

Amauri Aparício Vieira Navarro

**TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS:
um estudo da aplicação na indústria
automobilística.**

Taubaté – SP

2004

Amauri Aparício Vieira Navarro

**TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS:
um estudo da aplicação na indústria
automobilística.**

Projeto de monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização pelo curso de MBA Gerência da Produção e Tecnologia do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Gerência da Produção e Tecnologia.

Orientador: Prof. M.Sc. Paulo Cesar C. Lindgren.

2004

Amauri Aparício Vieira Navarro

TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS: Um estudo da aplicação na indústria automobilística.

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ, TAUBATÉ, SP

Data: _____

Resultado: _____

COMISSÃO JULGADORA

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Dedico à minha esposa Selma e meus filhos Aline, Matheus e Viviane pelo incentivo na realização deste trabalho e abnegação das horas de lazer e convívio familiar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **DEUS**, que rege e abençoa a minha vida e a dos meus familiares.

Ao meu orientador, Prof. M.Sc. Paulo César C. Lindgren, que com toda dedicação e afincos proferiu palavras certas nas horas incertas, apoiando-me até o último instante.

A todos os professores por me transmitirem seus conhecimentos e experiências profissionais com dedicação e generosidade; guiando-me para além das teorias, das filosofias e das técnicas, aos quais expesso os meus maiores agradecimentos e o meu profundo respeito, que ainda será pouco diante do muito que me foi oferecido.

Ao meu mais novo amigo Amarildo, que colaborou na digitação e na acertabilidade das normas deste trabalho.

A meus colegas de curso com quem compartilhei conhecimentos e emoções.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	5
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 APRESENTAÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.3 METODOLOGIA.....	14
1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	14
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 O MOVIMENTO DA ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA.....	16
2.1.1 Início do movimento da administração científica.....	19
2.1.2 Execução dos estudos do tempo.....	21
2.1.3 Produtividade.....	22
2.2 <i>JUST-IN-TIME</i>	23
2.3 DEFINIÇÃO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS.....	24
2.4 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS.....	24
2.5 FUNÇÕES DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS.....	26
2.6 ESTÁGIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA TRF.....	26
2.7 ETAPAS DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS.....	30
2.7.1 Separação do <i>Setup</i> Interno e Externo.....	30
2.7.2 Converter Setup Interno em Externo.....	31
2.7.3 Padronizar a Função, não a Forma.....	31
2.7.4 Utilizar grampos funcionais ou Eliminar os Grampos.....	32
2.7.5 Usar Dispositivos Intermediários.....	32
2.7.6 Adotar Operações Paralelas.....	32
2.7.7 Eliminar Ajustes. 33	
2.7.8 Mecanização.....	34
2.8 BENEFÍCIOS DO SISTEMA TRF.....	35
2.9 IDENTIFICAR O SETUP INTERNO E <i>SETUP</i> EXTERNO.....	35
2.10 OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA.....	36

2.11	MELHORAR AS OPERAÇÕES ELEMENTARES.....	36
2.12	PADRONIZAR O NOVO MÉTODO	36
3	ESTUDO DE CASO	38
3.1	TÉCNICA DE PESQUISA	38
3.2	SISTEMA CONVENCIONAL DE SETUP ANTES DA METODOLOGIA DA TRF	39
3.3	DADOS LEVANTADOS PELO TIME TRF DO SISTEMA CONVENCIONAL	40
3.4	MELHORIAS REALIZADAS NO SISTEMA	41
3.5	OPERAÇÕES REALIZADAS APÓS AS MELHORIAS	41
3.6	GANHOS RESULTANTES DO NOVO SISTEMA.....	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5	CONCLUSÕES	46
6	GLOSSÁRIO	47
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais integrantes do movimento da administração científica	18
Figura 2 – Malha de produtividade	22
Figura 3 – Estágios conceituais e Técnicas praticas do sistema TRF	28
Figura 4 – (A) Preparação da Ferramenta e (B) Ferramenta aguardando setup.	31
Figura 5 – Fluxograma para aplicação das oito técnicas TRF	34
Figura 6 – Robô de transferência de prensa para prensa	39
Figura 7 – Sistema convencional	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparativo entre <i>setup</i> convencional x TRF	42
--	----

LISTA DE SIGLAS

- CKD* – *Completely Knocked Down* – Veículo desmontado para exportação
- JIT* – *Just-in-time* – Entrega no tempo exato minimizando o estoque
- SMED* – *Single Minute Exchange of Die* – Troca de ferramenta em um minuto.
- STP – Sistema Toyota de Produção
- TQC* – *Total Quality Control* – Controle Total da Qualidade
- TRF – Troca Rápida de Ferramentas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças entre o Sistema Ford e Toyota	26
--	----

NAVARRO, Amauri Aparício Vieira. **Troca Rápida de Ferramentas: um estudo da aplicação na indústria automobilística.** 2004. 51 f. Monografia (Especialização em MBA – Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado Executivo, Universidade de Taubaté, Taubaté.

RESUMO

O presente trabalho aborda as principais definições e teorias de troca rápida de ferramentas e a sua importância para o crescimento organizacional, mostrando de que maneira ela pode influenciar as pessoas a atingirem as suas metas pessoais e organizacionais. Este estudo tem por objetivo demonstrar a implementação de um sistema de troca rápida de ferramentas (TRF), uma ferramenta essencial para obtenção de um sistema produtivo e competitivo no mercado globalizado. Este sistema sugere que as melhorias fundamentais à produção podem ser realizadas quando fortemente orientado à dualidade processo/resultado em produção contra-pedido e sem estoque excessivos.

Palavras-chave: Sistema produtivo; competitivo; processo/resultado

NAVARRO, Amauri Aparicio Vieira. **Tools Quick Change: A study application at automotive industry.** 2004. 50 f. Monograph (MBA – Technology and Production Management) – Economy, Account, Administration and Executive Secretary Department – Taubaté University, Taubaté.

ABSTRACT

This work gives the main definitions and theories of tools quick change and its importance for the organizational growth, showing in what way it can influence the people to reach their personal and organizational objectives. This study has the purpose of demonstrating the implementation of a tools quick change system (TRF/TQC); an essential tool to obtain a productive and competitive system in the global market. This system suggests that the fundamental improvements to the production can be carried out when strongly directed to the duality “process/results” in an on-demand production and without stocks in excess.

Key words: Productive system, competitive, process/results

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

As constantes exigências para redução de custos e maior flexibilidade de produtos têm pressionado os gerentes e supervisores a buscar constantes melhorias nos processos e eliminar ao máximo os desperdícios no ciclo produtivo. Neste ambiente, máquinas como prensas ou injetoras de plástico se mostram muito críticas, pois exigem o manuseio de moldes ou matrizes de grandes dimensões que podem levar muitas horas para serem trocadas e ajustadas, incidindo assim em uma grande ineficiência na utilização da máquina.

As constantes otimizações de processos, máquinas e mão-de-obra são resultados de um mercado globalizado e exigente em busca de criatividade, visando à competitividade e a sobrevivência, agregando valor ao processo, produto e pessoas.

Este trabalho tem como objetivo mostrar que é possível a otimização da ocupação de máquinas, reduzindo-se os tempos em trocas de moldes e matrizes, com o uso de uma seqüência lógica e aplicação de conceitos desenvolvidos e testados em muitas outras empresas. O trabalho também apresenta um estudo de caso que demonstra a eficácia da metodologia TRF (Troca Rápida de Ferramentas) em uma linha de prensas de uma indústria automobilística.

1.2 OBJETIVOS

Com base nos pressupostos apresentados, o presente trabalho tem como objetivo geral apresentar algumas teorias sobre o sistema de Troca Rápida de Ferramentais visando agregar valor ao processo de *Setup* tornando ágil e eficaz visando à competitividade dos produtos, diminuindo mão de obra que não agrega valores ao produto através do estudo dos tempos, em complemento aumentado à produtividade.

1.3 METODOLOGIA

Em função desses objetivos, verificou-se que a abordagem mais adequada seria a aplicação de um estudo de caso, em uma indústria automotiva, relatando as situações anteriores e situações atuais com aplicação do sistema de Troca rápida de ferramentais nas células de estamparia de armações.

São melhorias realizadas em conseqüências das tecnologias empregada nas áreas de estamparia, buscando atender a demanda, devido o salto na produção de veículos correlacionada ao *mix* de produção variável de acordo com o mercado em uma plataforma de três famílias, envolvendo cinco produtos. Isso não seria possível sem a utilização da troca rápida de ferramenta.

1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A abrangência deste estudo limitou-se a análise de apenas a um estudo de caso realizado em uma empresa multinacional com recursos e tecnologia de ponta. Dessa forma, as observações e os relatos foram coletados unicamente a este objetivo.

Desta maneira, este trabalho proposto não pode servir de base para se determinar que este sistema automatizado se aplica diretamente às empresas de pequeno ou médio porte, devido os altos investimentos, porém, é aplicado em todo segmento industrial que utilizam máquinas injetoras, prensas e extrusoras, em determinadas proporções, visando obter ganhos nos ciclos de *setup*.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em três partes conforme descrição que segue:

No **Capítulo 1** teve por objetivo fornecer uma visão geral do trabalho desenvolvido descrevendo resumidamente os capítulos envolvidos no mesmo.

Ao **capítulo 2** é mostrado que desde a administração científica havia preocupação com estudo de tempos e que a TRF teria fundamentos teóricos com as

experiências de Taylor e seria fundamentada com a implantação do Sistema Toyota de Produção (STP)

No **capítulo 3** se mostra o exemplo prático da Troca de ferramentas e seus ganhos, através do estudo de caso aplicado na área de estamparia em uma indústria automobilística.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O MOVIMENTO DA ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA

Ao longo das décadas, a administração vem se desenvolvendo, evoluindo, dando origem às novas teorias e técnicas para gestão nas organizações. Taylor, Fayol, Maslow, Gilbreth cada um com diferentes pontos de vista. Ano após ano, outros nomes aprimoraram, aperfeiçoaram e criaram novas ferramentas de apoio ao administrador, novas maneiras de visualizar as empresas, novos métodos de avaliação e deram agilidade aos processos. (TAYLOR, 1990)

Hoje as organizações são administradas como complexos sistemas abertos, onde variações no ambiente em que está inserida alteram seu funcionamento interno. A tecnologia, existente, permite tirar o máximo dos conhecimentos adquiridos em gestão de empresas, e aplicá-los de forma adequada ágil para o alcance dos objetivos. Ainda, permite verificar que todas as ações dos homens, seus empreendimentos e atividades são desenvolvidos não por indivíduos isolados, mas por meio de um esforço conjunto e de cooperação. Sua atividade é, portanto, predominantemente social. (MAXIMIANO, 2000)

Toda atividade conjunta se propõe a atingir seus objetivos da melhor maneira possível e com o mínimo de custo em tempo, trabalho e dinheiro. Para que isso ocorra, é necessário que tal atividade seja dirigida e coordenada, de modo que o esforço e a ação de cada elemento resulte num final homogêneo, que permita que os objetivos propostos sejam atingidos.

Frederick Taylor foi o criador e participante da administração científica segundo Maximiano, em 1895 apresentara a sociedade o primeiro trabalho da administração científica, onde já estava preocupado com o estudo de tempo. (MAXIMIANO, 2000, p.164)

Taylor demonstrou, através de experiência que a produtividade mais elevada resulta da minimização de esforços muscular, o importante é trabalhar de maneira inteligente.

Foi na Midvale que observou os problemas das operações fabris que podem ser encontrados em algumas empresas até hoje. Por exemplo:

- ✓ A administração não tinha noção clara da divisão de suas responsabilidades com o trabalhador;
- ✓ Não havia incentivos para melhorar o desempenho do trabalhador;
- ✓ Muitos trabalhadores não cumpriam suas responsabilidades;
- ✓ As decisões dos administradores baseavam-se na intuição e no palpite;
- ✓ Não havia integração entre os departamentos da empresa;
- ✓ Os trabalhadores eram colocados em tarefas para as quais não tinham aptidão;
- ✓ Os gerentes pareciam ignorar que a excelência no desempenho significava recompensas tanto para eles próprios quanto para a mão-de-obra;
- ✓ Havia conflitos entre capatazes e operários a respeito da quantidade da produção.

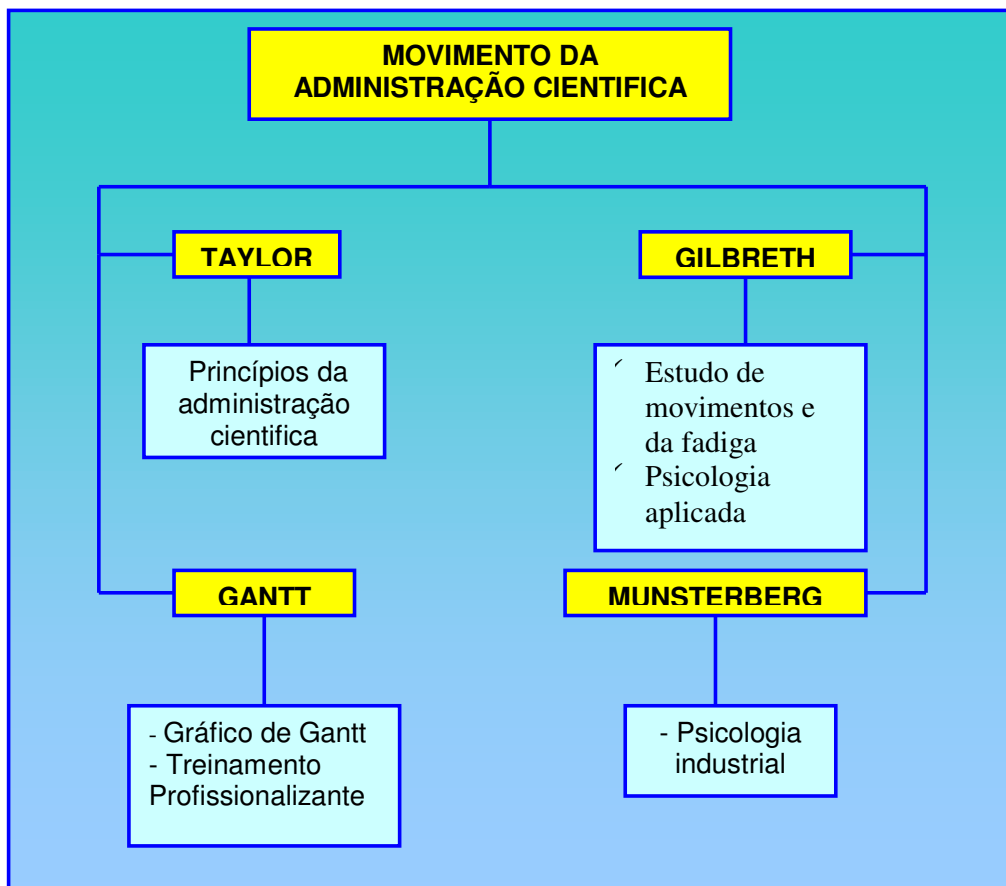
Taylor procurou resolver esses e outros problemas que eram e continuam sendo comuns nas empresas. Desenvolvendo através de suas observações e experiências, seu sistema de administração de tarefas ou também conhecido como sistema Taylor, Taylorismo e finalmente, administração científica.

A administração científica é um sistema que economiza trabalho produzindo mais e em menos tempo.

Em 1893 Taylor foi contratado para trabalhar exclusivamente na Bethlehem Steel (uma das grandes siderúrgicas, com 400 empregados em 1900), na qual desenvolveu suas idéias a respeito da administração científica. Nessa empresa, inventou, com J. Maunsel White, o que se tornou conhecido como o processo Taylor-White para o tratamento térmico do aço empregado na produção de ferramentas: o que trouxe aprimoramentos de 200 a 300% na capacidade de corte.

Em 1901, retornou para a Filadélfia, dedicando-se à divulgação de suas idéias. Em 1910, foi criada a Sociedade para a Promoção da Administração Científica, que se tornou em 1915, ano de sua morte, Sociedade Taylor.

As idéias revolucionárias de Taylor agradaram vários estudiosos da época que acabaram integrando-se ao grupo, os mais conhecidos: Frank e Lillian Gilbreth, Henry Gantt e Hugo Munsterberg, podendo afirmar que esses foram os principais integrantes do movimento da administração científica. A Figura 1 faz uma síntese das contribuições dos principais integrantes do movimento da administração científica.



Fonte: (Maximiano, 2000, p.169)

Figura 1 – Principais integrantes do movimento da administração científica

Em 1916, Frank & Lillian Gilbreth apóstolos das idéias de Taylor, publicaram *Fatigue study* (Estudo da fadiga), onde dividiam em duas categorias, as que realmente havia necessidade de ser executada e as sem necessidades, onde intitularam as necessárias e desnecessárias. Para haver redução da fadiga então desnecessária no ambiente de trabalho o caminho seria o estudo científico dos movimentos e a introdução de aprimorados e revolucionários métodos de trabalho. As propostas foram aumento dos dias de descanso remunerado, redução das horas trabalhadas, propuseram também que o ambiente de trabalho fosse redesenhado a fim de evitar o caminhar desnecessário.

Herry Gantt em 1917 foi trabalhar para Midvale Steel, com a função de assistente no departamento de engenharia. Taylor era engenheiro-chefe de produção em um ano tornou-se assistente de Taylor, onde trabalhou até 1893, em 1899 agora trabalhando para a Bethlehem, novamente reencontra o antigo chefe, mais experiente em 1903 apresenta um trabalho, *A graphical daily balance in manufacturing* (Controle

gráfico diário da produção), no qual descreve métodos para acompanhar fluxo de produção. Esse método tornar-se-ia o gráfico de Gantt.

Como consultor passou observar problemas característicos do comportamento humano, como resistência a mudança e normas grupais que interferiam na produtividade.

Hugo Munsterberg fez contribuições em quase todos os campos da psicologia, chegando a ser conhecido no EUA e na Europa como fundador da psicologia.

Em 1910, Munsterberg começou a fazer trabalhos visando a psicologia à indústria, publicou o livro *Psychology and industrial efficiency*. Nesse livro reconhece os trabalhos de Taylor e propõe o papel dos psicólogos na indústria devem ser:

- I - Ajudar a encontrar homens mais capacitados para o trabalho.
- II - Definir condições psicológicas mais favoráveis ao aumento da produção.
- III - Produzir as influencias desejadas, na mente humana, do interesse da administração. (MAXIMINIANO, 2000, p. 172)

2.1.1 Início do movimento da administração científica

A administração científica é dividida em três fases:

1ª Fase – Fase relacionada diretamente com os problemas de salários, estudo do tempo, definição de tempo-padrão, administração das tarefas.

Os trabalhadores acreditavam que seu esforço beneficiava somente o seu patrão, com isso eles não se empenhavam no trabalho; a forma de pagamento fazia com que eles acreditassem nisso.

Para resolver isso surgiu a possibilidade, dos empregados começarem a ter participação nos lucros, ganhar bônus da empresa e aumento de salário. Taylor achava que se cronometrasse o tempo máximo de trabalho e medisse espaço que o homem precisasse para executar uma tarefa com eficiência, pouparia mais tempo e assim subiria a produção e o lucro da empresa.

Esse sistema foi a base para o começo da administração de tarefas, foi com ele que começaram a selecionar trabalhadores, dando pagamentos de incentivo. Com a seleção de trabalhadores, estes eram postos nos setores adequados com os seus

perfis: com isso permitia que administração controlasse a produção, dispondo do trabalho padronizado, que era essencial para a eficiência.

2ª Fase – Compreende o estudo *Shop management* (Administração de operadores fabris). O homem precisa de motivações para fazer um bom trabalho, tanto o homem de 1ª classe, como o homem de classe média, torna-se ineficiente, se lhe faltar incentivo.

O *Shop management* defendia os seguintes princípios:

- Uma boa administração deve pagar salários altos, e ter baixos custos de produção.
- A administração deveria aplicar métodos de pesquisas para determinar a melhor maneira de executar tarefas.
- Os empregados deveriam ser selecionados, e treinados de uma maneira qualificada, e para que as tarefas fossem compatíveis.

Deveria haver uma relação mais informal entre trabalhador e patrão para garantir um ambiente mais cordial e favorável à aplicação desses princípios, produzindo ciclos de qualidades.

Taylor também tratou de outro aspecto, como padronização de ferramentas e equipamentos, seqüência e programação de operações e estudo dos movimentos. Isso tudo para economizar tempo, obtendo o aumento da produção e dos lucros na empresa.

3ª fase – Nesta fase Taylor sintetiza os objetivos da administração científica: desenvolver uma ciência para substituir um velho método empírico; selecionar o trabalhador treiná-lo, instruí-lo, já que no passado eles escolhiam o próprio trabalho; cooperar com os trabalhadores, para que o trabalho seja feito de acordo com a ciência desenvolvida.

No passado, no trabalho, quase toda a responsabilidade caía na mão-de-obra, nesta nova fase a administração tem que estar mais bem preparada que o trabalhador, para não haver erro novamente.

Taylor também acreditava no incentivo do trabalhador individual que significava ganho material, e estímulo pessoal.

Nesta última fase a principal mudança foi a criação de um departamento de planejamento.

As técnicas deste princípio eram:

- Estudos de tempos e movimentos.
- Padronização de ferramentas e instrumentos.
- Padronização de movimentos.
- Conveniência de uma área de planejamento.
- Cartões de instruções.
- Sistema de pagamento de acordo com o desempenho.
- Cálculo de custos.

A administração científica foi tida como uma revolução mental e uma maneira das pessoas encararem o trabalho de uma forma mais cordial.

A produtividade é gerada através da eficiência, não da escravização do trabalhador e sim da inteligência de como se trabalha.

Houve, também, críticas sobre a administração científica:

- Com o mecanismo, não houve preocupação com o elemento humano.
- Aumentar a eficiência provocaria o desemprego.
- A administração científica nada mais era do que uma técnica para fazer o operário trabalhar mais e ganhar menos.

2.1.2 Execução dos estudos do tempo

Desde a época de Taylor estruturo-se a administração científica a execução do estudo do tempo. Nas indústrias são utilizadas até hoje para estabelecer padrões para a produção em relação ao tempo gerado para produzir um determinado produto ou serviço ele contribui para determinar os custos industriais. (MARTINS & LAUGENI, 2000, p. 40)

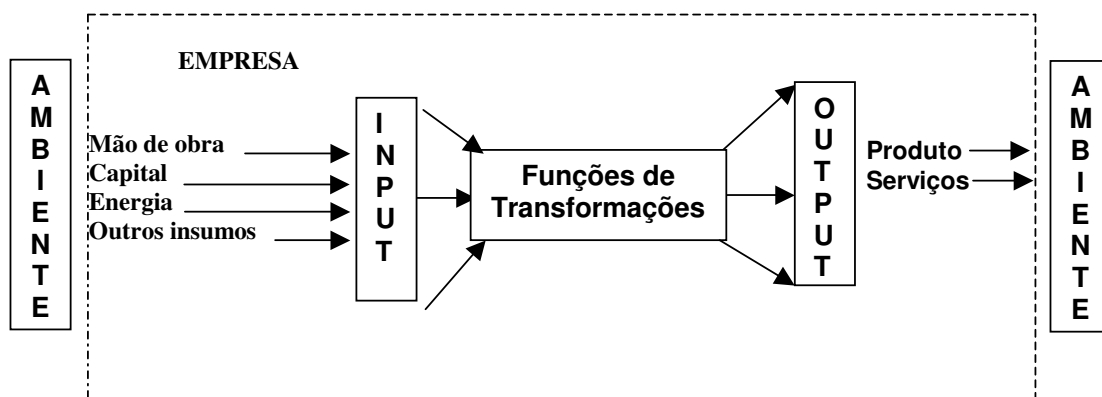
Por outro lado Aquilano & Chase afirmam, a mensuração do trabalho para determinar padrões de tempo causa controvérsias desde a administração científica de Taylor, pois a velocidade imposta aos trabalhadores para a execução das tarefas esta sendo colocada de forma que seja mais importante que a qualidade dos produtos. Esta necessidade de se produzir cada vez mais e com tempo cada vez menor com o

intuito de atender a demanda de mercado, colocar no mercado produtos com qualidade duvidosa. (AQUILANO & CHASE, 2001, p. 341)

Slack foi mais ponderado, pois afirma que em manufatura, tempo é mais que dinheiro, pois requer operações mais rápidas, enxutas, produtivas e de qualidade com a certeza que o conjunto influenciaria no preço final do produto, obtendo a satisfação do cliente. (SLACK, 1993, p. 50).

2.1.3 Produtividade

A produtividade ficou bem conceituada por Martins & Lougeni (2000, p. 371) onde é esboçada por meio do sistema de uma malha de produtividade.



Fonte: (MARTINS & LAUGENI, 2000, p. 371).

Figura 2 – Malha de Produtividade

Pode-se encontrar na literatura várias definições de produtividade e maneiras de medi-la. De acordo com Contador produtividade é a quantidade de bens ou serviços produzidos por um empregado em determinado período de tempo, levando-se em consideração a qualidade. (CONTADOR, 1997, p. 120).

O presente trabalho aborda especificamente este aspecto da produtividade e a influência da maneira de gerir os indicadores fora do ambiente fabril com foco na diminuição nos tempos de *setup* adotando-se a troca rápida de ferramenta na área de estamparia que diretamente contribui para:

- ✓ Quantidade de veículos produzidos por empregado por ano;
- ✓ Horas trabalhadas para se produzir um veículo;
- ✓ Relação entre horas produzidas e horas trabalhadas em um dado período;
- ✓ Produção líquida horária;
- ✓ e outros relacionados com o fator “mão-de-obra”, como por exemplo, o efetivo.

2.2 JUST-IN-TIME

O sistema *Just In Time (JIT)* é uma filosofia de administração da manufatura, surgida no Japão, nos meados da década de 60, tendo a sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados a *Toyota Motor Company*, por isso também conhecido como o “Sistema Toyota de Produção”, tendo como idealista, seu vice-presidente Taiichi Ohno, o qual afirma que o termo significa:

que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. (OHNO, 1997, p. 26).

O JIT focaliza o aprimoramento do processo produtivo - em ganhos de qualidade e produtividade - como estratégia para ajudar uma empresa a alcançar e/ou manter vantagem competitiva em custo. A abordagem parte do conhecimento do sistema e seus principais objetivos, conceituando o custo real (valor agregado) e definindo os indicadores de produtividade e qualidade. Em seguida identificam-se os desperdícios da produção e apresentam-se as ferramentas para combatê-los, visando reduzir ou eliminar funções e sistemas desnecessários ao processo global da manufatura. (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

No processo produtivo, o JIT visa eliminar atividades como inspeção, retrabalho, trocas de ferramentas muito demoradas, estoque etc. Muitas dessas funções improdutivas que existem em uma empresa foram criadas devido à ineficiência ou incapacidade das funções iniciais.

2.3 DEFINIÇÃO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

De acordo com Shingo, *Setup* é o tempo gasto na preparação de máquinas, desde a última peça boa de um lote até a primeira peça “boa” do outro lote, ou seja, é o tempo em que o equipamento fica parado para a substituição das matrizes, moldes, ferramentas, etc.

O Sistema *Toyota* de Produção, que com o uso do JIT, tem como base a redução de desperdícios, utiliza a TRF para aumentar a capacidade das máquinas, ajudando a melhorar a produção como um todo.

A segundo Shingeo Shingo, o Sistema *Toyota* não se contrapõe ao sistema Ford. Para ser mais exato, ele é uma evolução progressiva – um sistema voltado ao mercado japonês que produz em massa, em lotes pequenos, e com estoques mínimos. (SHINGO, 1989).

Essas são as principais características do Sistema *Toyota* de Produção. A chave para que se chegue até ele é a adoção da Troca Rápida de Ferramentas para reduzir o tempo de *setup* e promover a produção em pequenos lotes.

2.4 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

Shigeo Shingo foi contratado pela Mazda em 1950 para solucionar o problema de gargalo na área da estamparia causado por três grandes prensas de 350,750 e 800 toneladas, utilizadas na estampagem de painéis, após estudo dos tempos conclui que nenhuma delas estava trabalhando em plena capacidade e que se perdia muito tempo para troca de ferramentas. Nesta empresa ocorreu a primeira redução do tempo de troca de ferramentas (tempo de *setup*), e a identificação de dois tempos de preparação, o tempo de preparação interno ou *setup* interno (aquele realizado obrigatoriamente com a máquina parada) e o tempo de preparação externo ou *setup* externo (aquele realizado com a máquina funcionando). (SHINGO, 1996, p. 78).

Um segundo desafio para Shingo se deu em 1957 agora na Mitsubishi onde foi chamado para aumentar a capacidade de uma grande plaina mecânica, utilizada para usinar base de motores a diesel de 10 toneladas utilizado na construção naval, percebeu que fazia-se operação de centragem da base, na mesa da plaina então sugere fazer as operações de *setup* para a próxima base do motor em uma segunda

mesa, essa idéia reduziu significativamente a interrupção da plaina, aumentando a produtividade em 40%.

A partir de 1969, na fábrica da *Toyota Motor Company* (Japão) a Troca Rápida de Ferramentas passou a ser denominada por *Single Minute Exchange of Die* (troca de ferramentas em um minuto), consistindo de uma sistemática que englobava uma série de novas técnicas para a redução dos tempos de *setup*. O *SMED* foi posteriormente adotado por todas as fábricas da *Toyota*, evoluindo com o passar dos anos e tornando-se um dos principais elementos do Sistema *Toyota* de Produção (STP). (SHINGO, 1996, p. 80).

Segundo Shigeo Shingo se a troca rápida de ferramentas for adotada, pode-se esperar os seguintes benefícios:

- ✓ Ao reduzir os tempos de *setup*, as taxas de operações da máquina aumentarão.
- ✓ A produção em pequenos lotes reduz significativamente os estoques de produtos acabados e a geração de estoques entre processos intermediários. (SHINGO, 1989, p.148).

Por fim, a produção pode responder rapidamente as flutuações da demanda, através de ajustes para adequar-se a mudanças nas exigências de modelo e ao tempo de entrega.

De acordo com Ohno o STP trouxe novos conceitos à Gestão da Produção, especialmente se comparando ao sistema empregado anteriormente na indústria automobilística, o Sistema Ford de Produção, criado por Henry Ford na *Ford Motors Company* dos Estados Unidos. A característica principal do fordismo era a produção em massa de peças, em grandes lotes, para evitar as trocas de ferramentas. No Sistema *Toyota*, a produção de peças ocorre em lotes de tamanho pequeno, viabilizada pela realização de *setups* rápidos. (OHNO, 1997, p. 107).

Existem três diferenças básicas distinguindo o Sistema *Toyota* do Sistema Ford, dos quais são definidos na Tabela 1:

- (i) Tamanhos pequenos de lote;
- (ii) Produção de diferentes tipos de produtos em pequena escala;

- (iii) Operações com fluxo contínuo de peças unitárias em todas as etapas da manufatura, desde o início do processo até a montagem final. (SHINGO, 1996, p. 126).

Tabela 1 – Diferenças entre o Sistema Ford e Toyota

CARACTERÍSTICA	FORD	TOYOTA	BENEFÍCIO
Fluxo de peças unitárias	Somente na montagem	Interligação do processo de montagem	✓ Ciclos curtos; ✓ Inventário de produtos acabados reduzidos; ✓ Estoque intermediário pequeno.
Tamanho do lote	Grande	Pequeno	✓ Redução do estoque intermediário; ✓ Produção contra-pedido.
Fluxo do produto	Produto único (poucos modelos)	Fluxo misto (muitos modelos)	✓ Redução do estoque intermediário; ✓ Ajustes para mudanças, promove equilíbrio da carga

Fonte: (SHINGO, 1996, p. 128)

2.5 FUNÇÕES DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

O tempo de *setup* tipicamente compreende quatro funções:

- ✓ Preparação da matéria-prima, dispositivos de montagem, acessórios, etc (30%);
- ✓ Fixação e remoção de matrizes e ferramentas (5%);
- ✓ Centragem e determinação das dimensões das ferramentas (15%);
- ✓ Processamentos iniciais e ajustes (50%).

2.6 ESTÁGIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA TRF

Conforme Shingo (1996) a melhoria do *setup* é conduzida progressivamente, passando por quatro estágios básicos, os quais veremos a seguir:

Estágio Um – Neste estágio não se distingue *setups* internos dos externos, onde as ações que poderiam ser realizadas como *setup* externo, como a procura de ferramentas ou manutenção da matriz são, em vez disso, executadas enquanto a máquina está parada, aumentando desnecessariamente o tempo de preparação.

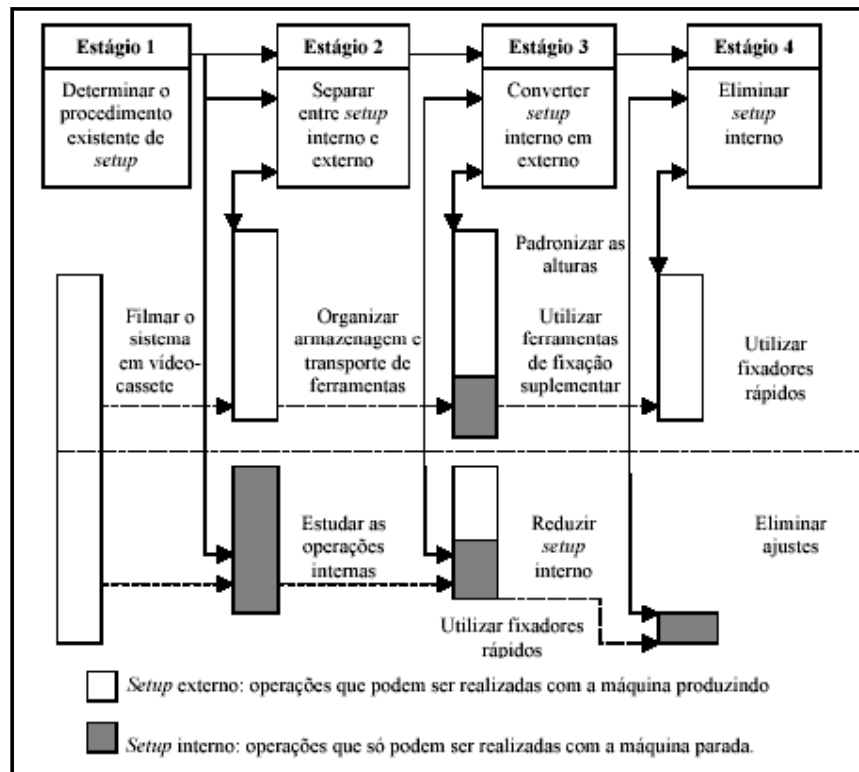
Estágio Dois – É o estágio mais importante na implementação da TRF, pois provoca o isolamento das operações de *setup* interno e externo, através de uma verificação que inclua todas as peças, condições de operação e medidas que tenham de ser tomadas enquanto a máquina estiver em operação, checando o funcionamento de todos os componentes, pesquisando e implementando o processo mais hábil para deslocamento desses enquanto a máquina estiver em funcionamento, para evitar esperas durante o *setup* interno.

Estágio Três – Neste analisa-se a operação de *setup* atual para deliberar se atividades consideradas *setup* interno podem ser convertidas em *setup* externo, como por exemplo, pré-aquecer uma matriz de injeção ao mesmo tempo em que a máquina está operando elimina a necessidade de pré-aquecimento com injeções preparatórias de metal líquido durante o *setup* interno.

Estágio Quatro – Examinar as operações de *setup* interno e externo para observar eventuais oportunidades adicionais de melhoria, levando em consideração a eliminação de ajustes e a linearização dos métodos de fixação.

Das melhorias obtidas com a TRF ao longo dos anos, as mais efetivas, que se comprovaram conforme Shingo são:

- ✓ Separação bem definida dos *setups* interno e externo;
- ✓ Conversão total de *setup* interno em externo;
- ✓ Eliminação de ajustes;
- ✓ Fixação sem parafusos. (SHINGO, 1996, p. 91)



Fonte: (Black, 1998, p. 25)

Figura 3 – Estágios conceituais e Técnicas práticas do sistema TRF

Os métodos aqui apresentados reduzem os *setups* em até 5% dos seus tempos anteriores, onde trocas podem, às vezes, ser concluídas em alguns segundos com a eliminação dos ajustes e a utilização do sistema do mínimo múltiplo comum.

De acordo com Shingo:

Para tornar a TRF uma realidade no chão-de-fábrica, basta uma simples demonstração dos seus métodos básicos aos operários e deixa-los iniciar uma revolução via TRF. (SHINGO, 1996, p. 91)

A equipe de redução de *setup* deve ser multifuncional:

- ✓ Técnicos de ferramentas;
- ✓ Operadores de máquinas;
- ✓ Engenheiros;
- ✓ Fornecedores de equipamentos;

- ✓ Manutenção.

A equipe deve coletar dados da fábrica que permitam determinar as prioridades de melhoria. As atividades da coleta inicial de dados devem incluir informações tais como:

- ✓ Momentos históricos da redução de *setup*;
- ✓ Média de tamanhos de lote e de ciclos de processo;
- ✓ Números de *setup*'s por semana/mês/ano;
- ✓ Causas do longo tempo de preparação;
- ✓ Procedimentos de *setup*;
- ✓ Pessoal de apoio;
- ✓ Tipos de aptidão de pessoal.

Determinar uma meta para a redução do *setup*

Uma vez que exista uma compreensão comum a todos sobre a frequência, tempo, método, do *setup* atual, a equipe de preparadores precisa determinar uma meta para a redução do tempo de *setup*.

Gravar em fita de vídeo as etapas de um *setup*

A gravação em fita de vídeo de um *setup* é uma técnica que permite o estudo detalhado do método de *setup* sem a confusão e a interrupção do piso.

Antes de desenvolver a seção de gravação de vídeo, a equipe de *setup* deve se reunir e discutir o processo com os preparadores de máquina e assegurar que eles fiquem a vontade com a técnica de estudo.

A gravação deve começar pela gravação da última unidade boa do processo de produção anterior e o fim da primeira unidade boa do processo. A gravação deve incluir os seguintes detalhes:

- ✓ Movimentação das ferramentas e materiais;
- ✓ Remoção do ferramental antigo;
- ✓ Instalação do novo ferramental e ajustes;

- ✓ Inspeção dos primeiros itens;
- ✓ Busca das ferramentas perdidas;
- ✓ Solução de problemas.

Documentar as atividades.

A equipe de *setup* deve se reunir para analisar a fita e documentar a fita quanto ao que se segue:

- ✓ Relacionar cada elemento e seqüência do *setup*;
- ✓ Sincronizar cada elemento;
- ✓ Documentar detalhes pertinentes;
- ✓ Fazer layout do fluxo envolvido;
- ✓ Desenvolver um gráfico de Pareto dos tempos restantes.

2.7 ETAPAS DAS PRINCIPAIS TECNICAS

As oito principais técnicas da troca rápida de ferramentas utilizadas para reduzir o tempo de *setup* em cada uma destas áreas são discutidas a seguir:

2.7.1 Separação do *Setup* Interno e Externo

Devem ser identificadas claramente quais as operações atuais devem ser executadas enquanto a máquina está parada (*setup interno*) e quais podem ser realizadas com a máquina funcionando (*setup externo*).

Por exemplo, toda preparação e transporte de matrizes, gabaritos, dispositivos de fixação, ferramentas e materiais podem ser feitos durante o funcionamento da máquina. *Setup* interno deve ser limitado à remoção da ferramenta anterior e fixação da nova.

A separação e organização das operações internas e externas, o tempo de *setup* interno pode ser reduzido em 30%.

2.7.2 Converter Setup Interno em Externo

Este é o princípio mais importante no sistema TRF. Fazer a conversão de *setup* Interno em Externo exige o reexame das operações para verificar se qualquer das etapas foi equivocadamente tomada como interna e encontrar maneiras de converter estes *setups* internos em externos. Por exemplo pré-aquecimento das matrizes.



Figura 4 – (A) Preparação da Ferramenta e (B) Ferramenta aguardando *setup*

2.7.3 Padronizar a Função, não a Forma

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

A padronização requer apenas a uniformidade das peças necessárias à operação de *setup*. Por exemplo, acrescentar uma placa na borda de fixação da matriz padroniza as dimensões somente daquela peça e faz com que seja possível utilizar-se os mesmos grampos de fixação em diferentes *setups*.

2.7.4 Utilizar grampos funcionais ou Eliminar os Grampos.

Um parafuso é o mecanismo de fixação mais comum, mas sua utilização pode consumir um tempo muito grande. Por exemplo, um para fuso com 15 fios de rosca deve ser girado 14 vezes antes que seja realmente apertado no ultimo giro. Na prática e este ultimo giro que fixa e que solta, os outros 13 são movimentos supérfluos. Para a melhoria de eficiência os parafusos poderiam ser substituídos por fixadores funcionais de um único giro.

Parafusos não são o único modo de fixar objetos. Tampouco devemos supor que fixadores sejam sempre necessários. Métodos de um único toque onde se utilizam cunhas, ressalto, prensadores, molas ou placas magnéticas reduzem o tempo de *setup* consideravelmente, assim como qualquer mecanismo de ligação que encaixem e unam duas partes.

2.7.5 Usar Dispositivos Intermediários

Algumas das esperas que ocorrem devido a ajustes durante o *setup* interno podem ser eliminados com o uso de dispositivos padronizados. Enquanto a peça presa a um dispositivo esta sendo processada, a próxima é centrada e presa a um segundo. Em prensas grandes os dispositivos intermediários podem ser usados em matrizes de múltiplos tamanhos e alturas diferentes. Neste caso são usados para que a centragem interna e as operações de fixação não sejam feitas pela máquina. Com esta melhoria, a prensa precisa ser desligada, somente quando uma empilhadeira troca os dispositivos intermediários, com as matrizes já montadas.

2.7.6 Adotar Operações Paralelas

Operações em injetoras de plástico ou de metais e em prensas grandes envolvem trabalho de *setup* nas duas laterais ou nas partes frontal e posterior da máquina.

Se apenas um operário executar essas operações muito tempo e movimento são desperdiçados com o seu deslocamento em torno da máquina. Mas quando duas pessoas realizam as operações paralelas simultaneamente, o tempo de *setup*

geralmente é reduzido em 50%, devido à economia de movimentos. Uma operação que é executada em 30 minutos por um trabalhador pode ser executada em dez minutos por dois trabalhadores.

Quando estas operações paralelas são empregadas, o número de horas-homem empregados são iguais ou menores do que o número de horas-homem com apenas um trabalhador. Desta forma eleva-se à taxa de operação da máquina. Com *setups* simplificados, até um trabalhador não qualificado pode dar assistência necessária com eficiência.

2.7.7 Eliminar Ajustes.

Tipicamente, ajustes e testes piloto são responsáveis por 50 a 70% do tempo de *setup* interno. A eliminação destes tempos traz formidáveis economias de tempo. A eliminação de ajustes inicia com o reconhecimento de que a preparação e o ajuste são duas funções distintas e separadas. Preparação ocorre na mudança de posição de um interruptor de fim de curso. O ajuste ocorre quando o interruptor de fim de curso é testado e repetidamente ajustado em uma nova posição. A suposição de que os ajustes são inevitáveis leva a tempos desnecessariamente longos de *setup* interno e requer alto nível de habilidade e experiência por parte do operador.

O método de um toque simplifica a preparação ou posicionamento e eliminam o ajuste. Eliminar o ajuste é o objetivo que se deve ter sempre em mente. Por exemplo, algumas prensas são vendidas com altura de impacto ajustáveis, porque prensas diferentes têm diferentes necessidades. Isso não significa, no entanto, que qualquer uma delas realmente opere com matizes com altura de prensagem diferentes. Essas empresas devem padronizar as alturas de matrizes ou adquirir prensas adaptadas as suas necessidades.

A mesma lógica equivocada fica evidente, quando prensas caras são equipadas com altura de impacto ajustável motorizada e funções de ajuste altamente precisas. Por que investir em tais funções, quando é muito mais econômico eliminar os ajustes através da padronização.

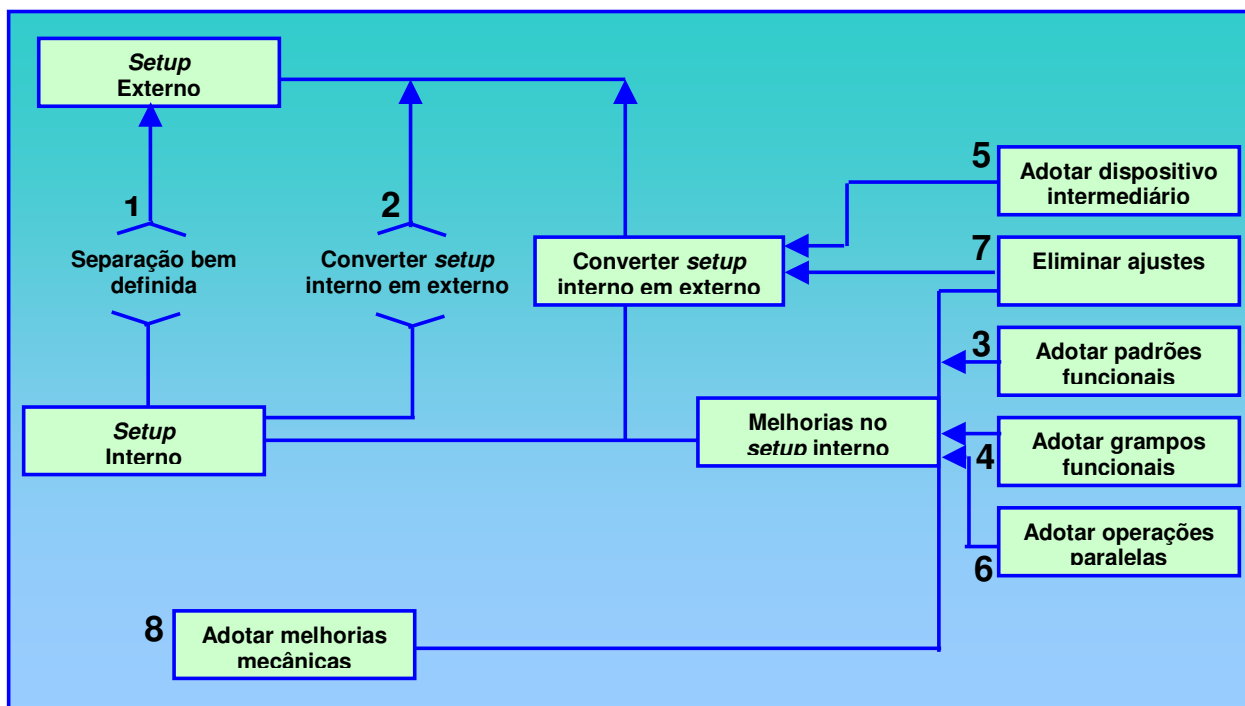
2.7.8 Mecanização

A mecanização é fundamental para deslocar matrizes, matrizes de injeção e matrizes de injeção de plástico grandes. Para a instalação de atrizes em um toque, pode ser utilizada pressão de ar ou óleo. O ajuste de altura de impacto motorizado também pode ser de grande auxílio.

O investimento em mecanização deve, no entanto, ser pensado com cuidado. Recentemente, muitas empresas têm padronizado a dimensão das placas de fixação e dando-lhes acabamento com alto grau de precisão. O que pode ser um desperdício considerando o objetivo da operação.

A mecanização deve ser considerada somente após haver sido feito todo o esforço possível para melhorar os *setup* utilizando as técnicas descritas. Os sete primeiros princípios podem reduzir um *setup* de duas horas para três minutos, e a mecanização irá reduzir esse tempo em apenas mais um minuto.

A TRF é uma abordagem analítica para a melhoria do *setup* da qual a mecanização pode reduzir o tempo de *setup* em um primeiro momento, mas não irá remediar as ineficiências básicas de um processo de *setup* mal planejado.



Fonte: (SHINGO, 1996, p. 88)

Figura 5 – Fluxograma para aplicação das oito técnicas TRF

2.8 BENEFÍCIOS DO SISTEMA TRF

Se a TRF for adotada, pode-se esperar os seguintes benefícios:

- ✓ Ao reduzir os tempos de *setup*, as taxas de operação da máquina aumentarão;
- ✓ A produção em pequenos lotes reduz significadamente os estoques de produtos acabados e a geração de estoques entre processos (intermediários);
- ✓ Por fim, a produção pode responder rapidamente às flutuações da demanda, através de ajustes para adequar-se a mudanças nas exigências de modelo e ao tempo de entrega.

2.9 IDENTIFICAR O SETUP INTERNO E SETUP EXTERNO

Identificar as atividades de *setup* interno e externo e separá-las.

Analisar a operação de *setup* atual para determinar se algumas das atividades consideradas *setup* interno podem ser convertidas em *setup* externo. Por exemplo, pré-aquecer uma matriz de injeção ao mesmo tempo em que a máquina esta operando.

Examinar as operações de *setup* interno e externo para observar eventuais oportunidades adicionais de melhoria. Levar em consideração a eliminação de ajustes e a linearização dos métodos de fixação.

Das centenas de melhorias obtidas ao longo dos anos, as seguintes comprovaram ser mais efetivas:

- ✓ Separação bem definida dos *setups* interno e externo;
- ✓ Conversão total de *setup* interno em externo;
- ✓ Eliminação de ajustes;
- ✓ Fixação sem parafusos.

Estes métodos podem reduzir os *setups* para menos de 5% dos seus tempos anteriores. De fato, trocas podem ser concluídas em alguns segundos com a eliminação dos ajustes e a utilização do sistema do mínimo múltiplo comum. A maneira mais rápida de trocar uma ferramenta é não ter que trocá-la.

2.10 OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA

As operações de manutenção e limpeza são os elementos básicos da melhoria de *setup*. Estas atividades podem ser baseadas em quatro princípios: simplificar, organizar, participar, e disciplinar.

- ✓ Simplificar; significa identificar as ferramentas, peças, etc. e remover tudo o mais da área de trabalho.
- ✓ Organizar; significa designar locais para tudo e estabelecer limites de quantidade.
- ✓ Participar; significa envolver o operador para determinar o que ele precisa para realizar um trabalho melhor e assim satisfazer tais necessidades.
- ✓ Disciplinar; significa desenvolver procedimentos operacionais padrão e aderir a eles.

2.11 MELHORAR AS OPERAÇÕES ELEMENTARES

As técnicas para melhoria das operações elementares incluem a redução de parafusos, eliminação de ajustes, melhoria de métodos, como uso de dispositivos e fixadores automáticos.

2.12 PADRONIZAR O NOVO MÉTODO

Recomendações para padronização do novo método.

- ✓ Padronizar o novo processo;

- ✓ Treinar os operadores;
- ✓ Monitorar os novos tempos de *setup*;
- ✓ Divulgar as melhorias.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 TÉCNICA DE PESQUISA

O TRF do estudo de caso está instalado na área de prensas de uma indústria automobilística, esta área produz primordialmente peças estampadas em chapas de aço para 70 % dos modelos fabricados no Brasil. Preferencialmente, as peças produzidas são as de superfície externa do veículo, que requerem alto grau de acabamento e qualidade de conformação. Os insumos empregados são chapas de aço de espessura entre 0,8 e 1,0 mm, recebidas em bobinas ou em pedaços já recortados no tamanho certo para iniciar a estampagem com perdas mínimas. A área de Estamparia possui dez linhas prensas pesadas, sendo cinco com troca rápida de ferramentas, com capacidades de 400 a 1800 toneladas, duas desbobinadeiras e 3 pontes rolantes e duas *Transfer* (conjunto eletromecânico também com TRF que agrega seis ferramentas).

O processo consiste em receber as bobinas e chapas de aço dos fornecedores (Usiminas, Cosipa, CSN, Rio Negro e Ferrolene), fazer o corte de platinas (*blanks*) ou preparar para produção, que é realizada em lotes de peças com ciclos de três até cinco dias de consumo. Suas peças principais de produção são: laterais externas, pára-lamas, portas, tampas dianteiras, tampas traseiras e teto. Estas peças são fornecidas para as plantas do Brasil, e atende em regime *CKD*, Argentina, Venezuela, Equador e África do Sul, além de suprir as lojas autorizadas com peças de reposição.

O processo produtivo por estampagem funciona de uma forma aparentemente simples, onde uma chapa metálica é colocada entre as duas partes de uma ferramenta, que se fecham sob alta pressão dando forma à chapa metálica. Em nosso caso, o processo ocorre de forma seqüencial em cinco prensagens consecutivas. As prensas estão colocadas em linha, onde a chapa metálica é transferida de uma ferramenta para a outra por um robô até o acabamento final na última ferramenta colocada na prensa cinco retirada do processo através e esteiras transportadoras.

Após cada lote de peças as matrizes (ferramentas) devem ser trocadas para o outro jogo de ferramentas que produzirão outra peça.

A Figura 6 mostra as operações de transferência de prensa para prensa através do robô.

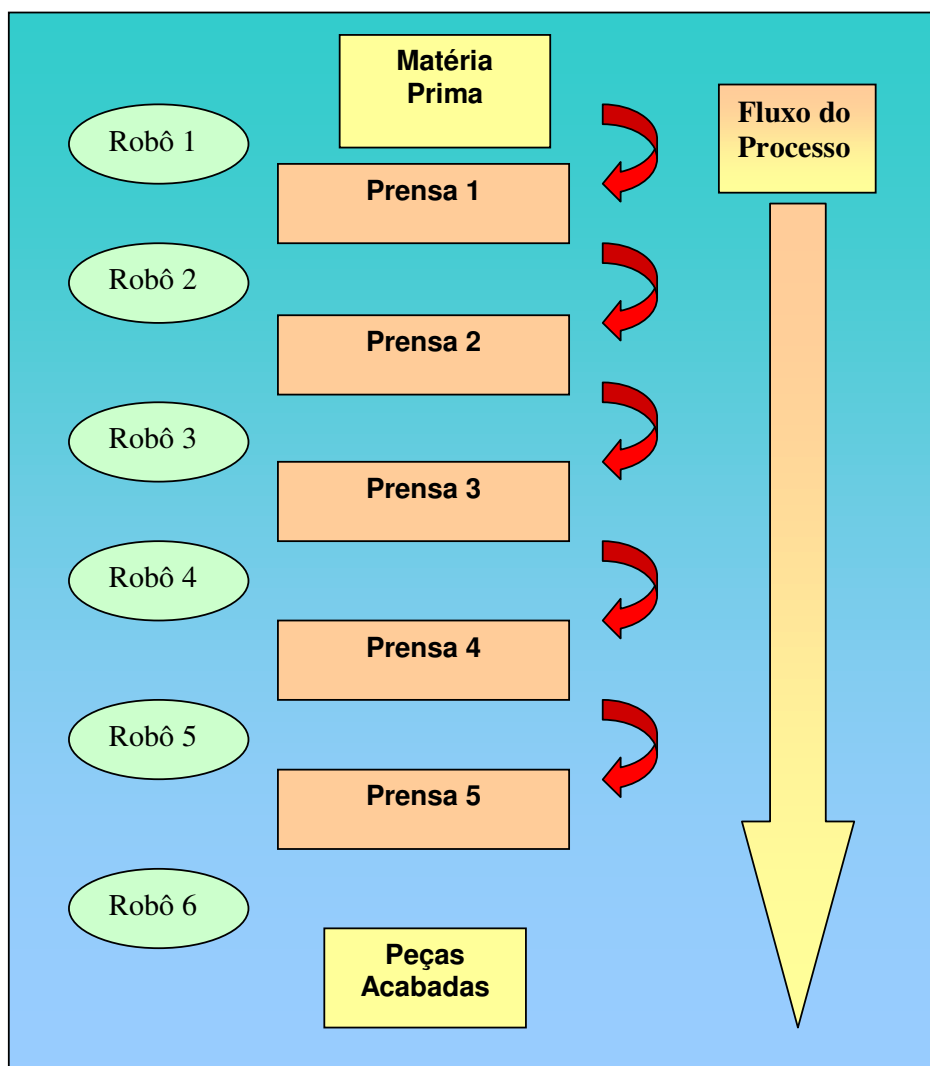


Figura 6 – Robô de transferência de prensa para prensa

3.2 SISTEMA CONVENCIONAL DE SETUP ANTES DA METODOLOGIA DA TRF

- ✓ As ferramentas são pré-dispostas ao lado da prensa aguardando a hora do *setup*;
- ✓ A prensa é colocada em modo manual e ajustado à posição do martelo;
- ✓ Na posição de troca, o operador solta os parafusos de fixação das placas superior e inferior (12 parafusos M24);
- ✓ A prensa é colocada na posição inicial;
- ✓ Com auxílio do operador da ponte rolante fazem a troca das ferramentas;
- ✓ Após cada troca é necessário ajustar a altura da regulagem do martelo, pois existe variação de ferramenta para ferramenta.

A Figura 7 mostra as fases em forma de layout, a disposição das prensas e seus respectivos seqüenciamentos:



Fonte: Adaptado pelo autor

Figura 7 – Sistema convencional

3.3 DADOS LEVANTADOS PELO TIME TRF DO SISTEMA CONVENCIONAL

- ✓ Tempo de troca 20 minutos;
- ✓ Cinco (5) trocadores de molde;
- ✓ Um (1) operador de ponte rolante;

- ✓ Grande risco de acidentes devido ao peso dos moldes.

3.4 MELHORIAS REALIZADAS NO SISTEMA

Todas as operações de preparação dos moldes passaram a ser feitas no *setup* externo.

- ✓ Mecanização da movimentação dos moldes, onde a retirada e colocação do molde da prensa é feita por uma base porta moldes que desliza sobre trilhos;
- ✓ Implementação de grampos automáticos para a fixação das ferramentas.
- ✓ Ajuste automático da altura da prensa após reconhecimento do molde

3.5 OPERAÇÕES REALIZADAS APÓS AS MELHORIAS

- ✓ O operador aciona uma chave que aciona o sistema de troca rápida;
- ✓ A prensa posiciona o martelo, e solta os grampos hidráulicos;
- ✓ A prensa retorna para posição inicial;
- ✓ As cinco ferramentas se deslocam sobre os trilhos para fora da prensa;
- ✓ As ferramentas se deslocam a 90° dando espaço para o movimento das novas ferramentas;
- ✓ As ferramentas são deslocadas para a posição de fixação;
- ✓ A prensa desce até a altura ideal do molde;
- ✓ Os grampos prendem a nova ferramenta;
- ✓ A prensa retorna, com a parte superior da ferramenta na posição inicial, pronta para o trabalho.

3.6 GANHOS RESULTANTES DO NOVO SISTEMA

- ✓ Um operador de ponte (durante preparação);
- ✓ Um operador por duas linhas (10 máquinas);
- ✓ Tempo de troca 7 minutos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No projeto de implantação, todos os esforços de redução dos tempos de setup devem estar alinhados com as ações realizadas em todos os processos de manufatura da empresa. O alinhamento destes esforços evita o desperdício de tempo e capital em ações que não tenham como resultado a melhoria dos tempos de setup e, conseqüentemente, a melhoria global do processo.

Os esforços de melhoria não devem ser direcionados a processos que receberão investimentos em novas tecnologias ou equipamentos, ou processos que venham a ser eliminados. Esta estratégia está diretamente relacionada com a definição de metas e de uma estratégia de implantação; ou seja, é necessário uma análise do futuro da planta produtiva em relação a inovações tecnológicas, aquisição de novos equipamentos e criação de novos produtos, relacionando estas análises com a sistemática de TRF. Novos processos, resultado de novos produtos ou mudanças tecnológicas, a partir da aplicação da sistemática, devem estar inseridos nos novos conceitos adquiridos com a implantação da sistemática de TRF. O Gráfico 1 abaixo relata os resultados obtidos após a implantação do *setup* mecanizado.

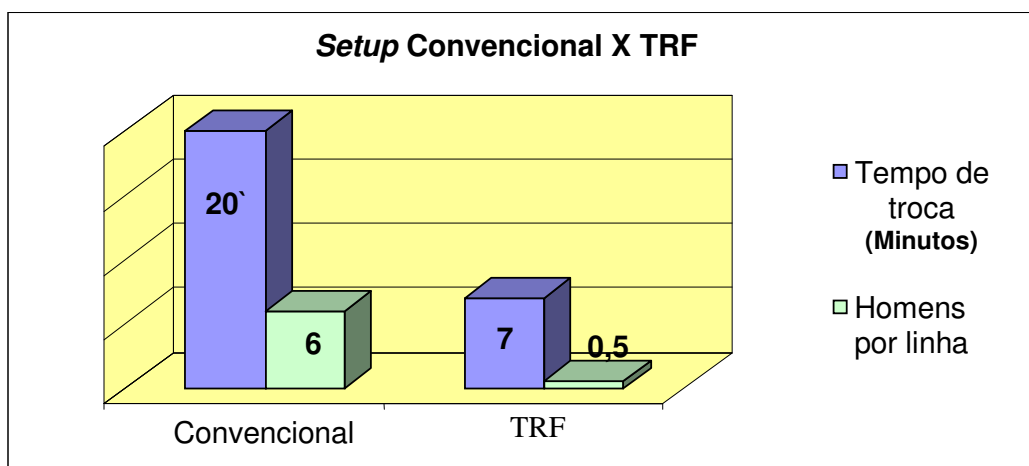


Gráfico 1 – Comparativo entre *setup* convencional x TRF

Como geralmente um processo de implantação é considerado como uma ação de longo prazo, o treinamento deve englobar todos os funcionários da empresa, devendo fazer parte inclusive do treinamento de novos funcionários, independente da participação ou não destes nas equipes e times de implantação. Uma atenção especial

deve ser direcionada ao treinamento dos setores de manutenção e produção, assim como a adequação da disponibilidade de tempo necessária destes setores com o projeto de implantação da TRF, visto que tais setores são de importância estratégica no projeto.

Os indicadores de resultados em uma sistemática de implantação de TRF podem ser comprovados pela medição do tempo de *setup* antes e depois da implantação ou pelo cálculo do lote econômico de fabricação. O tempo de *setup* é um ótimo indicador para a aplicação de uma sistemática de TRF, pois é fácil de ser verificado durante toda a evolução da implantação da sistemática de TRF.

Segundo Slack (1993), o tempo de atravessamento é um fator diferencial no custeio de um sistema de manufatura, logo, movimentações de materiais através de operações mais rápidas resultam em uma operação mais enxuta e produtiva. Como esta redução proporciona uma aproximação entre os requisitos do cliente e a resposta da empresa, é de importância estratégica a análise comparativa do tamanho de lote antes e após a aplicação da sistemática de TRF. Uma análise comparativa, realizada pelo cálculo do lote econômico de fabricação, antes e depois da aplicação prática da sistemática, pode comprovar a evolução do projeto.

Os resultados após implantação devem tender a um valor de tamanho de lote menor, que é um dos objetivos da TRF. O projeto de novos produtos, considerando que os resultados da implantação da sistemática de TRF apontam para a redução dos tempos de *setup* e possibilidade de redução do tamanho do lote econômico de fabricação, deve contemplar as estratégias e técnicas de implantação da sistemática, principalmente aquelas voltadas à padronização e simplificação de componentes.

O projeto de um produto com foco na TRF, pode abolir a troca de ferramentas, seja pela intercambiabilidade de peças ou possibilidade de fabricação de peças ao mesmo tempo (em paralelo). A construção padronizada de dispositivos, ferramentas e equipamentos é outro elemento para a consolidação da TRF. A padronização deve acontecer somente nas partes cujas funções são necessárias à troca de ferramentas, através da análise da função de cada parte ou conjunto, com o objetivo da troca do menor número possível de elementos no *setup*.

Outra ação que contribui para a consolidação da TRF é a construção de dispositivos, equipamentos e ferramentas que proporcionem a segurança pessoal dos operadores que irão manuseá-los. A maior probabilidade de ocorrência de acidentes ocorre durante a realização de ajustes, pois é quando ocorre a interferência do operador. Quando o regime de trabalho do equipamento é permanente, a

probabilidade de ocorrência de acidentes é menor. A construção de dispositivos, ferramentas ou equipamentos seguros está relacionada ao projeto do produto; logo, a visão do projetista deve abranger a segurança, assegurando um processo de fabricação sem riscos ao operador.

Na evolução do projeto de TRF, um dos objetivos é conseguir um processo estável. O processo estável é obtido pela repetição padronizada do *setup* e dos tempos de produção. A garantia da repetição dos tempos de produção depende da capacidade do equipamento em manter estáveis as condições de cada ciclo de produção. A conservação e calibração do equipamento é fundamental para a estabilidade do processo. A realização de inspeções programadas de manutenção ou da intervenção do operador em pontos chaves do equipamento, resultados de um plano de manutenção preventiva, preditiva ou de um programa de Manutenção Produtiva Total.

5 CONCLUSÕES

Nas organizações com filosofias de trabalho voltadas para o JIT, o sistema de TRF tem se mostrado um alicerce importante para ganhos de tempo e melhorias de eficiência, assim como o trabalho de mecanização, que embora não tenha um ganho elevado em tempos, tem grande impacto na redução de riscos de acidentes, pois a “Troca Com Um Toque”, evita o contato humano com os pesados moldes, principalmente durante a fixação na prensa, melhorando a motivação e a valorização de todos os envolvidos neste tipo de tarefa.

As linhas de montagem atuam em média na fabricação de quatro modelos diferenciados em uma única linha, sendo que se denomina *mix de produção*. Este fato obrigou a implantação do sistema de troca rápida de ferramentas, visando a produção em pequenos lotes e a otimização dos tempos de *setup*, tornando as máquinas e os processos mais eficientes e competitivos no mercado.

Como pode ser observado no gráfico comparativo entre setup convencional X TRF o processo adquire ganhos significativos, reduzindo o tempo de troca em um terço, otimizando-se a mão de obra que será aproveitada em outros processos que agregam valor ao processo produtivo.

Assim como em uma corrida de Fórmula 1, onde o tempo de parada nos boxes é fundamental para se decidir uma classificação, o mesmo acontece na área industrial, onde máquinas e pessoas paradas não agregam valor ao processo e encarecem o produto.

6 GLOSSÁRIO

Competitivo - São valores agregados ao produto e processo.

Otimizações – Melhorias em processos, mão-de-obra e produtos, reduzindo custos, aumentando os ganhos.

Mix de produção – Produção de vários modelos em uma única linha de montagem.

Atividade que Não Agrega Valor - Qualquer atividade que acrescenta custo sem acrescentar valor ao produto ou ao processo.

JIT – Just In Time - JIT é um sistema estruturado de controle de estoques e execução de tarefas/operações, com entrega dos materiais certos, no tempo certo e na quantidade certa, e que tem por objetivo desenvolver um sistema de manufatura que permita a um fabricante ter somente os materiais, equipamentos e pessoas necessários a cada tarefa.

MPT ou *TPM* — Manutenção Produtiva Total.

Redução do *Setup* — Redução do tempo ocioso que vai da troca da última peça até a primeira peça boa da operação seguinte.

Setup Externo — Atividades de preparação das ferramentas que podem ser executadas com segurança enquanto a máquina estiver funcionando.

Setup Interno — Atividades de preparação das ferramentas que devem ocorrer enquanto a máquina estiver parada.

Sistema Toyota de Produção — Baseado em alguns dos princípios iniciais de Henry Ford, o sistema descreve a filosofia de uma das mais bem sucedidas empresas do mundo. A fundação do STP é o nivelamento da produção, os suportes do *Just-in-Time* e o *Jidoka*.

Tempo de Ciclo (no original: *Cycle Time*) — O tempo que um operador leva para completar um ciclo de trabalho. Em geral, é o tempo que dura antes que o ciclo se repita. Consulte, Tempo de Ciclo do Operador e Tempo de Ciclo da Máquina.

Troca de Matrizes/Ferramentas Num Toque (*STED*) — Redução das atividades de setup da matriz/ferramenta a um único passo.

Troca de Matrizes Num Minuto (*SMED*) — Prazo entre a última peça boa até a primeira peça boa seguinte no novo *setup* obtido em um tempo menor que 10 minutos. Termo também conhecido por "*Setup* num só dígito."

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B.; DAVIS, M. M. **Fundamentos da administração da produção**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BEZZERRA, J C. **Simplesmente Just-In-Time**. São Paulo: IMAN, 1990.

BLACK, J. T. **O projeto da fabrica do futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

CONTADOR, J. C. (Coord) **Gestão de Operações: A Engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blúcher, 1998.

LEITE, C. A. **Gerenciamento de melhorias no processo de produção em uma industria automobilística**. MBA Gerência de Produção. 2002.

MARTINS, P. G.; LUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2000.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da escola científica à competitividade na economia globalizada** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MEREDITH, R. J.; SHAFER, M. S. **Administração da produção para MBA's**. Porto Alegre: Artes Medicas, 1999.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Trad. Eduardo Schaan. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK N. **Vantagens competitivas em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais.** Trad. Sônia M. Corrêa. São Paulo: Atlas, 1993.

TAYLOR, F. W. **Princípios da administração científica.** Trad. Arlindo V. Ramos. 8 ed. São Paulo: Atlas, 1990.

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor.

Amauri Aparício Vieira Navarro

Taubaté, dezembro de 2004.