

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

**Implantação da Troca Rápida de Ferramentas - Estudo de
Caso em uma Indústria Metal Mecânica**

Taila Suelen dos Santos

TCC-EP-111-2013

Maringá - Paraná
Brasil

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

**Implantação da Troca Rápida de Ferramentas - Estudo de
Caso em uma Indústria Metal Mecânica**

Taila Suelen dos Santos

TCC-EP-111-2013

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof.^(a): MSc. Gislaine Camila Lapasini Leal

**Maringá - Paraná
2013**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais José Aparecido e Valdirene e ao meu irmão Douglas, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando durante a minha jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por toda força e guia para enfrentar as mais diferentes situações.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, por terem acreditado e colaborado para minha formação profissional. Muito obrigada pelas palavras de motivação, pelos conselhos, pela paciência e por tudo que fizeram.

Um agradecimento aos meus amigos (Carol, Paulo Otávio, Casari, Rafa, Nat e Robson) que me acompanharam por todo o período de graduação, por proporcionarem momentos de felicidade, pelo apoio, aprendizado e por tudo que vivemos juntos.

Aos meus amigos da Turma 32 pelos momentos de diversão e companheirismo que fizeram as minhas noites melhores e pelos cinco anos de faculdade juntos.

Também agradeço a Professora Camila Lapasini pela paciência, por toda dedicação, incentivo e direcionamento durante o desenvolvimento deste trabalho.

Gostaria de agradecer a empresa Usicamp por ter aceitado e acreditado na implantação deste trabalho e ter me proporcionado um grande crescimento profissional

RESUMO

O alto grau de competitividade do mercado e a busca por satisfazer os clientes exigem que as empresas desenvolvam estratégias mais elaboradas para competir com seus concorrentes. A redução de custos, aumento da produtividade e a satisfação dos clientes têm sido os principais objetivos das organizações e como meio de alcançar estes objetivos surge a filosofia de Produção Enxuta, que tem como foco a redução de desperdícios e a melhoria contínua. A Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é uma das ferramentas mais importantes desta metodologia e consiste na redução dos tempos de *setup* de máquinas. Os benefícios gerados por esta ferramenta estão relacionados com o aumento da produtividade, redução do tamanho dos lotes de fabricação e redução de estoques. Este estudo visou implantar a TRF em tornos CNC's do setor de usinagem de uma empresa metal-mecânica com o objetivo de reduzir os altos tempos de *setup*, simplificar a troca de ferramentas, organizar e identificar o ferramental utilizado, melhorar as condições de trabalho dos colaboradores, reduzir os custos de máquina parada por *setup* e, principalmente, aumentar a produtividade de fabricação de peças. Pode-se destacar que com a implantação da TRF o tempo de *setup* foi reduzido em 49,4%, a produtividade aumentou 26,4% e as condições de trabalho dos colaboradores foram melhoradas.

Palavras-chaves: Produção Enxuta, Troca Rápida de Ferramentas e *setup*.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4 METODOLOGIA.....	4
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	6
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 PRODUÇÃO ENXUTA.....	7
2.2 OS SETE DESPERDÍCIOS.....	8
2.3 PRINCIPAIS FERRAMENTAS	9
2.3.1 <i>Mapa de Fluxo de valor</i>	9
2.3.2 <i>Kaizen</i>	13
2.3.3 <i>Programa 5S</i>	13
2.3.4 <i>Kanban</i>	15
2.3.5 <i>Nivelamento da Produção (Heijunka)</i>	15
2.4 <i>SETUP</i>	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.5 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)	17
2.6 TRABALHOS RELACIONADOS	20
2.6.1 <i>Setor Metal-Mecânico</i>	20
2.6.2 <i>Setor Moveleiro</i>	22
2.6.3 <i>Segmento de Instrumentos Odontológico</i>	23
2.6.4 <i>Pontos Fortes e Fracos dos Trabalhos Relacionados</i>	23
3 DESENVOLVIMENTO.....	25
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	25
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR	27
3.3 DIAGNÓSTICO.....	29
3.4 PROPOSTA DE MELHORIAS E IMPLANTAÇÃO	35
3.4.1 <i>Melhorias Propostas</i>	35
3.4.2 <i>Implantação dos conceitos de 5S</i>	38
3.4.2.1 Senso de utilização	39
3.4.2.2 Senso de organização	39
3.4.2.3 Senso de limpeza.....	41
3.4.2.4 Senso de saúde	42
3.4.2.1 Senso de autodisciplina	42
3.4.3 <i>Implantação da TRF</i>	42
3.4.3.1 Estágio Inicial.....	43
3.4.3.2 Estágio 1.....	43
3.4.3.3 Estágio 2.....	46
3.4.3.4 Estágio 3.....	46
3.5 ANÁLISE PÓS-IMPLANTAÇÃO	47
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
4.1 CONTRIBUIÇÕES	53
4.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES	54
4.3 TRABALHOS FUTUROS.....	54

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: GRÁFICO DE PRODUTIVIDADE DOS TORNOS CNC'S, NO PERÍODO DE JANEIRO A MARÇO DE 2013.....	3
FIGURA 2: ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO TCC	5
FIGURA 3: MÉTRICAS LEAN	10
FIGURA 4: SIMBOLOGIAS UTILIZADAS NO MAPA E FLUXO DE VALOR	11
FIGURA 5: TEMPO DE <i>SETUP</i>	16
FIGURA 6: ORGANOGRAMA DA EMPRESA	27
FIGURA 7: FLUXOGRAMA DA FABRICAÇÃO DE PEÇAS DO SETOR DE USINAGEM	28
FIGURA 8: MÉDIA DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS TORNOS CNC'S	30
FIGURA 9: FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE <i>SETUP</i>	31
FIGURA 10: OPERAÇÕES DE <i>SETUP</i>	33
FIGURA 11: DESORGANIZAÇÃO DA CÉLULA CNC	34
FIGURA 12: ORGANIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA CÉLULA CNC	41
FIGURA 13: COMPARAÇÃO DOS TEMPOS DE <i>SETUP</i> ENTRE JANEIRO A JUNHO 2013	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: PLANO DE AÇÃO TRF.....	38
TABELA 2: TEMPO DE <i>SETUP</i> DOS TORNOS CNC'S ENTRE JANEIRO A MARÇO.....	43
TABELA 3: COMPARATIVO ANTES E DEPOIS DA TRF.....	48

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: PONTOS FORTES E FRACOS DOS TRABALHOS RELACIONADOS	24
QUADRO 2: DIAGNÓSTICO DAS OPERAÇÕES DE <i>SETUP</i>	35
QUADRO 3: EQUIPE TRF	36
QUADRO 4: ESTÁGIO 1 - ETAPAS DE <i>SETUP</i> EXTERNO E INTERNO	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD	Centro de Distribuição
CNC	Comando Numérico Computadorizado
FIFO	<i>First in First out</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
PCP	Planejamento e Controle da Produção
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TI	Tecnologia da Informação
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

1 INTRODUÇÃO

Com a alta competitividade e consumidores cada vez mais seletivos, um dos maiores desafios enfrentados pelas organizações é o de sobreviver no mercado. Para atender as necessidades dos clientes, as empresas têm se preocupado em investir em novas tecnologias e novos processos organizacionais para aumentar a produtividade e oferecer produtos de qualidade e de baixo custo.

De acordo com Campos (2004), para uma empresa aumentar a sua produtividade é preciso maximizar as atividades que agregam valor ao menor custo possível.

Para que uma organização consiga se manter no mercado é necessário que ela foque na redução de custos, tendo isto como seu objetivo principal. Se um produto possuir um preço exorbitante, devido ao custo de fabricação, os consumidores não comprarão, pois com a acirrada competitividade entre as empresas, não se admite que os custos por atividades que não agregam valor sejam repassados aos clientes (OHNO, 1997).

As empresas, na busca por melhorar a produtividade, reduzir os custos de fabricação e satisfazer as necessidades do consumidor têm se voltado à filosofia de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*). Essa filosofia que tem se apresentado como um dos métodos mais eficientes de gestão industrial.

A Produção Enxuta visa eliminar os desperdícios de produção para que se obtenha aumento da produtividade, melhor utilização dos recursos disponíveis, aumento da eficiência e redução de custos. Para implantação desta metodologia diversas ferramentas são utilizadas dentre as quais pode-se citar: o Mapa de Fluxo de Valor (MFV), Troca Rápida de Ferramentas (TRF), *Kanban*, *Kaizen*, *5S*, *Jidoka* (Autonomação), entre outras. Uma das mais importantes é a Troca Rápida de Ferramentas que consiste na redução dos tempos de *setup* das máquinas e, por conseguinte, aumento da produtividade, redução do tamanho dos lotes de fabricação e diminuição de estoque. Ohno (1997, p. 108) afirma que as trocas rápidas “[...] constituem um requisito absoluto para o Sistema Toyota de Produção”.

Este trabalho buscou implantar a Troca Rápida de Ferramentas em tornos CNC's, do setor de usinagem, de uma empresa metal-mecânica situada em Sarandi-PR. Com a introdução dos

conceitos *Lean*, por meio desta ferramenta, a empresa visou reduzir significativamente o tempo de *setup* destas máquinas, reduzir o tamanho dos lotes de fabricação e aumentar a capacidade produtiva.

1.1 Justificativa

A empresa na qual o estudo foi realizado fabrica implementos para transporte, tendo como carro chefe os equipamentos canavieiros. Desde o último semestre de 2012 ela tem sentido a necessidade de promover mudanças em seu sistema produtivo com o objetivo de aumentar a produtividade e também evitar os frequentes atrasos de pedidos e as multas provenientes destes atrasos. Esta necessidade de mudar deve-se ao crescimento da competitividade do mercado, pois empresas concorrentes vêm se desenvolvendo e fabricando produtos com maior qualidade, durabilidade e com preços competitivos. Esses fatores contribuíram para que a empresa perdesse mercado, pois permaneceu estagnada enquanto as outras se desenvolveram para oferecer maior satisfação aos clientes.

Por esses motivos, foram introduzidos à empresa alguns conceitos de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) como forma de aumentar a sua produtividade. O setor de usinagem (especificamente os tornos CNC's) foi escolhido como setor piloto para o desenvolvimento desta metodologia que teve como foco a ferramenta TRF. Esta escolha deve-se ao fato de que a usinagem era o gargalo da empresa, pois como pôde ser observado no dia a dia da organização setores como os de pré-montagem e montagem sofriam atrasos devido à falta de peças usinadas.

Os tornos CNC's concentram a maior parte dos lotes fabricados no setor e as peças são processadas em grandes quantidades, gerando altos níveis de estoques intermediários. Isto ocorre para justificar os altos tempos de *setup* dessas máquinas. A ferramenta TRF foi escolhida como meio de introduzir a metodologia *Lean*, nesse grupo de máquinas (4 no total), com o intuito de reduzir o tempo de *setup* e assim viabilizar a produção de lotes menores.

Desde julho de 2012 vem sendo realizado o acompanhamento da produtividade dos CNC's, por meio de folhas de acompanhamento (APÊNDICE A) que são preenchidas pelos próprios operadores. A partir do mês de janeiro de 2013 foram coletados os dados de produtividade e foi possível mensurar o tempo que é gasto no processo de *setup* das máquinas e quantas horas ele absorve do tempo total de trabalho.

A Figura 1 representa a produtividade de cada torno CNC, no período de janeiro a março de 2013. Os gráficos mostram a porcentagem do tempo de *setup* e a de fabricação de peças, em relação ao tempo total trabalhado. Pode-se observar que o torno CNC 04 destoa dos demais, pois o *setup* desta máquina é menor que o dos outros, isto deve-se ao fato do torno produzir peças menos diversificadas e em lotes maiores que os demais. No mês de janeiro, por exemplo, esta máquina produziu apenas dois tipos de peças diferentes em quanto o CNC 03 produziu onze.

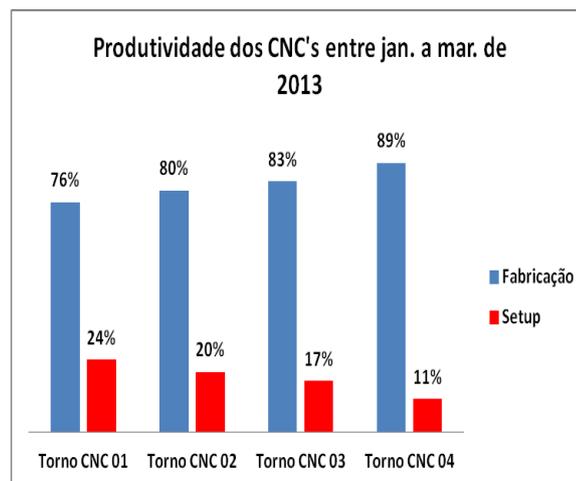


Figura 1: Gráfico de produtividade dos tornos CNC's, no período de janeiro a março de 2013

A partir da problemática exposta acima, observou-se que a ferramenta TRF poderia trazer benefícios e reduzir os tempos de *setup*, sendo assim, a diretoria da empresa definiu, como objetivo inicial, que este tempo fosse reduzido em 20%, em cada torno.

1.2 Delimitação do problema

Com o objetivo de melhorar o sistema produtivo, como forma de obter maior produtividade e reduzir os estoques intermediários, esse trabalho visou propor melhorias, de modo que, a empresa conseguisse atingir esses objetivos. O estudo se delimitou em implantar alguns conceitos de *Lean Manufacturing*, por meio da ferramenta TRF em tornos CNC's, que são alocados no setor de usinagem da empresa.

O monitoramento e os resultados obtidos com a implantação da Troca Rápida de Ferramentas foram realizados por meio de folhas de acompanhamento de produtividade, já existentes, que são preenchidas diariamente pelos operadores das máquinas. A partir do preenchimento destas

folhas foram elaborados índices estatísticos de produtividade, para avaliar se as melhorias propostas foram alcançadas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Implantar os conceitos de *Lean Manufacturing* por meio da ferramenta TRF (Troca Rápida de Ferramentas) em tornos CNC's de uma empresa metal mecânica.

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- Revisar a literatura sobre: *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta) e Troca Rápida de Ferramentas;
- Mapear o processo de *setup* nos tornos CNC's;
- Diagnosticar os problemas relacionados ao *setup*;
- Identificar melhorias, utilizando a ferramenta TRF;
- Implantar as melhorias identificadas;
- Avaliar quantitativamente e qualitativamente as melhorias propostas nos tornos CNC's.

1.4 Metodologia

Segundo Silva e Menezes (2005), uma pesquisa se caracteriza por desenvolver propostas de melhorias para solucionar um determinado problema. A metodologia utilizada para desenvolvimento deste trabalho foi configurada como uma pesquisa de natureza aplicada, visto que há a necessidade de se obter conhecimentos, para uma aplicação prática, que objetiva a solução de problemas específicos.

Quanto a sua abordagem, o estudo foi caracterizado como misto sendo qualitativo no que se diz respeito ao mapeamento do processo, diagnóstico e definição dos problemas relacionados

ao tempo de *setup* e é de caráter quantitativo quanto à avaliação da implantação das melhorias propostas por meio de dados estatísticos, como índices de produtividade.

Do ponto de vista dos objetivos a pesquisa é exploratória, assumindo a forma de estudo de caso que proporciona uma visão ampla e detalhada do problema a ser solucionado. A Figura 2 representa as etapas de desenvolvimento deste estudo.



Figura 2: Etapas de desenvolvimento do TCC

- Revisar a bibliografia sobre os conceitos relacionados ao trabalho desenvolvido: Produção Enxuta e Troca Rápida de Ferramentas;
- Caracterizar a empresa e mapear o processo estudado por meio de observações do ambiente de trabalho dos tornos CNC's, com foco no *setup*;
- Diagnosticar os problemas relacionados ao tempo de *setup*. O diagnóstico foi realizado a partir do mapeamento do processo e de entrevistas com os operadores das máquinas CNC's e com o encarregado setor de usinagem;
- Definir e aplicar as melhorias propostas. Após a identificação e diagnóstico dos problemas foi realizada uma reunião com todos os envolvidos no projeto para definir as melhorias que seriam aplicadas, estas foram priorizadas por meio do consenso dos envolvidos em definir as melhorias que proporcionariam maior redução do tempo de *setup*, outro fator decisivo para a escolha das prioridades foi o valor que seria investido ou não para aplicar determinada melhoria. A implantação foi realizada com o auxílio da ferramenta TRF;
- Avaliar quantitativa e qualitativamente as melhorias implementadas por meio da TRF. A análise quantitativa foi realizada por meio dos índices de produtividade, que foram levantados a partir das folhas de acompanhamento de produção.

Qualitativamente a avaliação foi realizada por meio da observação das facilidades que os operadores tiveram ao executar o processo de *setup* e também foi avaliada a motivação dos colaboradores.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi estruturado em quatro capítulos de forma a proporcionar uma sequência lógica das etapas desenvolvidas no projeto. Este primeiro capítulo traz a introdução ao cenário estudado, a justificativa para realizar o trabalho, os objetivos que se pretendeu alcançar com desenvolvimento deste e a metodologia utilizada.

O segundo capítulo aborda a revisão de literatura, destacando os conceitos pertinentes à Produção Enxuta e suas principais ferramentas, *setup* e Troca Rápida de Ferramentas, que serviram como base para o desenvolvimento deste estudo.

No terceiro capítulo foi apresentada a parte prática do trabalho, primeiramente foi caracterizada a empresa e o setor escolhido para a elaboração deste projeto, abordando os aspectos organizacionais e o fluxo de fabricação do setor em questão. Em seguida foi realizado o diagnóstico dos problemas observados durante a etapa de *setup* das máquinas CNC's e a desorganização do setor.

Neste capítulo também foram realizadas as propostas de melhorias para os problemas diagnosticados, a formação da equipe do projeto e o plano de ação referente às melhorias. Logo após foram apresentadas as melhorias implantadas por meio das ferramentas 5S e da TRF, bem como a análise dos resultados obtidos pós-implantação.

O quarto e último capítulo destina-se as considerações finais destacando as contribuições do trabalho, as dificuldades e limitações e as perspectivas de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Produção Enxuta

Após a Segunda Guerra Mundial, a *Toyota Motor Company* necessitava produzir em uma mesma linha de montagem pequenos lotes de modelos variados de veículos, pois tinha um mercado consumidor limitado e não dispunha de capital para manter linhas de montagens dedicadas à apenas um modelo de automóvel (LIKER, 2005).

Foi neste cenário que se desenvolveu o Sistema Toyota de Produção (STP), pois com o Japão devastado pela guerra surgiu à necessidade de criar um sistema de produção flexível que atendesse a demanda dos consumidores com qualidade, em menor tempo e com baixo custo, para assim garantir a sobrevivência da Toyota no mercado japonês. O STP fora conhecido, também, pelo termo “Produção Enxuta” (LIKER, 2005).

Segundo Ohno (1997) a Produção Enxuta está baseada na eliminação de desperdícios, sendo que há dois pilares que sustentam esta metodologia: *Just-in-time* (JIT) e a Autonomiação.

Para Ohno (1997), o *Just-in-time* permite que um item necessário seja entregue na quantidade necessária e no momento certo sem que haja formação de estoque. Para que isto ocorra, as peças utilizadas na montagem têm que chegar a linha de montagem na hora e na quantidade correta, por meio de um fluxo.

Ohno (1997) define a Autonomiação como uma automação com toque humano, máquinas com esta característica podem evitar a produção de um elevado número de produtos defeituosos, pois possuem um dispositivo automático que identifica o momento em que máquina não está trabalhando em condições normais e faz com que ela pare de funcionar neste exato momento. Além de melhorar a eficiência da produção, a autonomiação permite que um colaborador opere várias máquinas ao mesmo tempo, pois o operador só irá intervir nelas quando ocorrer algo de anormal. Isto possibilita a redução do número de operadores de máquinas e, conseqüentemente, diminui o custo de fabricação do produto.

2.2 Os sete desperdícios

Shingo (1996, p. 110) define como perda “[...] qualquer atividade que não contribui para as operações”. Segundo Ohno (1997), deve-se reduzir a mão-de obra e produzir somente o que for pedido para que seja possível eliminar os desperdícios e reduzir os custos de fabricação.

Ohno classificou os desperdícios em sete tipos, sendo eles (LIKER, 2005):

- a) **Superprodução:** produzir além da demanda, gerando estoques, custos de armazenagem, de transporte e de produção;
- b) **Espera:** pode ser causado pela falta de matérias-primas e de ferramentas, por atrasos do processo anterior ou por falta de transporte, o que ocasiona ociosidade;
- c) **Transporte:** movimentações em demasia tornam o transporte ineficiente, pois acabam por não atender o fluxo produtivo;
- d) **Superprocessamento:** ferramentas ou projetos inadequados e de baixa qualidade tornam o processo mais lento e complexo, devido a um número maior de atividades que necessitam ser realizadas para se obter um produto. O superprocessamento ocorre, também, quando um item é produzido com qualidade superior à necessária;
- e) **Excesso de estoque:** geram custos de armazenagem e transporte. O excesso de inventário não permite que problemas sejam identificados como quebra de máquinas, atrasos de fornecedores, defeitos, elevados tempos de preparação de máquinas e desbalanceamento das linhas;
- f) **Movimentos desnecessários:** ocorre quando o operário realiza esforços desnecessários, como procurar uma ferramenta que já devia estar a sua disposição;
- g) **Defeitos:** desperdícios que ocasionam perdas de tempo de produção e de matérias-primas.

Liker (2005) define mais um tipo de desperdício como sendo o da criatividade dos colaboradores, que ocorre por não se dar liberdade ao operário de opinar a respeito dos problemas rotineiros do chão de fábrica.

2.3 Principais ferramentas

Esta seção descreve as principais ferramentas utilizadas para implementação da metodologia de Produção Enxuta.

2.3.1 Mapa de Fluxo de valor

Segundo Rother e Shook (1999), sempre que há um produto para um cliente há um fluxo de valor. Desse modo, fluxo de valor é toda ação necessária para gerar um produto.

De acordo com Prado (2006), o fluxo de valor analisa o processo como um todo, neste é traçado todo o percurso do material e as informações trocadas com fornecedores, com as unidades produtivas e com os clientes finais. Rother e Shook (1999) definem o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) como uma representação visual do fluxo de valor de uma determinada família de produtos, esta representação propicia a análise de melhorias para a otimização dos processos e por meio desta análise o MFV é redesenhado apresentando o estado futuro do processo atual.

Para Rother e Shook (1999) o desenvolvimento do MFV passa pelas seguintes etapas:

- *1ª Etapa:* selecionar a família de produtos que será mapeada. É importante escolher a família que seja a mais representativa perante o cliente;
- *2ª Etapa:* desenho do mapa de estado atual representando os fluxos de materiais e informações desde o consumidor até o fornecedor;
- *3ª Etapa:* responder as oito questões chaves para identificação de melhorias e desenhar o mapa de estado futuro. As questões chaves são: 1) qual é o *takt time*?; 2) a produção será para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição?; 3) onde se pode usar fluxo contínuo no processo?; 4) onde será preciso introduzir sistema puxado com supermercado?; 5) em qual ponto da cadeia a produção deve ser programada?; 6) como a produção será nivelada no processo puxador?; 7) qual incremento uniforme de trabalho será liberado no processo puxador?; 8) quais melhorias de processo serão necessárias para atingir o estado futuro?;

- 4^a Etapa: elaborar um plano de trabalho e implementação utilizando metas e verificar diariamente os resultados obtidos com as melhorias.

Para elaboração do MFV é necessário à utilização de algumas métricas, tais como: tempo de ciclo, tempo de agregação de valor e *lead time*. Estas métricas estão representadas na Figura 3.

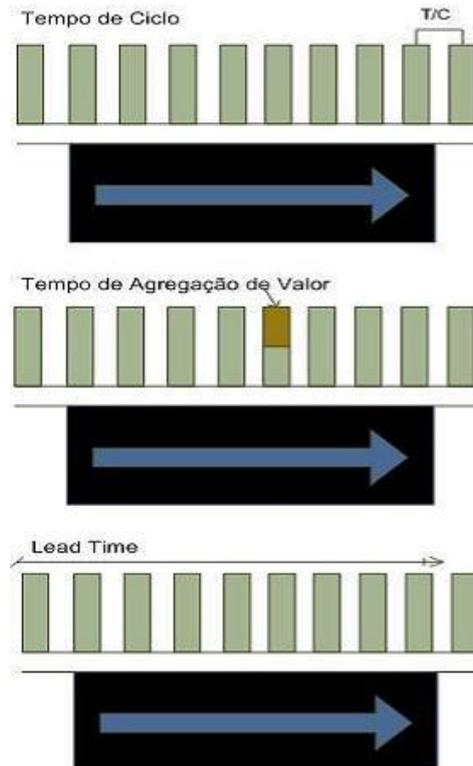


Figura 3: Métricas Lean

Fonte: Rother e Shook (1999)

- *Tempo de ciclo (T/C)*: a frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo, cronometrada como observado. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los;
- *Tempo de agregação de valor*: tempo dos elementos de trabalho que efetivamente transformam o produto de uma maneira que o cliente está disposto a pagar;

- *Lead time*: o tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou em fluxo de valor, desde o começo até o fim. Corresponde a cronometrar uma peça marcada que se move do início até o fim.

Na elaboração do MFV também são utilizadas simbologias padronizadas para representar cada processo, estas simbologias estão representadas na Figura 4.

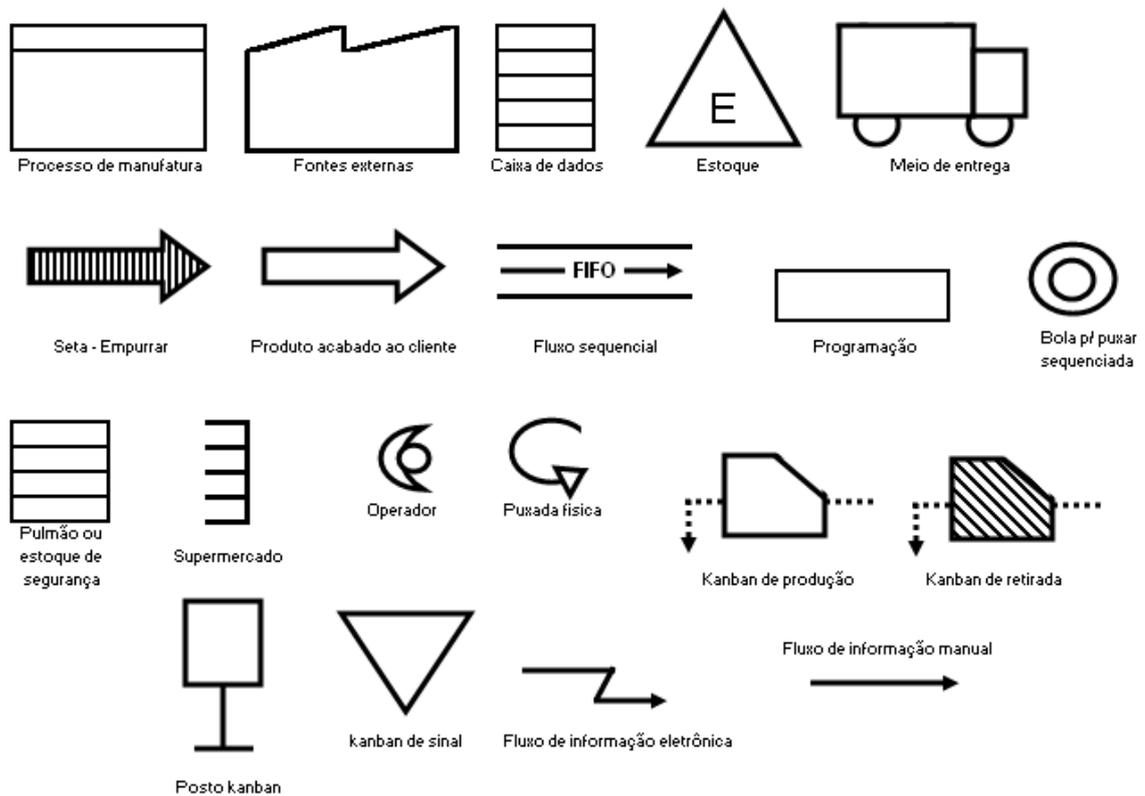


Figura 4: Simbologias utilizadas no Mapa e Fluxo de Valor

Fonte: Rother e Shook (1999)

A seguir uma breve explicação das simbologias utilizadas no Mapa de Fluxo de Valor:

- *Processo de Manufatura*: uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo, todos os processos devem ser identificados. Esta caixa também pode ser usada para representar departamentos como o de controle de produção;
- *Fontes Externas*: usada para representar clientes, fornecedores e processos de produção externos;

- *Caixa de Dados:* usada para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente etc.;
- *Estoque:* neste a quantidade e o tempo que determinada peça permanece em estoque têm que ser mensurados;
- *Meio de Entrega:* representam as frequências de entregas;
- *Seta – Empurrar:* representa o material que é produzido e movido para frente antes que o processo seguinte necessite deste;
- *Produto Acabado ao Cliente:* representa o material produzido e movido para o cliente;
- *Fluxo Sequencial:* indica um dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo de material (FIFO – primeiro que entra é o primeiro que sai) entre os processos;
- *Programação:* indica a programação da produção ou de entrega;
- *Bola para puxar sequenciada:* representa uma instrução para produzir de imediato uma quantidade e tipo pré-determinado de produtos. É um sistema puxado para processos de submontagem sem usar um supermercado;
- *Pulmão ou estoque de segurança:* representa a quantidade mínima de um determinado produto em estoque, para que este não venha faltar;
- *Supermercado:* indica um estoque controlado de peças que é utilizado para a programação da produção em um processo anterior;
- *Operador:* representa uma pessoa vista de cima;
- *Puxada física:* indica a puxada de materiais, geralmente de um supermercado;
- *Kanban de produção:* indica um cartão ou dispositivo que avisa quando um processo pode ser produzido;
- *Kanban de retirada:* indica um cartão ou dispositivo que instrui o movimentador de material para obter e transferir peças;

- *Posto Kanban:* representa o local onde o *kanban* é coletado e mantido para transferência;
- *Kanban de sinal:* sinaliza quando um ponto de reposição é alcançado e outro lote precisa ser produzido;
- *Fluxo de informação eletrônica:* representa uma troca eletrônica de dados;
- *Fluxo de informação manual:* indica a programação da produção.

2.3.2 Kaizen

O significado mais próximo para *kaizen* em português é melhoria contínua. Para Prado (2006) o *kaizen* é melhoria focada na eliminação de desperdícios com baixos investimentos. O *kaizen* pode ser implantado tanto em processos produtivos quanto em processos administrativos (CHAVES, 2010).

Segundo Chaves (2010), o *kaizen* consiste em uma técnica para a implantação rápida de melhorias com a participação significativa do nível operacional de uma organização. O evento *kaizen* inicia-se com a formação de uma equipe multifuncional (operadores, engenheiros, setor administrativo, entre outros) que atuará em um determinado processo, a fim de eliminar os desperdícios e de melhorá-lo continuamente por meio da padronização do processo, sendo finalizado em curto prazo.

Segundo Rother e Shook (1999), há dois níveis de *kaizen*:

- ***Kaizen de fluxo ou de sistema:*** tem como foco o fluxo de valor e é direcionado ao gerenciamento;
- ***Kaizen de processos:*** tem como foco os processos individuais, dirigidos às equipes de trabalho e aos líderes de equipe.

2.3.3 Programa 5S

O 5S é uma das ferramentas mais importantes para a implantação da filosofia de Produção Enxuta em uma organização. Para Valle (2007), o programa 5S foi desenvolvido para

proporcionar uma transformação no ambiente de trabalho das empresas e dos colaboradores envolvidos, a fim de reduzir os desperdícios, custos, aumentar a produtividade e melhorar as condições de trabalho dos envolvidos nos processos.

Para Campos (2004), o programa 5S propicia uma mudança de comportamento para toda a vida e impacta positivamente nas organizações, resultando em ganhos significativos de produtividade. É um programa que consiste na participação de todos os colaboradores, sendo liderado pela alta direção da empresa.

Reyes e Vicino (1997) afirmam que o 5S é um conjunto de cinco conceitos (sensos) simples, que têm como principais funções: melhoria contínua do ambiente de trabalho, prevenir acidentes, incentivo a criatividade, reduzir custos, eliminar desperdícios, desenvolver trabalho em equipe, melhoria das relações humanas e melhoria da qualidade dos produtos e serviços.

O 5S é formado por cinco sensos japoneses, que são definidos como:

- *Seiri* – senso de utilização: consiste em descartar tudo o que é desnecessário dentro do posto de trabalho, mantendo apenas os recursos necessários para o desenvolvimento das operações cotidianas;
- *Seiton* – senso de organização: este senso tem por objetivo colocar os recursos em ordem, sendo definido um lugar apropriado para cada um deles de forma que sua localização seja fácil e visual;
- *Seisou* – sendo de limpeza: consiste em manter o ambiente de trabalho limpo, eliminando lixos e sujeiras fazendo faxinas periódicas. É interessante que o próprio operador seja responsável por limpar o seu posto de trabalho;
- *Seiketsu* – senso de saúde: tem o objetivo de cuidar da saúde e da higiene do trabalho, este senso também verifica problemas relacionados à ergonomia, auxiliando na saúde física e mental dos funcionários;
- *Shitsuke* – senso de autodisciplina: consiste na manutenção de todas as melhorias implantadas e melhoria contínua dos sensos.

Os três primeiros S são de fácil implantação e trazem resultados rápidos, mas não efetivos. O quarto e o quinto S são os mais importantes e devem ser aplicados diariamente, de modo a manter as melhorias realizadas nos primeiros S (RIBEIRO, 2006).

2.3.4 Kanban

Para Ohno (1997, p. 46), “O método de operação do Sistema Toyota de Produção é o *kanban*.”. O *kanban* se baseou nos supermercados americanos onde o cliente obtém o necessário, no momento necessário e na quantidade necessária (OHNO, 1997).

Este sistema fornece informações sobre uma determinada peça, se esta precisa ser transportada ou produzida e em que quantidade. O *kanban* impede superprodução e, conseqüentemente, reduz a necessidade de altos estoques, o transporte excessivo, atua como uma ordem de produção fixada às peças e impede que peças não conformes atinjam a linha final (OHNO, 1997).

2.3.5 Nivelamento da Produção (*Heijunka*)

O *Heijunka* é uma ferramenta utilizada para nivelar o *mix* e o volume de produção, com o objetivo de minimizar as flutuações de produção. Desse modo, a produção passa a ser distribuída de forma uniforme para um variado *mix* de produtos (PRADO, 2006).

Para Niimi (2004), a melhor maneira de nivelar a produção é somar todos os pedidos de um determinado período (mês, semana ou dia) e dividi-los igualmente pela quantidade de dias de produção do período estabelecido. Por mais que não seja possível obter uma linha reta de produção, os altos e baixos da produção têm menor variação e são mais previsíveis.

A produção nivelada é a técnica que age para minimizar os desperdícios de superprodução, estoques desnecessários e, também, sobre as perdas de tempo de espera. A produção enxuta tem dois apoios para a programação à produção puxada e o nivelamento da produção, que juntos reduzem o principal tipo de desperdício que é a superprodução (MENEGON, NAZARENO e RENTES, 2003).

2.4 Setup

Segundo Shingo (2000) *setup* compreende todas as operações executadas no período entre a saída da última peça do lote anterior até a primeira peça boa ser processada no lote seguinte, essas operações consistem em averiguar o material a ser processado, o transporte desse material, preparação da máquina para o lote seguinte (desmontagem e montagem de ferramental), ajustes necessários e inspeção e aprovação da primeira peça boa do lote a ser produzido. A Figura 5 ilustra o processo de *setup*, desde a requisição do material, para o próximo lote, até a inspeção e aprovação da primeira peça conforme.



Figura 5: Tempo de Setup

Fonte: Oliveira (2008)

Harmon e Peterson (1991) afirmam que a redução do tempo de *setup* é uma das melhorias mais simples de se aplicar dentro de uma fábrica e os resultados dessas melhorias são facilmente notados. Para Harmon e Peterson (1991, p. 227) um dos maiores benefícios da redução do tempo de *setup* é “[...] permitir à empresa focalizar seus esforços na mudança da fabricação, deixando de ser em função dos estoques, para ser em função dos pedidos”.

Para Shingo (1996) é fundamental que, em uma análise de *setup*, se faça a divisão das atividades que podem ser executadas com a máquina ainda em funcionamento e as atividades que, somente, podem ser executadas com máquina parada. Shingo (1996) classificou o *setup* em dois tipos:

- *Setup interno* – neste são realizadas as operações como montagem e desmontagem de ferramentas, estas operações são realizadas com a máquina parada.
- *Setup externo* – neste são executadas as operações que podem ser desenvolvidas com a máquina em funcionamento como transporte de materiais.

2.5 Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

O conceito de Troca Rápida de Ferramentas surgiu em 1950 e levou 19 anos para ser desenvolvido por Shingeo Shingo (SHINGO, 2000). A TRF parte do termo inglês *Single Minute Exchange of Die* (SMED) que consiste em realizar o *setup* em tempos inferiores a dois dígitos, ou seja, em menos de dez minutos. Shingo (2000) afirma que, apesar de não ser possível alcançar o objetivo de reduzir o tempo de *setup*, em menos de dez minutos, para todas as operações, pode-se reduzir consideravelmente o *setup* de qualquer operação.

Segundo Ohno (1997), a TRF é essencial para a Produção Enxuta, pois com a redução do tempo de *setup* é possível realizar o nivelamento da produção e reduzir o tamanho dos lotes, consequentemente, o inventário e os custos relacionados a ele também são reduzidos. Sendo assim, desperdícios de superprodução podem ser minimizados e até eliminados com a utilização da troca rápida.

Para Black (1998), a TRF é considerada um método científico que consiste na análise de tempos e movimentos relacionados às atividades desenvolvidas durante o processo de *setup*. A adoção da TRF em um posto de trabalho pode ser realizada com baixos investimentos (BLACK, 1998).

Fogliatto e Fagundes (2003), afirmam que para implantar a TRF em uma indústria é preciso que, primeiramente, haja o total comprometimento da alta gerência e para que esta se comprometa é necessário que se conheça quais as estratégias e técnicas utilizadas na implementação da ferramenta e, também, é importante que se conheça os resultados e benefícios que esta pode trazer à empresa.

Para melhorar o tempo de *setup*, Shingo (2000) afirma que é preciso passar por quatro estágios, sendo eles:

a) **Estágio inicial**

Neste estágio o *setup* interno e externo não são separados, acarretando longas paradas de máquinas e inúmeras perdas como: transporte de material após o término da fabricação do lote anterior, ferramental disponibilizado após o início do *setup* interno, estocar as ferramentas que não serão mais utilizadas com a máquina ainda parada, substituição de

ferramentas que não estão em condições de uso durante o processo de *setup* interno, procura por ferramentas adequadas, entre outras perdas.

b) **Estágio 1**

É o estágio mais importante da TRF, nele são separadas as operações de *setup* externo das operações de *setup* interno. Caso esta separação seja bem sucedida, é possível reduzir o *setup* de 30% a 50%.

Segundo Shingo (2000), para que este processo seja realizado é importante executar algumas atividades de melhorias, estas estão descritas a seguir:

- *Utilizar checklist*: criar uma folha de verificação que contenha todos os componentes e etapas necessárias no processo de *setup*, nesta folha são incluídos nomes, especificações, itens a serem utilizados, parâmetros, pressão, temperatura, etc. o *checklist* tem como objetivo evitar que o operador esqueça de algum item necessário ao processo, por conseguinte, evitar excessos de movimentações.
- *Verificação de funcionamento*: é importante que se faça a verificação correta de todo o ferramental que será utilizado, durante o *setup* externo, para evitar que itens que não estão em boas condições de uso sejam montados e, posteriormente, tenham que ser retirados, ocasionando paradas.
- *Melhoria de transporte de materiais*: o processo de transporte de ferramentas tem que, necessariamente, ser realizado como *setup* externo, ou seja, o ferramental tem que ser transportado do estoque para as máquinas e retornar para o estoque após o término do lote com as máquinas em funcionamento.

c) **Estágio 2**

Consiste em analisar novamente as operações que foram separadas e verificar se alguma operação que foi considerada como *setup* interno pode ser executada como *setup* externo e realizar esta conversão.

d) **Estágio 3**

Neste estágio faz-se uma análise profunda das operações de *setup* interno e externo para avaliar a existência de possíveis pontos de melhorias.

Segundo Shingo (1996), existem oito técnicas que auxiliam na implantação da TRF cada uma destas técnicas estão descritas abaixo:

- *Técnica 1* – separar o *setup* interno e externo: esta técnica está descrita no item 2.4.1 (b);
- *Técnica 2* – converter *setup* interno em externo: esta técnica está descrita no item 2.4.1 (c);
- *Técnica 3* – padronizar a função, não a forma: padronizar a forma das ferramentas pode causar gastos desnecessários, pois para padronizar todas as ferramentas é preciso adequar todas ao maior tamanho utilizado, porém na padronização da função é necessário somente que as peças estejam uniformes ao processo de *setup*;
- *Técnica 4* – utilização de grampos funcionais ou eliminação de grampos: é importante que o uso de parafusos sejam substituídos por fixadores funcionais, que não exijam muitos movimentos para apertar e soltar o fixador, como a utilização de métodos de um toque que usam cunhas, ressaltos, prendedores ou molas;
- *Técnica 5* – usar dispositivos intermediários: este método pode ser utilizado para reduzir o *setup* interno, pois com o uso de dispositivos padronizados é possível montar a peça que será processada no próximo lote durante o *setup* externo, enquanto outro dispositivo é utilizado no lote atual, desse modo, durante o *setup* interno a peça já montada no dispositivo é facilmente instalada na máquina;
- *Técnica 6* – adotar ações paralelas: ocorre quando dois operadores realizam tarefas simultâneas com o objetivo de reduzir movimentações e, principalmente, o tempo de *setup*, neste caso, o tempo pode ser reduzido em mais de 50%;
- *Técnica 7* – eliminar ajustes: os ajustes são atividades que demandam muito tempo do *setup* interno, por isso ela deve ser eliminada. Para que isso seja possível é necessário que se padronize o processo de preparação tornando-o preciso, desse modo o processo de ajuste passa a ser irrelevante;

- *Técnica 8* – mecanização: para utilizar esta técnica é importante que se tenha cautela, para que não sejam feitos grandes investimentos que tragam poucos resultados. É indicado que a mecanização seja utilizada após a linearização do *setup* com a implantação da TRF.

Shingo (2000) listou, também, os inúmeros benefícios de se aplicar a Troca Rápida de Ferramentas, sendo eles os seguintes: produção sem estoques; aumento da capacidade produtiva e dos índices de utilização de máquinas; eliminação dos erros de *setup*; melhoria da qualidade; aumento da segurança; 5S simplificado; redução do *setup*; redução de custos; preferência do operador; menor exigência de qualificação; redução do tempo de produção; flexibilidade de produção; eliminação de paradigmas conceituais; novas atitudes; métodos de produção revolucionados.

Dos benefícios citados, para Shingo (1996) os principais são:

- a) Redução do *setup*: proporciona o aumento dos índices de operações das máquinas;
- b) Produção sem estoque: alcançado por meio da produção de pequenos lotes, elimina os desperdícios por superprodução;
- c) Flexibilidade de produção: capacidade de responder rapidamente às mudanças de demanda, pois a TRF simplifica os ajustes e as trocas de ferramental.

2.6 Trabalhos Relacionados

Esta seção descreve aplicações da TRF nos setores metal-mecânico, moveleiro e odontológico.

2.6.1 Setor Metal-Mecânico

Oliveira (2008) aplicou os conceitos de Troca Rápida de Ferramentas, proposto por Shigeo Shingo, em um torno CNC de uma empresa metal mecânica de pequeno porte, que tem como característica principal a produção em pequenos lotes (somente o que o cliente solicita).

Primeiramente Oliveira (2008) analisou como o operador realizava o processo de *setup*, para isto o autor construiu, com o auxílio do operador, uma lista com todas as operações necessárias para realizar o procedimento, nesta lista Oliveira (2008) observou que não havia

uma sequência determinada para a execução do *setup*, as operações eram realizadas de forma aleatória. A fim de evitar perdas de tempo, o autor elaborou um *checklist* contendo todas as operações necessárias para realização do *setup* e a sequência de execução de cada atividade.

Segundo Oliveira (2008), posteriormente, o *setup* externo foi separado do interno, porém em um primeiro momento não houve grandes reduções de tempo, isto deve-se ao fato de que somente uma operação foi considerada como *setup* externo. Após esta etapa deu-se início a conversão de *setup* interno em externo, com o auxílio do operador e da gerência foi possível converter duas operações em *setup* externo: posicionar/fixar ferramentas e *presseting* X e Z.

Após a aplicação destas etapas Oliveira (2008) cronometrou as operações de *setup* de três tipos de peças produzidas no torno CNC e os resultados obtidos foram muito satisfatórios sendo que a redução do *setup* das peças 1, 2 e 3 foi de 71,7%, 67,6% e 62,1%, respectivamente.

Segundo Oliveira (2008), apesar de não ter alcançado tempos de *setup* inferiores a 10 minutos (tempo de *setup* entre 10 a 15 minutos) como proposto por Shingo (2000) os tempos de *setup* foram reduzidos, em média, 67%, sendo assim, a aplicação da TRF foi muito positiva. Além deste ganho outro ponto importante para o autor foi a participação e o empenho do operador na redução dos tempos de paradas de máquina. De acordo com Oliveira (2008), a TRF pode ser implantada em empresas de qualquer segmento e porte.

Rech (2004) desenvolveu seu projeto de implantação da TRF em uma indústria de acessórios pneumáticos e engates hidráulicos. Após aprovação do projeto pela diretoria da empresa, foi realizado um treinamento sobre a TRF para os colaboradores para que todos compreendessem os conceitos desta ferramenta e os benefícios que ela poderia trazer à organização.

Segundo Rech (2004), o setor escolhido para desenvolver o estudo e dar início à implantação da TRF foi o de tornos CNC's. Neste setor Rech (2004) observou alguns problemas relacionados ao *setup*, tais como: a falta de organização do ferramental e a eliminação de programas CNC's da memória da máquina, para disponibilizar espaço para outros programas.

Após o treinamento sobre a TRF, a autora distribuiu um questionário para os colaboradores para que eles listassem as atividades que eram mais problemáticas no processo de *setup*. De acordo com Rech (2004), após a análise dos questionários a autora e sua equipe (responsável pelos tornos e representante administrativo) realizaram planos de ações para implantarem

melhorias no *setup* das máquinas CNC's. As melhorias foram classificadas em duas categorias: transformação de *setup* interno em externo e redução do *setup* interno.

Segundo Rech (2004), a implantação das melhorias foi vista como positiva por todos os colaboradores. Estas melhorias facilitaram o processo de *setup* bem como a operação da máquina, para os operadores a principal melhoria foi a redução do tempo de busca por ferramental, já que estes foram organizados e identificados de acordo com suas especificações. A gerência da fábrica também observou que a produtividade aumentou após a implantação das melhorias.

Entretanto, Rech (2004) afirma que os resultados alcançados não foram tão satisfatórios como esperado, visto que não houve uma expressiva redução do *setup*. Para Rech (2004) faltou empenho de sua parte para monitorar e conscientizar os operadores sobre a aplicação da TRF, o treinamento realizado antes da implantação das melhorias não foi suficiente era preciso que tivesse sido realizado um acompanhamento efetivo durante o processo de implantação e cada resultado obtido deveria ter sido apresentados a todos envolvidos no processo.

2.6.2 Setor Moveleiro

Este estudo desenvolvido por Pivato Junior *et al.* (2009) foi realizado na indústria moveleira Brasmacol, a empresa tem como característica a produção de produtos conforme os projetos dos clientes, este fato é responsável pela grande variedade de produtos da empresa e também gera um alto número de *setup* durante o processo de manufatura.

Pivato Junior *et al.* (2009) optou por desenvolver o estudo no processo gargalo da empresa que é o de moldura. Primeiramente, o autor coletou os dados referentes ao processo de *setup* que é executado na recobridora por meio de entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pelo *setup*, observações, filmagens e cronometragem do processo.

Segundo Pivato Junior *et al.* (2009), as etapas de aplicação da TRF foram realizadas de acordo com o referencial teórico proposto por Shingo (2000). Durante a aplicação destas etapas Pivato Junior *et al.* (2009) propôs várias melhorias para reduzir o *setup*, entre essas melhorias estão a elaboração de um *checklist* (para garantir a execução de todas as operações na sequência correta) e na etapa de racionalização do *setup* foi proposto a utilização de uma

parafusadeira pneumática ou elétrica, para apertar os parafusos *allen* dos roletes de pressão que são fixados ao redor da peça que será recoberta.

De acordo com Pivato Junior *et al.* (2009), com a aplicação das melhorias propostas pode-se reduzir o *setup* da recobridora em 32 minutos (27,12%). Pivato Junior *et al.* (2009) considerou que o emprego da metodologia TRF acarreta excelentes resultados na redução de *setup*, além de ter um baixo investimento. E o principal resultado com a aplicação da ferramenta é a mudança de atitude dos operadores, que passam a visualizar situações de desperdícios.

2.6.3 Segmento de Instrumentos Odontológico

Pereira (2008) desenvolveu seus estudos sobre a TRF em uma empresa do ramo odontológico, as máquinas escolhidas para implantação da TRF foram os tornos CNC's, pois o setor de usinagem foi considerado o setor gargalo da empresa.

Para executar o projeto Pereira (2008) formou uma equipe composta de preparadores de máquinas (*setup* não seria feito pelo operador) e um funcionário responsável por cronometrar e filmar o processo de *setup*. Para que fossem obtidos melhores resultados no projeto além da ferramenta TRF foram utilizados o *Kaizen* e o 5S para facilitar o processo de *setup*.

Segundo Pereira (2008) foram coletados dados sobre o processo de *setup*, antes da aplicação da TRF, esses dados foram analisados juntamente com a equipe para definir as melhorias que seriam realizadas no *setup*.

Na etapa seguinte o *setup* interno foi separado do externo, onde foi reduzido o número de atividades realizadas durante *setup* interno de 124 para 36 atividades (redução de 70,9% das atividades) e o tempo de *setup* foi reduzido em 81,9%.

Pereira (2008) concluiu, juntamente, com a gerência da fábrica que a aplicação da TRF obteve bons resultados. Além disso, a utilização da TRF com outras ferramentas *Lean* é muito válida e pode ser utilizada para reduzir o tempo de *setup*.

2.6.4 Pontos Fortes e Fracos dos Trabalhos Relacionados

Este tópico tem o intuito de demonstrar de forma simples e fácil os principais aspectos que contribuíram para o desenvolvimento dos trabalhos apresentados nesta seção e também os

aspectos que dificultaram a implantação da ferramenta TRF. Os pontos fortes e fracos dos trabalhos relacionados está representado no Quadro 1.

Quadro 1: Pontos Fortes e Fracos dos Trabalhos Relacionados

PONTOS FORTES E FRACOS DOS TRABALHOS RELACIONADOS		
AUTOR	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Oliveira (2008)	<p><i>Checklist</i> para facilitar e padronizar a sequência de operações de <i>setup</i>.</p> <p>Conversão de duas operações de <i>setup</i> interno em externo.</p> <p>Redução de <i>setup</i> foi maior que 60%.</p>	<p>Na primeira etapa de transformação do <i>setup</i> interno para externo foi transformada apenas uma operação.</p> <p>O tempo gasto na operação de <i>setup</i> foi maior que 10 minutos.</p>
Rech (2004)	<p>Elaboração de questionário para os colaboradores listarem os principais problemas durante o <i>setup</i>.</p> <p>Plano de Ação para implantação das melhorias propostas.</p> <p>Organização e identificação do ferramental.</p>	<p>Não houve expressiva redução de <i>setup</i>.</p> <p>Acompanhamento durante a implantação não foi efetivo.</p> <p>O treinamento realizado para os colaboradores foi insuficiente para que eles compreendessem a importância do trabalho.</p>
Pivato Jr. et al. (2009)	<p>Coleta de dados realizada por meio de entrevistas, observações, filmagens e cronometragem das operações de <i>setup</i>.</p> <p>Elaboração de um <i>checklist</i> para facilitar e padronizar a sequência de operações de <i>setup</i>.</p>	<p>Falta de comprometimento dos colaboradores.</p> <p>Alta rotatividade de funcionários.</p>
Pereira (2008)	<p>Criação de uma equipe para implantar as melhorias.</p> <p>Utilização de outras ferramentas <i>lean</i>.</p> <p>O número de atividades de <i>setup</i> foram reduzidas em 70,9%.</p> <p>Tempo de <i>setup</i> foi reduzido em 81,9%.</p>	<p>Falta de matérias-primas para a fabricação dos lotes.</p>

Como pode ser visto no Quadro 1 apenas um trabalho não obteve um resultado satisfatório, isto ocorreu devido ao fato da autora, Rech (2004) não ter realizado um acompanhamento efetivo da implantação da ferramenta e o treinamento dado aos colaboradores ter sido insuficiente, desse modo pode-se perceber que ao desenvolver um trabalho de melhoria é de suma importância que o coordenador do projeto participe efetivamente da implantação. Os outros trabalhos tiveram bons resultados na aplicação da TRF e contribuíram para melhoria dos processos das empresas estudadas, apesar das dificuldades enfrentadas no decorrer dos projetos.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da Empresa

O objeto de estudo deste trabalho é uma empresa do setor metal-mecânico, que produz equipamentos rodoviários, cuja matriz se localiza em Sarandi (PR). A empresa possui duas filiais ativas e uma em construção, sendo que as filiais ativas estão localizadas em Chavantes (SP) e Itumbiara (GO) e a que está em construção localiza-se em Dourados (MS). Contando matriz e filiais a empresa possui, em torno de, 450 colaboradores.

A empresa está presente no mercado desde 1986, seus clientes principais estão localizados nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Esta possui seis linhas de equipamentos: Reboques/Semi-Reboques/Carrocerias Canavieiras; Transbordos Canavieiros; Carrega-tudo; Guindastes; Plataformas de Auto-Socorro; Caçambas Basculantes.

Os equipamentos canavieiros são os que possuem as maiores demandas e que geram maior faturamento para a empresa. Estes equipamentos são utilizados durante a colheita e transporte da cana-de-açúcar até as usinas.

O setor fabril é subdividido pelos setores de usinagem, perfilados, pré-montagem, montagem, acabamento e pintura, o produto final é armazenado no setor de expedição (comumente é o cliente que retira o equipamento da empresa). Os setores que dão apoio aos setores produtivos são: almoxarifado, planejamento e controle da produção (PCP), tecnologia da informação (TI), compras e engenharia. Já os setores responsáveis pelas áreas administrativas e de vendas são divididos em comercial, financeiro e contabilidade.

As diretrizes estratégicas são direcionadas pelo presidente da empresa, juntamente com os diretores de fábrica e administrativo. Os gerentes da empresa são subordinados aos diretores e são responsáveis por coordenar a execução das estratégias estabelecidas pela alta direção, para que isso ocorra os gerentes contam com o auxílio de supervisores, analistas e auxiliares para desenvolverem atividades operacionais.

O setor comercial é responsável pelas vendas e pelo relacionamento com o cliente. Os processos financeiros e administrativos são de responsabilidade dos setores financeiro e administrativo, respectivamente. A engenharia é responsável pelo desenvolvimento dos

produtos e por definir os materiais utilizados na fabricação do produto, já o setor de PCP tem que sequenciar, programar e controlar a produção.

A Figura 6 representa a estrutura organizacional da empresa concedente do estudo. No topo do organograma esta o presidente que é quem decide os rumos que a empresa irá seguir e estabelece as metas a serem alcançadas, este processo é realizado em conjunto com os diretores administrativo e industrial.

No setor administrativo, o diretor administrativo é responsável pelos setores comercial, administrativo e financeiro. Os representantes comerciais, assistente pessoal e faturista são subordinados ao gerente comercial. Já o analista de sistema, recursos humanos e departamento pessoal respondem ao gerente administrativo. E o supervisor financeiro, analista de crédito, contador e auxiliar de contabilidade são subordinados ao gerente financeiro.

O diretor industrial supervisiona a fábrica, engenharia e compras. O encarregado de manutenção, o encarregado de PCP e os líderes dos setores são subordinados ao gerente industrial. O setor fabril também é composto pelos técnicos de manutenção, auxiliar de PCP, operadores, soldadores e montadores, sendo estes subordinados aos respectivos encarregados. Os desenhistas de equipamentos respondem ao encarregado do setor de engenharia. E o encarregado do almoxarifado e os almoxarifados respondem ao gerente de compras.

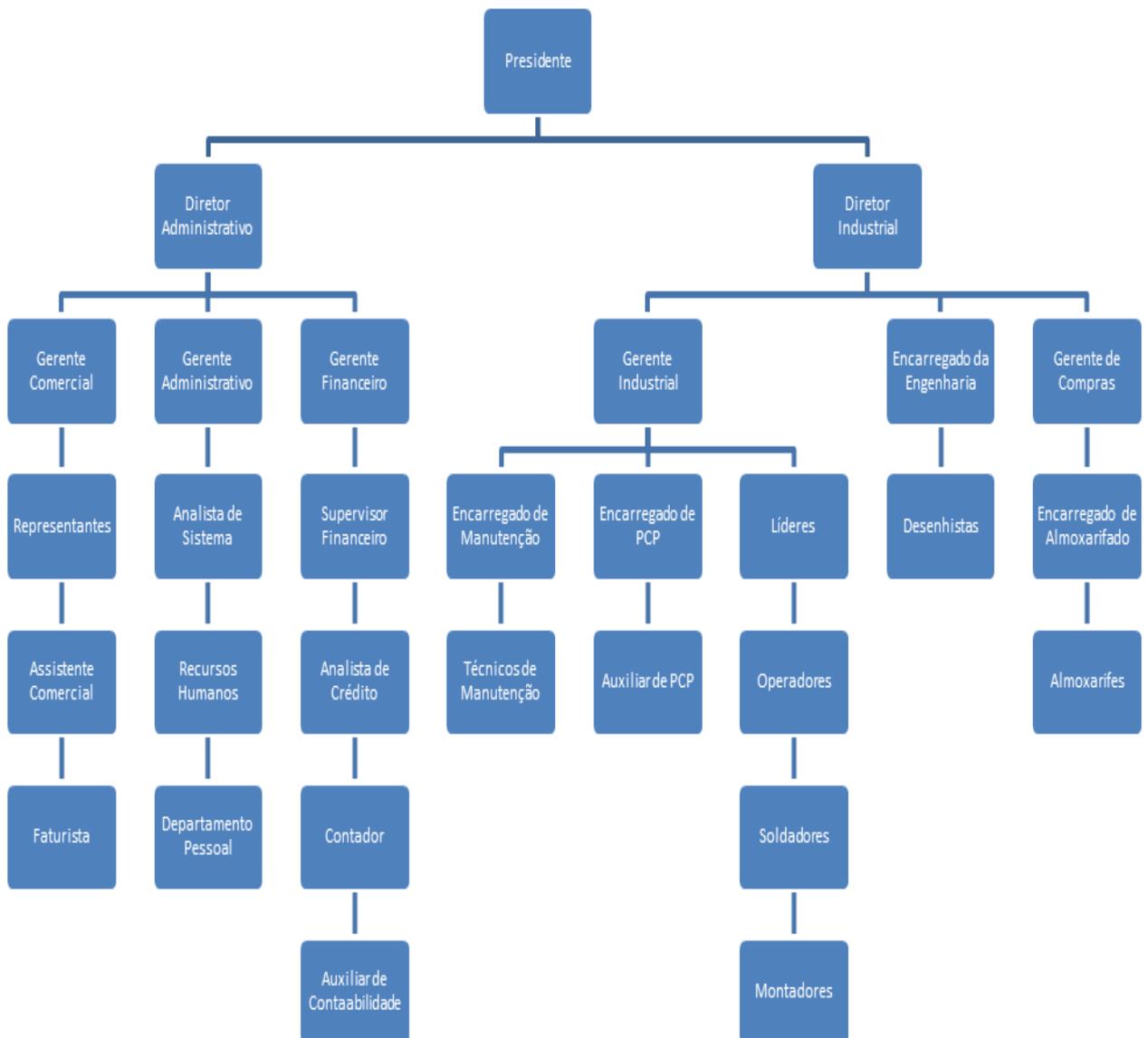


Figura 6: Organograma da empresa

3.2 Caracterização do setor

O setor de usinagem foi definido como objeto deste estudo, mais especificamente os tornos CNC's. Como citado anteriormente este setor é o gargalo da empresa e a maioria das peças usinadas em grandes lotes são processadas nas máquinas CNC's, estas têm alto custo de manutenção. Para que este custo seja compensado é preciso que a capacidade produtiva dessas máquinas sejam utilizadas ao máximo.

- 1) **Corte de peças:** as peças são cortadas em uma serra semi-automática, as matérias-primas utilizadas são barras de aço redondo, tubos TCH e tubos mecânicos;
- 2) **Usinagem:** após o corte das peças estas são usinadas de acordo com as especificações do desenho. Lotes de grandes quantidades são processados nos tornos CNC's e lotes de pequenas quantidades são processados nos tornos convencionais;
- 3) **Furação:** caso a peça possua furos ou roscas ela sai do torno e vai para a furadeira, onde serão executados de acordo com as especificações do desenho;
- 4) **Fresamento:** quando a peça possui “rasgos” ou algum detalhe elaborado ela sai do torno para o centro de usinagem, nesta máquina é possível fazer furações e rosas, sendo assim, caso a peça também seja furada ou tenha rosca não é preciso realizar esses processos na furadeira;
- 5) **Armazenamento:** após o lote ser processado ele sai do setor para o centro de distribuição (CD) da empresa, onde fica armazenada até sua utilização.

3.3 Diagnóstico

Para que fosse avaliado e apresentado um diagnóstico do processo de *setup* dos tornos CNC's, bem como seus pontos de melhorias foram utilizados os dados das folhas de acompanhamento da produção (preenchidas diariamente pelos operadores) e o método de observação do processo.

Por meio das folhas de acompanhamento da produção foi possível mensurar durante o período de janeiro a março de 2013 que, em média, o *setup* representa 18% da produtividade total. Esta porcentagem é significativa, pois caso seja considerado este trimestre, o tempo disponível de fabricação de 528 minutos por dia (tempo disponível ideal), que o custo minuto do setor de usinagem seja de R\$ 0,53 e que foram gastos 15. 521 minutos com *setup* no primeiro trimestre do ano, tem-se que os tornos gastaram R\$ 8.226,13 realizando o processo de *setup*. Dentro de um ano o custo com *setup* seria, teoricamente, de 32.905,00.

No item 1.1, na Figura 1 está representada a produtividade de cada CNC no mesmo período.

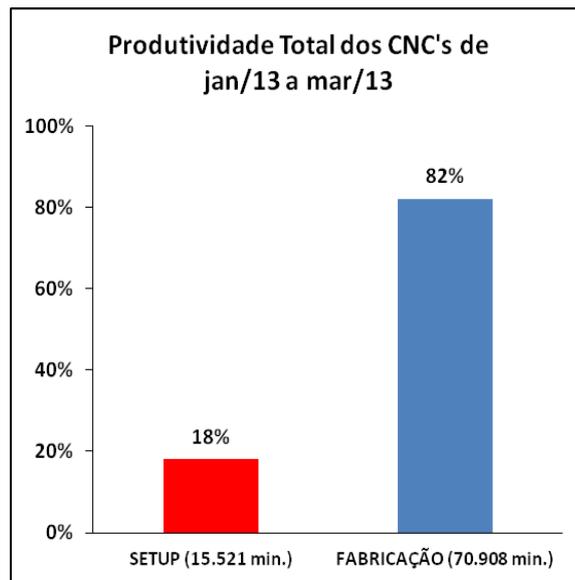


Figura 8: Média da Produtividade Total dos Tornos CNC's

O *setup* inicia-se após o término da fabricação de um lote anterior, este processo compreende diversas etapas até a produção da primeira peça conforme. A Figura 9 apresenta o fluxograma das diversas etapas que compõem o *setup*.

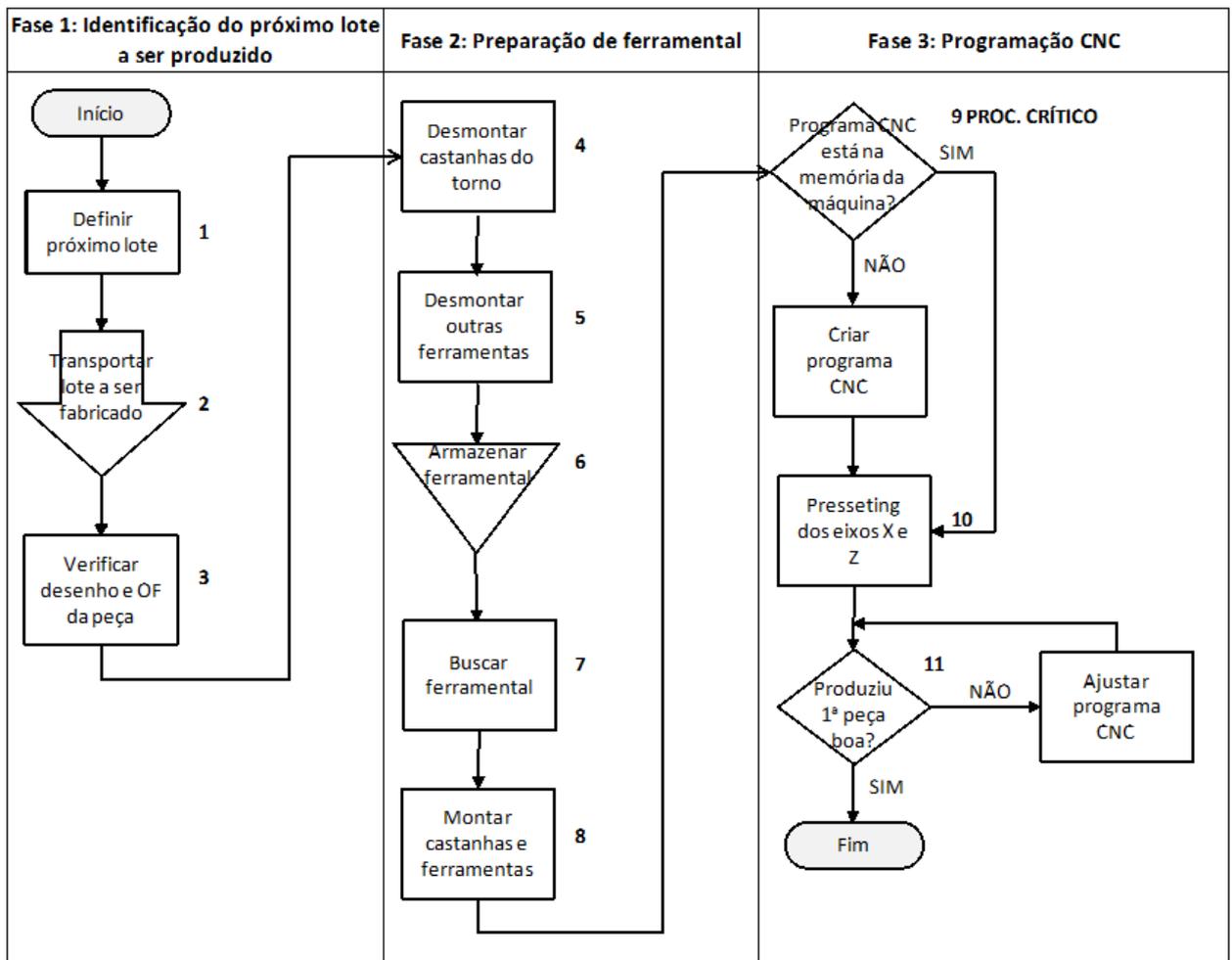


Figura 9: Fluxograma das etapas de *setup*

- 1) **Definição do próximo lote:** nesta etapa o operador vai até o líder do setor de usinagem para verificar qual será o próximo lote a ser produzido;
- 2) **Transportar o lote até próximo à máquina:** após o corte da matéria-prima as peças a serem fabricadas são alocadas em caixas de aço, o transporte do lote da serra ou da área de armazenagem de estoque em processo até próximo ao torno CNC é realizado com o auxílio de um transpalete. O transporte é tanto feito pelo operador da máquina CNC quanto pelo auxiliar do setor, esta definição ocorre de acordo com a disponibilidade de cada um para executar esta etapa;
- 3) **Verificação do desenho e da ordem de produção:** nesta etapa o operador analisa as especificações do desenho, para definir quais ferramentas serão utilizadas para a

fabricação do lote, e também verifica na ordem de fabricação a quantidade a ser produzida;

- 4) **Desmontagem de castanhas:** caso a castanha fixada ao torno não corresponda as especificações do desenho, o operador faz a desmontagem destas para fixar as castanhas adequadas, posteriormente;
- 5) **Desmontagem de outras ferramentas:** o operador verifica quais das ferramentas fixadas (suportes, pinças, buchas de redução, etc.) serão utilizadas ou não no próximo lote, as que não são adequadas são desmontadas;
- 6) **Armazenamento do ferramental:** as ferramentas que foram desmontadas são armazenadas em armários utilizados para alocar o ferramental;
- 7) **Busca por ferramental adequado:** após o armazenamento do ferramental o operador retira as ferramentas que serão necessárias à fabricação do próximo lote e também verifica se os incertos (pastilhas) fixados nos suportes estão em bom estado, caso não esteja o operador troca o incerto por um novo;
- 8) **Montagem das castanhas e das demais ferramentas:** nesta etapa o operador fixa todo ferramental que será utilizado para fabricação do lote;
- 9) **Programação CNC:** esta etapa é a que despence maior tempo do operador, nela o operador cria o programa CNC para fabricar o lote de acordo com especificação do desenho. O programa define os parâmetros, fase de desbaste e acabamento, velocidade de corte e rotação que serão utilizados. Essas máquinas possuem memória onde é possível armazenar uma dada quantidade de programas, caso o lote a ser fabricado já possua o programa armazenado na máquina esta etapa não é executada pelo operador, a não ser que seja preciso fazer algum ajuste, para otimizar o processo;
- 10) **Presseting dos eixos X e Z:** o operador informa a máquina os valores cartesianos que indicam a posição das ferramentas nos eixos X e Z;
- 11) **Fabricação da primeira peça boa:** o operador usina a primeira peça e verifica se ela está de acordo às especificações do desenho, caso esteja inicia-se o processo de

fabricação. Se for necessário o operador realiza alguns ajustes para aperfeiçoar a fabricação.

Das etapas citadas a que chamou mais atenção, durante o período de observação do *setup* foi a etapa 9 (Programação CNC), pois é a que despense maior tempo durante o *setup*. A empresa já havia atentado para este fato tanto que ao criar a folha de acompanhamento o *setup* foi nomeado como *setup* total e subdividido em *setup* (preparação de ferramental) e programação. Por meio do acompanhamento da produção foi possível verificar que esta etapa representa 52% do tempo total de *setup*, isso em valores representa um custo de R\$ 4.307,30 no primeiro trimestre com o processo de programação. A Figura 10 apresenta esta porcentagem e das demais operações, totalizando o *setup* total.

A etapa 9 já se apresenta como um ponto a ser melhorado, pois demanda muito tempo do processo estudado. É uma das operações que têm que ser transformada de *setup* interno para externo.

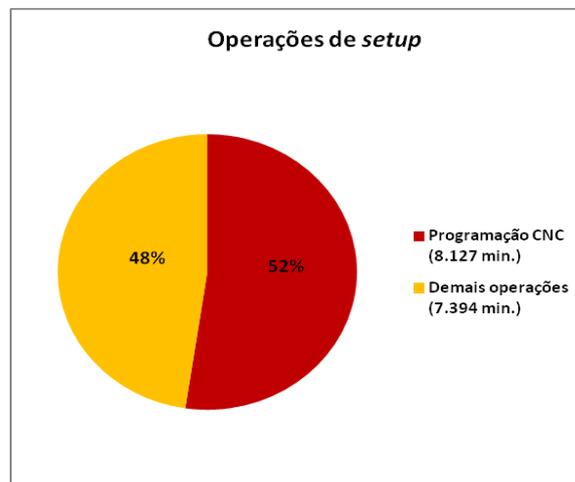


Figura 10: Operações de *setup*

Outro problema que chamou a atenção foi a desorganização do setor, as ferramentas ficam misturadas, não havendo identificação das mesmas e isto torna o *setup* mais demorado, pois o operador perde muito tempo procurando o ferramental adequado. O outro problema referente a organização é que o armário onde são armazenados suportes, buchas de redução e pinças, os armários de brocas, a prateleira de castanhas e o cofre onde se armazena os incertos e machos máquina ficam distantes um do outro isto também torna o *setup* ainda mais lento. A Figura 11 mostra esta desorganização que gera o aumento do tempo de *setup*.



Figura 11: Desorganização da célula CNC

Foi possível observar também que os operadores não analisavam corretamente o desenho da peça que seria processada isto faz com que eles não busquem todo o ferramental utilizado de uma única vez, desse modo, há um excesso de movimentação desnecessário, se os colaboradores interpretassem o desenho de forma correta isso não aconteceria. Este problema também provoca o aumento do tempo de *setup*.

Além disso, os operadores não seguiam, na sequência, as etapas de *setup* apresentadas no fluxograma da Figura 9, que seria a forma correta. Pelo processo de observação foi possível verificar que os colaboradores muitas vezes começavam a executar uma etapa e a interrompiam para fazer outra e só depois voltavam para a que eles tinham começado anteriormente. Isto deve-se a desatenção dos mesmos e também pelo fato de que não havia um *checklist* com a sequência das operações de *setup*, desse modo, os operadores executavam as atividades conforme iam se lembrando.

Vários problemas foram identificados nesta etapa, este diagnóstico serviu como base para criação das propostas de melhorias e implantação das mesmas. O Quadro 2 apresenta de maneira sucinta os problemas descritos.

Quadro 2: Diagnóstico das operações de *setup*

<i>DIAGNÓSTICO DAS OPERAÇÕES DE SETUP EM TORNOS CNC'S</i>	
PROBLEMAS QUE TORNAM O <i>SETUP</i> MAIS LENTO	CONSEQUÊNCIAS
Programação CNC realizada na máquina	O tempo para programar o CNC representa 55% do <i>setup</i> total
Desorganização e falta de identificação de ferramentas	Demora na busca por ferramental
Distância entre armários e prateleiras de ferramentas	Excesso de movimentação
Análise incorreta de desenhos	Excesso de movimentação
Não há uma sequência para executar o <i>setup</i>	Demora ao executar as atividades e excesso de movimentação

3.4 Proposta de Melhorias e Implantação

Partindo das observações das atividades desempenhadas pelos operadores dos tornos CNC's, de conversas com os mesmos e pelo acompanhamento da produtividade foi possível identificar as dificuldades que os colaboradores tinham ao desempenhar as operações de *setup* e que, conseqüentemente, tornava-o lento.

Com o intuito de tornar o *setup* mais ágil e fácil foi elaborado um plano de melhorias e estas foram implantadas por uma equipe que ficou responsável pela aplicação nas máquinas CNC's. Nesta seção estão apresentadas as melhorias propostas e a implantação destas pela equipe encarregada de desenvolver o projeto de troca rápida.

3.4.1 Melhorias Propostas

Em fevereiro de 2013 foi realizada uma reunião para discutir os problemas e as dificuldades observadas durante o processo de *setup* dos tornos CNC's que estavam acarretando baixa produtividade das máquinas e do setor de usinagem, conseqüentemente. Nesta reunião estiveram presentes: diretor industrial, gerente industrial, coordenador de engenharia de processos, estagiária de engenharia de processos, líder do setor de usinagem e os operadores/programadores dos CNC's.

Na reunião foram abordadas e discutidas quais melhorias poderiam otimizar o processo de *setup* acarretando no aumento da produtividade e melhorando as condições de trabalho dos colaboradores. Após listar as opiniões de todos os envolvidos chegou-se a um consenso sobre as melhorias que mais beneficiariam o processo e que também seriam viáveis à empresa, em relação a investimentos.

Também foi definida em reunião a formação da equipe que compõe o projeto TRF, o grupo ficou responsável pela implantação da ferramenta e também por solucionar possíveis problemas durante o processo de implantação desta metodologia. A formação de uma equipe também é importante para integrar todos os envolvidos, para que percebam que o comprometimento de todos é fundamental para o sucesso do projeto. O Quadro 3 apresenta a formação da equipe.

Quadro 3: Equipe TRF

Equipe TRF		
Cargo	Função dentro da equipe	Setor
Líder da Usinagem	Auxiliar os operadores e acompanhar a implantação da TRF	Usinagem
Operador CNC 01	Implantar a TRF na máquina que opera e manter o posto de trabalho organizado	Usinagem
Operador CNC 02	Implantar a TRF na máquina que opera e manter o posto de trabalho organizado	Usinagem
Operador CNC 03	Implantar a TRF na máquina que opera e manter o posto de trabalho organizado	Usinagem
Operador CNC 04	Implantar a TRF na máquina que opera e manter o posto de trabalho organizado	Usinagem
Programador CNC	Realizar a programação CNC via software e preparar ferramental dos tornos	Usinagem
Estagária de processos	Coordenar a implantação da TRF nos CNC's e dar suporte aos colaboradores	Eng. de Processos
Coordenador de processos	Auxiliar e dar suporte a implantação da TRF	Eng. de Processos
Gerente Industrial	Auxiliar e dar suporte a implantação da TRF	Fábrica
Total de pessoas envolvidas: 09		

Pelo Quadro 3 pode-se observar que o setor de engenharia de processos foi incumbido de coordenar e dar suporte aos operadores e ao programador CNC na implantação da TRF. A

engenharia de processo ficou encarregada de transmitir ao líder, operadores e programador a metodologia da TRF e de conscientizá-los da importância que o projeto possuía para o trabalho de cada um. O setor ficou responsável, também, por fornecer os meios que estes necessitariam para implantar o projeto.

Os operadores e o programador CNC ficaram incumbidos de executar o projeto, com a supervisão da engenharia de processos. O líder da usinagem ficou responsável por auxiliar os colaboradores e também acompanhar as mudanças ocorridas no setor. E o gerente industrial foi designado para solucionar algum problema que fosse de âmbito gerencial e que dependeria de sua aprovação.

A fim de deixar documentadas as melhorias definidas em reunião o setor de engenharia de processos ficou responsável por elaborar um plano de ação das melhorias propostas e por repassá-lo a todos os presentes na reunião. A Tabela 1 apresenta a lista de melhorias, os principais investimentos, o custo referente às ações e os responsáveis por cada ação.

Tabela 1: Plano de Ação TRF

PLANO DE AÇÃO TRF				
ITEM	AÇÃO	MELHORIAS/ INVESTIMENTOS	CUSTO	RESPONSÁVEL
1	Organizar o ambiente de trabalho de modo que o ferramental fique no mesmo local, separado e identificado	Prateleiras para armazenar o ferramental	-	Líder da Usinagem
		Caixas organizadoras e etiquetas para identificação do ferramental	R\$ 500,00	Engenharia de Processos
		Disponibilizar uma sala para armazenagem do ferramental	-	Gerente Industrial
2	Criar condições para que a programação CNC seja realizada no computador	Disponibilizar um computador	R\$ 2.500,00	Engenharia de Processos
		Disponibilizar espaço na sala que armazenará o ferramental para acomodar o computador e o programador CNC	-	Engenharia de Processos
		Disponibilizar uma mesa e uma cadeira para programador CNC	-	Engenharia de Processos
3	Criar condições para o programador CNC preparar o ferramental de cada lote que ele programar	Procedimento operacional	-	Líder da Usinagem
4	Criar condições para que os operadores e o programador interpretem corretamente os desenhos das peças	Promover treinamento interno de leitura e interpretação de desenhos técnicos	-	Engenharia de Processos
5	Elaborar uma sequência de atividades para otimizar a execução do <i>setup</i>	Criar um <i>checklist</i> que otimize o tempo de <i>setup</i> e que o torne mais fácil de ser executado	-	Engenharia de Processos
		Disponibilizar um painel para consulta ao <i>checklist</i> em cada máquina CNC e na sala de ferramentas	R\$ 200,00	Engenharia de Processos
Custo Total			R\$ 3.200,00	

Também ficou a cargo da engenharia de processos a responsabilidade de gerenciar o plano de ação e assegurar que as ações listadas nele fossem cumpridas pelos respectivos responsáveis.

3.4.2 Implantação dos conceitos de 5S

Para que fosse possível implantar a ferramenta TRF nos tornos CNC's, foi preciso usar os conceitos de 5S para organizar a célula de produção estudada. No mês de março deu-se início a organização da célula, onde o ferramental não possuía lugar determinado para armazenagem e nem identificação dos mesmos. Os operadores tinham dificuldades e demoravam a localizar as ferramentas quando iam produzir um determinado lote, outro problema que dificultava o *setup* eram as distâncias entre os armários que armazenavam os diferentes tipos de ferramental.

Nesta seção estão descritas as principais atividades e melhorias desenvolvidas para aplicar os conceitos de 5S na célula de produção dos tornos CNC's.

3.4.2.1 Senso de utilização

As ferramentas dos tornos encontravam-se em armários sem qualquer identificação ou separação e misturadas umas com as outras, sem contar que os armários eram distantes. Os operadores tinham que se movimentar diversas vezes até buscar todo o ferramental necessário, um dos armários armazenavam os suportes de pastilhas (ferramenta que usina as peças), os VDI's que são os elementos de fixação dos suportes e as demais ferramentas para fixação destes nas castanhas. Em outro armário ficavam armazenadas todas as castanhas das máquinas CNC's, já um outro armazenava os instrumentos de medição e havia um cofre onde ficavam armazenados pastilhas, machos, brocas e ferramentas de fixação das pastilhas no suporte.

Tal disposição dificultava a localização das ferramentas, provocava excesso de movimentação dos colaboradores e aumentava o tempo de *setup*. Na Figura 11 é possível observar esta desorganização.

Nesta primeira etapa de aplicação foram levantados todos os ferramentais que eram utilizados nos tornos CNC's e foi realizada a separação das ferramentas que estavam em desuso e/ou sucateadas. Foi possível observar que havia muitas ferramentas que não estavam em condições de uso misturadas as que estavam em bom estado. Todo ferramental que foi separado foi vendido, posteriormente, como sucata para uma determinada fundição que possui parceria com a empresa em estudo.

Já o ferramental que estava em boas condições de utilização foram contabilizados e separados por tipos para que fosse realizada a organização destes na próxima etapa de implantação.

3.4.2.2 Senso de organização

Para implantação deste senso decidiu-se por alocar todo o ferramental em um mesmo local, para isso foi disponibilizada uma sala próxima aos CNC's para abrigar todas as ferramentas. Também foi decidido, em reunião, que os suportes, VDI's, elementos de fixação, castanhas, brocas e machos não mais ficariam armazenados em armários e sim em prateleiras, para facilitar a visualização destas.

As pastilhas continuaram a ser armazenadas dentro do cofre, pois seu custo é alto e os instrumentos de medição, também, continuaram armazenados em um armário para que não corresse o risco de sofrer algum dano, já que estes também representam um custo alto para a empresa. Esta decisão foi tomada em comum acordo entre diretor e gerente industrial e a equipe do projeto.

As prateleiras foram confeccionadas na própria empresa, sendo utilizadas sobras de chapas e cantoneiras que não poderiam ser mais utilizadas para fabricação de peças, desse modo o custo delas foi praticamente nulo. Para armazenar as ferramentas nas prateleiras foram compradas caixas de papelão para fazer a separação destas por modelo, optou-se por caixas de papelão pelo seu custo ser menor do que as caixas de plástico. Já para a identificação do ferramental foram compradas etiquetas que foram coladas nas caixas. A Tabela 1 apresenta o investimento necessário para armazenagem do ferramental na sala alocada.

A Figura 12 apresenta a disposição do ferramental após a organização e identificação dos itens na sala próxima aos tornos CNC's. Pode-se observar pela Figura 12 que as prateleiras foram pintadas da mesma cor (azul) para que ficassem padronizadas e todas foram identificadas, cada prateleira foi classificada por letra, sendo a sequência de A até D, já as divisórias de cada uma delas foram classificadas por numeração, de 1 até 5.



Figura 12: Organização e identificação das ferramentas da célula CNC

3.4.2.3 Senso de limpeza

Um ambiente de trabalho limpo estimula os colaboradores e proporciona bem-estar no local de trabalho. A limpeza diária das máquinas ao final da jornada de trabalho ajuda evitar possíveis problemas de manutenção, proporciona boa qualidade de fabricação e aumenta a durabilidade do equipamento.

Antes mesmo da implantação do 5S os operadores CNC's faziam a limpeza das máquinas ao final do dia, porém para estimular e reforçar a importância da limpeza diária das máquinas e do posto de trabalho foi disposto um informativo na célula de como manter o ambiente de trabalho limpo e organizado. Também foi reforçada a importância da limpeza do ferramental após a sua utilização, este processo aumenta a vida útil das ferramentas.

3.4.2.4 Senso de saúde

Para implantação deste senso é necessário que os três anteriores tenham sido colocados em prática. Este senso tem como objetivo cuidar da saúde física e mental do trabalhador para que ele possa executar suas atividades com qualidade.

Ao implantar este senso na célula de produção o foco foi conscientizar os operadores da importância da utilização dos EPI's (equipamentos de proteção individual) e o quanto a não utilização é prejudicial para a saúde. Este processo de conscientização foi realizado durante as reuniões da equipe e, também, foi solicitado ao departamento de segurança do trabalho que fosse disponibilizado no setor um aviso de incentivo à utilização dos EPI's e a intensificação da fiscalização.

3.4.2.1 Senso de autodisciplina

Para a efetivação da implantação do 5S é necessário conscientizar os colaboradores de que é preciso manter as mudanças que foram realizadas anteriormente. Para que as mudanças sejam conservadas é preciso que os operadores aloquem o ferramental que utilizarem no mesmo local onde eles foram retirados, de acordo com as suas especificações, também é preciso manter o posto de trabalho e as ferramentas limpas e não deixar de utilizar os EPI's para garantir a segurança dos mesmos.

Para garantir essa mudança de mentalidade foi estabelecido que seriam realizadas inspeções tanto do líder da usinagem quanto do setor de engenharia de processos, também serão realizadas reuniões periódicas com intuito de estimular os colaboradores a manter as melhorias que foram realizadas.

3.4.3 Implantação da TRF

Após a organização da célula de produção, na última quinzena de março iniciou-se o processo de implantação da TRF, que é o principal foco deste projeto. Como já foi citado, a troca de ferramentas e programação de um determinado lote tinha valores exorbitantes, fato que representou entre os meses de janeiro a março mais de 258 horas de *setup* nas máquinas CNC's. A Tabela 2 apresenta o tempo de *setup* gasto em cada torno de janeiro a março e no total deste período.

Tabela 2: Tempo de *setup* dos tornos CNC's entre Janeiro a Março

TEMPO DE <i>SETUP</i> (em minutos) - Janeiro a Março de 2013			
Máquina	Janeiro	Fevereiro	Março
CNC 01	1074	1909	2218
CNC 02	1284	1554	2275
CNC 03	1817	1055	950
CNC 04	856	700	1083
TOTAL	5031	5218	6526

Para implantação da TRF nas máquinas CNC's foi utilizado os conceitos de Shingeo Shingo (SHINGO, 2000). O presente trabalho passou pelos quatro estágios de implantação proposto por Shingo (2000) para reduzir o tempo de *setup* das máquinas e aumentar a produtividade.

3.4.3.1 Estágio Inicial

O estágio inicial é como o setor se encontrava antes da implantação da TRF, neste caso o *setup* interno e externo não estão separados. Com base nas observações feitas durante os diagnósticos de problemas, foi possível constatar que todas as operações de *setup* eram executadas após o término do lote antecessor, este é o causador dos altos tempos de *setup*.

Outros fatores que causavam o aumento do *setup* era a desorganização do ferramental, as ordens de atividades dentro do *setup* não seguiam uma sequência lógica, por muitas vezes os operadores iniciavam uma atividade e antes mesmo de finalizá-las davam início a outra. Outro problema era o excesso de movimentação dos colaboradores, pois os armários eram distantes uns dos outros.

3.4.3.2 Estágio 1

Este estágio é o mais importante para implantação da TRF, segundo Shingo (2000), consiste em separar o *setup* interno do *setup* externo. No *setup* externo são executadas as operações que podem ser feitas com a máquina ainda em funcionamento, já no *setup* interno somente são executadas as operações que têm que ser feitas com a máquina parada.

A separação do *setup* foi realizada, por meio da avaliação das etapas deste processo (Figura 9), foram listadas as atividades que poderiam ser realizadas com a máquina em

funcionamento (externo) e as atividades que só poderiam ser executadas com a máquina parada (interno). A implantação desse estágio iniciou-se na primeira semana do mês de abril, o Quadro 4 apresenta a divisão das etapas em *setup* interno e externo.

Quadro 4: Estágio 1 - Etapas de *setup* externo e interno

ESTÁGIO 1 DA TRF - Etapas <i>setup</i> externo e interno			
ITEM	SETUP EXTERNO	ITEM	SETUP INTERNO
1	Definição do próximo lote	1	Desafixar e desmontar castanhas
2	Transporte do lote até à máquina	2	Desafixar e desmontar demais ferramentas
3	Verificação do desenho e da ordem de produção	3	Montagem e fixação das castanhas e fixação das demais ferramentas
4	Programação CNC	4	Transferência do programa CNC à máquina
5	Separar e preparar o ferramental que será utilizado	5	<i>Presseting</i> dos eixos X e Z
6	Armazenamento do ferramental que não vai ser usado	6	Fabricar primeira peça boa

Pode-se observar pelo quadro que após a divisão das etapas cada tipo de *setup* obteve o mesmo número de operações.

Para que seis das doze atividades fossem consideradas *setup* externo foi preciso definir como elas seriam executadas. Por meio de reunião entre a equipe do projeto ficou estabelecido que as atividades de *setup* externo fossem executadas da seguinte maneira:

- 1) *Definição do próximo lote*: ficou estabelecido, em reunião, que o líder do setor de usinagem ficaria responsável por verificar junto ao PCP os lotes a serem produzidos no decorrer do dia e a sequência que estes seriam produzidos. Após a definição dos lotes o líder se encarregará de repassar os desenhos e as ordens de fabricação ao programador CNC. Estes procedimentos serão realizados logo no início da jornada de trabalho para que não ocorra nenhum atraso na produção;
- 2) *Transporte do lote até à máquina CNC*: foi definido que o transporte seria de responsabilidade, também, do líder do setor que conta com a ajuda de um auxiliar para executar o transporte do lote a ser fabricado da serra semi-automática (máquina de corte) até o torno CNC. O transporte é feito com o auxílio de uma transpalete;
- 3) *Verificação do desenho e da ordem de fabricação*: esta ficou sob-responsabilidade do programador CNC, ele que interpreta o desenho e verifica a quantidade a ser

produzida na ordem, para realizar a programação no computador, utilizando um software específico;

- 4) *Programação CNC*: esta etapa ficou a cargo do programador. Após a organização do ferramental em uma sala próxima a célula CNC foi alocado um espaço na mesma para abrigar um computador, que possibilitou transformar esta etapa em *setup* externo. No computador foi instalado um software específico para programação CNC de torneamento e fresamento.

O programador cria os programas conforme o desenho e a sequência de fabricação passada pelo líder, após a criação do programa ele salva-o em um cartão de memória. Como todos os CNC's possuem entrada para este cartão ao término de um lote o programador conecta o cartão de memória à máquina e transfere o programa CNC, esta é uma das etapas de *setup* interno;

- 5) *Separar e preparar ferramental que será utilizado no lote seguinte*: esta etapa também ficou sob-responsabilidade do programador CNC, ele não só ficou incumbido de criar os programas como de separar e preparar o ferramental que é utilizado para fabricar a peça programada. O colaborador separa e limpa os suportes, buchas de redução, castanhas, acessórios de fixação e as pastilhas, após este processo o programador disponibiliza todo o ferramental na bancada utilizada por cada operador.

A transformação deste *setup* para externo foi de suma importância, pois deste modo evita-se a movimentação desnecessária dos operadores e facilita as operações de *setup* que são executadas por eles;

- 6) *Armazenamento do ferramental*: ficou estabelecido que após o término da desmontagem das castanhas e das demais ferramentas de um lote anterior o programador seria o responsável por recolher e armazenar, em local específico, as ferramentas que foram desmontadas. A forma de execução desta etapa também evita a movimentação dos operadores, livrando-os de realizar esta atividade.

Já as atividades de *setup* interno quase não sofreram alterações, somente o item 4 do Quadro 4, na coluna de *setup* interno, foi acrescentado a este processo. As demais atividades de *setup* interno são executadas da mesma forma.

A transferência do programa CNC à máquina (item 4) é executada da seguinte forma: após a montagem do ferramental para fabricar o próximo lote o programador se encaminha até a máquina e conecta o cartão de memória a ela e armazena o programa na memória da máquina. Este processo é rápido o operador demora, em torno, de um minuto para executar a etapa.

A fim de reduzir ainda mais o *setup* e facilitar este procedimento o setor de engenharia de processos se responsabilizou por criar um *checklist* (APÊNDICES B e C) pra o *setup* interno e outro para o *setup* externo. Como foi diagnosticado anteriormente, os operadores não seguem uma sequência lógica para realizar as operações eles realizam as atividades conforme vão se lembrando, para que o *setup* fosse executado de acordo com uma sequência lógica optou-se por estabelecer o *checklist*.

3.4.3.3 Estágio 2

Este estágio consiste em reavaliar as operações que foram separadas e verificar se há mais alguma operação que pode ser transformada de *setup* interno para externo. No caso da implantação em estudo, após o estágio 1 foram realizadas novas observações na célula de produção para reavaliar a possibilidade de transformar mais operações em *setup* externo.

Nesta nova fase de análise foi possível identificar que se houvessem porcas T e parafusos reservas não seria preciso o operador desmontar e montar as castanhas durante o processo de *setup* interno. As porcas T e os parafusos fixam as castanhas na placa do torno, caso houvesse peças reservas dessas ferramentas o programador CNC poderia deixar as castanhas montadas no momento em que ele faz a preparação das ferramentas e o operador só precisaria fazer a fixação das castanhas no torno. Já as castanhas do lote antecessor seriam desmontadas pelo programador CNC antes de armazená-las nas prateleiras.

Para que essa transformação pudesse ser viabilizada foi preciso comprar 3 porcas T reservas para cada torno, totalizando 12 peças, cada porca custou R\$12,00 ao custo total de R\$144,00 de investimento.

3.4.3.4 Estágio 3

Uma análise profunda das operações de *setup* interno e externo é feita neste estágio para avaliar se há possíveis pontos de melhorias. No estudo em questão foi realizada uma nova

análise das operações e foi possível identificar que poderiam ser feitas novas melhorias, porém para que estas fossem viáveis seria necessário fazer altos investimentos em ferramentais para os tornos CNC's.

A compra de placas reservas para cada torno reduziria o tempo de *setup* interno, pois as etapas de retirar e fixar as castanhas no torno seriam transformadas em *setup* externo. Porém, segundo a gerência industrial, esse tipo de investimento está descartado, pois a empresa não pretende fazer altos investimentos em ferramental para as máquinas, neste ano de 2013.

Desse modo, apesar de ser possível executar novas melhorias nas atividades de *setup* não foi possível implantá-las, pois por questões gerenciais não serão feitos investimentos de alto custo em ferramental.

3.5 Análise Pós-Implantação

O período de implementação do projeto deu-se entre o início de março e final do mês de abril de 2013, foram implantados, primeiramente, os conceitos de 5S na célula para que fosse possível desenvolver, em seguida, a implantação da TRF que é o objetivo principal do estudo.

A partir do mês de abril iniciou-se a fase de avaliação dos resultados obtidos pós-implantação. Os colaboradores deram prosseguimento ao preenchimento das folhas de acompanhamento da produção e por meio delas foi possível avaliar quantitativamente as melhorias realizadas. A fase de avaliação ocorreu entre abril a junho de 2013, ao fim de cada mês eram recolhidas as folhas e levantada a produtividade de cada torno CNC e a total.

Para facilitar a compreensão e entendimento dos resultados estes levantamentos foram apresentados em tabelas e ilustrados como gráficos, que foram apresentados a todos integrantes da equipe e à diretoria da empresa. Foram apresentados aos interessados os dados de redução de *setup* e a quantidade de peças produzidas em cada mês nos tornos CNC's. A Tabela 3 apresenta os tempos de *setup* e a quantidade de peças produzidas antes e depois da implantação da TRF.

Tabela 3: Comparativo antes e depois da TRF

CNC 01				
Setup Total	Antes (jan - mar)	Depois (mai - jun)	Redução	Redução (%)
Tempo (min.)	4.127	1.431	2.696	65%
Custo Total (\$ min = R\$0,53)	R\$ 2.393,66	R\$ 829,98	R\$ 1.563,68	
Produtividade	Antes	Depois	Aumento	Aumento (%)
Peças produzidas	4.096	4.702	606	15,0%
CNC 02				
Setup Total	Antes (jan - mar)	Depois (abr - jun)	Redução	Redução (%)
Tempo (min.)	5.113	2.481	2.632	51,5%
Custo Total (\$ min = R\$0,53)	R\$ 2.965,54	R\$ 1.438,98	R\$ 1.526,56	
Produtividade	Antes	Depois	Aumento	Aumento (%)
Peças produzidas	3.287	3.729	442	13,0%
CNC 03				
Setup Total	Antes (jan - mar)	Depois (abr - jun)	Redução	Redução (%)
Tempo Total (min.)	3.822	2.355	1.467	38,8%
Custo Total (\$ min = R\$0,53)	R\$ 2.216,76	R\$ 1.365,90	R\$ 850,86	
Produtividade	Antes	Depois	Aumento	Aumento (%)
Peças produzidas	4.348	5.763	1.415	32,5%
CNC 04				
Setup Total	Antes (jan - mar)	Depois (abr - jun)	Redução	Redução (%)
Tempo (min.)	2.639	1.679	960	36%
Custo Total (\$ min = R\$0,53)	R\$ 1.530,62	R\$ 973,82	R\$ 556,80	
Produtividade	Antes	Depois	Aumento	Aumento (%)
Peças produzidas	2.136	3.339	1.203	56,3%
GERAL				
Setup Total	Antes (jan - mar)	Depois (abr - jun)	Redução	Redução (%)
Tempo (min.)	15.701	7.946	7.755	49,4%
Custo Total (\$ min = R\$0,53)	R\$ 9.106,58	R\$ 4.608,68	R\$ 4.497,90	
Produtividade	Antes	Depois	Aumento	Aumento (%)
Peças produzidas	13.867	17.533	3.666	26,4%

Pode-se observar pela Tabela 3 que os resultados após a implementação da TRF foram muito satisfatórios. Todos os tornos CNC's apresentaram alta redução do tempo se *setup*, sendo que a redução geral da célula foi de 49,4%, um total de 7.755 minutos que foram transformados em tempo disponível para fabricação de peças. O resultado do projeto foi além do esperado, já que a diretoria da empresa havia definido uma meta de 20% de redução do tempo de *setup*.

A produtividade da célula também obteve uma melhora considerável tendo um aumento de 3.666 peças no segundo trimestre do ano. Em geral tem-se que o número de peças produzidas aumentou 26,4% após a implantação da TRF.

A Figura 13 apresenta os gráficos em relação ao *setup* de cada máquina e no geral entre os meses de janeiro a junho, neles é o possível visualizar melhor os resultados do presente estudo. Os tempos estão representados em minutos e a redução do *setup* que se obteve ao longo dos meses de implantação foi demonstrada pelas linhas de tendência, por meio desta linha é possível confirmar que a implantação da TRF foi muito satisfatória, sendo que após o desenvolvimento projeto o *setup* decresceu a cada mês e também a linha de tendência, consequentemente.

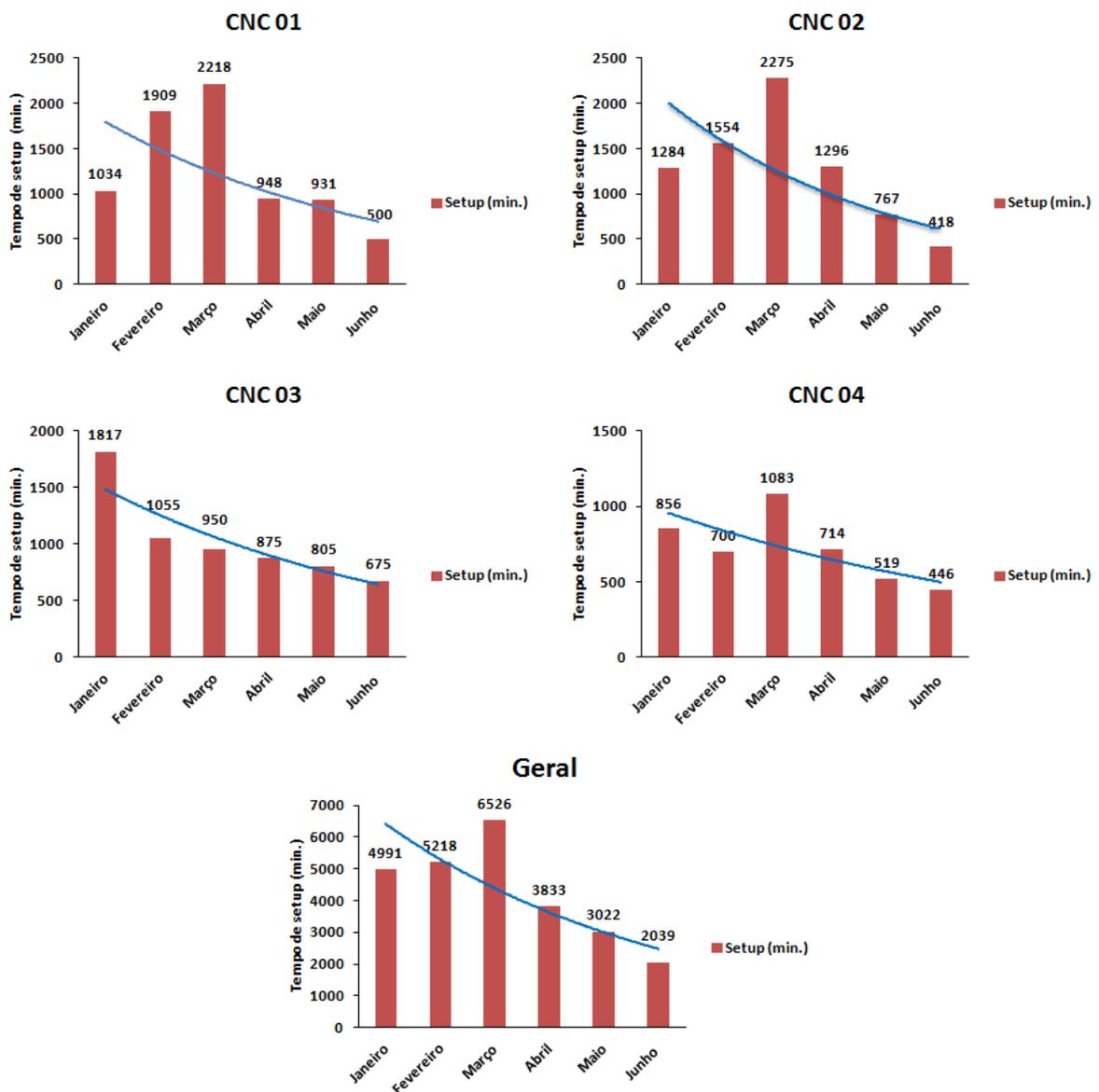


Figura 13: Comparação dos tempos de *setup* entre janeiro a junho 2013

Em geral, pelos gráficos da Figura 13 observa-se que a partir de abril houve uma redução drástica do tempo de *setup*, validando a implantação da ferramenta em estudo. Já março foi o mês que atingiu o maior tempo de *setup* do primeiro semestre de 2013. A fim de realizar uma análise mais detalhada dos resultados obtidos com a aplicação da TRF, a seguir foram descritas as melhorias em cada torno de acordo com os dados obtidos pela Tabela 3 e Figura 13:

- **Torno CNC 01:** este foi o torno que obteve a maior redução de *setup* 2.696 minutos (65%) entre o segundo trimestre e primeiro trimestre do ano, isto em valores representa que a empresa reduziu R\$1.563,68 de parada de máquina para operações de *setup*. A produtividade também aumentou, porém não foi tão expressiva, tendo ela aumentado 15% entre abril a junho, este valor pode ser justificado pelo fato de que as peças produzidas entre janeiro a março eram fabricadas em um tempo menor, sendo a média por peça 02:53 minutos, já entre abril e junho o tempo médio por peça foi de 04:01 minutos, isto deve-se a grande diversidade de peças e a demanda de cada período.

No gráfico da Figura 13 é possível observar que o mês de março teve o maior índice de tempo *setup* do semestre e comparando este mês e o de abril, mês de início da implantação da TRF, o *setup* foi reduzido em 57,3%. É possível observar também que entre abril e junho a maior redução obtida foi no último mês, 500 minutos, pois o colaborador já estava mais adaptado à nova forma de trabalho neste período;

- **Torno CNC 02:** neste torno a redução de *setup* foi superior a 50% no segundo trimestre do ano em comparação com o primeiro, sendo um total de 2.632 minutos reduzidos que representam R\$1.526,56 a menos de custo de máquina parada por *setup*. Já o número de peças produzidas obteve um aumento de 13%, sendo que neste torno ocorreu o mesmo que no Torno CNC 01, o tempo médio por peça no período de abril a junho foi maior que de janeiro a março.

O mês de março também foi o período em que obteve-se o maior índice de tempo de *setup*, 2.275 minutos, em comparação com abril a redução foi de 43%. Já o mês de junho foi o que teve o menor índice de *setup*, 418 minutos, pela Figura 13 pode-se observar que este é o menor índice de *setup* entre todos os tornos CNC's;

- **Torno CNC 03:** em comparação com período de janeiro a março, o *setup* foi reduzido em 38,8% entre abril a junho totalizando 1.467 minutos. E a redução de custo com máquina parada para *setup* foi de R\$ 850,86 no mesmo período. Com relação à porcentagem das peças produzidas o aumento foi proporcional a porcentagem de redução de *setup*, sendo o aumento de 32,5%.

Pela Figura 13 é possível observar que o CNC 03 teve uma redução progressiva de *setup* desde o mês de janeiro até junho. Em junho o *setup* mensal foi 675 minutos e foi menor índice do semestre;

- **Torno CNC 04:** este torno foi o que apresentou menor índice de redução de *setup*, 36% totalizando 960 minutos, comparando o segundo trimestre do ano com o primeiro. Porém o CNC 04 foi que mais aumentou o número de peças produzidas, foram fabricadas 1.203 peças a mais entre abril a junho, desse modo, o aumento foi 56,3%, isto deve-se ao fato de que o tempo médio de fabricação de cada peça foi reduzido de 09:11 minutos para 04:51 minutos entre primeiro e o segundo trimestre do ano.

Neste torno o mês de março, também, foi o mês que atingiu o maior tempo de *setup* do período, 1.083 minutos e o menor tempo de *setup* foi obtido no mês de junho, 446 minutos.

Durante a fase de avaliação pós-implantação não foram analisados somente dados, mas também foram analisadas melhorias em relação ao cotidiano da célula de produção, por meio de observações do posto de trabalho. Foi observado que os colaboradores pouco saíam de suas máquinas, já que as etapas de preparação de ferramentas e programação CNC estavam sendo realizadas pelo programador. A utilização do *checklist*, também, facilitou muito as operações de *setup* e estabeleceu uma sequência padrão das mesmas, desse modo, o colaborador não esquece mais das atividades que necessita desenvolver.

Outro fator que foi de suma importância, segundo os próprios colaboradores, foi a organização e identificação do ferramental, permitindo a rápida visualização, além de auxiliar o programador a verificar se há ferramentas desgastadas que necessitam ser repostas por novas. A organização do ferramental refletiu também na redução da compra de ferramentas, pois antes da implantação das melhorias os itens se misturavam e muitas vezes eram

solicitadas a compra de ferramentas que havia em estoque, mas que não eram encontradas pela falta de organização.

É importante ressaltar também que os colaboradores ficaram mais entusiasmados após as melhorias aplicadas, tanto em relação à organização quanto na redução do tempo de *setup*. Todos se apresentaram dispostos a manter o ambiente de trabalho organizado, limpo e melhorar a produtividade dos tornos CNC's.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Contribuições

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar os fatores que contribuíam para que o *setup* dos tornos CNC's despendesse tanto tempo dos colaboradores para realizarem esta atividade e demonstrar os ganhos que se poderia ter neste processo com a implementação de alguns conceitos da produção enxuta, baseando-se principalmente na aplicação da ferramenta TRF para reduzir os longos tempos de *setup*.

Como resultado do estudo de caso, obteve-se o diagnóstico dos vários problemas que influenciavam na demora da troca de ferramentas para solucionar estes fatores foram elaboradas propostas de melhorias, que tiveram como base o referencial teórico.

As melhorias implantadas impactaram na organização da célula dos tornos CNC's e na reestruturação do processo de *setup*, sendo este dividido em duas fases *setup* externo e interno. Com os resultados obtidos após a aplicação de alguns conceitos de produção de enxuta pode-se avaliar que o trabalho em questão obteve sucesso.

Dentre os resultados pode-se destacar vários aspectos que foram melhorados o principal deles, que era o objetivo deste projeto, foi a redução do tempo de *setup* que foi além do esperado, já que a meta estabelecida pela diretoria era reduzir 20% e obteve-se redução de quase 50%. Outro fator que foi melhorado (em virtude da redução do *setup*) foi o ganho em produtividade de 26,4%, também as atividades de *setup* foram padronizadas, por meio da criação de um *checklist*, houve redução do esforço físico dos colaboradores e a organização da célula e do ferramental utilizado foram de suma importância para o resultado satisfatório deste estudo.

Outro aspecto melhorado foi a autoestima dos colaboradores, apesar de certa resistência inicial, após a aplicação dos conceitos descritos eles passaram a compreender o objetivo deste trabalho e que este traria benefícios a eles. Durante a rotina de trabalho os operadores perceberam que as atividades de *setup* ficaram mais fáceis de serem realizadas, não faziam tanto esforço físico e a produtividade da célula também aumentou o que acarretou na satisfação de seus superiores e deles próprios.

Pelo que foi apresentado neste trabalho é possível afirmar que os conceitos aplicados nos tornos CNC's também podem ser implantados em outros setores da empresa, o que representaria maiores ganhos em produtividade. Este estudo de caso é uma constatação ao que Shingo (2000) afirmou, que é possível aplicar a ferramenta TRF em vários segmentos da indústria.

4.2 Dificuldades e Limitações

O presente trabalho limitou-se aos tornos CNC's, sendo somente estes beneficiados pelas melhorias que foram realizadas, este fato deve-se a desconfiança da diretoria da empresa quanto aos resultados que a implantação da TRF proporcionaria. Como foi dito na justificativa do trabalho (item 1.1) o projeto de redução de *setup* dos CNC's serviu como um piloto para que fosse avaliada a viabilidade de implantação em outros setores.

Uma das dificuldades ao implementar o projeto foi a rejeição inicial por parte de alguns colaboradores e até mesmo do líder do setor de usinagem, porém para que a desconfiança quanto ao projeto fosse sanada foi realizado um treinamento com os envolvidos a fim de transmitir a eles alguns conceitos da metodologia de produção enxuta e como a ferramenta TRF seria implantada. Reuniões periódicas também foram realizadas com todos os participantes do projeto a fim de demonstrar a importância que cada envolvido tinha para o desenvolvimento e sucesso do trabalho.

Os investimentos necessários para o desenvolvimento do projeto também se apresentou como uma dificuldade, pois a empresa não pretendia ter muitos gastos na implantação. As caixas para armazenagem das ferramentas foi um exemplo, pois a ideia inicial era utilizar caixas de plásticos do tipo BIN, porém a gerência não aprovou o orçamento e foi preciso orçar caixas de papelão para substituir as de plástico, mesmo esta não tendo a mesma durabilidade das outras.

Outro investimento que também não foi aprovado, devido a empresa julgar o custo muito elevado, foi a compra de placas reservas para os tornos que seriam utilizadas para reduzir as etapas de *setup* interno.

4.3 Trabalhos Futuros

Com o sucesso da implantação deste trabalho nos tornos CNC's foi possível vislumbrar várias oportunidades de melhorias no processo fabril que podem acarretar em bons resultados a

empresa, contribuindo para novas oportunidades de negócios, investimentos, desenvolvimento e maturidade do setor produtivo e melhoria do sistema de gestão, tornando a empresa mais competitiva no mercado.

A implantação da TRF e de outras ferramentas *lean* em todo o setor de usinagem é uma das propostas para trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos, pois durante a realização deste projeto foi observado que as outras células que integram o setor também despendiam de muito tempo para realizar a troca de ferramentas, desse modo viu-se a possibilidade de aplicar novas melhorias.

No setor de perfilados também seria importante a introdução da ferramenta TRF, pois a maior parte das peças utilizadas para fabricar os equipamentos provém deste setor e ele também sofre com os altos tempos de *setup* e dificuldades na execução do mesmo. Outro problema do setor que poderia ser melhorado é a desorganização, assim como era nos tornos, o ferramental não possui identificação e nem lugar específico para ser armazenado e as matérias-primas também são dispostas de qualquer maneira onde chapas de diferentes espessuras ficam misturadas umas com as outras.

Nas linhas de montagem poderiam ser aplicadas outras ferramentas de produção enxuta como *Kanban*, *5S* e *Kaizen* para reduzir os desperdícios, controlar melhor as peças que chegam às linhas e o estoque de peças, padronizar as sequências de montagem, reduzir os erros de montagem e manter as linhas mais organizadas.

Para que esses trabalhos possam ser desenvolvidos futuramente é importante também que sejam realizados treinamentos para todos os colaboradores do setor fabril sobre os conceitos de produção enxuta, para que todos compreendam os benefícios que se pode ter com implantação dessa metodologia e também para que todos se sintam envolvidos e comprometidos com o projeto. Durante esses treinamentos seria interessante criar incentivos a geração de ideias e práticas que venham contribuir para melhoria contínua dos processos.

REFERÊNCIAS

BLACK, J. T.. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998. 288 p.

CAMPOS, V. F.. **TQC Controle da Qualidade Total**: (no estilo japonês). 2 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004. 256 p.

CHAVES, J.. **Melhores Práticas para Garantia de Sustentabilidade de Melhorias Obtidas Através de Eventos *Kaizen***. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos (2010).

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M.. Troca Rápida de Ferramentas: Proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 10, n. 2, p.163-181, ago. 2003. Mensal.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D.. **Reinventando a Fábrica**: Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 380 p.

LIKER, J. K.. **O Modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005. 316 p.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. G. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2002.

MENEGON, D.; NAZARENO, R.R.; RENTES, A. F.. Relacionamento entre desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta. In: ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, 2003, Ouro Preto. p. 1 - 8.

NIIMI, A.. **Sobre o Nivelamento (*heijunka*)**. Disponível em:

<http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_109.pdf>. Acesso em: 08 set. 2013.

OHNO, T.. **O Sistema Toyota de Produção**: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OLIVEIRA, M. B.. Análise dos impactos da Troca Rápida de Ferramentas em pequenos lotes de fabricação: Estudo de Caso. In: ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro. p. 1 - 11.

PEREIRA, M. A.. Estudo de caso da metodologia SMED: questões operacionais para implantação em tornos CNC. In: ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro. p. 1 - 14.

PIVATO JUNIOR, A.; ADAMCZUK, G.; TRENTIN, M. G.. Redução do tempo de *setup* da recobridora de molduras - uma aplicação da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) na indústria moveleira. In: ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29, 2009, Salvador. p. 1 - 13.

PRADO, C. S.. **Proposta de um modelo de desenvolvimento de Produção Enxuta com utilização da ferramenta Visioneering.** 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

RECH, G. C.. **Dispositivos visuais como apoio para a Troca Rápida de Ferramentas: a experiência de uma metalúrgica.** 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

REYES, A. E. L.; VICINO, S. R., **Programa 5S.** Disponível em:
<http://www.esalq.usp.br/qualidade/cinco_s/pag1_5s.htm>. Acesso em: 31 mai. 2013.

RIBEIRO, H.. **A Bíblia do 5S, da implantação à Excelência.** Salvador: Casa da Qualidade, 2006.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar – Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício.** São Paulo: *Lean* Institute Brasil, 1999.

SHINGO, S.. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996. 281 p.

SHINGO, S.. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta:** Uma Revolução nos Sistemas de Produção. Porto Alegre: Bookman, 2000. 327 p.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2005.

USICAMP IMPLEMENTOS PARA TRANSPORTE. Disponível em:
<<http://www.usicamp.com.br>>. Acesso em: 30 mai. 2013.

VALLE, J. A.. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2007. 244p.

APÊNDICE B

	<i>Checklist - Setup Externo</i>
Etapa	Descrição das Atividades
1	Verificar com o líder do setor o lote que será produzido após o término do lote em fabricação, no determinado torno, e solicitar o desenho e a ordem de produção do mesmo.
2	Solicitar ao líder que o próximo lote seja transportado até o torno que fabricará o lote.
3	Analisar o desenho da peça que será fabricada e verificar se o o mesmo está de acordo, caso não esteja solicitar a engenharia de produto a revisão do desenho.
4	Conferir a quantidade a ser produzida do lote na ordem de fabricação.
5	Verificar se há programa CNC criado para o lote que será fabricado, caso não tenha criar o programa CNC.
6	Avaliar o ferramental necessário (castanhas, suportes, pastilhas e outros) para a fabricação do lote e fazer a separação e limpeza dos mesmos.
7	Disponibilizar as ferramentas que serão utilizadas na bancada do torno que irá produzir o lote.
8	Após o operador desmontar o ferramental do lote antecessor, recolher e armazenar este no local adequado de cada ferramenta.
9	Repetir estas etapas para o lote seguinte.

APÊNDICE C

	Checklist - Setup Interno
Etapa	Descrição das Atividades
1	Desafixar as castanhas da placa do torno e fazer limpeza das mesmas (jato de ar).
2	Desafixar as outras ferramentas da torre do torno e fazer limpeza delas (jato de ar).
3	Limpeza do torno CNC (jato de ar) - priorizar a limpeza da placa, torre e barramento.
4	Fixar as castanhas que estão dispostas na bancada à placa da máquina.
5	Fixar as demais ferramentas que estão na bancada à torre da máquina.
6	Solicitar ao programador CNC a transferência do programa CNC à memória da máquina, por meio do cartão de memória.
7	Realizar o <i>presseting</i> dos eixos X e Z.
8	Fabricar a primeira peça boa, caso a primeira peça não fique com boa qualidade realizar ajustes no <i>presseting</i> dos eixos X e Z.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196