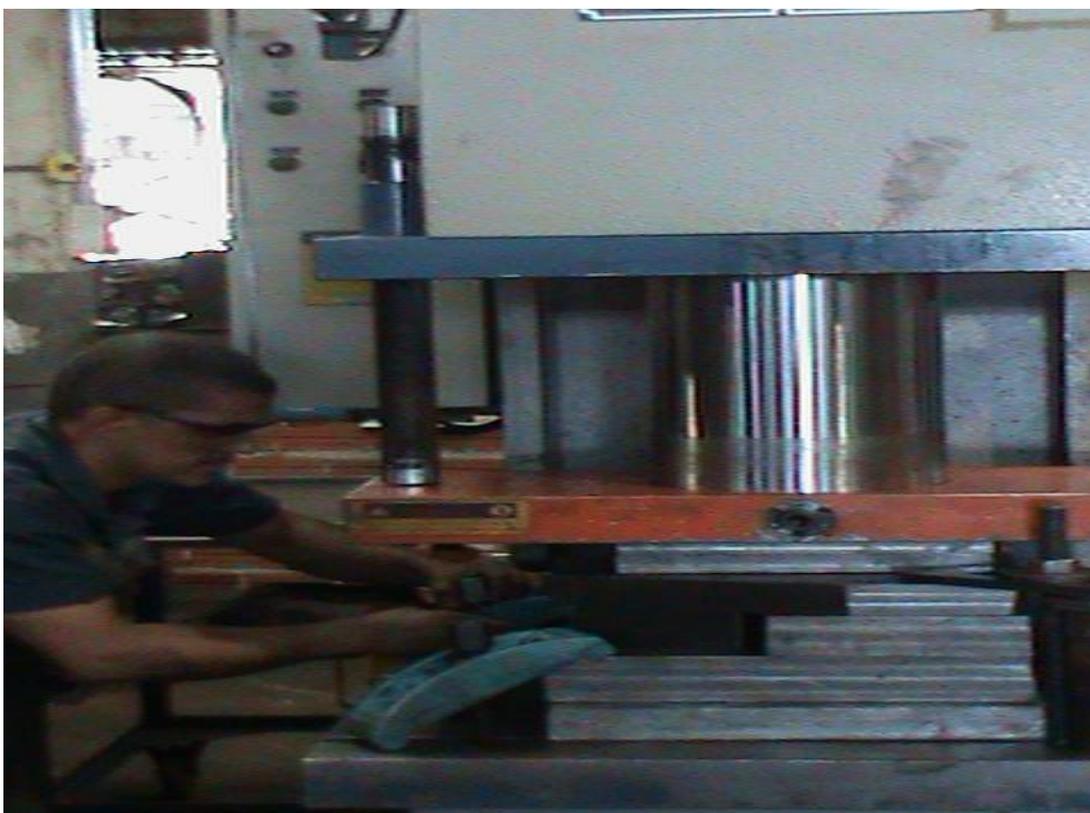


Figura 3: Operador realizando *setup*

4.1 Resultados obtidos:

Após a captação das imagens através da câmera os dados obtidos foram computados em uma planilha eletrônica, tomando à devida preocupação de detalhar o máximo possível as operações do operador. Através das tabelas elaboradas torna-se mais fácil distinguir os *setups* internos e externos (inseridos no campo “tipo” da mesma). Nas tabelas são citados carros-

auxílio e carros-ferramenta, que se diferenciam pelo fato de o primeiro alocar a nova ferramenta utilizada no processo (citada nas tabelas como matriz), e o segundo as ferramentas utilizadas durante a troca. As tabelas também se referem a “operador um” como o operador que está realizando o *setup*, e “operador dois” como o operador que está aguardando para produzir o próximo lote. Os tempos indicados na tabela ao lado de algumas das operações fazem menção ao tempo decorrido de *setup* antes daquela operação ser realizada.

A Figura 4 mostra uma parte do setor da estamparia da empresa, atualmente o setor onde o *setup* se encontra em situação mais crítica, e, portanto, o foco do estudo.



Figura 4: Setor de estamparia da empresa, onde se encontram prensas de até 500T

Na tabela 1 podemos identificar que o operador responsável pelo *setup* ainda não havia aproximado o próximo lote a ser produzido da máquina onde a produção aconteceria, além de precisar substituir a matriz na ferramentaria, procurar itens de auxílio ao *setup*, inclusive no setor de solda que se encontra distante do setor de estamparia, após a máquina parar de produzir.

Tabela 1 : Setup 1 Hidraumac 110T

ESTUDO DE SETUP			
Item anterior:	2452-0	Item:	1527-0
Ferramenta Ant.	1.303.002	Ferramenta:	1.302.012
Lote Anterior:	450	Lote:	200
OP Anterior:	21273	OP:	21298
Máquina:	Hidraumac 110 t	Operador do Setup:	Y
Hora Inicial:	14:05	Hora Inicial:	14:37

Tempo	Tipo	Roteiro Setup
00:00:00		Início do Setup
	Ext.	Operador um buscou carregador para levar lote
01:21:45	Ext.	Deixou lote a 10 m distancia (Prox. a outra prensa)
	Ext.	Buscou carro-auxílio
	Ext.	Buscou carrinho de ferramentas
	Int.	Soltou porca do pistão da prensa
02:27:86	Int.	Desregulou prensa em regulagem lateral
	Int.	Soltou porcas do apoio da matriz
	Int.	Colocou matriz no carro-auxílio
	Ext.	Deslocou-se com o carro-auxílio até a ferramentaria
03:50:71	Ext.	Dispôs a ferramenta
	Ext.	Pegou nova matriz
	Ext.	Colocou no carrinho
04:48:80	Ext.	Levou-o até próximo a máquina
	Ext.	Saiu (foi no setor de solda)
	Ext.	Voltou com item para teste
06:53:23	Ext.	Buscou pulsão na ferramentaria
	Ext.	Pegou chave no carrinho de ferramentas
	Ext.	Soltou pulsão
	Ext.	Substituiu miolo do pulsão
	Ext.	Fechou ferramenta
16:51:92	Int.	Regulou matriz
	Int.	Posicionou matriz na máquina
	Int.	Regulou matriz com p pistão da máquina
19:04:10	Int.	Apertou parafuso do pistão da máquina
20:14:53	Int.	Apertou parafuso do apoio da matriz
	Int.	Regulou lateral da prensa
	Int.	Testou percurso do pistão
	Int.	Regulou lateral novamente
	Int.	Posicionou item teste
	Int.	Esperou PT da máquina
	Int.	Regulou matriz e lateral máquina
21:18:49	Int.	Operador um disse: "Pronto!"
	Int.	Conferiu com outro operador
	Ext.	Pegou a paleteira para aproximar o lote a ser produzido
24:20:17	Ext.	Posicionou o lote
	Ext.	Separou uma parte do lote em cima de uma bancada
	Int.	Lubrificou pistão da máquina
	Int.	Testou com mais uma peça
	Int.	Limpou máquina e bancada

	Int.	Chamou o operador dois
	Int.	Arrumou Cadeira
29:18:62	Int.	Iniciou-se a produção
	TEMPO TOTAL:	29min18s62"

Através da tabela 2 podemos observar um caso onde o setup não é aproveitado, pois o lote proposto não poderia ser produzido naquele momento. Neste caso fica claro como a falta de troca de informações pode gerar esse tipo de situação, ocasionando em um setup não aproveitado, e conseqüentemente, desperdício total de tempo produtivo para a empresa.

Tabela 2: Setup 2 Hidraumac 110T

ESTUDO DE SETUP			
Item anterior:	1317-0	Item:	2412-0
Lote Anterior:	1250	Lote:	80
OP Anterior:	20351	OP:	20442
Máquina:	Hidraumac 110 t.	Operador do Setup:	X
Hora Inicial:	15:00	Hora Término:	15:17

Tempo	Tipo	Roteiro Setup
00:00:00	Ext.	Operador um puxou o carrinho de ferramentas (próximo da máquina)
	Ext.	Puxou o carro-auxílio
	Int.	Soltou parafusos da matriz anterior
	Int.	Desencaixou a matriz
01:55:43	Int.	Retirou a matriz (colocou de lado - na máquina)
	Ext.	Deslocou-se até as prateleiras de matrizes com o carro-auxílio
	Ext.	Colocou a outra matriz no carrinho
	Ext.	Trouxe (carrinho + matriz nova) até próximo da máquina
	Int.	Colocou a matriz antiga no carro-auxílio e a matriz nova na máquina
	Int.	Centralizou o eixo da matriz na máquina
	Int.	Regulou posicionamento da matriz
	Int.	Apertou os parafusos
	Ext.	Guardou as ferramentas no carrinho de ferramentas
	Int.	Regulou máquina em regulagem lateral
07:12:45	Int.	(PARALELAMENTE: A operadora dois trouxe algumas peças para teste)
07:33:44	Int.	Posicionou peça para primeiro teste
		Operador um disse "acabei"
	Ext.	Operador dois empurrou carrinho de ferramentas para lado oposto a máquina
	Ext.	Operador um e dois conversaram
09:14:03	Ext.	Operador dois foi chamar o líder do setor
13:36:58	Ext.	Líder do setor chegou ao local, e após conversa entre os três, foi constatado que
13:36:58	Ext.	Líder do setor chegou ao local, e após conversa entre os três, foi constatado que a peça não poderia ser produzida naquele momento

TEMPO TOTAL:	13:36:58
---------------------	-----------------

A tabela 3 apresenta dados de um setup relativamente rápido, que foi, entretanto, atrasado em cerca de 100% (tendo em vista que a troca de ferramentas se deu em aproximadamente oito minutos, e, devido ao descuido de não posicionar o próximo lote ao lado da máquina antes da realização do *setup*, a operadora só iniciou sua produção aproximadamente dezessete minutos após o início do *setup*). Além disso, vale destacar que o realizador do *setup* não havia posicionado a nova ferramenta ao lado da máquina, e desta forma, acrescentando tempo ao *setup* interno.

Tabela 3: Setup 3 Hidraumac 110T

ESTUDO DE SETUP			
Item anterior:	0015-0	Item:	2250-0
Lote Anterior:	120	Lote:	400
OP Anterior:	23945	OP:	24010
Máquina:	Hidraumac 110 t.	Operador do Setup:	X
Hora Inicial:	15:21	Hora Término:	15:38

Tempo	Tipo	Roteiro Setup
00:00:00		Início do setup
	Ext.	Operador um puxou carro-ferramenta
	Int.	Soltou as porcas
	Int.	Desregulou máquina na lateral
	Ext.	Puxou carro-auxílio
	Int.	Removeu e dispôs a matriz anterior no carro – auxílio
	Ext.	Pegou (no braço) a nova matriz e deslocou-se até bancada lado oposto a máquina
	Ext.	Preparou a matriz
02:12:48	Ext.	Puxou o carro-auxílio até o lado oposto
	Ext.	Posicionou a matriz (nova) e uma base no carrinho
	Ext.	Levou carrinho até a máquina
	Int.	Posicionou base na máquina
	Int.	Regulou máquina na lateral
		(PARALELAMENTE: Operador dois trouxe uma caixa vazia para dispor peças prontas)
	Int.	Posicionou a matriz (nova)
	Int.	Centralizou o eixo da matriz na máquina
	Int.	Regulou posicionamento da matriz
03:09:32	Int.	Apertou parafusos
	Int.	Regulou máquina na lateral novamente
	Int.	Pegou uma peça de teste (ao lado da máquina)
	Int.	Testou

	Int.	Regulou novamente
	Int.	Pegou nova peça para teste
	Int.	Testou
	Int.	Regulou mais uma vez
	Int.	Testou novamente, desta vez aprovando
07:55:10	Ext.	Saiu a procura da empilhadeira para transportar as peças a serem produzidas para perto da máquina
	Ext.	Operador da empilhadeira estava realizando outra atividade
12:25:17	Ext.	Após a espera de alguns minutos o operador da empilhadeira chegou ao local
	Ext.	Operador da empilhadeira transportou as peças para perto da máquina
15:01:32	Ext.	Operador dois sentou-se em frente à máquina
16:43:09	Int.	Operador dois lubrificou para facilitar na remoção do produto pronto

TEMPO TOTAL:	16:43:09
---------------------	-----------------

Analisando a tabela 4, podemos concluir que, novamente, setups externos interferiram com uma grande proporção no tempo total de *setup*. Os reparos realizados na ferramentaria, e também a procura pela nova matriz ocorreram durante o *setup* interno, agregando um tempo significativo no mesmo.

Tabela 4: Setup 4 Hidraumac 110T

ESTUDO DE SETUP			
Item anterior:	0015-0	Item:	2400-0
Lote Anterior:	300	Lote:	110
OP Anterior:	21997	OP:	22014
Máquina:	Hidraumac 110 t	Operador do Setup:	Y
Hora Inicial:	9:14	Hora Término:	9:45

Tempo	Tipo	Roteiro Setup
00:00:00		Operador um buscou carro - auxilio, posicionando-o perto da máquina
00:00:48	Int.	Começou a retirar a matriz previamente utilizada da máquina
2:58:27	Int.	Soltou matriz da máquina, posicionando-a em cima do carro - auxilio
	Ext.	Levou o carro-auxílio à prateleira onde são alocadas as matrizes
	Ext.	Guardou a Matriz que estava sendo utilizada previamente na prateleira
6:02:87	Ext.	Procurou a nova matriz a ser utilizada e posicionou-a no carro - auxílio
	Ext.	Levou o carro-auxílio à máquina onde estava sendo realizado o setup
	Int.	Colocou a nova matriz na máquina
	Int.	Centralizou o eixo da matriz na máquina
	Int.	Regulou posicionamento da matriz
	Int.	Apertou os parafusos
11:17:99	Int.	Realizou um teste utilizando uma peça do próximo lote

	Int.	Regulou novamente o posicionamento da matriz	
	Int.	Realizou um novo teste	
14:03:28	Ext.	Soltou os parafusos, retirou a matriz da máquina, posicionando-a no carro-auxílio	
	Ext.	Levou a matriz à ferramentaria	
18:12:47	Ext.	Esperou alguns minutos pelo responsável da ferramentaria	
21:04:78	Ext.	O responsável pela ferramentaria chegou e realizou reparos na matriz	
	Ext.	O operador um posicionou-a novamente no carro-auxílio	
22:58:59	Ext.	Levou-a à máquina	
	Ext.	Colocou a nova matriz na máquina	
	Ext.	Centralizou o eixo da matriz na máquina	
	Ext.	Regulou posicionamento da matriz	
26:07:12	Ext.	Apertou os parafusos	
	Ext.	Realizou um novo teste	
	Ext.	Saiu a procura de um paquímetro	
	Ext.	Verificou medidas com o paquímetro	
28:40:61		Liberou o uso da máquina	

TEMPO TOTAL:	28:40:61
---------------------	----------

Vale destacar que esta análise foi feita com a máquina fora de funcionamento, ou seja, durante o tempo interno de *setup*, e não deveriam constar nas mesmas as operações que poderiam ser realizadas durante o *setup* externo da máquina.

Na figura 5 é ilustrado a prensa Hidraumac 110 t, fonte da maioria das análises de *setup* do estudo.



Figura 5 : Operador produzindo um lote na prensa Hidraumac 110 t

4.1.1 Análise dos resultados iniciais:

Os resultados iniciais recolhidos após análises dos vídeos obtidos nas filmagens estavam bem abaixo do esperado. Os operadores responsáveis pelo *setup* claramente nunca haviam sido instruídos sobre *setup* interno e *setup* externo. A grande maioria das operações de *setup* se iniciavam apenas após o término de um lote, ou seja, o operador produzia a última peça, e então saía à procura do responsável pelo *setup*, que em algumas vezes não se encontrava no setor onde a troca se fazia necessária.

A operação de deslocamento da próxima ferramenta a ser utilizada para o posto de trabalho atualmente, bem como todas as outras operações de *setup* da Thornol, é realizada durante o *setup* interno. Muitas vezes este deslocamento causa mais empecilhos do que o previsto, pois

às vezes a ferramenta é muito pesada para o responsável por sua substituição puxá-la sozinho da prateleira onde ela fica armazenada. Outra situação bastante comum é a procura pela ferramenta se prolongar durante alguns minutos.

Na Figura 6, pode-se observar as ferramentas utilizadas no setor de estamparia da Thornol. Nota-se que a maioria delas são pesadas, e por isso faz-se necessário mais de um operador mais de um operador para dispô-la sobre o carro-auxílio, aumentando então, o tempo de *setup*, que neste caso, equivocadamente, é o interno.



Figura 6: Prateleiras onde são alocadas as ferramentas utilizadas no setor de estamparia da Thornol

Em alguns casos nem o responsável pelo *setup*, nem o operador sabiam qual o próximo lote a ser produzido, e conseqüentemente qual a ferramenta que deveria substituir a usada previamente. Quando isso acontecia, o responsável pelo *setup* saía à procura do líder de setor,

e só após receber as devidas instruções iniciava o *setup*, acarretando assim em um aumento desnecessário de *setup* externo.

A troca de ferramentas em si ocorria em um tempo adequado. Devido à experiência dos responsáveis pela mesma, o processo onde se retirava uma ferramenta e a substituía por outra ocorria com um bom ritmo, sendo prejudicado apenas pelos excessos de ajustes necessários visando as medidas corretas de estampo no lote produzido pela próxima ferramenta.

Através das análises, foi constatada também a falta de instrução de terceiros, que interrompiam o processo de *setup* algumas vezes por motivos que poderiam ser tratados posteriormente, outras vezes interrompiam o processo buscando informações que poderiam ser obtidas através de outros meios e interrompiam o processo de *setup* até com brincadeiras informais, aumentando diretamente o tempo de *setup* interno do mesmo.

Constatou-se também, que em algumas vezes, ao ajustar a nova ferramenta na máquina, e testar a primeira peça do próximo lote, com a finalidade de conferir as medidas da peça produzida e eficiência da troca, o operador percebia que a ferramenta não estava funcionando dentro dos parâmetros esperados, e portando deveria passar por alguma manutenção. Neste caso, o operador retirava a ferramenta recém ajustada, levava - à ferramentaria da indústria, e realizava os ajustes necessários na mesma, encaminhando-a então de volta ao setor do *setup*, e ajustando-a novamente.

4.1.1.1 Identificação dos problemas

Tendo em vista o atual quadro de *setup* da Thornol, a primeira medida necessária antes de qualquer proposta de melhoria é a identificação das circunstâncias que estão ocasionando um *setup* mais longo do que o necessário, e com isso, diminuindo a produtividade e a competitividade da empresa.

O diagrama causa e efeito é uma ferramenta de qualidade indicada para identificar estes fatores agravantes (causa) que estão dando origem aos conceitos e práticas defasadas de *setup* da empresa (efeito).

4.1.1.1.1 Elaboração de um diagrama causa e efeito

A elaboração do diagrama de causa e efeito tem como finalidade o levantamento de todos os fatores que influenciam negativamente o *setup* da Thornol, bem como uma análise posterior, que indicará quais são os fatores que atuam mais incisivamente na variação de tempo de *setup*.

Na figura 7 se encontra o diagrama de causa e efeito elaborado para identificação de causas na elevação do tempo de *setup* da Thornol, que permite a identificação de maquinário, mão-de-obra e o método de trabalho da empresa, como as variáveis de processo que mais contribuem para um elevado tempo de *setup*.

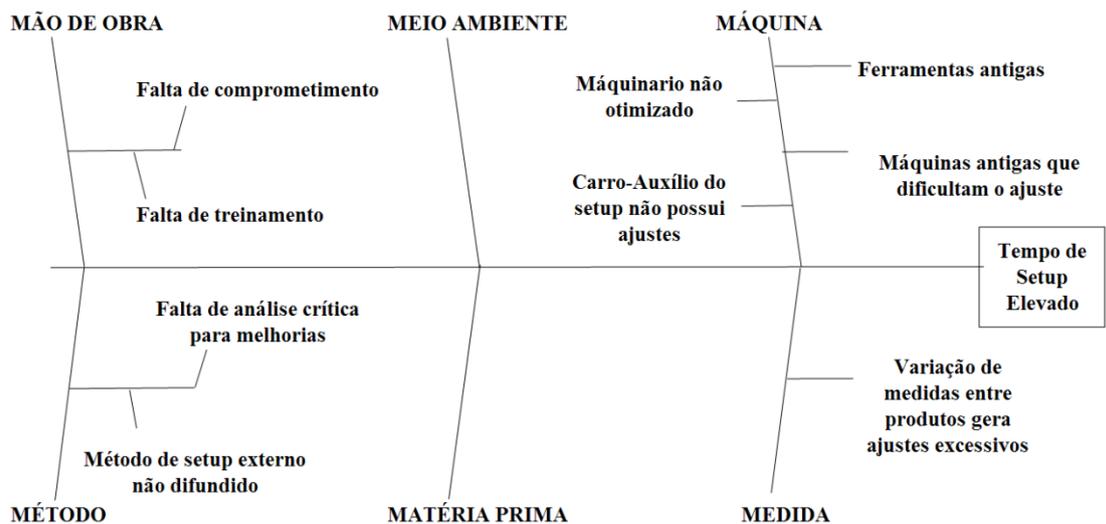


Figura 7 (Diagrama de causa e efeito para identificação de causas que elevam o tempo de *setup* da empresa)

Analisando os fatores que comprometem o *setup* da empresa, seguem abaixo os dois fatores que possuem maior influência no efeito do estudo:

- Metodologia de *setup* externo não difundida – O operadores da Thornol não possuem atualmente a análise crítica para distinguir os *setups* internos e externos. Quando o responsável pelo *setup* executa alguma operação de *setup* externo ela é feita sem padronização alguma e apenas quando o mesmo não está realizando nenhuma outra atividade.

- Falta de Comprometimento – O *setup* da empresa não é uma atividade supervisionada como a produtividade (embora tenha influencia direta na mesma), e, muitas vezes, os operadores responsáveis por ela não tem o comprometimento necessário que a operação exige, acontecendo até mesmo casos em que o operador abandona o posto durante a operação de *setup* para realizar alguma outra atividade, dando origem a uma situação de máquina improdutiva.

4.2 Propostas de Melhorias:

As melhorias propostas têm como finalidade a redução do tempo de *setup* na empresa.

1.1.1 4.2.1 Eliminação ou redução do *setup* através de agrupamentos

Inicialmente, a primeira medida a ser tomada será fundamentada na afirmação “a melhor maneira de reduzir o tempo de *setup*, é não realizar um *setup*”. Com base nesta afirmação a proposta é eliminar o *setup*, ou então reduzi-lo ao máximo, executando apenas alguns ajustes na ferramenta no intervalo entre a produção de dois lotes distintos.

Para a viabilização de tal melhoria, faz-se necessário um agrupamento de produtos por semelhanças, dando origem às “famílias”. Estas “famílias” são grupos de determinados tipos de produtos que se assemelham em relação a muitas características (dentre elas a geometria, o tipo da matéria prima, o comprimento de corte, o roteiro de produção e o processo de usinagem entre outros) divergindo apenas em algumas como, por exemplo, o comprimento depois da usinagem.

A partir do agrupamento proposto será possível evitar *setups* em alguns setores da empresa. Se, por exemplo, um produto difere de outro apenas em sua usinagem, o responsável pelo corte das barras poderá utilizar o mesmo ajuste para cortar os dois produtos. Para que esta prática funcione corretamente, é necessário que o PCP da empresa tenha em mãos o resultado deste agrupamento, bem como em quais setores os *setups* não serão necessários e em quais setores as configurações das ferramentas utilizadas por estes produtos serão diferentes, necessitando *setup*, para que possa instruir os líderes de setores a agrupar determinados lotes, aumentando a eficiência da produção e eliminando desperdícios.

A linha do produto Pino de Balança apresentou uma característica que se adéqua mediante a um confronto entre os critérios descritos e os produtos que a empresa produz. Os pinos de balança possuem em sua grande maioria, o mesmo roteiro de produção, mesma geometria, divergindo em alguns casos apenas em diâmetros e comprimentos de corte. Sendo assim, é possível um agrupamento entre eles, visando um melhor aproveitamento de *setup*, já que em alguns setores da empresa dois lotes distintos podem ser produzidos sem ajustes de ferramentas.

A Tabela 5 nos mostra a esquerda o código comercial do produto, seguido por seu nome. As duas colunas a direita informam o diâmetro e o comprimento do pino, como podemos constatar ao identificar a letra D (diâmetro) e a letra L (comprimento).

Tabela 5: Agrupamento de produtos visando a redução do *setup*

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	D.	L.
1232-0	PINO DA BALANCA TRUCK MB SUSPENSYS 50 x 173FOSFOTIZADO	50	173
1233-0	PINO DA BALANCA TRUCK MB SUSPENSYS 50 x 173CEMENTADO		
1262-0	PINO BALANCA TRUCK SUSPENSYS 50 X 180 MMFOSFOTIZADO		180
1263-0	PINO BALANCA TRUCK SUSPENSYS 50 X 180MM CEMENTADO		
1106-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK GUERRACAVALO LS 50 X 188		188
1107-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK GUERRACAVALO LS 50X188 CEMENTADO		
1264-0	PINO BALANCA TRUCK VW SUSPENSYS 50 X 190 MMFOSFOTIZADO		190
1265-0	PINO BALANCA TRUCK VW SUSPENSYS 50 X 190 MMCEMENTADO		
1112-0	PINO BALANCA CAVALO GUERRA 50X195MM MOD FOSFOTIZADO		195
1113-0	PINO BALANCA CAVALO GUERRA 50 X 195 MM MOD CEMENTADO		
1266-0	PINO BALANCA TRUCK LSMB 1941/1944FOSFOTIZADO		200
1267-0	PINO BALANCA TRUCK LSMB 1941/1944 CEMENTADO		
1188-0	PINO BALANÇA SCHIFFER 50 X 200		203
1189-0	PINO BALANÇA SCHIFFER 50 X 200		
1000-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON S L 49,7 X 203		209
1001-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON S L 49,7 X 203 CEMENTADO		
1260-0	PINO BALANCA TRUCK RANDON 497 X 209 MM ACO 1045 FOSFOTIZADO		210
1261-0	PINO BALANCA TRUCK RANDON 497 X 209 CEMENTADO		
1198-0	PINO CARRETA SCHIFFER MODERNA 50 X 210fosfotizado		

1199-0	PINO CARRETA SCHIFFER MODERNA 50 X 210 CEMENTADO	
1030-0	PINO DA BALANCA TRUCK RODOVIARIATRAVA TIPO RANDON 50 X215	
1031-0	PINO DA BALANCA TRUCK RODOVIARIATRAVA TIPO RANDON 50 X215	
1034-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RODOVIARIA 50 X 215	
1035-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RODOVIARIA 50 X 215 CEMENTADO	
1110-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA GUERRA 50X215	215
1111-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA GUERRA 50 X 215 CEMENTADO	
1194-0	PINO DA BALANCA TRUCK SCHIFFER 50 X 215	
1195-0	PINO DA BALANCA TRUCK SCHIFFER 50 X 215 CEMENTADO	
1016-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RANDON 50 X 225	
1017-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RANDON 50 X 225 CEMENTADO	
1028-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RODOVIARIA 50 X 225	
1029-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RODOVIARIA 50 X 225 CEMENTADO	
1036-0	PINO DA BALANCA CARRETA RODOVIARIA 50 X 225	
1037-0	PINO BALANCA CARRETA RODOVIARIA 50 X 225 CEMENTADO	225
1104-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK GUERRA 50 X 225	
1105-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK GUERRA 50 X 225 CEMENTADO	
1196-0	PINO CARRETA SCHIFFER 50 X 225 MOD 96fosfotizado	
1197-0	PINO CARRETA SCHIFFER 50 X 225 MOD 96 CEMENTADO	
1108-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK GUERRA 50 X 230	
1109-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK GUERRA 50 X 230 CEMENTADO	
1192-0	PINO BALANCA DA CARRETA SCHIFFER 95 50 X 230	230
1193-0	PINO BALANCA DA CARRETA SCHIFFER 95 50 X 230 CEMENTADO	
1100-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA GUERRA 50 X 235	
1101-0	PINO DA BALANCA CARRETA GUERRA 50 X 235 CEMENTADO	235
1102-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA GUERRA 50 X 235	
1103-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA GUERRA 50 X 235 CEMENTADO	
1032-0	PINO DA BALANCA DO CARRETA /TRUCK RODOVIARIA 50 X 235	
1033-0	PINO DA BALANCA CARRETA/TRUCK RODOVIARIA 50 X 235 CEMENTADO	235
1180-0	PINO DA BALANCA TRUCK MODERNO KRONE 50 X 235M 30	
1181-0	PINO DA BALANCA TRUCK MODERNO KRONE 50x235M 30 CEMENTADO	
1250-0	PINO DA BALANCA CARRETA ADAPTACAO 50 X 250	250
1251-0	PINO BALADAPTACAO 50 X 250 CEMENTADO	
1256-0	PINO BALTRUCK GOTTI P/PINO 50MMfosfotizado	258

1257-0	PINO BALGOTTI TRUCK GOTTIP/ PINO 50MM CEMENTADO			
1038-0	PINO DA BALANCA 50 X 260 C/MANCAL RODOV FOSF			
1039-0	PINO BALANCA 50 X 260 C/MANCAL RODOVADAP CEMENTADO		260	
1040-0	PINO BALANCA 50x260 C/CHAVETA CONICA C/C 209FOSF			
1041-0	PINO BALANCA ADAPTACAO 50 x 260 C/C 209CEMENTADO			
1230-0	PINO DA BALANCA CARRETA FNV CABECALHO 50,8X272 ROSCA 1 NF	50,5	280	
1231-0	PINO BALANCA CAR FNV CABECALHO 50,8x272 ROSCA 1NF CEMENTADO		290	
1026-0	PINO CABECALHO RANDON BI DIRECIONAL APLICA SE PORCA COD2409			
1027-0	PINO CABECALHO RANDON BI DIREC APL PORCA COD2409 CEMENTADO			
1204-0	PINO BALANCA TRUCK CAVALO PASTRE 55,5 x 205FOSFOTIZADO	55,5	205	
1205-0	PINO BALANCA TRUCK CAVALO PASTRE 55,5 x 205 CEMENTADO		240	
1202-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK PASTRE 55,5 X 240		260	
1203-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK PASTRE 55,5 X 240 CEMENTADO			
1200-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA PASTRE 55,5 X 260			
1201-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA PASTRE 55,5 X 260 CEMENTADO			
1130-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA 56 X 208 CEMENTADO	56	208	
1131-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA 56 X 208 CEMENTADO		248	
1126-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA 56 X 248			
1127-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA 56 X 248 CEMENTADO			
1150-0	PINO BALTRUCK CAV FACCHINI 60 x 185FOSF	60	185	
1151-0	PINO BALTRUCK CAV FACCHINI 60 x 185FOSF		210	
1124-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA /TRUCK NOMA 59,8 X 132			
1125-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA/TRUCK NOMA 59,8 X 132 CEMENTADO		215	
1162-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK IDEROL 60 X 215			
1163-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK IDEROL 60 X 215 CEMENTADO			
1148-0	PINO DA BALANCA PARA CARRETA FACCHINI 60 X 215			
1149-0	PINO DA BALANCA P/ CARRETA FACCHINI 60 X 215 CEMENTADO			
1010-0	PINO DA BALANCA RANDON 60X225			
1011-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RANDON 60 X 225 CEMENTADO			
1012-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RANDON 60 X 225			
1013-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RANDON 60 X 225 CEMENTADO		225	
1014-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RANDON 60 X 225			
1015-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK RANDON 60 X 225 CEMENTADO			
1008-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 225			

1009-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 225 CEMENTADO	
1160-0	PINO DA BALANCA CARRETA IDEROL 60X230	
1161-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA IDEROL 60 X 230 CEMENTADO	
1190-0	PINO BALANCA DA CARRETA SCHIFFER 92 60 X 230	
1191-0	PINO BALANCA DA CARRETA SCHIFFER 92 60 X 230 CEMENTADO	230
1212-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RECRUSUL 60 X 230	
1213-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RECRUSUL 60 X 231	
1020-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 240	
1021-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 240 CEMENTADO	
1210-0	PINO BALANCA CARRETA RECRUSUL 60 X 240	
1211-0	PINO BALANCA DA CARRETA RECRUSUL 60 X 240 CEMENTADO	240
1164-0	PINO DA BALANCA IDEROL 60x240FOSF	
1165-0	PINO BALANCA IDEROL 60 x 240CEMENTADO	
1144-0	PINO DE BALANCA DO TRUCK FACCHINI 60X195 ROSCA 11/2 NF	
1145-0	PINO BALANCA TRUCK FACCHINI 60x195 ROSCA 11/2NF CEMENTADO	
1178-0	PINO DA BALANCA TRUCK ANTIGO KRONE 50 X 247M 30	245
1179-0	PINO DA BALANCA TRUCK ANTIGO KRONE 50 X 247M 30 (CEMENTADO)	
1128-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA 60 X 248	
1129-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA 60 X 249	248
1002-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 250	
1003-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 250 CEMENTADO	
1254-0	PINO BISSELLI 60 X 250fosfotizado	
1255-0	PINO BISSELLI 60 X 250CEMENTADO	250
1182-0	PINO BALANCA CARRETA KRONE 60 X 180M30 1045 FOSFOTIZADO	
1183-0	PINO BALANCA CARRETA KRONE 60 X 180M30CEMENTADO	
1172-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA KRONE 60 X 27211/4 NC	
1173-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA KRONE 60x27211/4 NC CEMENTADO	
1170-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA KRONE 60 X 272M 36	257
1171-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA KRONE 60 X 272M 36 CEMENTADO	
1174-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA KRONE 60 X 272M 30	
1175-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA KRONE 60 X 272M 30 CEMENTADO	
1004-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 260	
1005-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 260 CEMENTADO	260
1006-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 260	

1007-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 260 CEMENTADO		
1018-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 260		
1019-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 261		
1022-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 260		
1023-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON 60 X 260 CEMENTADO		
1024-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDONADAPTACAO 60 X 260		
1025-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA RANDON ADAPTACAO 60x260 CEMENTADO		
1234-0	PINO BALANCA TRUCK MIRIL 60 x 260FOSF		
1235-0	PINO BALANCA TRUCK MIRILCEMENTADO		
1252-0	PINO BISSELLI 60 X 270fosfotizado		270
1253-0	PINO BISSELLI 60 X 270 CEMENTADO		
1146-0	PINOS DE BALANCA DA CARRETA FACCHINI 60 X 230 ROSCA 11/2 NF		280
1147-0	PINO DE BALANCA CAR FACCHINI 60x230 ROSCA 11/2 NF CEMENTADO		
1122-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA /TRUCK NOMA 60,8 X 132	60,8	210
1123-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA/TRUCK NOMA 60,8 X 132 CEMENTADO		
1134-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA CAVALO 60,8 X 148		225
1135-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA CAVALO 60,8 X 148 CEMENTADO		
1120-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA /TRUCK NOMA 61,3 X 132	61,3	210
1121-0	PINO DA BALANCA DA CARRETA/TRUCK NOMA 61,3 X 132 CEMENTADO		
1132-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA CAVALO 61,3 X 148		225
1133-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK NOMA CAVALO 61,3 X 148 CEMENTADO		
1270-0	PINO BALANÇA TRUCK CUNHA (FOSFOTIZADO)	63 - 57	130
1271-0	PINO BALANÇA TRUCK CUNHA CEMENTADO		
1140-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK FACCHINI 63,5 X195 ROSCA 11/2 NF	63,5	245
1141-0	PINO BALANCA TRUCK FACCHINI 63,5x195 ROSCA 11/2NF CEMENTADO		
1220-0	PINO DA BALANCA DO TRUCK GALEGO 63,5X270 ROSCA 11/2 NF		278
1221-0	PINO BALANCA TRUCK GALEGO 63,5 X270 ROSCA11/2NF CEMENTADO		
1142-0	PINO DA BALANCA CARRETA FACCHINI 63,5 X 230 ROSCA 11/2 NF		280
1143-0	PINO BALANCA CAR FACCHINI 63,5x230 ROSCA 11/2NF CEMENTADO		
1240-0	PINO CARRETA GOTTI 70x280fosfotizado	70	280
1241-0	PINO CARRETA GOTTI 70x280CEMENTADO		
1176-0	PINO BALANCA CARRETA KRONE/GOTTI ANTIGA 70x30060MM 12 FPP		300
1177-0	PINO BALANCA CAR KRONE/GOTTI ANT 70x300 60MM 12FPPCEMENTADO		

Com este agrupamento em mãos é possível que os líderes de setores, auxiliados pelo PCP da empresa, possam fazer uma programação de produção de pinos de balanças cuja seqüência de lotes será baseada em agrupamentos que proporcionem primeiramente uma eliminação de *setup*, e posteriormente o menor ajuste possível na máquina.

4.2.2 Convertendo *setup* interno em *setup* externo

Segundo SHINGO (1996), esta etapa pode ser considerada a mais importante na implementação SMED. Todos devem concordar que a preparação das ferramentas e sua manutenção dentre outras não devem ser feitas enquanto as máquinas estiverem paradas. No entanto, segundo ele, ainda é espantoso observar com que freqüência este é o caso.

Ainda segundo SHINGO (1996), cerca de 30 a 50% do *setup* pode ser reduzido separando-se os processos de *setup* interno e externo.

Devido a estes fatores, este será o principal fator a ser desenvolvido no presente estudo, já que não requer investimentos expressivos e pode gerar um grande racionamento no tempo utilizado para *setup*.

4.2.2.1 Definição sobre as operações que deverão ser realizadas durante os *setups* internos e externos

A partir da identificação de todas as operações que constituem o *setup*, mais precisamente no setor de estamparia, onde o tempo de *setup* é maior, tornou-se possível dividi-las em operações realizadas durante o *setup* interno e operações realizadas durante o *setup* externo (dividido em duas fases, uma antes e uma depois do *setup* interno). Com essa divisão muitas operações que ocorrem atualmente durante o *setup* interno passarão a ser efetuadas durante o *setup* externo, aumentando a produtividade da empresa.

Para a conscientização dos operadores sobre a importância da divisão de *setups* será elaborada um treinamento, onde toda a parte teórica e prática serão compartilhadas com os mesmos. Esta palestra será de suma importância para a implantação da metodologia SMED na empresa, pois além de envolver os operadores para que os mesmos realizem corretamente as

tarefas que lhes forem designadas, eles possam também propor melhorias nas operações de *setup*, que serão muito úteis, já que, são eles os maiores conhecedores do processo. Além disso, envolver os operadores com o estudo através de treinamentos é uma forma de estimulá-los, eliminando o déficit de comprometimento com o *setup* que atualmente ocorre por parte dos mesmos. É fundamental para a realização do treinamento a autorização de alta direção, bem como do setor de Rh, além da participação de todos envolvidos no projeto.

A divisão foi concluída com o seguinte formato:

Setup Externo (antes)

1. Obter informações sobre o próximo produto a ser produzido - o operador que realizará o *setup* deverá buscar informações sobre o próximo lote a ser produzido. Esta informação deverá ser obtida através de consultas às ordens de produção, onde o mesmo poderá identificar qual a operação de produção ocorrerá, qual ferramenta será utilizada, bem como as medidas em que o produto deverá se encontrar após a operação;
2. Informar o início do *setup* no sistema - o operador deverá alimentar o sistema com as informações sobre o *setup* a ser realizado, pois dessa forma a empresa possuirá o controle sobre o mesmo;
3. Separar material para processar - nesta etapa o operador deverá deslocar o material a ser processado para o posto de trabalho onde o processo ocorrerá. Atualmente na Thornol muitas vezes perde-se um tempo produtivo muito grande, pois este posicionamento do material só ocorre durante o *setup* interno;
4. Separar ferramenta e ajustar medidas se houver necessidade - o operador deve dispor a ferramenta a ser utilizada ao lado do posto de trabalho antes do término da produção do lote anterior;
5. Separar grampos, calços e ferramentas manuais - os utensílios utilizados para facilitar a troca de ferramentas também devem se encontrar dispostos ao lado do posto de trabalho, para evitar que o operador tenha que se deslocar a procura do mesmo durante o *setup* interno;
6. Informar o operador da máquina sobre o próximo produto a ser produzido - o compartilhamento de informações entre o operador responsável pelo *setup* e o operador da

máquina é importante, pois alguns detalhes ou peculiaridades do próximo produto podem ser lembrados, tendo em vista que em alguns casos essas particularidades acabam acrescentando tempo ao *setup* da máquina, já que ajustes inesperados serão necessários;

Setup Interno

1. Soltar espiga e grampos - nesta operação o operador que está executando o *setup* deverá soltar as espigas e grampos que prendem a ferramenta à máquina, fazendo com que a mesma seja solta e retirada da máquina;
2. Posicionar calço e a próxima ferramenta alinhando-a corretamente - o operador deverá nesta etapa posicionar e alinhar a próxima ferramenta e seu calço, já dispostos ao lado da máquina. O alinhamento deve ser feito cuidadosamente, para que não haja a necessidade de re-trabalho, ou seja, um novo alinhamento;
3. Fixar espiga e base da ferramenta - após o alinhamento da ferramenta é necessária sua devida fixação, que ocorre através da fixação espiga e base da ferramenta;
4. Estampar primeira peça - com a nova ferramenta fixada à máquina a próxima etapa é a produção de uma peça, com a finalidade de avaliar sua qualidade e suas medidas, confrontando os resultados obtidos com o desenho técnico da peça;
5. Liberar máquina para o operador - depois de se certificar que o produto produzido está de acordo com o produto requisitado, o operador pode então liberar a produção do próximo lote;

Setup Externo (depois)

7. Limpar e analisar as condições da ferramenta - a ferramenta utilizada previamente deverá ser limpa, lubrificada e analisada. Esta análise visa a obtenção de informações sobre as condições da ferramenta, onde será definido se ela precisará de algum tipo de manutenção ou se ela está apta a produzir um próximo lote;
8. Analisar a última peça produzida pelo lote anterior - esta operação tem como objetivo um controle de qualidade por parte da empresa. Ao confrontar a qualidade da última peça produzida com a primeira peça produzida o operador poderá estimar a qualidade do lote;

9. Guardar a ferramenta recém utilizada- o operador encarregado da troca de ferramentas deverá também posicionar a ferramenta recém utilizada em sua respectiva prateleira. Desta maneira as ferramentas sempre estarão dispostas nos lugares corretos, facilitando a quarta operação de *setup* externo;

10. Fechar término do *setup* no sistema - apontar no sistema o término do *setup*, para que o tempo do processo do *setup* sempre esteja atualizado, possibilitando assim um cálculo de eficiência da fábrica mais compatível com a realidade. Além disso, ao consultar o sistema, os supervisores da empresa podem identificar *setups* mais longos do que o esperado, e questionar os responsáveis pelo mesmo, o motivo de um tempo maior do que o previsto. Desta forma a divisão entre as operações que deverão ocorrer durante o *setup* externo e interno estarão constantemente atualizadas;

4.2.2.2 Análise das ferramentas previamente utilizadas

Como citado anteriormente, para que o *setup* interno ocorra conforme o planejado é necessário que as ferramentas estejam no local correto, e principalmente, funcionando corretamente. Com base nestas informações, o estudo receberá um aprofundamento neste ponto para que sejam supridas todas as condições necessárias para tal.

Ao consultarmos as operações que constituem o *setup*, podemos perceber que o operador responsável pelo mesmo já possui como função testar a última peça do lote para, dentre outros objetivos, verificarem a eficiência da ferramenta, Porém, para que tal inspeção seja mais bem aproveitada será desenvolvida uma ficha de manutenção.

A ficha de manutenção, ilustrada na figura 7, desenvolvida auxiliará o operador a padronizar sua atividade de manutenção, além de possibilitar controles sobre ela e com que frequência ela ocorre.

		FICHA DE ACOMPANHAMENTO DE MATRIZ				SETOR MANUTENÇÃO			
FERRAMENTA : _____		CÓDIGO : _____							
MÁQUINA : _____		CÓDIGO : _____					Qualidade		
					Bón	Razoável	Ruim		
OP	DATA	Hora início	Hora Término	Qtde produzida	Bón	Razoável	Ruim	Operador	Observação
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

Figura 7: Ficha de manutenção proposta

Cada ferramenta possuirá sua própria ficha de manutenção, onde deverão estar previamente alimentadas as informações respectivas ao seu nome, seu código, a máquina onde ela é utilizada e o código da máquina. Ao lado de cada prateleira onde são alocadas as ferramentas deverá ser encontrado um pedestal, onde serão alocadas as fichas de manutenção correspondentes a todas as ferramentas encontradas naquela prateleira. Cada ficha de manutenção deverá estar inserida em uma embalagem plástica, com a finalidade de manter sua preservação.

Após o término de cada *setup*, mais precisamente durante a operação 9(guardar a ferramenta, *setup* externo – depois), o operador, com base nas informações obtida na operação 8(analisar a última peça produzida do lote anterior), deverá preencher a tabela de manutenção. Além de preencher a mesma com base na análise da última peça produzida, o operador deverá usufruir de sua experiência, que ocorrerá principalmente após um contato visual direto com a ferramenta, para definir as condições em que se encontram a mesma.

As principais informações da tabela preenchida serão a qualidade em que se encontra a ferramenta, de onde será definido se se faz necessária ou não alguma manutenção, e o campo “observações”, onde alguma peculiaridade da ferramenta ou do último lote produzido possa

ser descrita, para que o responsável pelo próximo *setup* possa estar atento. Além disso, a ficha de manutenção da ferramenta deverá conter as informações sobre o lote e quantidade de peças que foram produzidas, para que futuramente um controle estatístico seja implantado e o responsável pelo *setup* possa prever antecipadamente quando a ferramenta deverá ser encaminhada para a manutenção.

4.2.3 Conversão de *setup* interno em *setup* externo

Nesta etapa o objetivo do estudo é quebrar paradigmas e com isso alterar antigas metodologias, com a finalidade de converter *setups* internos em externos.

4.2.3.1 Substituição dos “carros-auxílio”

Atualmente a Thornol possui dois "carros - auxilio" para o transporte das ferramentas a serem utilizadas. Estes "carros" mostrados na figura 8 são alocados ao lado das prateleiras de ferramentas, e é através deles que as ferramentas são transportadas até os postos de trabalho onde serão utilizadas.



Figura 8: Antigo “carro-auxílio” utilizado pela Thornol

Estes carros possuem como limitação o fato de não poderem ser ajustados em relação à altura. Desta forma, o operador que está realizando o *setup*, muitas vezes tem que levantar a ferramenta até o posto de trabalho, e, quando isso acontece, ele necessita da ajuda de outro operador, que muitas vezes está envolvido em alguma outra atividade, e em decorrência a este fator leva algum tempo para se juntar ao operador responsável pelo *setup*. Tendo em vista que esta operação de troca de ferramentas ocorre durante o *setup* interno, a fábrica perde em alguns *setups* um bom tempo produtivo.

Para evitar que este tempo de *setup* interno seja gasto, a solução proposta é a compra de um "carro-auxílio" que possuem altura ajustável e com isso deixará a ferramenta na altura da máquina, sendo desnecessário o envolvimento de outro operador além de gerar uma economia em tempo de deslocamento da ferramenta do "carro-auxílio" para a máquina.

A substituição do "carro-auxílio" se encaixa como uma solução viável à Thornol por não necessitar de um grande investimento e ainda sim eliminar o tempo de *setup* interno gerado

pelo deslocamento da ferramenta, convertendo-o em *setup* externo de ajuste de altura. O novo "carro-auxílio" trás também consigo redução de acidentes de trabalho durante o *setup*.



Figura 9: Novo “carro-auxílio” utilizado pela Thornol

Fonte: Autor

Como pode ser observado na Figura 8, o novo “carro-auxílio” é composto por uma articulação que é movimentada verticalmente através de um pistão hidráulico acionado por um pedal.

4.3 Análise dos resultados

Esta etapa do estudo irá analisar os resultados obtidos após as propostas de melhorias, onde será identificado se o estudo realizado surtiu efeito sobre a produtividade da empresa. Para isso, a primeira etapa será a elaboração de tabelas, que seguirão o mesmo formato das tabelas anteriores.

4.3.1 Análise das tabelas

As tabelas serão elaboradas com o mesmo formato e tendo como base o *setup* da mesma prensa utilizada no início do estudo, para que, assim como no início do trabalho, possa haver uma distinção entre as operações, e posteriormente, uma comparação entre o *setup* antes e depois das melhorias propostas.

A tabela 6 mostra os dados de um *setup* onde não houve *setup* externo incluído na operação de *setup* interno, acarretando em uma diminuição de tempo na operação, aumentando a produtividade da empresa.

Tabela 6: Setup 1 após as propostas de melhoria

ESTUDO DE SETUP			
Item anterior:	0070-0	Item:	0012-0
Lote Anterior:	1000	Lote:	1000
OP Anterior:	25855	OP:	26016
Máquina:	Hidraumac 110T S/ Alm.	Operador do Setup:	Rosivaldo
Hora Inic:	11:07	Hora Térm.:	11:15

Tempo	Tipo	Roteiro Setup
00:00:00	Int	Início do Setup
00:00:48	Int	Operador um retira parafusos que prendem a matriz previamente utilizada à máquina
2:13:58	Int	Retira a matriz da máquina, colocando-a em cima do carro-auxílio
	Int	Pega nova matriz já disposta no carro-auxílio
4:29:74	Int	Centraliza eixo matriz-máquina
5:18:88	Int	Prende a matriz à máquina parafusando-a
	Int	Testa uma peça do novo lote
6:55:29	Int	Regula o alinhamento do eixo
	Int	Testa mais uma peça
8:07:14	Int	Libera o operador dois para produção

TEMPO TOTAL:	8:07:14
---------------------	---------

Analisando a tabela 7, podemos observar a ocorrência de um *setup* externo durante o *setup* interno, quando o operador se desloca para aproximar o novo lote da máquina. Mesmo sendo uma operação simples, tomou alguns minutos do operador um, aumentando o tempo que a

máquina se encontrava improdutiva. É importante constatar a partir desta análise que melhorias serão sempre requeridas, e que a constante conscientização dos operadores de *setup* tenderá a um aumento na eficiência do *setup*.

Tabela 7: Setup 2 após as propostas de melhoria

ESTUDO DE SETUP			
Item anterior:	2470-0	Item:	2472-0
Lote Anterior:	500	Lote:	500
OP Anterior:	26212	OP:	26213
Máquina:	Hidraumac 110T S/ Alm.	Operador do Setup:	Joílson
Hora Inic:	15:58	Hora Térm.:	16:09

Tempo	Tipo	Roteiro Setup
00:00:00	Int.	Início do Setup
	Int.	Operador um retira a matriz da máquina, desparafusando -a
	Int.	e colocando-a sobre o carro apoio, já encontrado ao lado da máquina
3:21:00	Int.	Retira a nova matriz do Carro-Apoio, encaixando-a na máquina
	Int.	Centraliza o eixo máquina / matriz
4:49:13	Int.	Parafusa matriz
	Ext.	Sai para buscar paleteira, para aproximar lote da máquina
8:01:23	Ext.	Deixa novo lote a ser produzido próximo a máquina
	Int.	Testa uma peça
9:13:77	Int.	Verifica com paquímetro, que já se encontrava no carro -ferramentas
	Int.	ao lado da máquina , a medida da peça produzida para teste
10:54:99	Int.	Libera operador para Produção

TEMPO TOTAL:	10:54:99
---------------------	----------

Após as melhorias propostas serem implantadas na empresa, o *setup* padronizou-se (com apenas algumas exceções) em operações de *setup* externo. Desta forma, tornam-se desnecessárias excessivas análises a partir de tabelas, pois, levando em consideração que elas foram elaboradas a partir da mesma máquina, as operações internas se repetirão constantemente.

4.3.2 Comparação de tempo

Para calcular a eficiência do estudo serão comparados os dados de tempo de *setup* antes e depois das melhorias propostas.

A tabela será gerada com os dados obtidos após as análises das filmagens dos *setups*. Para que a coerência dos resultados seja mantida, serão apresentados apenas dados referentes à prensa Hidralmac 110 t.

Na tabela 8 são encontrados, além de outros, os valores já mencionados durante os tópicos de análise de resultados. Considerando que o valor apresentado na tabela 2 não teve finalidade produtiva, o mesmo não foi considerado no estudo. Para obter valores mensuráveis, os segundos foram convertidos em minutos.

Tabela 8: Comparação de tempos de *setup* antes e depois das melhorias propostas

Comparação entre tempos de <i>setup</i>	
Tempo de <i>setup</i> antes	Tempo de <i>setup</i> depois
29,3	8,11
16,25	10,9
16,71	7,47
28,66	9,2
17,39	8,49
15,34	12,4
13,98	9,73
16,44	10,14
15,08	9,73
17,12	10,2
Médias Finais: 18,63	9,64

Através da tabela podemos constatar que a média final dos tempos de *setup* caiu de 18,63 min para 9,64 min, desta forma, apresentando uma redução de 51,74%.

Podemos também observar que os tempos de *setups* ainda apresentam uma oscilação. Nos tempos de *setup* antes das melhorias propostas a oscilação era maior, pois quando o operador realizava, mesmo sem querer, operações definidas como *setup* externo durante o próprio *setup*

externo ele reduzia seu *setup* em um tempo considerável. Portanto pode-se tomar como 29,3min um tempo de *setup* onde demoradas operações de *setup* externo ocorreram quando máquina já estava parada, e 13,98min um tempo de *setup* onde operações de *setup* externo precederam o *setup*, reduzindo então o tempo da operação.

Já nos tempos de *setup* após a melhoria proposta a oscilação foi menor. As variações de tempo provêm de reajustes necessários no alinhamento da matriz com o eixo da máquina, que ocorre quando o operador testa a produção de uma peça e não obtém nela as medidas esperadas. Além disso, em alguns casos, como por exemplo, o caso demonstrado pela análise da tabela número sete, o operador realiza alguma operação definida como *setup* externo durante o *setup* interno, e, desta maneira, aumenta o tempo do *setup*.

Na figura 10 podemos analisar graficamente estas variações entre cada *setup*.

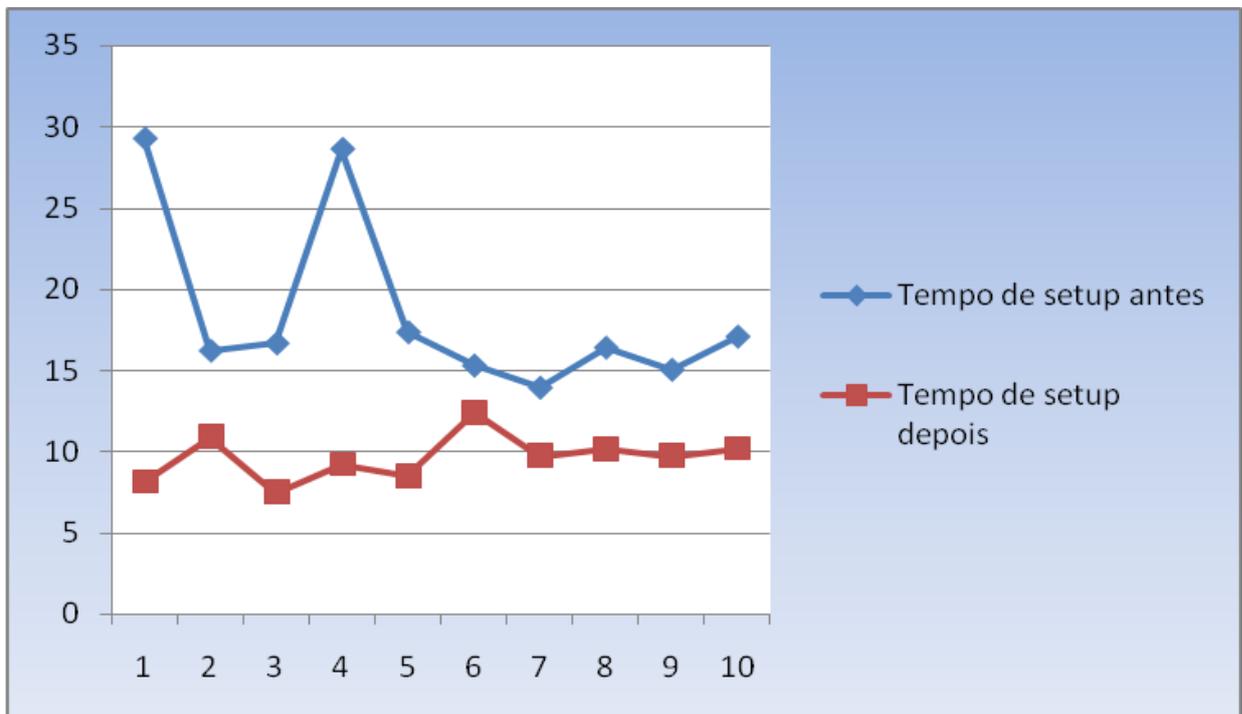


Figura 10: Gráfico tempos de *setup* antes/depois propostas de melhoria

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos a partir das melhorias propostas provaram que uma mudança de atitude e metodologia no trabalho, com um investimento muito baixo, proporcionaram à empresa uma redução em mais de 50% de seu tempo de *setup*. Esta redução aumentou a produtividade da empresa Thornol, reduziu seus custos e tornou-a mais competitiva no mercado.

A apresentação destes dados estimula os operadores e os supervisores da empresa a continuarem buscando reduções de tempo no *setup* e manterem a filosofia de trabalho implantada.

O estudo mostrou também que a redução nos tempos de *setup* está ao alcance de qualquer tipo de empresa, pois se adéqua a empresas menores, que não possuem recursos disponíveis para investimentos, através de antecipações de *setups*, bem como se adéqua a empresas maiores através de otimizações para eliminações de ajustes.

Conclui-se também que uma redução de 51,74% de *setup* torna viável a produção de lotes menores, e mais variáveis, acarretando em um aumento de flexibilidade da empresa, tornando-a mais competitiva no mercado.

Além de flexibilidade, a redução de *setup* proporcionará um dinamismo à fábrica, pois a mesma poderá alterar a sua produção em menor tempo caso ocorra alguma emergência relacionada a vendas que demande uma produção imediata.

REFERÊNCIAS

- BLACK, J. T. – O projeto da fábrica com futuro. 1.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- BLAXILL, M. F.; HOUT, T. M. The fallacy of overhead quick fix. Harvard Business Review, v.69, p.93-101, July-August, 1991.
- CAMPOS, Vicente Falconi - TQC – Controle da Qualidade Total(no estilo japonês) / Nova Lima- MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda,. 256p. 8º Edição – P.19 , 2004
- CAUCHICK, Paulo Augusto – Metodologia e Pesquisa – Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 1ed. Rio de Janeiro, Elsevier
- CORRÊA, Henrique L. – Just-in-Time, MPR II e OPT: Um enfoque estratégico. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, 1993.
- MONDEN, Yasuhiro – Sistema Toyota de Produção – 1.ed. São Paulo : Editora IMAM, 1984, p.141
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Qualidade: Enfoque de ferramentas. 1 ed. São Paulo: Editora Artiliber , 2001
- MISHINA, K.; TAKEDA, K. Toyota Motor Manufacturing, U.S.A., Inc. Boston, Harvard Business School, Sep. 1995 / Case for class discution.
- OHNO Taiichi – O sistema Toyota de produção : Além da produção em larga escala – Porto Alegre : Artes Médicas, 1.ed. , 1997
- OISHI, Michitoshi – TIPS – Técnicas Integradas na Produção e Serviços – 1.ed. São Paulo : Pioneira , 1995
- PALADINI, Edcon Pacheco. Gestão da Qualidade – Teoria e Prática. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2004.
- RAGO, Sidney Francisco Trama. Atualidades na gestão de manufatura. 1.ed. São Paulo: Editora IMAM, 2003.
- RITZMAN, Larry P; Krajewski, Lee J. Administração da produção e operações. 1. ed. Limão: Editora Pearson, 2004, 448 p.
- SHINGO, Shigeo. O sistema toyota de produção. 2. ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1996. 291p.
- SHINGO, Shigeo – A Revolution in Manufacturing: The SMED System – 1.ed. Cambridge, 1983, p. 360

SLACK, Nigel. Administração da Produção. 1.ed. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Editora Bookman, 1999. 182 p.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino - Ferramentas Estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte – MG: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 404p. :II (Série Ferramentas da Qualidade). 1º Edição – p. 100

WOMACK, J.P., JONES D.T., ROOS D. A máquina que mudou o mundo- Petrópolis, Editora Vozes Ltda., 6ª ed., 1996.

YAMASHINA, Hajime – Just-on-Time, No tempo certo – São Paulo : IMC Internacional, 1.ed., 1987

http://www.portaladm.adm.br/fg/fg11_arquivos/fg11.h2.gif