

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**DISPOSITIVOS VISUAIS COMO APOIO PARA A TROCA RÁPIDA DE  
FERRAMENTAS: A EXPERIÊNCIA DE UMA METALÚRGICA**

**Gabriela Carpeggiani Rech**

**Porto Alegre, 2004**

**Gabriela Carpeggiani Rech**

**DISPOSITIVOS VISUAIS COMO APOIO PARA A TROCA RÁPIDA DE  
FERRAMENTAS: a experiência de uma metalúrgica**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade Profissionalizante – Ênfase em Gerência de Produção.

**Orientador: Professor Dr. Tarcísio Abreu  
Saurin**

**Porto Alegre, 2004**

**Este trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

---

**Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr.**  
Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

---

**Prof<sup>a</sup>. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dr<sup>a</sup>.**  
Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Carlos Torres Formoso, PhD**  
**PPGEC/UFRGS**

**Prof. Flávio Sanson Fogliatto, PhD**  
**PPGEP/UFRGS**

**Prof. Flávio Lorini, Dr.**  
**PROMECC/UFRGS**

Deus, meu Pai querido, que me gerou em seu pensamento divino e me enviou a este mundo, concedeu-me um pai, uma mãe e irmãs amorosas, guiou meus passos e meu coração por este mundo, proveu todas as minhas necessidades e concede-me a oportunidade de concluir este trabalho. Dedico este trabalho ao Senhor, Pai de toda obra, com profundo agradecimento. Meu pai e minha mãe, Dorvalino e Maria Rosa, exemplos de dedicação, coragem e amor, que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado, minhas irmãs, Daniela e Paula, que traduzem o sentido da palavra amor fraternal, meu sogro e minha sogra, Sr. Arlindo e Dona Sissa, amigos sempre presentes, Daniel, meu querido cunhado, aos amigos sempre presentes, tantos que seria injusto citar nomes e ao meu querido marido, Junior, amigo fiel de todas as horas, que com amor, paciência e gentileza me ajudou a construir este trabalho.

Quero dizer muito obrigado a algumas pessoas especiais: Deus, meu Senhor, que guiou-me sempre, meus professores, meus colegas e companheiros, meu paciente orientador Prof. Tarcísio Abreu Saurin, a Dynamics do Brasil Metalurgia Ltda, na pessoa do diretor Sr. Amerigo Manzato, pelo privilégio de trabalhar nesta empresa e ter desenvolvido este trabalho.

## RESUMO

Este trabalho visa a avaliar a contribuição do uso de dispositivos visuais no combate às perdas durante o processo de *setup*, dentro do conceito de troca rápida de ferramentas. O estudo foi realizado em uma metalúrgica, focando o setor de usinagem composto por tornos CNC (Controle Numérico Computadorizado). As melhorias relativas aos dispositivos visuais foram implantadas a fim de organizar o setor de tornos e reduzir o tempo de *setup* dessas máquinas. O processo de implantação iniciou a partir de um diagnóstico da situação existente quanto à troca de ferramentas, realizado por meio dos seguintes procedimentos: descrição dos processos de produção; levantamento da percepção dos funcionários quanto às melhorias necessárias; percepções da pesquisadora. Com base nesse diagnóstico, foi realizado um estudo para priorização máquinas onde as melhorias seriam implementadas. Através do registro dos tempos de *setup* antes e após o período de implantação das melhorias, verificou-se que os tempos aumentaram em três máquinas e reduziram em três. Embora existam diferenças de desempenho entre as máquinas, algumas falhas no processo de implantação da TRF ficaram evidentes: falta de aderência aos padrões de *setup*, visto que os trabalhadores não separavam tempo interno e externo; treinamento insuficiente sobre a TRF e seus benefícios; falta de reuniões periódicas e negligência do estágio estratégico de preparação para a TRF, visto que não foram estabelecidas metas claras de desempenho nem um plano global de implantação.

**Palavras-chave:** transparência de processos; dispositivos visuais; troca rápida de ferramentas; tornos CNC.

## **ABSTRACT**

This study aims to investigate the contribution of visual devices to tackle wastes in the setup process of lathes. The study was conducted in the machining department of a metal industry. The visual devices were adopted as part of a broader strategy to implement the Single Minute Exchange of Dies and Tools (SMED) technique, which can reduce setup times drastically. As a basis for implementing both SMED and visual devices, a diagnosis of the existing procedures of setup was carried out. Such diagnosis took into account four evidences: a description of the production processes; researcher's perceptions' and workers' perceptions concerning the main shortcomings in the setup process. Based on this diagnosis, some machines were prioritized for implementing the visual devices. A comparison before and after the adoption of visual devices pointed out that setup times increased in three of the lathes focused while they decreased in the remaining three lathes. Some failures did not allow a better performance, as follows: lack of adherence to the proposed new procedures of setup, since workers did not separate internal and external setup time; ineffective training on SMED; negligence of a preliminary strategic stage, since there were neither no clear targets of performance nor an overall plan for implementing both SMED and visual devices.

**Key words:** process transparency, visual devices, SMED, metal industry, lathes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Relações da transparência de processos .....	21
Figura 02: O Padrão no ciclo PDCA .....	31
Figura 03: Problemas ocultos pelo excesso de estoque .....	34
Figura 04: Exemplos de dispositivos funcionais de fixação.....	38
Figura 05: Exemplos de melhorias em parafusos.....	39
Figura 06: Produto A .....	44
Figura 07: Produto B.....	44
Figura 08: Desenho de uma pinça.....	54
Figura 09: Pinças dentro do armário (antes da melhoria).....	55
Figura 10: Quadro de pinças com identificação (depois da melhoria).....	55
Figura 11: Código no quadro das pinças (1ª tentativa).....	55
Figura 12: Tabela orientativa de código e bitola .....	55
Figura 13: Ferramentas ao lado da máquina aguardando <i>setup</i> (antes da melhoria).....	56
Figura 14: Carrinho de TRF com ferramentas para <i>setup</i> (depois da melhoria) .....	56
Figura 15: Ferramentas dentro de caixas no armário (antes das melhorias).....	59
Figura 16: Prateleiras para ferramentas, com separação por função (depois das melhorias) .....	59
Figura 17: Suporte do porta-ferramentas .....	60
Figura 18: Porta-ferramentas com pastilha.....	60
Figura 19: Suporte com porta-ferramentas e pastilha acoplado à torre do torno.....	60
Figura 20: Suporte com porta-ferramentas e pastilha acoplado à torre do torno.....	60
Figura 21: Gaveta da bancada de ferramentas (antes das melhorias).....	61



Figura 22: Prateleiras com caixas padrão para ferramentas (depois das melhorias) .....	61
Figura 23: Caixas para porta ferramentas do CNC com etiquetas brancas (1ª tentativa)....	62
Figura 24: Caixas para porta ferramentas do CNC agrupadas por famílias de função e com etiquetas coloridas.....	62
Figura 25: Bancada de gavetas para centralização das ferramentas (antes das melhorias) .	63
Figura 26: Armário do fornecedor de pastilhas (depois das melhorias).....	63
Figura 27: Disposição das caixas do estoque das pastilhas (depois das melhorias).....	63
Figura 28: Bancada onde eram armazenados os padrões para medição (antes das melhorias) .....	65
Figura 29: Detalhe da frente da estante, com material retirado e etiqueta indicando o responsável (depois das melhorias) .....	65
Figura 30: Tabela de “puxar” matéria-prima.....	67
(depois da melhoria) .....	67
Figura 31: Figura 31 ampliada.....	67
Figura 32: Conexão do notebook com o torno (depois.....	68
das melhorias).....	68
Figura 33: Corte de peças manual para verificar dimensões internas (antes das melhorias) .....	69
Figura 34: Disco de corte e politriz (depois das melhorias) .....	69
Figura 35: Quantidade média do lote de produção dos componentes para os engates mais vendidos em 2003 e 2004 .....	77
Figura 36: Classificação das melhorias implantadas segundo o tipo de dispositivo visual adotado.....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Separação de tempo externo e interno das trocas realizadas. ....	49
Tabela 02: Curva ABC de faturamento de 2003 .....	50
Tabela 03: Distribuição dos itens da curva A de faturamento de 2003 por famílias.....	51
Tabela 04: Classificação das melhorias quanto à sua função e à oportunidade de uso de dispositivo visual. ....	53
Tabela 05: Estimativa dos funcionários em relação à redução de tempos de <i>setup</i> .....	72
Tabela 06: Tempos de <i>setup</i> nos tornos CNC de produtos hidráulicos.....	74
Tabela 07: Valorização monetária da redução dos tempos de <i>setups</i> dos produtos hidráulicos.....	75
Tabela 08: Tempos de <i>setup</i> nos tornos CNC de produtos pneumáticos .....	76
Tabela 09: Média de unidades vendidas dos engates hidráulicos.....	78

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>10</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 Justificativa</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3 Método de pesquisa</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4 Estrutura do trabalho</b> .....	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 Transparência de Processos</b> .....	<b>19</b>
2.1.1 Conceito de transparência de processos .....	19
2.1.2 Objetivos da transparência de processos .....	22
2.1.3 Características da transparência de processos .....	23
2.1.4 Implantação da transparência de processos .....	25
2.1.5 Tipos de dispositivos visuais .....	27
2.1.6 A Técnica dos 5S .....	28
2.1.7 Padronização .....	30

<b>2.2 Troca Rápida de Ferramentas.....</b>	<b>32</b>
2.2.1 Conceito .....	32
2.2.2 Benefícios da Troca Rápida de Ferramentas .....	33
2.2.3 O lote econômico de fabricação e a TRF .....	34
2.2.4 Etapas da Troca Rápida de Ferramentas .....	36
2.2.5 Técnicas para implantação da Troca Rápida de Ferramentas .....	37
<b>3 ESTUDO EMPÍRICO .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1 Descrição da Empresa .....</b>	<b>43</b>
3.1.1 Breve histórico .....	43
3.1.2 Produtos .....	44
3.1.3 Instalações.....	45
3.1.4 Descrição dos Processos Produtivos.....	45
<b>3.2 Diagnóstico da situação anterior às melhorias quanto à troca de ferramentas .....</b>	<b>46</b>
3.2.1 Contexto do diagnóstico .....	46
3.2.2 Resultados do diagnóstico .....	47
3.2.3 Priorização de máquinas para início do programa de TRF .....	50
<b>3.3 Implantação da TRF.....</b>	<b>51</b>
3.3.1 Elaboração do plano de ação para implantação das melhorias .....	51
3.3.2 Classificação das melhorias implantadas.....	52
3.3.3 Descrição das melhorias implantadas .....	53
3.3.3.1 Transformação de <i>setup</i> interno em externo.....	53
3.3.3.2 Redução de <i>setup</i> interno .....	67
<b>4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1 Avaliação geral dos resultados segundo a percepção dos funcionários .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2 Quantificação dos novos tempos de <i>setup</i> e transformação em valores monetários .....</b>	<b>72</b>
<b>4.3 Problemas encontrados na implantação das melhorias .....</b>	<b>78</b>
<b>4.4 Avaliação das melhorias segundo o uso de dispositivos visuais.....</b>	<b>81</b>
<b>4.5 Principais barreiras à implantação das melhorias .....</b>	<b>86</b>

<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1 Conclusões .....</b>	<b>89</b>
<b>5.2 Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE A - PLANTA BAIXA DA DYNAMICS .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE B - FLUXOGRAMA DA SEQÜÊNCIA DE PROCESSOS DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS FUNCIONÁRIOS APÓS O TREINAMENTO SOBRE TRF .....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE D - PLANO DE AÇÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE E - ROTEIRO DE <i>SETUP</i> .....</b>	<b>107</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativa

Muitas indústrias brasileiras são modelos de excelência em termos de produtividade e qualidade. Entretanto, há muito a se buscar. Como consequência de vários anos de economia fechada e protegida pelas barreiras fiscais, houve uma acomodação generalizada. A abertura econômica, no início dos anos 90, trouxe possibilidades de novos negócios, acesso a máquinas e tecnologias, assim como a concorrência e a importação de produtos freqüentemente melhores e mais baratos. As indústrias sofreram com este impacto da concorrência externa e as fábricas tiveram que se adaptar ao novo mercado. Nesse contexto, a implantação de novos métodos de produção tem sido uma das alternativas.

A crescente necessidade de comunicação e agilidade dentro das empresas abriu espaço para a inserção do conceito de transparência de processos, o qual consiste na capacidade dos processos ou operações se comunicarem com as pessoas. Este conceito pode ser implantando através do gerenciamento visual ou sistemas visuais de comunicação, que não são, em absoluto, novidade no contexto industrial e tampouco sob o aspecto de comunicação (GREIF, 1991).

No setor de manufatura, notadamente no ramo metal-mecânico, diversas técnicas gerenciais vêm sendo implementadas no sentido de melhor administrar as atividades produtivas. Nesse contexto, a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é uma técnica cada vez mais utilizada nas empresas em razão de reduzir os tempos de *setup* e viabilizar a produção de lotes cada vez menores, diminuindo o nível de estoques e aumentando a flexibilidade da produção. A TRF é uma técnica desenvolvida por Shigeo Shingo, por volta dos anos 50 na

Toyota Motor Company, no contexto do desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (STP), o qual compreende diversas técnicas de melhoramento da produção (SHINGO, 2000).

O princípio da transparência de processos é básico dentro do STP, estando presente em diversos de seus elementos. Os funcionários de quaisquer setores, e mesmo os visitantes, compreendem como o processo funciona, pois as informações estão disponíveis e podem ser acessadas a qualquer momento. Esta característica informativa motiva os funcionários para trabalharem em busca de melhores resultados, já que sabem, a qualquer momento, a posição atual de seu trabalho em relação ao padrão desejado (GREIF, 1991). Dentre as diversas formas de implantar a transparência de processos, uma das mais simples e difundidas é o uso de dispositivos visuais, tais como sinalização de áreas ou quadros-sombra (KOSKELA, 1992). Muitas vezes, esses dispositivos visuais são implantados no contexto de programas de limpeza e organização dos locais de trabalho, normalmente denominados 5S (GREIF, 1991).

A relação entre a transparência de processos e a troca rápida de ferramentas normalmente não é explicitada na literatura referente ao STP. Entretanto, a transparência permite a rápida localização de qualquer dispositivo que a troca de ferramentas necessite, de modo que os tempos de *setup* possam ser reduzidos. Isso leva à conseqüente possibilidade de redução dos lotes de fabricação e níveis de estoque, o que, por sua vez, torna os problemas cada vez mais visíveis, ou seja, a fábrica torna-se mais transparente.

A sinergia criada por estas ferramentas tende a refletir na produtividade. A empresa produzirá em menores lotes, de forma mais ágil e com a possibilidade de fazer diversas trocas sem comprometer a disponibilidade da máquina. Sem estoques excessivos, a empresa trabalha com maior disponibilidade financeira, podendo direcionar investimentos para áreas que estejam deficientes.

Embora existam diversos estudos publicados a respeito da TRF (SHINGO, 2000, FAGUNDES e FOGLIATTO, 2003, NEUMANN e RIBEIRO, 2004), os processos de usinagem não têm sido explorados, sendo mais frequente o foco em prensas e injetoras (SHINGO, 2000).

A pedido da diretoria da Dynamics do Brasil Metalurgia Ltda, empresa onde o presente estudo foi desenvolvido, foi iniciado um trabalho para a redução de custos e organização geral da fábrica. Vários esforços estão concentrados na implantação de

técnicas introdutórias à TRF, como os 5S. A TRF foi escolhida como prioridade, uma vez que havia a expectativa de obter um resultado palpável a curto prazo na redução do inventário e agilidade de produção. A transparência de processos é abordada neste estudo por ser um princípio importante para esta técnica.

## **1.2 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a contribuição do uso de dispositivos visuais no combate às perdas durante o processo de *setup*, dentro do conceito de troca rápida de ferramentas.

O objetivo secundário é identificar as barreiras para implantação da TRF em uma metalúrgica.

## **1.3 Método de pesquisa**

A estratégia de pesquisa adotada neste trabalho é a pesquisa-ação, definida, segundo Thiollent (1998), como um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Na pesquisa-ação existe vontade de ação planejada sobre os problemas detectados na fase investigativa (THIOLLENT, 1997).

A pesquisadora, também funcionária da indústria em questão, atua no setor de custos, desenvolvendo as atividades de mapeamento do custo global mensal, formação do custo e do preço de venda dos produtos, além de ser assistente do supervisor da fábrica. Ao longo da implantação da TRF e dos dispositivos visuais, a pesquisadora coordenou a equipe de melhorias, tendo participação na solução dos problemas, o que é uma característica da pesquisa-ação. Entretanto, é possível que alguns problemas tivessem uma solução diferente da apresentada se a investigadora não estivesse tão envolvida com a rotina de trabalho da empresa. Ao longo do tempo, havia o risco da pesquisadora encarar alguns problemas como normais, insolúveis ou até mesmo descaracterizados como problema, e sim admitidos como parte do processo. Para uma pessoa estranha ao processo



e à organização, estes problemas e obstáculos poderiam ser mais facilmente observáveis. Esta é uma limitação da pesquisa-ação neste trabalho.

A literatura não sugere uma seqüência rígida de passos a serem seguidos, mas segundo Thiollent (1997), existem pelo menos quatro grandes fases na pesquisa-ação, que podem ser encaradas como ciclos contínuos:

- A fase exploratória, na qual os participantes começam a descobrir problemas e ações possíveis;
- A fase da pesquisa aprofundada, na qual os problemas são melhor estudados e há a coleta de dados para auxiliar sua interpretação;
- A fase da ação, que consiste em definir objetivos através de ações concretas negociadas entre as partes envolvidas;
- A fase de avaliação que tem por objetivo redirecionar os passos e compilar o conhecimento gerado durante o processo.

O presente estudo adotou as seguintes etapas:

- a) Diagnóstico: consistiu na descrição dos processos que a matéria-prima sofre para transformar-se em produto acabado, acompanhado de um levantamento da percepção dos funcionários quanto às melhorias necessárias em termos de organização da fábrica e *setup* de máquinas (através de entrevistas), com posterior curso de treinamento sobre a Troca Rápida de Ferramentas e percepções da pesquisadora.
- b) Definição das melhorias e priorização da implantação: a priorização da linha de produtos e máquinas nas quais a TRF seria enfatizada foi realizada segundo a curva ABC de faturamento do ano de 2003, assim como em função das sugestões dos funcionários obtidas ao final do curso de treinamento sobre TRF;
- c) Avaliação dos resultados: teve por objetivo evidenciar e quantificar os resultados a partir das melhorias implantadas e foi feita levando-se em consideração diversos aspectos, a fim de obter maior consistência:
  - Percepção dos funcionários em relação a estas melhorias, obtidas através de entrevistas individuais com 7 pessoas (supervisor da produção, líder do setor de tornos CNC, dois operadores dos tornos CNC e dois representantes da diretoria) escolhidas pelo seu envolvimento no processo de melhorias, assim como no *setup* de máquinas. Os

funcionários foram entrevistados individualmente, tendo a conversa sido gravada. A pesquisadora organizou um “álbum de fotos” com registros das situações anteriores e posteriores às melhorias, para que cada entrevistado recordasse das situações que existiam na fábrica. Após o funcionário ver este álbum de fotos, ele e a pesquisadora conversavam à respeito de cada uma das melhorias isoladamente, com o objetivo de conseguir mensurar os tempos economizados com cada melhoria.

- Quantificação dos novos tempos de *setup* após a implantação das melhorias e transformação em valores monetários. Essa quantificação foi feita com base nos tempos registrados pelos funcionários no sistema de informática e no valor hora das máquinas.
- Avaliação das melhorias segundo o uso de dispositivos visuais.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

Este estudo possui cinco capítulos, sendo o primeiro a introdução, apresentando a justificativa, o objetivo do trabalho, o método de pesquisa e a estrutura.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, focando a transparência de processos e a TRF.

No capítulo 3 há o estudo empírico, descrevendo a empresa, o diagnóstico, e a implantação dos elementos da transparência de processos na TRF.

O capítulo 4 apresenta a avaliação dos resultados e o capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para estudos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Transparência de Processos

#### 2.1.1 Conceito de transparência de processos

Transparência de processos pode ser definida como a habilidade de um processo de produção, ou suas partes, de se comunicar com as pessoas. Havendo transparência, os processos devem ser visíveis e compreensíveis do início ao fim (STALK; HOUNT 1990 *apud* FORMOSO *et al*, 2002)<sup>1</sup>. Uma vez que a transparência de processos seja assimilada com sucesso pela empresa, o reconhecimento das anormalidades e desperdícios torna-se mais fácil (IGARASHI 1991 *apud* FORMOSO *et al*, 2002)<sup>2</sup>.

Para Ciosaki (1999), o gerenciamento visual da produção envolve todos os mecanismos utilizados para tornar visíveis ou aparentes os fatores relevantes à administração da produção no nível operacional. Stocker (2002) conceitua gerenciamento visual como a prática que usa avisos visuais para comunicar mensagens para e entre os trabalhadores.

Ohno (1997) usa a denominação gerenciamento pela visão. Esse autor afirma que esta idéia se aplica às máquinas e à linha, assim como à organização das mercadorias, ferramentas, inventários e procedimentos de trabalho padrão.

---

<sup>1</sup> Stalk, G.; Hount, T. M. (1990), *Competing against Time*, Free Press, New York, 285p.

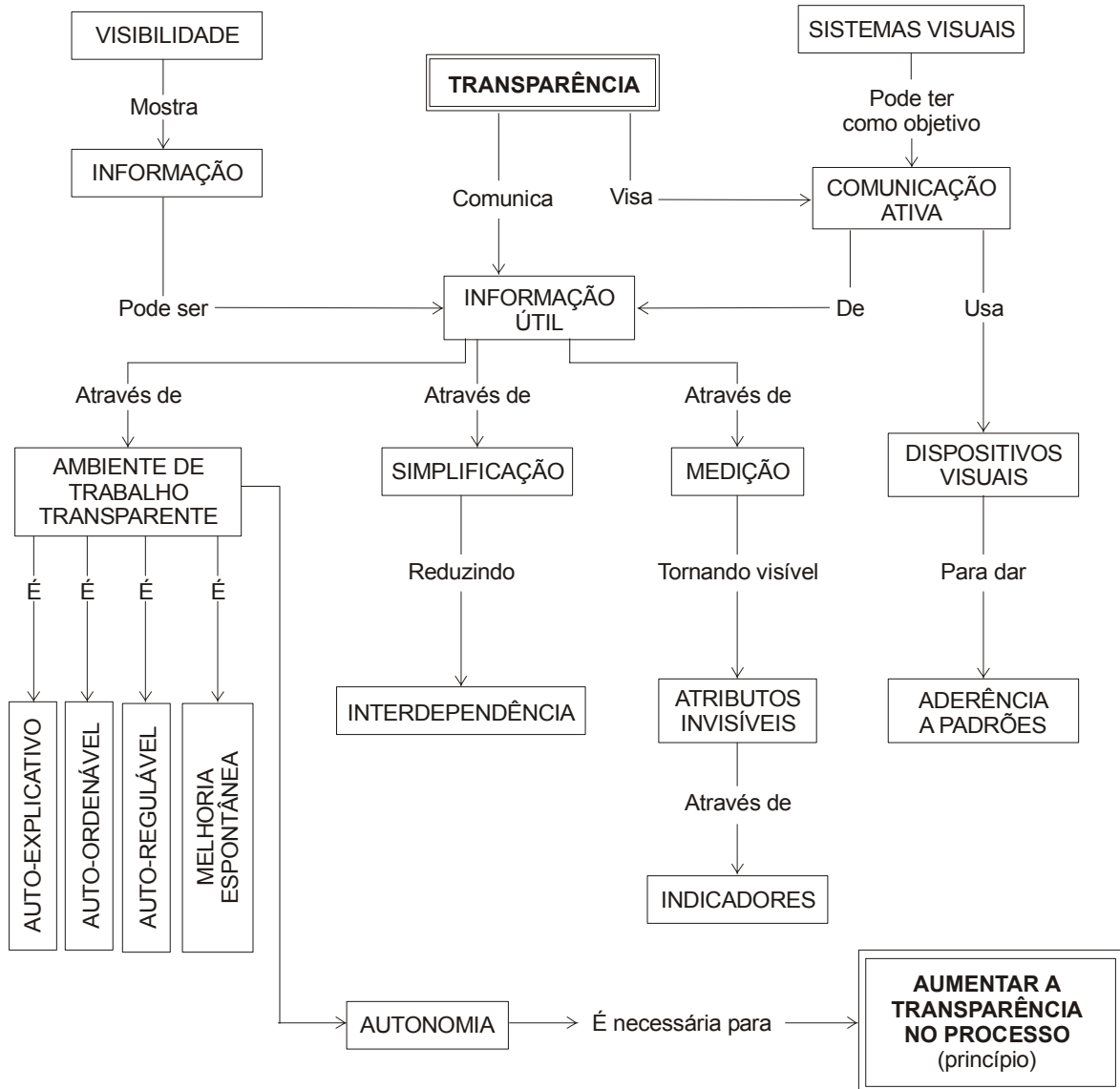
<sup>2</sup> Igarashi, R. (1991), The big picture, in E. McTighe, editor, *Visual Control Systems*, Productivity Press, Cambridge, 3-12, *The Factory Management Notebook Series*, 1 (2).

O gerenciamento visual é a forma de introduzir o princípio de transparência de processos na empresa. Para tanto, utiliza-se um sistema visual, que pode ser entendido como um grupo de dispositivos visuais intencionalmente projetados para compartilhar informações que interligam a necessidade de uma atividade com as informações necessárias para sua realização (GALSWORTH, 1997). Segundo Greif (1991) quando a realidade da produção não é visível, a empresa torna-se entediante, tanto para visitantes quanto para os funcionários. É preciso que qualquer anormalidade e tipos de desperdício possam ser imediatamente reconhecidos com um simples olhar (GALSWORTH, 1997).

Um local de trabalho visual é um ambiente de trabalho que se auto-explica, auto-ordena, auto-regula e auto-aperfeiçoa (GALSWORTH, 1997), onde as reações desencadeadas pelos dispositivos visuais são exatamente aquelas previstas. O local de trabalho visual é a consequência natural do princípio da transparência de processos bem assimilado. O nível de transparência na fábrica ou escritórios, as condições do ambiente, máquinas e equipamentos, funcionam como indicadores que dizem às pessoas o que a organização valoriza e como faz negócios, sem precisar de palavras (STOCKER, 2002).

Ambientes escuros ou utilizando combinações de cores com pouco contraste propiciam a ocorrência de erros na produção, além de dificultar a própria identificação dos mesmos (SANTOS, 2003).

A transparência de processos tem sua importância ilustrada pela figura 01 seguinte:



Fonte: Hirota e Formoso (2000)

Figura 01: Relações da transparência de processos

Segundo Hirota e Formoso (2000), a transparência de processos visa comunicar informações úteis através de simplificação, medição e ambiente de trabalho transparente. Com isto, reduz-se a interdependência entre os processos e tornam-se visíveis atributos invisíveis através de indicadores de desempenho. O ambiente de trabalho transparente requer autonomia para os funcionários, pois é o que permite que os trabalhadores façam uso das informações prontamente disponibilizadas (GREIF, 1991). Não há a necessidade de solicitar constantemente ao líder ou chefe do setor qual trabalho deve ser feito ou qual o desempenho da produção. Os sistemas visuais têm por objetivo alcançar a comunicação

ativa, usando dispositivos visuais para obter aderência aos padrões, ou seja, fazer com que os padrões estabelecidos sejam seguidos por todos (GREIF, 1991).

Cabe salientar que alguns benefícios da transparência podem não ser desejados por algumas empresas, visto que a mesma pressupõe o compartilhamento de responsabilidades e a abertura do processo decisório à participação (SANTOS, 2003).

### **2.1.2 Objetivos da transparência de processos**

O objetivo do gerenciamento visual é tornar aparente o que está oculto. Tudo o que pode ser coletivizado é assim realizado pelas técnicas do gerenciamento visual: quantidades de estoques em processo, índices de qualidade, paradas de linhas de produção, interrupções de máquinas e padronização de trabalhos (CIOSAKI, 1999). Isto é realizado para facilitar o processo de tomada de decisão e controle pelos funcionários mais próximos à execução das tarefas.

Campos (1992) comenta que a essência do gerenciamento é o controle de processo, visto que o controle visa a garantir que as metas e objetivos estabelecidos sejam alcançados. O controle visual é um mecanismo que facilita o controle do processo, habilitando quaisquer pessoas, até mesmo alguém que não conheça detalhadamente a rotina da fábrica, a compreender o processo produtivo através de simples observação. Para Shimbun (1991), o conceito de controle visual pode ser introduzido em qualquer fábrica e em toda a fábrica, incluindo áreas administrativas e de apoio.

Imai (1996) cita outros objetivos do gerenciamento visual: facilitar a identificação de problemas, evidenciando as anormalidades, para que as mesmas possam ser resolvidas no próprio local de trabalho, sem a abstração e a distância características da alta gerência; esclarecer os alvos de melhoria, pois é importante que cada funcionário saiba qual meta atingir no fim do dia. O gerenciamento visual deve ressaltar as discrepâncias entre o alvo e a realidade atual.

A transparência de processos, através de controles visuais ou sensoriais, têm sua ausência particularmente notada em ambientes onde há a presença de estrangeiros falando diversos idiomas ou a presença de analfabetismo (SANTOS, 2003), pois tem a habilidade de superar as barreiras de linguagem (STOCKER, 2002).

A transparência de processos pode promover o aumento da motivação dos trabalhadores, o que aumenta o envolvimento em esforços contínuos para melhorias (IGARASHI, 1991 *apud* FORMOSO *et al*, 2002)<sup>3</sup> e a simplificação do controle, reduzindo a possibilidade de erros e aumentando sua visibilidade (KOSKELA, 1992 *apud* FORMOSO *et al*, 2002<sup>4</sup>, SANTOS, 2003).

Os sistemas de produção que operam em ambientes competitivos partem do princípio de que os clientes aceitam pagar pelo valor agregado ao produto ou serviço, mas não pelo custo. Movimentar-se para pegar ferramentas, componentes, ordens de produção ou instruções não agregam valor ao produto, somente custo (FORMOSO *et al*, 2002, SANTOS *et al*, 2000). A transparência de processos tende a reduzir estas atividades que não agregam valor. De acordo com Galsworth (1997), a informação deve ser parte do processo, estando fisicamente o mais perto possível do mesmo, sempre atualizada e fácil de ser vista.

Outros objetivos da comunicação visual são citados por Santos (2003): simplificação e maior coerência na tomada de decisões; incentivo a contatos informais através dos diferentes níveis hierárquicos; contribuição à introdução de políticas descentralizadas; ajuda na ampliação; distribuição mais eficaz das responsabilidades; maior eficácia na programação da produção, ocasionada pela rápida disponibilização de informações referentes a estoques, produtividade, prazos de entrega; maior rapidez no entendimento e solução de problemas.

### **2.1.3 Características da transparência de processos**

O objetivo é que o receptor ajuste seu comportamento à mensagem, respondendo da forma esperada. Normalmente, os dispositivos visuais não são notados, mas simplesmente têm sua mensagem atendida pelos usuários.

Greif (1991) caracteriza a transparência como uma expressão de visibilidade, que conduz a uma percepção da realidade por todos os sentidos (SANTOS, 2003 e GALSWORTH, 1997).

---

<sup>3</sup> Igarashi, R. (1991), The big picture, in E. Mctighe, editor, *Visual Control Systems*, Productivity Press, Cambridge, 3-12, *The Factory Management Notebook Series*, 1 (2).

<sup>4</sup> Koskela, L. (1992), *Application of the New Production Philosophy to Construction*, CIFEC, Stanford University, Stanford, 75 p, Technical Report N° 72.

Em uma fábrica que adota o princípio da transparência, a informação deve ser do tipo *self-service*, ou seja, ao invés de ser empurrada, ela deve ser puxada pelo trabalhador ou por quem precisar dela. Na comunicação convencional as informações são empurradas, tendo o usuário pouco ou nenhum controle sobre a quantidade e o tipo de informações recebidas ou transmitidas (SANTOS, 2000).

Galsworth (1997) enfatiza essa característica, relatando que a informação só é compartilhada quando é puxada por um usuário. Se o operador precisa da mensagem que o aviso contém, ele olha e puxa a mensagem para si. Caso contrário, o operador ignora o aviso, e a mensagem simplesmente fica aguardando um usuário. Estas mensagens podem ser controles de operações, procedimentos, instruções ou problemas (STOCKER, 2002).

Uma característica da comunicação visual é que ela, em geral, visa a atingir um grupo e não somente ao indivíduo. Um grupo pode incluir pessoas que trabalham na área, pessoas que passam pela área e pessoas que estejam em um raio de ação (GREIF, 1991). No gerenciamento visual, existe uma descentralização da informação e conseqüentemente do poder (CIOSAKI, 1999).

Segundo Greif (1991), as informações devem ser comunicadas de forma econômica e confiável, ou seja, a informação disponibilizada deve transmitir aos funcionários certeza de que esteja correta, devendo ser feita através da melhor relação custo-benefício. O processo de transparência e gerenciamento visual das informações não pode ser mais caro do que o benefício que gerado por ele.

O gerenciamento visual é conhecido, praticamente, em todos os campos da vida. São exemplos os sinais de trânsito, os alertas para uso de equipamentos de proteção individual e coletivos, sinais indicativos de perigo (usados em rótulos e embalagens de produtos em geral, como forma de advertência sobre o conteúdo), símbolos indicadores das patentes militares e outros sinais comuns em restaurantes, hospitais e ruas.

Os controles visuais ou sensoriais têm como outra característica a grande velocidade de transmissão e percepção da informação (SANTOS, 2003). Segundo Stocker (2002), símbolos e desenhos são processados no lado direito do cérebro, enquanto palavras e frases são processadas no lado esquerdo. O lado direito do cérebro interpreta uma mensagem símbolo muito mais rápido do que o lado esquerdo pode ler e interpretar palavras.



Os equipamentos e componentes devem ser concebidos de forma a permitir a visualização pela maior quantidade de ângulos possíveis (SANTOS, 2003).

As pessoas têm a tendência de permanecerem silenciosas quando ocorre um erro no ambiente da produção, e essa tendência é exacerbada quando a pessoa que sinaliza o problema pode acabar sendo culpada ou punida pela ocorrência deste erro. Assim, é necessário que a mão-de-obra seja treinada para que não haja uma reação contrária ao aumento da transparência.

A detecção da necessidade de controles sensoriais é feita através do entendimento das necessidades do processo em termos de qualidade, prazos, custo ou flexibilidade. A atenção deve ser voltada para problemas com maior impacto sobre o processo (SANTOS, 2003).

#### **2.1.4 Implantação da transparência de processos**

A literatura pesquisada não apresenta uma sequência de passos para a implantação da transparência de processos. Entretanto, Koskela (1992), sugere algumas práticas que podem ajudar a aumentar a transparência. São elas:

- implantação da técnica dos 5S: a técnica dos 5S, descrita no item 2.1.6, tem por objetivo a organização do local de trabalho e sua manutenção. Segundo Formoso *et al* (2002), quando um local de trabalho é limpo, seguro e ordenado, pode ocorrer a redução e até eliminação de atividades que não agregam valor, como buscas, perambulações ou espera por ferramentas, materiais ou informações. A redução do tamanho dos lotes torna mais fácil manter os 5S, pois o volume de materiais e produtos movimentando-se na fábrica tende a ser menor. Consequentemente, o baixo nível de estoques motiva a força de trabalho a manter os setores bem organizados no sentido de não atrasar as entregas.
- local de trabalho diretamente observável: distribuição apropriada do layout, sinalização dos espaços, remoção de obstáculos; fluxo de trabalho apropriado; iluminação adequada tornam o local de trabalho mais transparente, pois colaboram para que todos possam observá-lo e ter informações. Permite ainda que os funcionários saibam o que está acontecendo em outros setores, inclusive problemas técnicos ou atrasos (FORMOSO *et al*, 2002)

- indicadores de processo: indicadores tornam visíveis atributos dos processos ou dos produtos que são invisíveis. Implementar indicadores envolve a coleta, o processamento, a análise e a apresentação dos dados. Eles devem estar relacionados com fatores essenciais ou críticos dos processos e claramente definidos, entendidos e aplicados. Isto torna a sua aceitação mais fácil pelas pessoas que estão diretamente envolvidas nos processos monitorados (FORMOSO *et al*, 2002).
- incorporação do processo de informação a todas as áreas: refere-se à incorporação de informações úteis nos locais de trabalho. Os tipos mais comuns de informações associadas ao processo produtivo são instruções de trabalho, especificações de produto e desenhos, indicações de produção, quadros de exibição de feitos, identificação da estação de trabalho (FORMOSO *et al*, 2002).
- utilização de dispositivos visuais: significa instalar dispositivos visuais que afetem qualquer tipo de percepção humana, no sentido de permitir o imediato reconhecimento do *status* do processo. Cada aviso fornece acesso fácil à informação necessária para identificar problemas visualmente, especialmente quando padrões de processo e produto não estão sendo seguidos (FORMOSO *et al*, 2002)
- redução da interdependência ou interferência entre setores e atividades: aumenta a transparência porque permite a separação do processo no tempo e espaço.

Stocker (2002) ressalta outros pontos que contribuem para o sucesso da implantação da transparência de processos:

- Determinação de objetivos: o gerenciamento visual pode ser usado como parte de iniciativas da manufatura enxuta (SHINGO, 2000), para melhorar a comunicação ou a estética do local de trabalho. Os objetivos devem ser esclarecidos a toda a equipe.
- Fluxograma do processo principal: a primeira ferramenta visual que deve ser desenvolvida é um fluxograma do processo principal, que deve identificar claramente o fluxo de materiais e informações necessárias para a produção.

Facilitar o desenvolvimento contínuo: gerentes e técnicos devem dar suporte para os times habilitando-os a ter sucesso na transformação de seus locais de trabalho em operações visuais.

### **2.1.5 Tipos de dispositivos visuais**

A transparência de processos possibilita à empresa sair de um ambiente de desordem silenciosa para alcançar um de ordem visual informativa, com características comunicativas (SANTOS, 2003). Ao projetar os dispositivos visuais, deve-se levar em conta as seguintes perguntas: O que preciso saber? Quais informações preciso compartilhar? Quais são os problemas com origem na falta de informação? Os dispositivos visuais incorporados ao próprio processo devem responder a estas questões.

Para Galsworth (1997), o sistema visual possui quatro tipos de dispositivos:

- a) Indicador visual: caracteriza-se por ser apenas informativo. É passivo e a adesão do funcionário é voluntária. Quando não atendidos ou obedecidos, as conseqüências negativas normalmente são mínimas. As placas indicando o nome do setor são exemplos de indicadores visuais.
- b) Sinal visual: caracteriza-se por chamar a atenção e então entregar a mensagem. É um pouco mais agressivo que o indicador visual, sendo que a diferença básica entre os dois é que o sinal visual pode mudar. São exemplos característicos, as luzes piscantes, sinais sonoros e outros dispositivos que mudam constantemente;
- c) Controle visual: caracteriza-se por impor um limite físico à resposta, restringindo as opções de escolha. A não adesão à mensagem resulta em algum tipo de perda ou dano. Os quebra-molas ou lombadas são exemplos típicos de controles visuais, pois chamam a atenção através de sua estrutura física e entregam a mensagem. Nas indústrias, as faixas pintadas no chão sinalizando onde estacionar os carrinhos hidráulicos de transporte são exemplos de controles visuais, visto a imposição de limite físico;
- d) Garantia visual: caracteriza-se por impedir o erro ou a falha. Os dispositivos à prova de erros (poka-yokes) são os exemplos mais

comuns de garantias visuais. São projetados para que apenas a resposta correta aconteça. Dentre os quatro citados, este é o de maior impacto sobre o comportamento das pessoas.

Para Galsworth (1997), a escolha do tipo de dispositivo visual mais adequado para cada situação depende de dois fatores:

- a) a probabilidade que uma determinada mensagem tem de ser obedecida: quanto maior essa probabilidade, menor pode ser o grau de controle exercido pelo dispositivo visual;
- b) a perda potencial quando da decisão de ignorar a mensagem: quanto maior for essa perda, maior deve ser o grau de controle exercido pelo dispositivo visual.

### **2.1.6 A Técnica dos 5S**

A técnica dos 5S, também conhecida por *housekeeping*, surgiu no Japão no Centro de Educação para a Qualidade, com a equipe do Dr. Kaoru Ishikawa, o qual criou em 1950 um modelo prático para o combate às causas de perdas e desperdícios, ao qual deu o nome de “Regra dos 5S” (ABRANTES, 2001).

As palavras japonesas Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke, são originalmente os 5S (ABRANTES, 2001; OSADA, 1992). Embora a tradução perca um pouco do significado original, visto a complexidade da língua japonesa, segundo os mesmos autores, uma adaptação à língua portuguesa pode ser a seguinte:

- Seiri – senso de utilização: visa a distinguir os itens necessários e desnecessários no local de trabalho, descartando os desnecessários;
- Seiton – senso de ordem, arrumação ou ordenação: visa a arrumar todos os itens restantes após o seiri;
- Seiso – senso de limpeza: visa a manter máquinas e ambiente de trabalho limpo;
- Seiketsu – senso de padronização, manutenção dos três primeiros S e bem-estar: visa a ampliar o conceito de limpeza às pessoas e praticar continuamente as três etapas anteriores, através dos padrões estabelecidos;
- Shitsuke – senso de autodisciplina: visa a desenvolver autodisciplina e criar o hábito de engajar-se nos 5S. Na medida em que o 5S torna-se um hábito, o local de trabalho começa a ser auto-explicativo a cada dia e, como resultado, auto-regulado.

Womack (1998), Osada (1992) e Nakata (2000) reforçam a idéia de que o 5S facilita a implantação de outras técnicas de controle e aumento de produtividade, enfatizando o aspecto de que o 5S tem como uma de suas bases a adoção de controles visuais.

Os 5S e sua ênfase em um ambiente de trabalho limpo e bem organizado, pode ser o primeiro passo para o desenvolvimento de produtos melhores, visto que a limpeza e organização tornam o processo mais transparente e facilitam o diagnóstico de problemas (OSADA, 1992).

Contador (1998) lembra que, como parte do processo de implantação do 5S, também são necessárias mudanças comportamentais dos envolvidos no trabalho. Vanti (1999) e Ballesterro-Alvarez (2001) acrescentam que outros objetivos dos 5S são a melhoria da qualidade de vida dos funcionários, a prevenção de acidentes do trabalho, o incentivo à criatividade das pessoas envolvidas na área de trabalho; a redução do desperdício de materiais e esforços humanos; o desenvolvimento do trabalho em equipe e a melhoria da qualidade de produtos e serviços.

Os 5S descritos anteriormente são os itens essenciais da técnica, que devem estar presentes em qualquer empresa que pretenda implantar a mesma. Entretanto, há autores como Abrantes (2001) que descrevem até 8S, introduzindo conceitos como determinação e união (Shikari Yaro), treinamento (Shido) e economia e combate aos desperdícios (Setsuyaku). Contudo, segundo Womack (1998), o número exato de S é menos importante do que a idéia de eliminar o desperdício e criar valor, o que exige uma abordagem sistemática e atenção interminável aos detalhes.

Osada (1992) ressalta que locais de trabalho com grandes perdas apresentam características comuns: relações interpessoais ruins, as pessoas não se cumprimentam, parecem cansadas, há alto índice de faltas, faltam sugestões de melhoria nos processos de trabalho, há ausência de comprometimento com o trabalho, os equipamentos estão sujos, as ferramentas espalhadas e há montes desordenados de peças e refugos.

Um ambiente desordenado tem implicações diretas no nível de esforço da gerencia em realizar atividades de controle, programação e planejamento da produção. Torna-se difícil identificar o estado real da performance das equipes de trabalho, aumenta a probabilidade de acidentes, além de baixar o moral dos trabalhadores deste ambiente (SANTOS, 2003). Um ambiente desordenado e sujo tende a produzir movimentos

desnecessários e, conseqüentemente, perdas no processo produtivo. É com o intuito de prevenir estes problemas que o 5S é implantado (IMAI, 1996).

Para Ballester-Alvarez (2001), há alguns passos que contribuem para o sucesso na implantação dos 5S: sensibilização da alta administração, definição de um gestor ou comitê; anúncio oficial; treinamento do gestor ou comitê; elaboração do plano-diretor; treinamento da média gerência e facilitadores; formação e treinamento de comitês locais. Devem ainda ser elaborados formulários para a avaliação de cada etapa do programa, partindo de um diagnóstico inicial.

Entretanto, para Santos (2003), a manutenção da limpeza e organização do ambiente de trabalho não deve aumentar demasiadamente o volume de recursos dedicados a estas atividades, pelo fato de que estas atividades não adicionam valor, devendo assim ser eliminadas. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de soluções em termos de materiais, componentes e máquinas de forma a eliminar ou, ao menos, reduzir a necessidade destas atividades.

### **2.1.7 Padronização**

As atividades produtivas costumam ser conduzidas de acordo com determinadas fórmulas acordadas. Quando são escritas, estas fórmulas são chamadas de padrões, os quais deveriam representar a forma mais segura e fácil para o operário executar o trabalho, bem como a forma mais eficaz em termos de custos para a empresa (IMAI, 1996). De acordo com Imai (1996), os benefícios da padronização são: preservar o conhecimento desenvolvido através dos anos pelos funcionários; servir de base para a medição do desempenho; base para treinamentos; base para auditorias, minimizar as variações.

O sistema está sob controle quando existem padrões que são seguidos pelos funcionários e não ocorrem anormalidades. Quando este nível é atingido, o próximo desafio é melhorar os padrões.

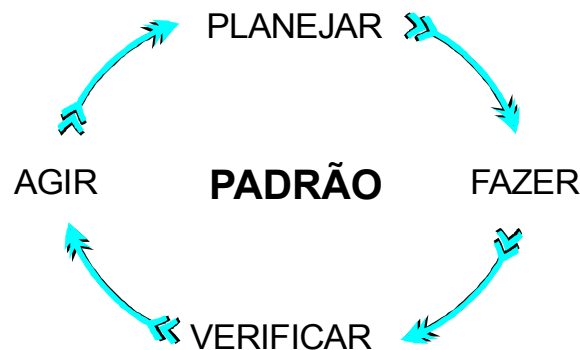
Contudo, muitas vezes os padrões permitem variações consideráveis na maneira dos funcionários executarem o trabalho. Essas variações traduzem-se em baixa qualidade, baixa produtividade e altos custos (SPEAR e BOWEN, 1999). Devido a isso, esses autores sugerem que o trabalho seja altamente especificado em termos de uma seqüência de passos para cada atividade. A partir desta especificação, qualquer distorção ou alteração na ordem

correta de execução das atividades logo é visível pelo supervisor, o qual pode retrainar o trabalhador ou, no caso o padrão revele-se inadequado, modificar o mesmo.

De acordo com Imai (1996), a exibição dos padrões junto à estação de trabalho é parte do gerenciamento visual. Esses padrões não só lembram o operário a forma correta de executar o trabalho, mas permitem que o gerente determine se o trabalho está sendo executado conforme os padrões.

Para Galsworth (1997), Imai (1996) e Hirano (199-), a base da manufatura são os padrões, o que é esperado que aconteça. A padronização se faz necessária em todos os aspectos: operador, objeto, método de trabalho, controle e informação, pois é o que permite diferenciar a situação normal da anormal (HIRANO, 199-).

O padrão é projetado para ser reconhecido imediatamente, sendo que Osada (1990) utiliza a seguinte ilustração para demonstrar a importância dos padrões:



Fonte: Osada, 1990

Figura 02: O Padrão no ciclo PDCA

Em cada uma das etapas do ciclo PDCA (planejar, fazer, verificar e agir), um método usado para controlar projetos em geral, o padrão está presente. Sem o padrão como centro do ciclo PDCA, as atividades são executadas segundo o entendimento do funcionário que está trabalhando, o que gera maior variabilidade de resultados. Spear e Bowen (1999), relatam que a Toyota usa um rigoroso sistema de solução de problemas para fazer quaisquer mudanças em seus processos. Este sistema não promove o comando e controle, ao contrário, estimula os trabalhadores a engajarem-se em vários projetos para o desenvolvimento de melhorias.

A proposta do ciclo PDCA é que cada pessoa na empresa, dentro da sua atribuição funcional, empregue-o para gerenciar suas funções, garantindo o atendimento dos padrões (TUBINO, 2000), criando um ambiente na qual a conformidade é a resposta natural e previsível (OSADA, 1990), característica primordial do local de trabalho visual.

## **2.2 Troca Rápida de Ferramentas**

### **2.2.1 Conceito**

A técnica da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) visa a reduzir ao máximo o tempo gasto em *setup*, ou seja, na preparação da máquina. O tempo total de *setup* é o tempo que decorre desde a saída da última peça boa da produção do lote anterior até a primeira peça boa do lote seguinte (BLACK, 1998, SLACK, 2002). Cabe ressaltar que, neste trabalho, o tempo de *setup* foi considerado como o tempo transcorrido entre o preparador iniciar a preparação da máquina e a produção da primeira peça com as características solicitadas. Deste modo, foi desconsiderado o tempo transcorrido desde a fabricação da última peça do lote anterior até o início da preparação para fabricar o lote seguinte. Essa definição foi adotada visto que esse intervalo de tempo não necessariamente pode ser gerado por ineficiência no processo de *setup*, mas, por exemplo, por um intervalo entre turnos de trabalho. Além disso, cabe salientar que a definição adotada nesse trabalho não considera os *setups* realizados durante a produção, tais como a troca de uma ferramenta gasta por uma nova.

Shigeo Shingo foi um dos maiores estudiosos desta técnica, idealizada logo após a 2ª Guerra Mundial, com o nome de SMED (*Single Minute Exchange of Die*) que traduz a intenção de reduzir o tempo de *setup* para tempos inferiores a dois dígitos, ou seja, abaixo de dez minutos.

Além dos objetivos de reduzir o tempo de *setup*, Hunter (2003) acrescenta que a TRF também contribui para reduzir o refugo, retrabalho e os tempos de inspeção.

Para Black (1998), há uma sequência básica de atividades de *setup*, a saber: trocar as ferramentas da máquina, produzir algumas peças, inspecionar estas peças, ajustar a máquina, fabricar outra amostra, medir, ajustar e assim por diante, até que peças de qualidade aceitável sejam produzidas. Este método gera sucata e retrabalho, criando muitas



oportunidades para tempos improdutivos. O tempo de *setup* pode ser reduzido em todas as etapas citadas.

Em uma implantação de troca rápida de ferramentas é aconselhável escolher um setor ou uma máquina para o início dos trabalhos. Para Chakravorty e Sessum (1995) uma das maneiras para determinar por onde iniciar é identificar um recurso gargalo, o qual é definido como qualquer um que possua capacidade disponível menor ou igual à capacidade requerida para satisfazer a demanda de mercado.

### **2.2.2 Benefícios da Troca Rápida de Ferramentas**

Há quatro principais vantagens associadas à redução dos custos de preparação, segundo Antunes e Rodrigues (1993):

- 1) A redução do custo de preparação permite que as fábricas respondam mais rapidamente às variações da demanda do mercado, dado que é possível trabalhar com lotes cada vez menores.
- 2) Reduzir os inventários existentes na fábrica, assim como os benefícios decorrentes disto.
- 3) Aumento da capacidade de produção da máquina.

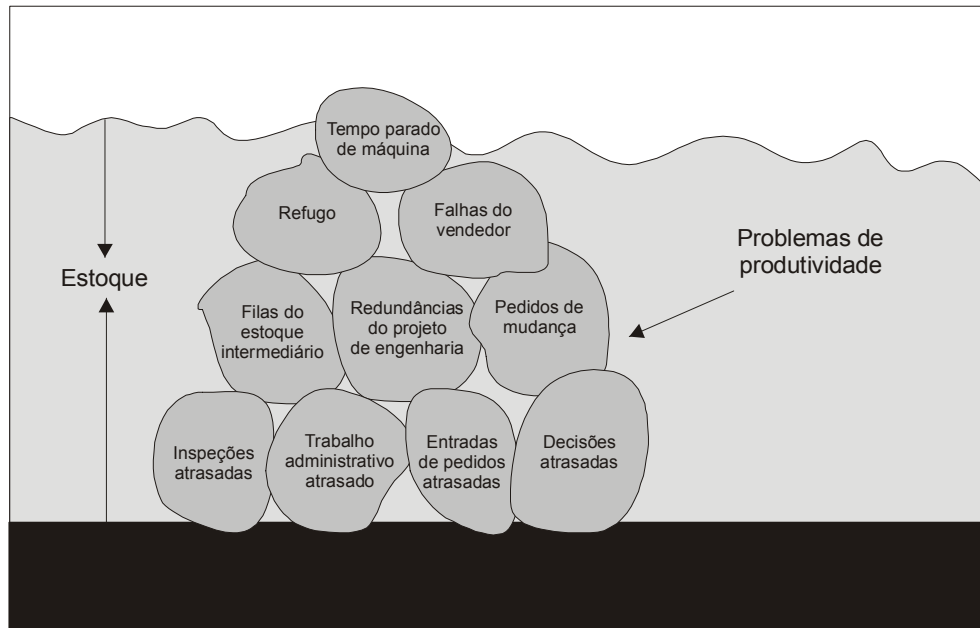
A redução do tempo de *setup* ainda contribui para a eliminação de gargalos, redução de custos e para a melhoria da qualidade dos produtos (SHINGO, 2000).

A redução do estoque é uma das principais conseqüências da implantação da TRF. Com o *setup* reduzido das máquinas, a empresa não precisa preocupar-se em produzir um lote de tamanho suficiente para absorver os custos dos altos *setups* (DAVIS, 2001). Reduz-se o custo geral do inventário, o custo de armazenamento, o custo de controle, evita-se a obsolescência, a deterioração, o desgaste e preserva-se espaço valioso (SLACK, 2002).

Tubino (1999) cita outras desvantagens dos estoques: são baseados em previsões de demanda, que podem ou não ser efetivadas; encobrem problemas de qualidade e desperdícios, agindo contra a imediata identificação e resolução dos problemas; inibe o desenvolvimento de novos produtos, pois a empresa sente-se estimulada a convencer o cliente de que a sua real necessidade é igual à produção da empresa.

O baixo nível dos estoques colabora para manter o processo transparente. Conforme ilustra a figura 3, na medida em que o estoque é reduzido, os problemas aparecem,

oferecendo oportunidades para melhorias. Nessa figura, os problemas são pedras que, estando sob o nível do rio não são percebidas, mas não por isto deixam de ser problemas. O alto estoque, na figura representado pelo nível do rio, encobre estes problemas. Quando não há quase estoques em processo, as causas da maioria dos problemas de produção devem ter sido removidas (GAITHER & FRAZIER, 2002).



Fonte: Davis (2001)

Figura 03: Problemas ocultos pelo excesso de estoque

Segundo Davis (2001), os japoneses dizem ser melhor forçar o nível da água para baixo propositalmente, tendo em vista expor os problemas e consertá-los antes que eles causem problemas maiores.

### 2.2.3 O lote econômico de fabricação e a TRF

O modelo tradicional de planejamento e controle da produção analisa a questão do tamanho do lote de produção sob o ponto de vista do custo de fabricação, calculando o mesmo a partir da equação seguinte (BLACK, 1998):

$$CT = CF + (CV \times Q), \text{ onde} \quad (1)$$

CT = custo total da fabricação do lote

CF = custo fixo

CV = custo variável por unidade

Q = quantidade a ser fabricada.

Em termos de custo unitário, a fórmula passa a ser:

$$\frac{CT}{Q} = \frac{CF}{Q} + CV \quad (2)$$

Nas fórmulas acima, o custo fixo inclui custos que não são sensíveis a variações nas quantidades fabricadas. O custo de *setup* é um dos custos fixos mais primários (BLACK, 1998). O custo variável constitui-se, basicamente, das matérias-primas, componentes e serviços agregados diretamente ao produto. Nota-se, através da fórmula 1, que a quantidade exerce influência sobre o custo variável, mas não sobre o custo fixo. Logo, quanto maior o tamanho do lote produzido, menor será o custo unitário das peças, pois o custo fixo será diluído em uma quantidade maior de peças.

Entretanto, a produção de grandes lotes implica na formação de grandes estoques, o que pode tornar sem significado um eventual baixo custo unitário das peças. Dessa forma, visando a obter um equilíbrio entre os custos de *setup* e os custos de manter os estoques, surgiu o conceito de lote econômico de produção, determinado através da seguinte fórmula (TUBINO, 2000):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{iC}}, \text{ onde} \quad (3)$$

Q\* = lote econômico

A = custo de *setup*

D = taxa da demanda

i = custo de guarda

C = custo por unidade produzida

Aumentando A (custo de *setup*) e D (demanda), aumenta também o tamanho do lote. Aumentando i (custo de guarda) e C (custo por unidade produzida), reduz-se o tamanho do lote. Uma vez que, sob uma situação de existência plena da TRF, o custo de *setup* tende a zero, o tamanho do lote também tenderá à unidade.

Para Shingo (2000), o conceito de lote econômico está embasado no paradigma de que reduções drásticas nos tempos de *setup* são impossíveis.

Assim, Shingo analisa a fórmula sob o seguinte aspecto: o custo unitário é constante para qualquer quantidade se o custo de *setup* for eliminado. Assim, os produtores devem buscar reduzir drasticamente o custo com *setup*, proporcionando um lote econômico muito pequeno (BLACK, 1998).

#### **2.2.4 Etapas da Troca Rápida de Ferramentas**

Shingo (2000) notou que o *setup* poderia ser dividido em dois tipos: interno e externo. O *setup* interno diz respeito a todas as atividades de *setup* que precisam ser feitas com a máquina parada. As atividades que podem ser executadas antes da máquina parar de produzir o lote anterior constituem o *setup* externo. Com base nessa diferenciação, Shingo (2000) propôs quatro passos para a implantação da TRF:

a) Verificar a situação atual: esta etapa tem por objetivo caracterizar a realidade dos procedimentos de *setup*, na qual normalmente o *setup* interno e externo não se distinguem e por isto as máquinas ficam paradas por longos períodos. Para analisar a situação atual, o processo de *setup* deve ser separado em pequenas atividades, sendo medido o tempo gasto em cada uma delas (HUNTER, 2003). Preferencialmente, os procedimentos existentes de *setup* devem ser gravados em vídeo para facilitar a análise;

b) Separar *setup* interno e externo: após identificada a seqüência atual de trabalho, as atividades devem ser analisadas, questionando se as mesmas precisam ser feita com a máquina parada e poderiam ser feitas antes da máquina ter concluído a produção do lote anterior? Este é o passo mais importante na implantação da TRF (HUNTER, 2003) e requer muita atenção em sua execução, pois é a partir desta análise que as reduções no tempo total começam a ser feitas;

c) Converter *setup* interno em externo: esta atividade deriva da etapa anterior. Os tempos mais importantes que normalmente podem ser transformados de internos para externos são os tempos de procura, que incluem a busca por ferramentas, parafusos, porcas, fixadores e chaves corretas; os tempos de espera, que compreendem a espera por talhas, carrinhos, empilhadeiras ou instruções; os

tempos de posicionamento, que dizem respeito a posicionar ferramentas e fixadores para que estejam prontos para o momento da troca (BLACK, 1998).

d) Racionalizar todos os aspectos da operação de *setup*: significa avaliar constantemente o *setup*, sob o ponto de vista dos itens anteriormente explanados.

Com a acumulação das experiências bem sucedidas, surgiu o conceito de *OTED* – *One Touch Exchange of Die* – ou seja, a troca da ferramenta com apenas um toque. O próximo passo foi o conceito *NOTED* – *NonTouch Exchange of Die* -, ou seja, a troca de ferramenta automática (BLACK, 1998).

Mc Intosh *et al.* (2000) *apud* Neumann e Ribeiro (2004)<sup>5</sup> fazem críticas ao método de TRF desenvolvido por Shingo. Esses autores afirmam que, na prática da indústria, deve haver um certo grau de flexibilidade no uso do método, pois certas técnicas são enfatizadas em detrimento de outras, bem como alguns estágios individuais não são utilizados na seqüência prescrita. A eliminação de tarefas antes mesmo de analisar o *setup* é contraditório, segundo o descrito por Shingo (2000). No entanto, esta flexibilidade permite um ganho, pois as atividades eliminadas não precisam passar por análises e até mesmo por melhorias para depois serem eliminadas. Um exemplo prático é a eliminação de uma parte ou do tempo total do *setup* através da junção de operações em uma só. Por outro lado, sugerem que a TRF contemple o projeto, realizando, por exemplo, mudanças de desenho de equipamentos de processo ou mudanças no projeto de produtos em manufatura. A sugestão de incluir o projeto de produtos na TRF visa a reduzir a variedade de peças, tendendo à padronização.

As peculiaridades de cada organização justificam a existência da flexibilidade citada por Mc Intosh *et al* (2000) *apud* Neumann e Ribeiro (2004), de forma que o método adapte-se a diversas realidades. A cultura organizacional é outro fator que pode alterar a rotina de implantação da TRF, visto que para muitas empresas os conceitos detalhados neste trabalho são desconhecidos.

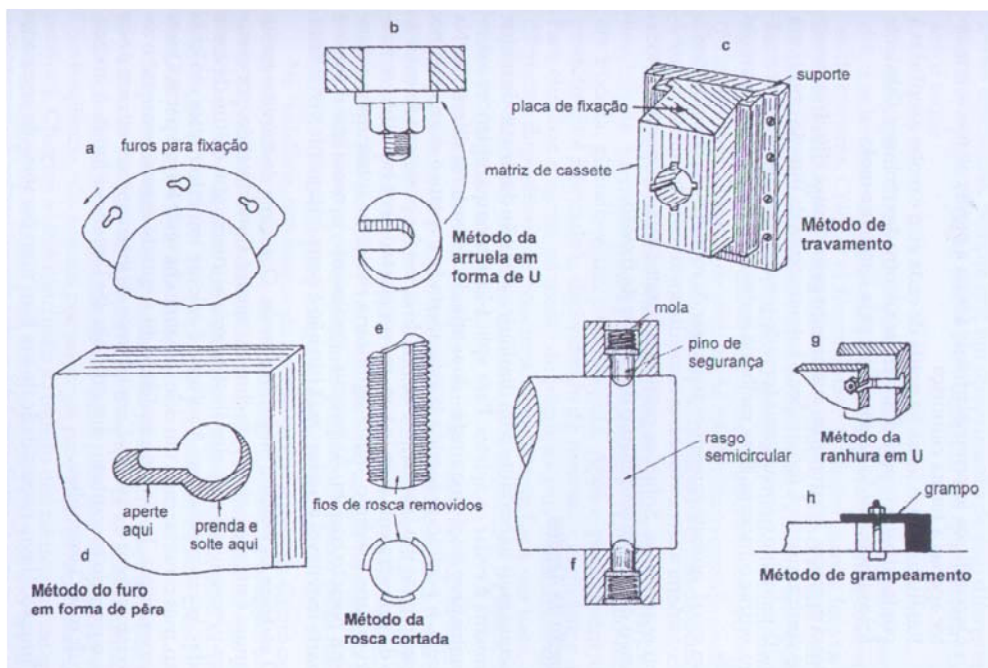
### **2.2.5 Técnicas para implantação da Troca Rápida de Ferramentas**

---

<sup>5</sup> McINTOSH, R. I.; CULLEY, S. J.; MILEHAM A. R.; OWEN, G.W. A critical Evaluation of Shingo's SMED (Single Minute Exchange of Die) Methodology. *International Journal of Production Research*, v. 38, n. 11, p. 2377-2395, 2000.

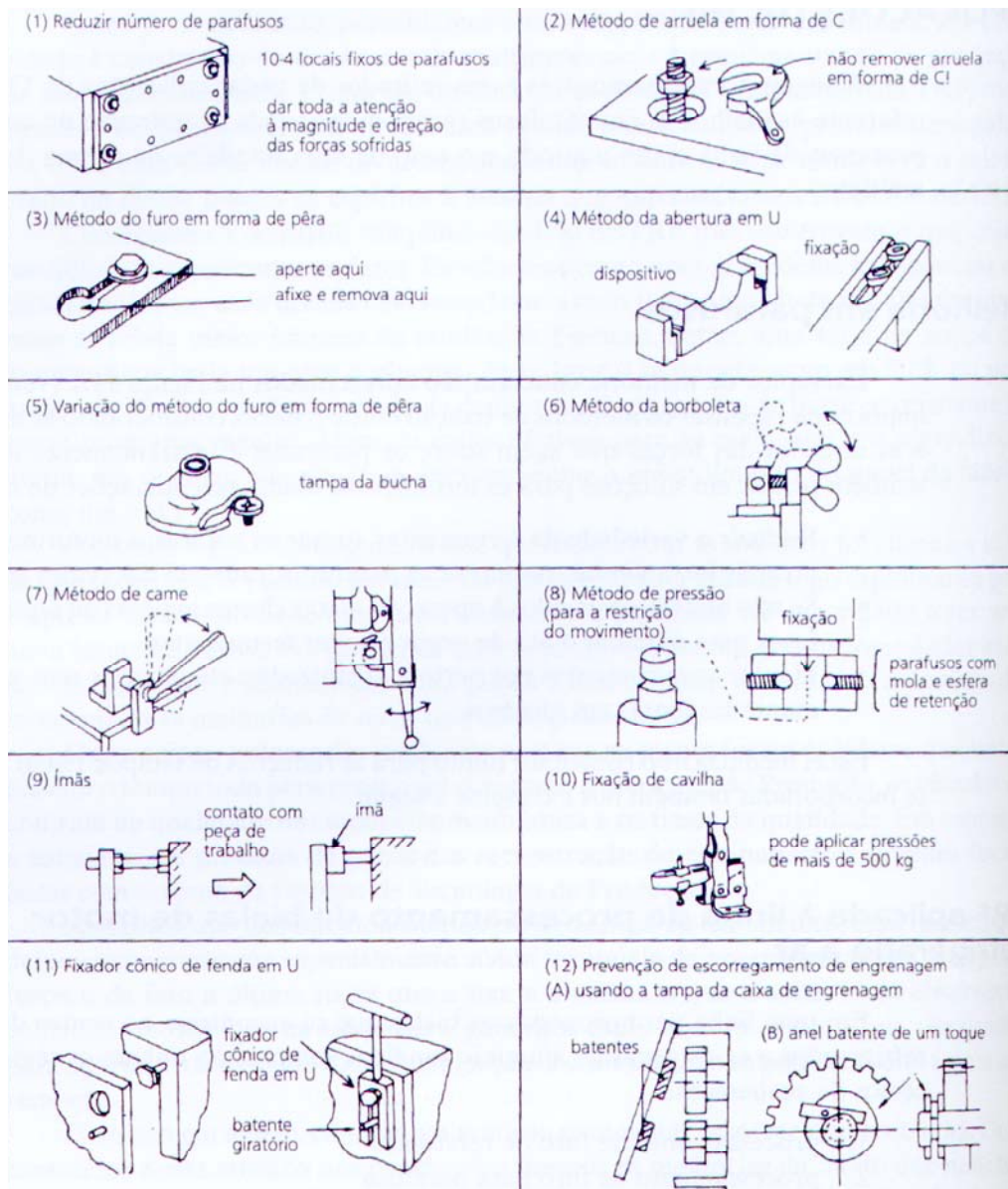
Os dispositivos para reduzir o tempo interno de troca, tais como parafusos articulados e plataformas rolantes são muito comuns e constituem melhorias de baixo custo (DAVIS, 2001).

Shingo (2000) cita exemplos de dispositivos simples que auxiliam na redução do tempo de *setup*: parafusos de uma volta, furos de encaixe em forma de pêra, arruela em forma de U, fixadores com rosca fendida e grampos funcionais. Estes exemplos foram descritos através de suas experiências como consultor em indústrias, aparecendo sempre associados a *setups* de prensas e injetoras. As figuras 04 e 05 mostram alguns destes exemplos.



Fonte: Shingo, 1996

Figura 04: Exemplos de dispositivos funcionais de fixação.



Fonte: Shingo, 2000

Figura 05: Exemplos de melhorias em parafusos.

Shingo (2000) cita algumas ferramentas que contribuem para que as atividades externas sejam, de fato, realizadas enquanto a máquina está trabalhando:

- Utilização de listas de verificação de todos os componentes e passos necessários em uma operação de *setup*, tais como nomes, especificações, códigos, ferramentas, pressão, temperatura e outros parâmetros, além de valores numéricos para todas as medições e dimensões. Estas listas de verificação contribuem para evitar que, durante o *setup*, seja necessário buscar alguma

ferramenta ou informação para concluí-lo. Uma mesa de verificação (*table check*) também é útil. Trata-se de uma mesa ou bancada com o desenho de todas as peças necessárias para a troca. Com um olhar, o preparador pode verificar rapidamente se falta algum item para a troca. Estas mesas de verificação são normalmente feitas com a técnica de quadro-sombra.

- Verificação das condições de funcionamento: trata-se de uma lista de verificação para determinar se todos os elementos (ferramentas, dispositivos, informações) estão como deveriam estar, evitando transtornos e perdas pelo uso de ferramentas fora das condições de funcionamento.
- Melhoria no transporte de ferramentas: evita a perda por espera de ferramentas, principalmente quando trata-se de matrizes ou outros dispositivos pesados, que precisam de empilhadeiras para serem movimentados. A priori, deve-se iniciar com um estudo a fim de eliminar o transporte, pois é considerado um tipo de perda. Entretanto, concluindo-se que o transporte é necessário, deve-se estudar a maneira mais eficaz de fazê-lo, utilizando talhas, pontes rolantes, carrinhos hidráulicos, mesas com rodízios, empilhadeiras ou quaisquer outros dispositivos que facilitem o transporte das ferramentas.

Todas as operações externas e internas de preparação devem ser transformadas em rotinas e padronizadas. Tais operações padronizadas devem ser documentadas e ficarem em locais visíveis aos operadores (IMAI, 1994, HUNTER, 2003).

Uma ferramenta que pode auxiliar a padronização do *setup* é uma lista de verificação que apresente um roteiro de *setup*, no qual a seqüência de trabalhos esteja claramente explicada, permitindo a qualquer preparador realizar o *setup* sob o padrão estabelecido.

Black (1998), Shingo (2000) e Mondem (1983) *apud* Fogliatto e Fagundes (2003)<sup>6</sup> ressaltam a importância da eliminação de ajustes. O ajuste é uma operação desnecessária e sua eliminação pode reduzir o período de *run-up* (aquele decorrente entre o fim do *setup* e a estabilização do processo caracterizada pela produção de peças boas em seqüência), possibilitando um processo estável logo após a operação de *setup*. Isto é possível

---

<sup>6</sup> Mondem, Y. O sistema Toyota de produção. São Paulo: IMAM, 1983.



melhorando os primeiros estágios do *setup* interno. As condições de *setup* devem ser determinadas, arquivadas e identificadas para que possam ser reproduzidas novamente.

Além disso, Harmon & Peterson (1991) lembram que revisões periódicas e calibrações dos dispositivos de controle e manutenção também ajudam a eliminar ajustes.

A eliminação total do *setup*, ideal em um contexto de manufatura *just in time*, geralmente não é viável na prática. Tal eliminação tem maior possibilidade de ocorrer na fase de projeto do produto, buscando a intercambiabilidade de peças ou com a automatização do *setup*, caso seu custo não seja proibitivo (SHINGO 2000, FOGLIATTO e FAGUNDES, 2003).

Fogliatto e Fagundes (2003) propõe uma metodologia para implantação da TRF, composta de quatro grandes estágios: estratégico, preparatório, operacional e comprovação.

A etapa estratégica enfoca a criação de um ambiente favorável à implantação, através do convencimento da alta gerência, definição de metas (por exemplo, definição do percentual de redução desejado e cronograma de implantação), escolha da equipe de implantação, treinamento e definição da estratégia de implantação.

A etapa preparatória contempla a definição das estratégias de implantação, assim como a análise do processo atual. Nessa etapa, define-se o produto, o processo e a operação a serem abordados no trabalho de redução de *setup*.

A etapa operacional consiste na aplicação prática das metodologias propostas, através da análise da operação a ser abordada, identificação das operações externas e internas do *setup*, conversão de *setup* interno em externo, prática do *setup* e padronização, eliminação dos ajustes e eliminação do próprio *setup*.

A etapa de comprovação consolida as estratégias e técnicas escolhidas, através da comparação dos tempos antes e depois das melhorias no processo de *setup* e do cálculo do lote econômico de fabricação. A partir deste ponto, a empresa deve estar preparada para dar continuidade às ações de melhoria. A estabilidade é obtida pela repetição padronizada do *setup* e dos tempos de produção.

Vale salientar que, embora o modelo acima descrito contemple todas as etapas propostas por Shingo, é ainda enfatizada a fase que prepara a empresa para as mudanças que estão por vir. Isso pode ser fundamental, sobretudo em ambientes com resistência a mudanças e forte crença de que o estado atual é o melhor em que a empresa poderia se

encontrar. A etapa de comprovação também difere do proposto por Shingo, uma vez que estabelece a relação antes e depois e aconselha a continuidade das ações.

## **3 ESTUDO EMPÍRICO**

### **3.1 Descrição da Empresa**

#### **3.1.1 Breve histórico**

A Dynamics do Brasil Metalurgia Ltda foi fundada em 12 de setembro de 1983, em Caxias do Sul (RS), atuando, inicialmente, como prestadora de serviços de usinagem a fim de atender à crescente demanda por produtos de qualidade, confiabilidade e precisão.

Em 1989, buscando desenvolver uma linha de produtos próprios, a empresa muda seu foco de atuação, iniciando a fabricação de acessórios pneumáticos, tais como conexões, pistolas sopradoras de ar, engates rápidos e uma linha completa de acessórios para refrigeração de matrizes de injeção.

Com a consolidação desta linha pneumática, em 2000 a Dynamics dá um novo passo e entra no mercado de engates hidráulicos agrícolas e industriais, figurando atualmente entre as quatro principais empresas do mundo em termos de qualidade na produção e comercialização desta linha, segundo informações do setor comercial obtidas junto aos clientes.

Certificada conforme as normas ISO 9001:2000 e QS 9000 pela DNV (Det Norske Veritas) desde 2001, a Dynamics conta hoje com uma equipe de sessenta funcionários treinados e máquinas de alta tecnologia, tanto na produção quanto nos laboratórios de teste e desenvolvimento de novos produtos.

### 3.1.2 Produtos

A Dynamics desenvolveu uma linha pneumática completa, com cerca de oitocentos itens vendidos para todo o Brasil através de sessenta distribuidores. Já na linha hidráulica, os modelos estão em torno de cinqüenta. Contudo, com a rápida expansão e aceitação do mercado este número tende a crescer ainda em 2004. Os produtos da linha pneumática têm larga aplicação, sendo mais utilizados em redes de ar comprimido e automação industrial. Os produtos da linha hidráulica são mais específicos em seu uso, não possuindo a versatilidade da linha pneumática. Entretanto, possuem maior precisão, processo de fabricação mais complexo, valor agregado mais alto e reconhecido pelos clientes. A linha hidráulica é dividida em dois segmentos: a) linha agrícola, vendida para montadoras e revendas de tratores, colheitadeiras, plantadeiras e implementos agrícolas em geral; b) linha industrial, vendida para fabricantes de quaisquer tipos de máquinas que possuam sistema hidráulico e também para lojas de peças de reposição.

Para efeito de produção, os cerca de oitocentos itens da linha pneumática representam cerca de dois mil componentes diferentes fabricados. Já os cinqüenta itens da linha hidráulica correspondem a cerca de quatrocentos itens diferentes para fabricação.



Figura 06: Produto A



Figura 07: Produto B

### 3.1.3 Instalações

A Dynamics está instalada em um pavilhão com cerca de 2.500m<sup>2</sup> em Caxias do Sul (RS). O parque industrial é de alta tecnologia, dispondo de tornos CNC de última geração, que conferem precisão milesimal às peças. Além disso, há uma filial no Estado de São Paulo, na cidade de Jundiaí, que tem por função distribuir com maior agilidade os produtos para aquela região, caracterizada pelo alto consumo.

A planta está organizada segundo um *layout* por processo, o qual caracteriza-se por concentrar máquinas e equipamentos com funções similares próximas (SLACK, 2002). Uma das principais desvantagens deste layout é favorecer a formação de estoque em processamento, pois a produção em fluxo unitário contínuo é inviabilizada devido às distâncias entre as máquinas de diferentes etapas do processo.

O apêndice A apresenta a planta baixa da Dynamics dividida em treze áreas: estoque de matéria-prima e preparação de material, limpeza de peças, ferramentaria, usinagem tornos automáticos, usinagem tornos mecânicos, furação e fresamento, laminação de roscas, usinagem tornos CNC, montagem, expedição, controle da qualidade e laboratório de pesquisa e desenvolvimento, comercial e engenharia.

### 3.1.4 Descrição dos Processos Produtivos

As principais matérias-primas da Dynamics são o alumínio, o latão e aços de diferentes ligas, fornecidas sempre em barras, também chamadas vergalhões. As mesmas são armazenadas no almoxarifado de matéria-prima e agrupadas por tipo de material. As barras são distribuídas nas prateleiras levando-se em consideração dois critérios: a frequência de uso e o peso. De acordo com a preferência dos funcionários, as barras mais pesadas ficam dispostas do meio para baixo do armário, enquanto que as mais leves, do meio para cima. Contudo, independente do peso, as barras de alto consumo ficam exatamente no meio, posição mais confortável para armazenar e retirar o material quando necessário.

Diariamente, no início da manhã, após o supervisor de produção verificar as necessidades de fabricação, uma ordem de produção é emitida e entregue ao setor para iniciar o processo, o qual solicita a matéria-prima ao almoxarifado através da apresentação

da ordem de produção. Uma vez que o material seja recebido, a usinagem é, normalmente, o primeiro processo que a matéria-prima sofre. Há peças em que se faz necessário um segundo processamento, tal como furação, laminação de roscas ou fresamento. No entanto, 90% das peças produzidas estão totalmente prontas na primeira usinagem. Ao serem concluídas, as peças são levadas para a expedição, setor que confere a quantidade produzida e registra a conclusão da ordem de produção. Em seguida, as peças são encaminhadas para o tratamento térmico ou superficial, processo realizado em outras empresas. Ao retornarem deste tratamento, as peças passam pelo último processo, a montagem final dos engates e embalagem. As peças que não requerem tratamento térmico ou superficial, também podem passar pela montagem, vindo diretamente da produção. O fluxograma apresentado no apêndice B, ilustra a seqüência de processos descrita acima.

### **3.2 Diagnóstico da situação anterior às melhorias quanto à troca de ferramentas**

#### **3.2.1 Contexto do diagnóstico**

No segundo semestre de 2002, a Dynamics percebeu que precisava fazer investimentos a fim de melhorar as condições de trabalho, aumentar a produtividade, reduzir o retrabalho e refugo, visto a alta competitividade que o mercado da linha hidráulica impunha e aos preços incompatíveis que a Dynamics estava praticando.

Em reuniões realizadas na própria empresa entre membros da administração, chegou-se à conclusão que algumas ferramentas difundidas e plenamente utilizadas em outras empresas poderiam ajudar a Dynamics a alcançar esses objetivos.

Dentre estas técnicas, figuravam a Troca Rápida de Ferramentas (TRF), os 5S, a Manutenção Produtiva Total e os Times de Trabalho. A TRF e os 5S foram as duas ferramentas escolhidas para iniciar os trabalhos de melhoria. De um lado, a TRF contribuiria diretamente para o aumento da produtividade por meio da redução dos tempos de *setup*. De outro lado, o 5S era a ferramenta necessária para dar início à organização geral da fábrica, já que tem por princípio a transparência de processos.

Após algumas reuniões entre a administração, a supervisão e a chefia de fábrica, foi decidido que a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) constituir uma oportunidade para a

aplicação prática e imediata da técnica dos 5S, proporcionando motivação extra aos funcionários.

Tendo em vista o início das ações, decidiu-se realizar um curso sobre a TRF a todos os funcionários da fábrica, incluindo o pessoal de controle da qualidade, da engenharia e do departamento comercial.

A Dynamics escolheu dois profissionais especializados em sistemas de TRF, para coordenar este curso. A duração do mesmo foi de vinte horas-aula, sendo quatro horas por dia durante cinco dias consecutivos. Os ministrantes do curso eram funcionários de uma empresa multinacional, fabricante de termostatos (dentre outros produtos) considerada referência em sistemas de TRF. Os funcionários da Dynamics foram divididos em duas grandes turmas, com cerca de doze integrantes cada uma.

Durante o curso, os conceitos principais da Troca Rápida de Ferramentas, segundo os estudos de Shingo (2000), foram repassados aos funcionários, acompanhados de exemplos reais de melhorias em outras empresas e métodos de padronizar dispositivos de troca de ferramentas.

### **3.2.2 Resultados do diagnóstico**

Em geral, os tempos de *setup* eram longos e os procedimentos de troca não seguiam qualquer padrão, o que comprometia o treinamento de novos operadores. O *setup* das máquinas, da mais simples à mais sofisticada, acontecia de modo diferente conforme o funcionário que o realizava. Assim, quanto mais hábil e capacitado fosse o funcionário, melhor seria o *setup*, tanto quanto ao tempo quanto ao desempenho da máquina na produção.

Inicialmente, a opinião geral dos participantes do curso de treinamento visava aos conceitos de dispositivos automáticos de troca, antes mesmo da atividade da troca ser estudada minuciosamente. Havia funcionários que insistiam na idéia de que a TRF não poderia ser implantada na empresa, visto o grau de dificuldade do *setup* e por imaginarem que a aplicação é possível somente em matrizes.

Os seguintes problemas ilustram a falta de padrões para realização dos *setups*:

- a) As ferramentas não tinham lugar fixo, o que aumentava o tempo gasto à procura das mesmas,

- b) Não havia um conjunto de ferramentas de corte pré-determinado para a troca. Os preparadores verificavam quais ferramentas já estavam na máquina e então faziam o *setup* aproveitando a situação já existente.

Enquanto os problemas de falta de organização tinham impacto principalmente nos tempos de *setup* tipicamente externos (busca por ferramentas e preparação dos dispositivos), também havia problemas evidentes em tempos tipicamente internos. Por exemplo, os programas dos tornos CNC ficavam armazenados na memória das próprias máquinas. Com frequência, estes programas eram apagados para disponibilizar espaço para outros programas e precisavam ser redigitados.

Os dois últimos dias do curso de treinamento realizado (item 3.2.1) foram dedicados ao monitoramento de uma troca. Os grupos foram novamente divididos, desta vez com cerca de seis participantes, para que os mesmos fizessem e acompanhassem uma troca em dois tornos CNC. Cada um dos integrantes tinha uma função, como segue: a troca propriamente dita, anotação das atividades que estavam sendo realizadas, cronometragem das atividades, elaboração de um diagrama indicando o deslocamento do preparador no momento da troca e acompanhamento geral. Não houve filmagem, apenas acompanhamento *in loco*.

Em um primeiro momento, a troca foi analisada apenas sob o aspecto do seu tempo total. Ambas as trocas consumiram relativamente pouco tempo, quando comparadas a outras usuais na empresa. Isto se deveu ao fato das trocas terem ocorrido fora do horário de expediente e sem interrupções, tais como colegas solicitando ajuda, ligações telefônicas e outras paradas que normalmente ocorreriam durante o horário normal de trabalho.

Em seguida, foi feita a separação das atividades em externas e internas, segundo as propostas de Shingo, conforme apresentado no item 2.2.3. Cabe salientar que toda a troca foi realizada como tempo interno, sendo a tabela abaixo resultado de consenso entre o grupo que participou do curso.



Tabela 01: Separação de tempo externo e interno das trocas realizadas.

Dados	Troca 1		Troca 2	
	Tempo	% Tempo	Tempo	% Tempo
Tempo total	33 minutos	100%	57 minutos	100%
Tempo externo	11 minutos	33%	27 minutos	47%
Tempo interno	22 minutos	66%	30 minutos	53%

Percebe-se que, 33% do tempo gasto na troca 1 foi consumido em atividades que poderiam ter sido executadas ainda com a máquina trabalhando no lote anterior, ou seja, são tipicamente tempos de *setup* externo. Na troca 2, os tempos externos subiram para 47% do tempo total. A explicação para esta diferença entre as trocas é a já comentada falta de padrões para as atividades da trocas bem como as diferenças de habilidade entre os preparadores. Estes tempos, considerados externos pelo grupo que recebeu o treinamento e fez a troca, são relativos às seguintes atividades: escolha dos dispositivos que serão instalados na máquina (pinças, buchas), busca por chaves (allen, de boca, de fenda, estrela), busca por ferramentas (brocas, fresas), verificação da pastilha que está no porta ferramentas, busca e guarda de equipamento para “zeramento” das posições das ferramentas (operação que registra no CNC a posição da ferramenta, para que no momento da execução do programa não aconteçam batidas entre o material e as ferramentas por erro de posicionamento). Nota-se que as atividades externas são basicamente de busca por equipamentos, os quais além de estarem distantes das máquinas não estavam prontos para uso, ocasionando grandes perdas com deslocamentos e espera das máquinas.

Os tempos internos referiam-se à colocação das ferramentas nos suportes, à operação de zeramento, ao retrabalho desta operação (ela foi executada incorretamente da primeira vez) e a uma série de ajustes no programa para atingir as características de qualidade requeridas no projeto. Segundo a análise dos funcionários, estas operações não podem ser transformadas em tempo externo, mas podem ser reduzidas com trocas padrão e roteiros pré-definidos.

No final do curso de treinamento, foi solicitado a todos os participantes que respondessem a um questionário (apêndice C), no qual, dentre outras questões, descrevessem os principais empecilhos para a implantação da TRF. A precária organização

das ferramentas foi um item que apareceu como resposta em todos os questionários. Deste modo, todos os esforços que a Dynamics fez desde então, foram no intuito de resolver esta questão.

Com base nas respostas dos trabalhadores ao questionário, outras barreiras importantes à implantação da TRF foram identificadas: falta de treinamento para novos funcionários; excesso de burocracia, em função do preenchimento de formulários exigidos pelas normas de qualidade; desconhecimento do produto final, o que impede o funcionário de ter noção das características de qualidade necessárias.

A percepção dos funcionários em relação aos problemas da empresa é muito importante. Somente quando os trabalhadores percebem que o processo pode ser feito com maior eficácia e, não raro, em menos tempo, é que as melhorias são realmente integradas ao conjunto de hábitos de todos.

Nenhuma das etapas do processo produtivo contemplava os princípios da troca rápida de ferramentas e muitas das perdas relativas aos *setups* ocorriam pela falta de organização.

### 3.2.3 Priorização de máquinas para início do programa de TRF

A fim de priorizar as máquinas cujos setups seriam melhorados, analisou-se a curva ABC de faturamento do ano de 2003, conforme tabela 2:

Tabela 02: Curva ABC de faturamento de 2003

Curva	% do faturamento	R\$	% de itens	Qtdd itens
A	80	R\$2.314.355,30	9,26	32
B	15	R\$442.094,80	23,88	83
C	5	R\$148,511,65	66,86	231
Total	100	R\$2.904,961,70	100	346

Deste modo, os esforços foram dirigidos para os itens da curva A do faturamento, que se divide conforme ilustrado na tabela 3:

Tabela 03: Distribuição dos itens da curva A de faturamento de 2003 por famílias.

Linha	Nº itens	Qtdd total (vendas no período)	% qtdd	R\$	% R\$
Hidráulica	12	116.366	50,35%	1.745.182,70	75,41%
Pneumática	19	113.319	49,03%	541.488,05	23,40%
Importados	1	1.435	0,62%	27.684,59	1,19%

Conforme a tabela 3, nota-se que a linha hidráulica é a mais representativa dentro dos itens da curva A do faturamento de 2003, sendo que essa importância foi confirmada pelos dados de faturamento registrados até o momento no ano de 2004.

Uma vez que a maior parte (cerca de 85%) dos componentes da linha hidráulica são usinados nos tornos CNC, este setor foi escolhido para o início dos trabalhos de melhorias nas trocas.

Além disso, podem ser comentados outros fortes motivos pelos quais o setor de tornos CNC foi escolhido: a) os onze tornos CNC disponíveis na Dynamics são os centros de custos mais caros da empresa, variando de R\$37,00 a R\$100,00 a hora de trabalho; b) as perdas neste setor, embora não tenham sido quantificadas, pareciam ser grandes, oriundas de esperas pela localização de ferramentas, movimentação excessiva dos funcionários e desperdício de matéria-prima, óleo e ferramentas.

### **3.3 Implantação da TRF**

#### **3.3.1 Elaboração do plano de ação para implantação das melhorias**

Tendo em vista orientar o processo de implantação das melhorias, decidiu-se pela elaboração e controle da implantação de planos de ações. Esses planos eram elaborados por uma equipe constituída pelo responsável dos tornos CNC, pela pesquisadora e pelo representante da administração. Neste plano, eram listados os passos principais pelos quais a tarefa deveria passar para ser concluída, eram estabelecidos prazos e pessoas responsáveis pela realização daquela tarefa. Um indicador de status foi incluído no plano a fim de mostrar o andamento do processo. Semanalmente, este plano de ação era atualizado

pela pesquisadora, a qual mantinha toda a equipe informada sobre o andamento das tarefas. Para cada trabalho em andamento, era elaborado um plano de ação específico (ver exemplo no apêndice D).

As melhorias desenvolvidas foram extraídas das opiniões dos funcionários após o curso de treinamento para a implantação da TRF. Como todos os funcionários citaram a desorganização como grande causadora de perda de tempo durante o *setup*, o primeiro objetivo do grupo foi estabelecer as melhorias que atenuariam ou eliminariam a desorganização. O responsável pelos tornos CNC conversava constantemente com seus colegas de trabalho e trazia idéias para o grupo, que filtrava todas as sugestões e determinava o caminho para operacionalização da sugestão. Como grande parte destas melhorias envolviam etiquetas, quadros e outros materiais que, até então, não estavam disponíveis na Dynamics, era necessário que o grupo tivesse conhecimento do material disponível no mercado, além de otimizar os recursos financeiros disponibilizados para as melhorias.

A pesquisadora visitou diversas indústrias em busca de exemplos da aplicação da transparência de processos na TRF. Entretanto, a grande parte dos estabelecimentos visitados utilizava as mesmas ferramentas sugeridas pela literatura ou tinham desenvolvido alternativas extremamente customizadas.

Basicamente, o processo de elaboração do plano de ação para implantação das melhorias ocorria a partir de um problema identificado pela produção que era apresentado à equipe juntamente com algumas sugestões para solução. A equipe então, analisava e escolhia aquela viável operacional e financeiramente.

### **3.3.2 Classificação das melhorias implantadas**

Tendo em vista melhor caracterizar as melhorias implantadas, as mesmas foram classificadas em duas categorias: transformação de *setup* interno em externo e redução de *setup* interno. Vale lembrar que todas as atividades costumavam ser realizadas como tempos internos antes das melhorias.

As nove melhorias implantadas estão classificadas na tabela 4.

Tabela 04: Classificação das melhorias quanto à sua função e à oportunidade de uso de dispositivo visual.

	Melhoria	Transformação de <i>setup</i> interno em externo	Redução de <i>setup</i> interno	Uso de dispositivo visual
1	Organização das pinças	X		X
2	Organização do carrinho da TRF	X	X	X
3	Organização do setor de ferramentaria	X		X
4	Organização dos porta ferramentas	X		X
5	Organização dos estoques das pastilhas	X		X
6	Organização dos padrões de medição	X		X
7	Centralização dos programas de CNC		X	
8	Corte das peças		X	
9	Mecanismo de puxar a matéria-prima	X		X
10	Padronização dos procedimentos de troca	X	X	X
	<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

### 3.3.3 Descrição das melhorias implantadas

#### 3.3.3.1 Transformação de *setup* interno em externo

##### - Organização das pinças

As pinças são ferramentas que têm por função segurar a barra de material dentro do torno, fazendo-a girar na rotação estipulada (figura 8).

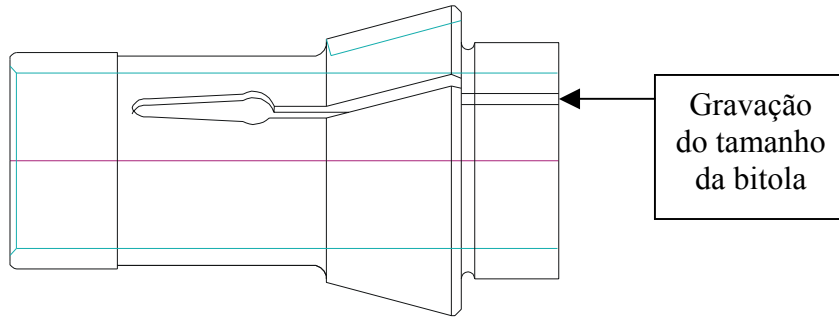


Figura 08: Desenho de uma pinça

Conforme ilustrado na figura 8, nota-se que a pinça tem um furo interno (com a bitola gravada na parte superior), por onde deve passar o material. Embora o tamanho deste furo varie conforme a bitola do material que está sendo utilizado, todas as pinças usadas em uma mesma máquina devem ter o diâmetro interno igual. Antes das melhorias, as pinças eram guardadas dentro de armários, uma ao lado da outra, sem qualquer tipo de ordem ou separação por bitola, forçando o funcionário, por ocasião do *setup*, a procurar por toda a prateleira até encontrar a pinça desejada.

O tempo de perda devido à procura da pinça ideal variava de 2 minutos até 30 minutos (segundo entrevistas com os preparadores), havendo casos em que o funcionário não encontrava a pinça no armário e precisava verificar se ela estava em uso em outras máquinas.

O painel das pinças é uma chapa de aço com diversos tubos soldados perpendicularmente à chapa. O diâmetro do tubo soldado é igual ao menor diâmetro das pinças. Desta forma, todas as pinças de um determinado tipo podem ser guardadas neste painel. Há uma pequena inclinação do tubo em relação à chapa, provocada para não permitir a queda involuntária das pinças. Logo abaixo de cada pinça foi colada uma etiqueta com o código da ferramenta, o mesmo utilizado no sistema de informática para aquisição. Com esta sistemática, na medida em que novas pinças fossem adquiridas, as mesmas seriam inseridas no fim do quadro, com um número seqüencial fornecido pelo sistema. Esta organização necessitava ser lógica para não criar problemas quando da introdução de novas ferramentas, visto que são sempre inseridas no fim do quadro, tendo sua localização facilitada através de uma tabela afixada no próprio quadro das pinças, onde consta a bitola e o código da pinça.

Através do desenvolvimento deste painel, foi possível disponibilizar visualmente as informações a respeito das mesmas, tais como: identificar que pinça está em que máquina e saber se uma pinça de determinada bitola existe ou necessita ser comprada.

De acordo com os princípios da TRF, este tempo foi transformado em externo, visto que não havia a necessidade da máquina estar parada para encontrar tal ferramenta.

As figuras a seguir demonstram a melhoria:



Figura 09: Pinças dentro do armário (antes da melhoria)



Figura 10: Quadro de pinças com identificação (depois da melhoria)



Figura 11: Código no quadro das pinças (1ª tentativa)



Figura 12: Tabela orientativa de código e bitola

Tanto as pinças usadas nos tornos CNC, quanto as pinças usadas nos tornos automáticos têm o mesmo sistema de armazenamento e identificação, já que exercem a mesma função nas máquinas. Por este motivo, a mesma sistemática de organização e os mesmos benefícios foram conquistados no setor dos tornos automáticos, visto a similaridade do problema e da solução.

### - Organização do carrinho de TRF

Antes das melhorias, as ferramentas utilizadas para a troca nos tornos CNC estavam disponíveis dentro de caixas sobre pequenas bancadas, próximas aos tornos. Na medida em que a troca ocorria e o preparador precisava trocar de ferramenta, ele procurava dentro da caixa até encontrar a ferramenta desejada. Não raro, esta ferramenta era a última da caixa.

Além da demora para encontrar a ferramenta na caixa, ela freqüentemente estava longe, em armários, bancadas e até mesmo em outros setores. Ao mesmo tempo, encontravam-se ferramentas repetidas e sem utilidade dentro da caixa de ferramentas, o que atrapalhava ainda mais a busca.

Com base em discussões acerca da configuração desta caixa, realizadas entre o supervisor de produção, o líder do setor CNC, a pesquisadora e um representante da administração, chegou-se à conclusão de que ela deveria ser colocada sobre uma plataforma móvel (carrinho TRF) e conter somente as ferramentas necessárias ao *setup*, em uma ordem lógica e fixadas em um painel, de forma a deixá-las à disposição. As trocas nos tornos CNC exigem, basicamente, os mesmos tipos de ferramentas. Logo, o carrinho foi projetado para poder ser utilizado em todas as máquinas deste setor. Também decidiu-se que o carrinho deveria ter dois compartimentos: um para que o preparador colocasse as ferramentas a serem instaladas na máquina e outro para que ele colocasse as ferramentas retiradas da máquina e que deveriam ser guardadas. As figuras 13 e 14 ilustram o carrinho de TRF:

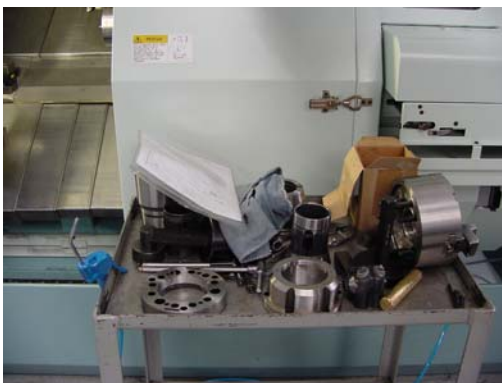


Figura 13: Ferramentas ao lado da máquina aguardando *setup* (antes da melhoria)

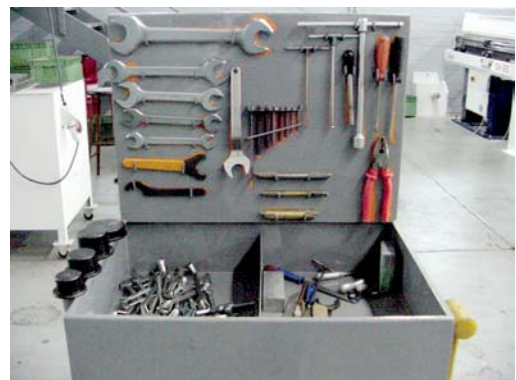


Figura 14: Carrinho de TRF com ferramentas para *setup* (depois da melhoria)



Com a criação deste carrinho, houve a redução do tempo interno do *setup* e ainda a conversão de algumas atividades internas para externas. Tanto a redução do tempo interno como a conversão de atividades internas e externas ocorre pelo mesmo motivo: as ferramentas manuais, tais como chaves, estão próximas e prontas para o uso do preparador, o que gera uma redução no tempo por busca e verificação de ferramentas.

#### - **Organização das ferramentas no setor de ferramentaria**

A ferramentaria é o setor responsável pela manutenção das ferramentas de corte fabricadas dentro da própria Dynamics, a partir de bits, assim como pela afiação de outras ferramentas, como brocas, machos, cossinetes e alargadores.

As ferramentas fabricadas na empresa costumavam ser guardadas dentro de sacos plásticos, formando pequenos kits, sendo cada um destinado à usinagem de um tipo de peça. Entretanto, com esta sistemática, havia muitas ferramentas repetidas, uma vez que a empresa possui diversas peças com o mesmo tipo de rosca, levando à existência de mais ferramentas do que necessário. Havia alguns tipos de ferramentas que tinham vinte exemplares iguais, sendo que a situação mais exigente seria a de uma ferramenta por máquina, totalizando oito.

Já as ferramentas adquiridas de fornecedores externos (brocas, machos, fresas, cossinetes e alargadores) eram guardadas dentro dos armários em bandejas sem qualquer identificação. Deste modo, quando um preparador necessitava de determinada ferramenta, ele deveria ir até o armário, retirar a bandeja desejada e procurar uma a uma entre todas as ferramentas que ali estivessem guardadas. Ambas as ferramentas (fabricadas na Dynamics e adquiridas de terceiros), embora guardadas em locais diferentes, eram utilizadas na mesma troca.

Esta sistemática, além de não colaborar para a rápida localização das ferramentas, impedia qualquer tipo de controle que se desejasse fazer sobre seu uso, conservação e consumo. Precisar de uma ferramenta e encontrá-la em estado de conservação que impossibilitasse o uso na máquina era uma situação frequente, uma vez que não havia um responsável pela sua manutenção e armazenagem. É necessário esclarecer que as ferramentas fabricadas dentro da Dynamics tinham o ferramenteiro como responsável, logo

mantinham boa conservação. Já as ferramentas adquiridas de terceiros eram guardadas nos armários dispostos entre os tornos e não possuíam um pessoa responsável pela sua conservação, fato este que, muitas vezes, comprometia o uso da ferramenta. Outra situação normal era a emissão de ordens de compra várias vezes ao dia para ferramentas similares, como brocas pela manhã e machos pela tarde, tendo estas ferramentas o mesmo fornecedor.

A partir de diversas conversas entre a supervisão de produção, os funcionários da ferramentaria e a pesquisadora, surgiu a idéia de separar as ferramentas conforme sua função, e não mais conforme o produto. Assim, conseguiu-se diminuir o espaço de armazenamento devido à redução do número de ferramentas.

Para que as ferramentas adquiridas de terceiros pudessem ser organizadas, optou-se por adotar a mesma sistemática das ferramentas de bits, ou seja, agrupá-las por função. Outra medida adotada foi armazená-las dentro da ferramentaria, de forma que o ferramenteiro fosse o responsável pela conservação e armazenagem das mesmas, já que anteriormente elas estavam guardadas em armários ao longo da fábrica.

Tendo em vista implantar a separação conforme a função, foram adquiridas prateleiras com caixas padrão para o acondicionamento das ferramentas e criadas etiquetas para sua identificação. Todas as informações a respeito das ferramentas foram cadastradas no software de gestão fabril, de forma que pudessem ser inseridas dentro dos roteiros de produção e estarem disponíveis para emissão de ordens de compra.

A possibilidade de ter as ferramentas cadastradas no *software* permitiu interligar a descrição da operação dentro do roteiro de produção com a necessidade de ferramental. Na ordem de produção que chega ao setor de usinagem, as ferramentas estão elencadas, permitindo a qualquer operador selecioná-las antecipadamente à troca.

As figuras 15 e 16 ilustram as melhorias relativas à organização das ferramentas:



Figura 15: Ferramentas dentro de caixas no armário (antes das melhorias)



Figura 16: Prateleiras para ferramentas, com separação por função (depois das melhorias)

A organização das ferramentas foi considerada pela pesquisadora como transformação de *setup* interno em externo. Após a máquina ter usinado a última peça de um lote, o preparador verificava qual a próxima peça a ser produzida e só então, verificava junto à ferramentaria as ferramentas de bits e procurava nos armários pelas outras ferramentas. Frequentemente, pela falta de identificação nas ferramentas, o preparador percebia que havia selecionado a ferramenta errada somente após o *setup* concluído, quando estava usinando a primeira peça, a fim de verificar suas dimensões. Então, o *setup* recomeçava para que tal ferramenta pudesse ser trocada. Com a nova sistemática, o preparador pode selecionar todas as ferramentas para o *setup* antes que a máquina termine de usinar o último produto.

#### - Organização dos porta-ferramentas dos tornos CNC

Três ferramentas principais são usadas nos tornos CNC: o suporte é fixado no próprio torno, o porta ferramenta e a pastilha é fixada no porta ferramenta. Estes componentes são ilustrados nas figuras 17, 18, 19 e 20, a seguir:



Figura 17: Suporte do porta-ferramentas



Figura 18: Porta-ferramentas com pastilha

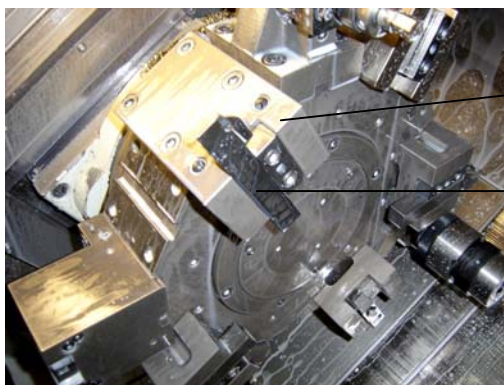


Figura 19: Suporte com porta-ferramentas e pastilha acoplado à torre do torno

Suporte do porta-ferramentas

Porta-ferramentas com pastilha

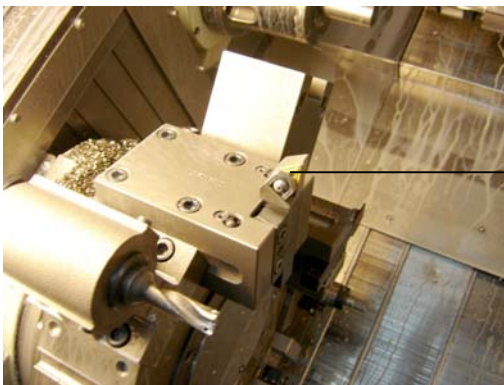


Figura 20: Suporte com porta-ferramentas e pastilha acoplado à torre do torno

Pastilha

A ferramenta de corte que se desgasta durante o processo de usinagem é a pastilha. Para cada tipo de pastilha há um porta ferramenta específico, que pode ser compartilhado entre mais de um tipo de pastilha quando estas possuírem as mesmas dimensões. Há um

manual do fabricante das pastilhas que informa as dimensões e as variações de montagem da pastilha e do porta-ferramenta que são possíveis.

Estes porta ferramentas são adquiridos de um mesmo fornecedor e têm o código do fabricante gravado na própria ferramenta. Como este código está relacionado ao código da pastilha através do manual do fabricante, a Dynamics optou por utilizar estes códigos como referência para localização, armazenagem e compra.

Antes dos trabalhos de melhoria visando a redução dos tempos de troca, estes porta-ferramentas eram armazenados dentro de armários. Por ocasião do *setup*, o preparador deveria ir até o armário e procurar entre todas as ferramentas daquela prateleira a ideal para o produto que estava sendo usinado.

A ação sugerida foi colocar cada tipo de porta-ferramenta em uma caixa, como realizado nas melhorias implantadas na ferramentaria. Assim, foram adquiridas prateleiras com caixas padrão e uma etiqueta com o código do fabricante identificava cada caixa, conforme demonstram as figuras 21, 22, 23 e 24. Este código é conhecido de todos os operadores dos tornos CNC.



Figura 21: Gaveta da bancada de ferramentas (antes das melhorias)



Figura 22: Prateleiras com caixas padrão para ferramentas (depois das melhorias)



Figura 23: Caixas para porta ferramentas do CNC com etiquetas brancas (1ª tentativa)



Figura 24: Caixas para porta ferramentas do CNC agrupadas por famílias de função e com etiquetas coloridas.

Esta melhoria foi classificada como transformação de *setup* interno em externo porque facilita a qualquer operador, ainda que iniciante, a localizar o porta-ferramenta solicitado, uma vez que está cadastrado no software e está disponível na ordem de produção. A busca por estas ferramentas pode ser feita como *setup* externo, deixando-as prontas para a rápida substituição na torre do torno no momento em que a máquina estiver parada.

#### - Organização dos estoques das pastilhas dos tornos CNC

As pastilhas são ferramentas importantes para os tornos CNC.

Essas pastilhas eram compradas na medida da necessidade, ou seja, quando o preparador percebia sua falta, ele solicitava ao supervisor de produção a compra, deixando freqüentemente a máquina parada aguardando tal aquisição. As compras eram realizadas sempre em caixas de 10 unidades, ainda que não se ocupassem todas, a fim de prevenir sua falta. Entretanto, a ausência de qualquer tipo de controle sobre o uso, manutenção e consumo das pastilhas resultava em falta das pastilhas que tinham uso freqüente e sobra das pastilhas que tinham uso eventual.

A equipe que estava trabalhando nesta melhoria fez uma visita ao fornecedor de pastilhas, a fim de verificar sua forma de armazenamento. Foi resultado desta visita a forma atual de controle.

O fornecedor prontificou-se a ajudar a Dynamics a organizar estas ferramentas, disponibilizando um armário juntamente com as caixas padrão. Para cada tipo de pastilha consumida, foi feito um estudo de consumo para uma semana de trabalho. Na frente de cada caixa, foi colocada uma etiqueta com o código da pastilha, a quantidade que deve constar e o consumo semanal previsto, baseado na média dos últimos seis meses. Virando esta caixa, aparece uma face vermelha, identificada como estoque mínimo. Toda vez que um funcionário retira a última pastilha, ele deve virar a caixa deixando a face vermelha à mostra. Deste lado, ainda há um estoque mínimo que permite alguns dias de trabalho.

Atualmente, as ordens de compra são emitidas todos os dias pela manhã e a falta destas ferramentas foi completamente eliminada, tendo em estoque a quantidade ideal. As figuras ilustram esta melhoria:



Figura 25: Bancada de gavetas para centralização das ferramentas (antes das melhorias)



Figura 26: Armário do fornecedor de pastilhas (depois das melhorias)



Figura 27: Disposição das caixas do estoque das pastilhas (depois das melhorias)

A organização dos estoques das pastilhas permite a qualquer funcionário do setor dos tornos CNC localizar a pastilha necessária. Por este motivo, classificou-se esta melhoria como transformação de *setup* interno em externo, já que antes das melhorias a busca e localização era feita somente pelo preparador e como *setup* interno. Com o estoque organizado, qualquer operador localiza e disponibiliza ao preparador a pastilha antes deste iniciar o *setup*.

#### - **Organização dos padrões de medição**

Os padrões de medição são utilizados para agilizar a verificação dimensional de roscas, furos e diâmetros. No final da troca, quando a primeira peça usinada fica pronta, estes padrões são utilizados para as verificações, assim como a cada intervalo de tempo pré-determinado, dependendo do modelo da peça.

Estes padrões ficavam guardados dentro de uma bancada, no setor dos tornos automáticos, sem qualquer tipo de ordem. Quando algum funcionário necessitava de algum instrumento, tinha que procurá-lo por todas as prateleiras da bancada. Não encontrando, procuraria entre seus colegas para pedir emprestado.

Hoje, os padrões são guardados dentro de caixas padrão, separados conforme suas roscas, em duas estantes de aço, localizadas na área central da fábrica. Cada prateleira tem etiquetas de uma cor, diferenciando os tipos de roscas. Ao lado das estantes, há etiquetas com o nome de todos os funcionários. Quando alguém precisa de algum instrumento, vai até as prateleiras, retira o instrumento e deixa uma etiqueta com o seu nome pendurada na frente da identificação do equipamento, conforme percebe-se nas figuras:





Figura 28: Bancada onde eram armazenados os padrões para medição (antes das melhorias)



Figura 29: Detalhe da frente da estante, com material retirado e etiqueta indicando o responsável (depois das melhorias)

Esta melhoria também foi classificada como transformação de *setup* interno em externo pois permite a qualquer pessoa localizar o equipamento antes da troca. O padrão visual empregado permite a qualquer funcionário saber se há outro funcionário utilizando aquele equipamento e onde se encontra.

#### - **Desenvolvimento de mecanismo de puxar a matéria-prima**

Conforme já comentado no item 3.1.4, a matéria-prima ficava armazenada no almoxarifado até que um preparador de máquina pedisse verbalmente ao preparador de material que atendesse àquela ordem de produção. Este procedimento causava transtornos, pois frequentemente os preparadores de máquina solicitavam matéria-prima ao almoxarifado em caráter de urgência.

Um agravante nesta etapa do processo é que toda a preparação do material é feita manualmente, isto é, sem o auxílio de talhas ou empilhadeiras. Há ordens de produção que necessitam de até setecentos quilos de material para serem completadas. Esta quantidade é carregada manualmente pelos preparadores, levando do almoxarifado até a balança (onde é pesado), a seguir até o carrinho de limpeza (onde é tirado o óleo protetor do material), depois até o carrinho de transporte (que leva o material até a máquina) e finalmente do carrinho para o carregador da máquina. Neste exemplo, o preparador de material manuseou quatro vezes uma carga de setecentos quilos, ou seja, a fim de alimentar apenas uma máquina (dentre as dezoito disponíveis) ele levantou sozinho dois mil e cem quilos de aço. Dentre os onze tornos CNC, ao menos seis trabalham durante os dois turnos, ou seja, o

preparador de material deve alimentá-los de forma a mantê-los trabalhando durante estes dois turnos.

Avaliando a situação com maior cuidado, percebeu-se que havia máquinas que trabalhavam durante duas semanas na mesma peça, fabricando o mesmo lote, com o mesmo material. Contudo, já no início do período de produção do lote, o preparador disponibilizava todo o material necessário para sua fabricação. Deste modo, percebeu-se que o preparador poderia entregar o material parcialmente, suprimindo a necessidade apenas de um dia por vez. Entretanto, para que isto se tornasse possível, era necessário um sistema que indicasse ao preparador a necessidade de material e a quantidade correta para o consumo de um dia (seja um ou dois turnos).

Tendo em vista viabilizar esse sistema, desenvolveu-se um painel com espaços determinados para expor cartões que acompanham as ordens de produção, sendo que os cartões indicam a necessidade de retirar a matéria-prima do almoxarifado. Neste cartão, constam as seguintes informações: código e descrição da peça a ser produzida, descrição do material, quantidade em quilos e em barras e quantidade de peças a serem produzidas com aquela quantidade de matéria-prima. Estes cartões levam em conta índices de produtividade da máquina, de forma que cada cartão atenda, ao menos, a produção de um turno e uma pequena folga, fornecendo tempo para o preparador fornecer novamente material no dia seguinte.

Os cartões são dispostos no painel e o preparador de material atende-os conforme um código de prioridades: cartões alaranjados têm prioridade sobre os azuis, por tratarem de algum item usinado em torno CNC, ou que pertença à linha hidráulica. Assim, o preparador de material sabe, apenas olhando este quadro, que deve dar prioridade aos cartões alaranjados. As figuras 30 e 31 demonstram esta sistemática:



Figura 30: Tabela de “puxar” matéria-prima (depois da melhoria)



Figura 31: Figura 31 ampliada

Esta melhoria foi classificada como transformação de *setup* interno em externo. A preparação da matéria prima era feita de uma só vez e eventualmente, a máquina aguardava parada pelo material. Uma parte já era realizada eventualmente como *setup* externo.

### 3.3.3.2 Redução de *setup* interno

#### - Centralização dos programas dos tornos CNC

Conforme já comentado, cada torno CNC possui um limite de memória disponível para armazenar os programas gerados. Quando o limite é alcançado, deve-se apagar algum programa para que outro possa ser gravado. Isto gerava uma constante redigitação de programas, o que prolongava o *setup* interno e nem sempre fornecia os mesmos resultados de produção.

Para combater este problema, foi adquirido um notebook para fazer o armazenamento de todos os programas dos tornos CNC. Cada máquina já possui um dispositivo de saída para este tipo de armazenamento, tornando fácil o acesso.

Em algumas ocasiões, o programa estava digitado em um determinado torno, mas por esta máquina encontrar-se ocupada, havia a necessidade de redigitar o programa em outra máquina para que aquela peça pudesse ser feita. Com o armazenamento no notebook, o programa é apenas transferido para a outra máquina, havendo apenas a necessidade de

fazer pequenos ajustes em nível de parâmetros de máquinas provenientes de fabricantes diferentes. A figura 32 ilustra a conexão do notebook com o torno.



Figura 32: Conexão do notebook com o torno (depois das melhorias)

#### - Corte das peças

O processo de corte das peças é necessário para a verificação de suas dimensões internas. Quando o preparador conclui a troca, a primeira peça usinada é cortada ao meio para que se consiga verificar as medidas de canaletas e outros detalhes internos. Caso a peça não esteja de acordo com as especificações técnicas, a máquina sofre ajustes e uma nova peça é usinada e cortada. Este processo repete-se até que as dimensões internas estejam corretas. Dependendo do tipo da peça, a cada intervalo de tempo pré-determinado, há a necessidade de cortar outra peça, a fim de acompanhar a variação das medidas.

Este processo de corte era realizado manualmente, com auxílio de uma serra. A peça era fixada em uma morsa de bancada, (figura 33) e um problema freqüente era o corte na posição errada. Muitas vezes, após o corte concluído, percebia-se que não seria possível medir a peça, pois o corte não estava perpendicular ao seu eixo.

Um agravante era o esforço físico do funcionário para cortar com uma serra manual uma peça de aço, comprida e grossa.

A solução adotada foi adquirir um disco de corte, o qual além de reduzir o esforço físico do funcionário, eliminou também os cortes errados, fornecendo ainda excelente acabamento para o projetor de perfil (instrumento usado na verificação dimensional).



Figura 33: Corte de peças manual para verificar dimensões internas (antes das melhorias)



Figura 34: Disco de corte e poltriz (depois das melhorias)

O corte das peças foi considerado como redução de *setup* interno porque a atividade de cortar para medir faz parte da inspeção no fim da troca. Esta inspeção libera a máquina para iniciar a produção do lote. Considerando as tecnologias atuais, não era possível transformar esta atividade em *setup* externo e tampouco extingui-la. A alternativa encontrada foi reduzir o tempo gasto na atividade.

#### - **Padronização dos procedimentos de *setup***

Nas ordens de produção emitidas pelo PCP da Dynamics são incluídas diversas informações relacionadas ao roteiro de produção (por exemplo, quantidade a produzir, máquina sugerida e tempo estimado), bem como listadas as ferramentas necessárias para a produção daquele item.

Entretanto, percebeu-se que a ordem de produção não era o local mais adequado para as informações referentes às ferramentas utilizadas estarem disponíveis, visto que esse procedimento pode dificultar ou confundir o operador. A alternativa adotada foi emitir a ordem de produção com os dados básicos (código do produto, quantidade a produzir, máquina sugerida e tempo estimado) e disponibilizar uma ficha anexa contendo um roteiro para a troca de ferramentas. Esta última passou a ser impressa e arquivada em uma pasta junto ao carrinho de TRF, estando disponível para consulta. Neste roteiro para a troca de ferramentas não é esclarecido o que deve ser *setup* interno ou externo, pelo fato de que toda a troca de ferramentas propriamente dita é um tempo interno. Entretanto, a separação das ferramentas relacionadas nesta lista é tempo externo.

Esta pasta com os roteiros de *setup* é atualizada sempre que um programa de produção seja melhorado ou aprimorado. Os roteiros para cada família de peças, identificadas pelos seus dois primeiros dígitos, estão separados por meio de um código de cores, facilitando o acesso no momento da pesquisa.

A padronização dos roteiros de *setup* é essencial para garantir a execução de atividades externas antes das paradas das máquinas, quando assim estiverem diferenciadas. O roteiro para troca inicialmente sugerido não continha esta informação, deixando subentendido ao preparador que, sabendo quais as ferramentas irá usar, pode prepará-las com antecedência. Dentre as vantagens esperadas com a padronização podem ser salientadas as seguintes: maior facilidade no treinamento de novos preparadores; obtenção de resultados semelhantes na produção, devido à redução da variabilidade inerente aos diferentes procedimentos de *setup*; possibilidade de estudar o desgaste natural das ferramentas, uma vez que haverá histórico de usinagem nas mesmas condições e sob o mesmo processo de *setup*; possibilidade de agendar a troca e alocação equilibrada das ferramentas, evitando sua aquisição em caráter de urgência.

O apêndice E apresenta o projeto de roteiro de *setup* que está sendo implantado. Neste primeiro momento, o roteiro de *setup* apresenta uma relação das ferramentas utilizadas na troca, sua posição na máquina e o tempo em que o torno deverá usinar a peça. Posteriormente, esse roteiro incluirá informações mais detalhadas a respeito dos passos para a troca, estipulando tempo e sequência de cada uma destas atividades.

## **4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1 Avaliação geral dos resultados segundo a percepção dos funcionários**

De maneira geral, todos os entrevistados concordaram que as melhorias implantadas muito colaboraram para facilitar o trabalho do *setup* e a operação da máquina, sendo que o benefício mais comentado pelos entrevistados foi a redução da perda de tempo gerado pela busca de ferramentas.

Não houve reclamações a respeito das melhorias. Observações quanto ao mau uso dos dispositivos foram as únicas indicações negativas e não estavam ligadas ao dispositivo visual em si, mas sim ao comportamento de não adesão ao padrão por parte dos funcionários.

Como sugestões para ampliar os ganhos em termos de organização, os entrevistados indicaram a necessidade de conscientizar todos da necessidade de manter os setores organizados e limpos, assim como estabelecer critérios de controle e acompanhamento das melhorias para que o novo hábito não caia no esquecimento e a rotina volte a ser a anterior.

O gerente industrial ressaltou que foi possível perceber a maior agilidade da fábrica devido à organização, disponibilizando mais horas para a produção, além de deixar as ferramentas e dispositivos à vista. Todos podem localizar rapidamente o que estão procurando. Ainda segundo opinião do gerente industrial, os calibradores deveriam ficar guardados em local fechado dentro do setor de controle da qualidade, pois tratam-se de equipamentos caros e que devem ser bem armazenados (atualmente encontram-se disponíveis em um armário aberto no meio da fábrica) pois ocorrem situações em que um equipamento é encaminhado ao setor para calibração, estando danificado. Isso significa que alguém pode ter trabalhado com equipamento desregulado ou estragado. Os

calibradores são muito importantes no momento da troca, pois ao final do *setup*, o funcionário confere algumas das dimensões das peças com estes equipamentos, provendo um resultado mais rápido. Sem os calibradores, a conferência das características dimensionais da peça só poderia ser verificada através de paquímetro e de projetores de perfil, o que consumiria muito tempo.

As médias das estimativas dos funcionários quanto à redução de tempo durante os *setups* são apresentadas na tabela 5 abaixo:

Tabela 05: Média das Estimativas dos funcionários em relação à redução de tempos de *setup*

Melhoria	Tempo economizado por <i>setup</i>
Organização das pinças	15 minutos
Carrinho da TRF	50 minutos
Organização das ferramentas	30 minutos
Organização das pastilhas	20 minutos
Organização dos padrões	15 minutos
Corte das peças	15 minutos
Interligação dos CNC	Até 1 hora

Somando os tempos indicados na tabela 5 acima, excluindo apenas o último por ser um item que nem sempre ocorre em um *setup*, tem-se um total de duas horas e vinte e cinco minutos de economia (02:25). Antes das melhorias, segundo as entrevistas com os funcionários, o tempo de um *setup* variava de duas horas e trinta minutos (02:30) a cinco horas (05:00), dependendo da máquina, do produto e do preparador. Assim, poderia ser estimado um tempo médio de *setup* de três horas e quarenta e cinco minutos (03:45).

#### 4.2 Quantificação dos novos tempos de *setup* e transformação em valores monetários

Além das estimativas indicadas pelos funcionários durante as entrevistas (apresentadas no item 4.1), a quantificação dos novos tempos de *setup* feita por meio de cálculo de tempos médios de *setup* a partir dos dados armazenados no sistema de gestão fabril. Estes dados são informados através de um microcomputador, instalado na fábrica



junto às máquinas, sempre que o funcionário inicia e quando encerra o *setup*, assim como quando inicia e encerra a produção. É importante salientar que, para os funcionários, o *setup* só inicia quando eles começam a preparar a máquina, o que não necessariamente ocorre logo após a conclusão do lote anterior. Esse conceito difere do apresentado na revisão bibliográfica, conforme já discutido no item 2.2.1. São dados confiáveis, embora tenham uma margem de erro correspondente ao esquecimento do funcionário. Frequentemente, sob a alegação de estarem atarefados, os funcionários esquecem de informar ao sistema de informática o horário de início ou de término do *setup*. Esta falta de informação pode ser corrigida posteriormente, entretanto, perde um pouco de sua acuracidade. Entretanto, os dados extraídos do sistema de informática, isoladamente, ainda não permitem uma avaliação ideal, uma vez que não mostram a valorização das horas economizadas e não separam tempos internos dos externos. Com a estrutura que a Dynamics conta atualmente, não é possível monitorar as horas de *setup* externo, mesmo porque o *setup* externo pode ser feito a qualquer momento, desde que seja com a máquina trabalhando ainda no lote anterior ou já no lote posterior. A tabela 6 apresenta o resultado dos tempos de *setup* dos tornos CNC na linha de produtos hidráulicos, incluindo a quantidade de *setups* em 2002, 2003 e em 2004, o tempo total e o tempo médio de cada *setup*, agrupados por máquina, apenas dos produtos da linha hidráulica. A última coluna da tabela mostra o percentual de redução ou aumento do tempo médio de 2002 (ano em que as melhorias iniciaram) para 2004 (ano em que as melhorias deveriam estar em prática). Percebe-se que, das onze máquinas, quatro delas (7, 8, 9, 10 e 11) não puderam ter comparação estabelecida, pois no ano de 2002 não usinaram nenhuma peça da linha hidráulica. Dentre as sete máquinas restantes, três tiveram redução média de trinta por cento (30%) e as outras três máquinas (3, 4, 5 e 6) tiveram aumento médio de 30% nos tempos de *setup*.

Tabela 06: Tempos de *setup* nos tornos CNC de produtos hidráulicos

Tempos de <i>Setup</i> - Tornos CNC - Produtos Hidráulicos										
Máquina	2002			2003			2004 (até outubro)			% Aumento ou redução tempo médio
	Tempo total	Qtdd <i>setups</i>	Tempo médio	Tempo total	Qtdd <i>setups</i>	Tempo médio	Tempo total	Qtdd <i>setups</i>	Tempo médio	
1	20:33	7	03:03	18:54	7	2:42	15:07	9	1:40	-45,25%
2	32:42	9	02:29	13:08	6	2:11	16:15	11	1:28	-40,86%
3	52:25	15	02:43	34:26	14	2:27	68:53	21	3:16	20,10%
4	161:45	34	04:28	106:52	28	3:49	111:50	22	5:05	13,72%
5	36:20	13	02:47	28:00	14	2:00	80:51	30	2:41	-3,48%
6	25:54	6	03:52	97:58	26	3:46	205:56	42	4:54	26,61%
7	-	-	-	0:00	0	0:00	33:42	11	3:03	-
8	-	-	-	25:30	7	3:38	76:29	30	2:32	-
9	-	-	-	0:00	0	0:00	49:04	27	1:49	-
10	-	-	-	0:00	0	0:00	33:35	10	3:21	-
11	-	-	-	0:00	0	0:00	34:00	10	3:24	-

Comparando a informação relativa à redução dos tempos de *setup* oriunda das entrevistas (02:25 a menos, implicando uma redução de 35,55% em relação ao tempo médio de seis pré-melhorias estimado pelos funcionários) com aquelas retiradas do sistema, percebe-se que há conflito entre as mesmas, pois houve reduções desta ordem em apenas três máquinas. As estimativas dos funcionários são otimistas demais, pois de acordo com suas percepções haveria situações em que o *setup* teria sido reduzido para cinco minutos, o que não corresponde à realidade da fábrica.

A percepção otimista dos funcionários reforça a necessidade de propiciar feedback aos mesmos a respeito do resultado das melhorias, visto que os mesmos podem perceber equivocadamente que atingiram a meta esperada quando isso, de fato, não aconteceu. Esse *feedback* não aconteceu ao longo deste trabalho, sendo uma das causas para que os tempos de *setup* não fossem reduzidos em todas as máquinas.

Neumann e Ribeiro (2004) enfatizam a importância da mensuração numérica dos resultados das melhorias na troca de ferramentas, pois a continuidade de novos projetos depende do retorno econômico obtido nos projetos anteriores. No estudo de Neumann e Ribeiro (2004) a opção pelo modo de avaliação econômica foi o retorno financeiro, medido em reais (R\$), obtido através da consideração do tempo de processamento de todas as peças que compõem um conjunto vendido e do preço pelo qual o conjunto é vendido. Dividindo o tempo ganho pela redução de *setup* pelo tempo total para processar estas peças, considerando-se uma lucratividade estimada, chega-se ao ganho estimado, proveniente da melhor utilização do tempo utilizado para preparar a máquina.

No presente trabalho, a mensuração econômica das melhorias foi feita através da multiplicação do percentual de redução ou aumento no tempo médio de *setup* pelo valor hora da máquina, não sendo utilizado nenhum produto ou um índice de lucratividade para refinar esta análise.

Na Dynamics do Brasil, o valor hora da máquina para produção e para *setup* é o mesmo. Assim, considerando o valor hora das máquinas, tem-se o resultado apresentado na tabela 7.

Tabela 07: Valorização monetária da redução dos tempos de *setups* dos produtos hidráulicos

Tempos de <i>Setup</i> - Tornos CNC - Produtos Hidráulicos			
Máquina	% Aumento ou redução tempo médio 2004-2002	R\$/hr Custo/hora máquina	Ganho ou Perda em R\$ por <i>setup</i>
1	-45,25%	37,00	-16,74
2	-40,86%	37,00	-15,12
3	20,10%	41,50	8,34
4	13,72%	80,00	10,98
5	-3,48%	41,50	-1,44
6	26,61%	100,00	26,61

Durante 2003 e, principalmente, em 2004 houve o desenvolvimento de muitos produtos novos da linha hidráulica na Dynamics. Os primeiros lotes desses novos produtos

foram produzidos nos tornos CNC, por tratarem-se de peças sofisticadas, que requeriam tolerância dimensional e acabamento só conseguidos com estas máquinas. Isso poderia ter contribuído para o aumento dos tempos médios do *setup* de várias destas máquinas. Para verificar se esta afirmação é verdadeira, a pesquisadora elaborou a tabela 8 com os dados dos produtos pneumáticos.

Tabela 08: Tempos de *setup* nos tornos CNC de produtos pneumáticos

Tempos de <i>Setup</i> - Tornos CNC - Produtos Pneumáticos										
Máquina	2002			2003			2004			% Aumento ou redução tempo médio
	Tempo total	Qtdd <i>setups</i>	Tempo médio	Tempo total	Qtdd <i>setups</i>	Tempo médio	Tempo total	Qtdd <i>setups</i>	Tempo médio	
1	178:10	59	03:00	36:51	22	01:55	63:46	34	01:50	-4,73%
2	71:26	36	02:18	52:00	30	01:48	80:04	39	01:57	7,69%
3	61:21	25	02:50	38:16	25	01:46	133:30	54	02:41	51,60%
4	12:30	5	03:48	02:56	2	02:33	15:29	4	04:51	90,20%
5	03:43	2	01:51	01:45	1	01:45	08:02	4	02:07	21,14%
6	06:34	3	03:53	09:24	3	03:15	17:49	4	04:49	48,31%
7	-	-	-	02:28	1	02:28	28:36	13	02:30	1,22%
8	-	-	-	-	-	-	33:08	15	02:31	-
9	-	-	-	21:47	10	02:10	23:36	18	01:33	-28,57%
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Das onze máquinas disponíveis, duas (10 e 11) não tiveram *setup* durante o ano de 2003 (foram adquiridas em 2004) e durante 2004 não tiveram *setup* de itens pneumáticos, por isso não puderam ter seus tempos comparados. A máquina 8 não produziu itens pneumáticos em 2003 e 2004. Das oito máquinas restantes, duas tiveram redução no tempo médio de *setup* (1 e 9) e seis (2, 3, 4, 5, 6 e 7) tiveram aumento no tempo de *setup*.

Nota-se que, mesmo na linha dos itens pneumáticos, os quais não tiveram desenvolvimento de novos itens e são mais simples na sua preparação, o resultado não revelou melhoria consistente. O alto valor agregado do produto final associado ao custo elevado do componente isolado dos produtos da linha hidráulica foram as duas

características que apontaram esta linha como prioridade para implantação das melhorias. A maior parte dos componentes desta linha é usinada nos tornos CNC. Por este motivo, foi dada ênfase à linha hidráulica e aos tornos CNC. Entretanto, as melhorias se aplicam a qualquer linha de produto e a qualquer tipo de máquina. Através das tabelas 5 e 8, nota-se que nem todas as máquinas tiveram o mesmo comportamento a partir das mesmas melhorias, assim como as linhas de produtos. As razões desta oscilação tão expressiva no comportamento são de difícil explicação. Uma análise cuidadosa envolvendo cada máquina e cada produto seria fundamental para explicitar estas razões. Está agendada para o final de 2004 uma reunião onde serão definidos quais os produtos ideais para cada tipo de máquina, isto é, objetiva definir em qual máquina uma determinada peça deve ser usinada a fim de obter o melhor resultado com o menor esforço e custo. A partir destas definições, a análise para descobrir os motivos que provocam as oscilações entre os *setups* poderá ser feita.

A análise em relação à redução do tamanho dos lotes ficou dificultada pelo aumento significativo no faturamento e pela diversidade expressiva de itens fabricados. Por estes motivos, optou-se por analisar a média do tamanho dos lotes nos anos de 2002, 2003 e 2004 dos componentes necessários para fabricar dois dos engates mais vendidos, conforme figura 35 abaixo:

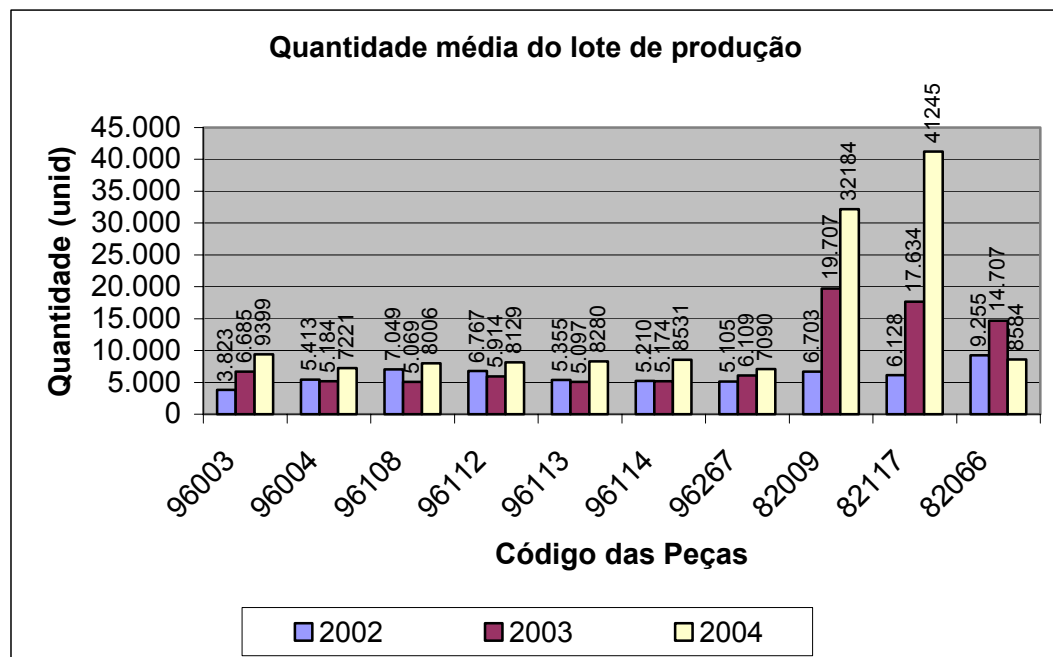


Figura 35: Quantidade média do lote de produção dos componentes para os engates mais vendidos em 2003 e 2004

Nota-se, conforme a figura 35 que, com exceção de uma peça, houve um aumento no tamanho dos lotes de produção. Como houve aumento significativo na quantidade de unidades vendidas, faz-se necessário a observação destes números, conforme tabela 09:

Tabela 09: Média de unidades vendidas dos engates hidráulicos

Produto	2002	2003	2004	% Crescimento 2002 x 2004
A	1.053	4.166	9.364	789,27%
B	2.785	5.743	5.806	108,47%

Os produtos mencionados na tabela 09 figuram na ilustração 6 e 7 do item 3.1.2. Para montar uma unidade do produto de código A, é necessário uma unidade de cada um dos seguintes componentes: 96003, 96004, 96108, 96112, 96113, 96114, 96267, 82009 e 82117. Para montar uma unidade do produto de código B, é necessária uma unidade do componente 82009, 82117 e 82066. Os componentes de código 82009 e 82117 ainda são utilizados em outros conjuntos, por esse motivo nota-se o aumento demasiado na produção destes itens. Como a venda do item A em 2004 já representa mais que o dobro da quantidade vendida em 2003, o tamanho dos lotes também poderia ter aumentado na mesma proporção. Entretanto, conforme figura 35, os lotes não dobraram de tamanho, o que permite a conclusão de que apenas ficaram mais frequentes. O fato que permitiu que o tamanho dos lotes não aumentasse tanto foi a inclusão de mais funcionários no turno noturno, permitindo que mais máquinas trabalhassem durante a noite.

#### 4.3 Problemas encontrados na implantação das melhorias

Os funcionários entrevistados não distinguiam tempo interno ou externo no momento da troca, ou seja, apesar do treinamento, os preparadores continuavam fazendo o *setup* externo como interno. Na realidade, as melhorias efetuadas com a intenção de transformar tempo interno em externo serviram principalmente para reduzir o tempo interno, não atingindo plenamente o seu objetivo.

Para explicar este fato, podem ser listadas algumas causas:

- a) Falta de treinamento e reuniões periódicas: um curso de treinamento mais aprofundado e reuniões periódicas para acompanhamento dos trabalhos poderiam ter ajudado a equipe a perceber a importância da redução do tempo de *setup* e a motivar-se para futuras melhorias, através da exposição dos benefícios já alcançados;
- b) Pouca ênfase na padronização dos procedimentos do *setup*: mesmo com o setor organizado, o trabalho continuava sendo feito através da experiência de cada preparador, pois a padronização não foi um elemento que teve a ênfase necessária. Há dois aspectos a se analisar: os dispositivos visuais funcionaram de forma parcial por causa da falta de treinamento; entretanto, ainda que parcialmente funcionando, poderiam ter mudado os hábitos dos funcionários para transformar *setup* interno em externo, o que não ocorreu. A padronização dos procedimentos de *setup* daria maior aderência aos dispositivos visuais já em vigor, se enfatizada desde o início da implantação.
- c) Negligência do estágio estratégico. Conforme visto no capítulo 2, item 2.2.4, Fagundes e Fogliatto (2003) sugerem a implementação da TRF envolvendo um estágio estratégico, no qual as metas de redução de tempos e a equipe envolvida deveriam ter sido definidas, fazendo com que todos os passos da implantação permanecessem interligados. Os planos de ação desenvolvidos durante a implantação das melhorias (ver item 3.3.1) refletiram o caráter pontual das melhorias, visualizando as melhorias isoladamente, fora do contexto da filosofia de troca rápida de ferramentas. Assim, as melhorias foram realizadas, mas sem a integração com a nova lógica de *setup*. Além disso, não havia um plano global que coordenasse todas as ações com um horizonte longo de planejamento.

O estágio estratégico bem definido, associado a forte treinamento, reuniões periódicas e atenção à padronização poderiam ter evitado que, apesar dos investimentos feitos, os funcionários continuassem a fazer o *setup* externo como interno. Cabe salientar que não houve novas medições para identificar exatamente quais atividades continuavam sendo feitas como internas e quais passaram a ser feitas como externas após a implantação da melhoria. Entretanto, a percepção da pesquisadora indica que, provavelmente, todo o *setup* continua sendo feito como interno.

O grande espaço de tempo transcorrido entre o início das melhorias e a avaliação criteriosa dos resultados também contribuiu para enfraquecer o impacto positivo destes resultados. A situação ideal seria estabelecer ciclos de aprendizagem curtos (por exemplo, não ultrapassando um período de três ou quatro meses), onde uma melhoria seria implementada e seus resultados avaliados, tanto pela equipe que sugeriu a melhoria quanto pelos usuários que usufruem diretamente dos benefícios. Caso alguma melhoria não tenha sido satisfatória ou precise de algum ajuste, com o ciclo mais curto é mais fácil fazer a alteração e medir novamente o resultado. Os usuários não ficam desmotivados e a equipe que trabalha nas melhorias percebe qual caminho deve adotar nas próximas etapas. Neste trabalho houve apenas um grande ciclo de aprendizagem, com aproximadamente um ano e meio de duração, o que reduziu a aderência a algumas melhorias.

O período de *run-up* (definição no item 2.2.5) não foi analisado ou levado em consideração para direcionar as melhorias, não tendo sido conceituado durante o curso de treinamento (item 3.2.2) e nem acompanhado pelos funcionários durante a troca realizada durante o curso. O desenvolvimento de melhorias focadas no período de *run-up* ajudaria a minimizar o *setup* interno.

Houve três melhorias que precisaram de revisão após algum tempo: o quadro das pinças, a organização dos porta ferramentas e a organização dos estoques das pastilhas.

Conforme comentado no item 3.3.3.1, o quadro das pinças foi identificado com códigos do próprio sistema de informática, sendo o mesmo código utilizado para compras. Entretanto, para os funcionários, esta sistemática não funcionou da maneira esperada, pois o código da pinça exibido no quadro não lhes transmitia a mensagem necessária, ficando as pinças ainda desordenadas. O que eles precisavam saber era a bitola da pinça e, preferencialmente, que elas estivessem em ordem crescente, separadas apenas pelo formato (redondo, sextavado ou quadrado).

A dificuldade presente na implantação das sugestões dos funcionários estava, justamente, na questão da manutenção: no caso da compra de uma pinça de tamanho intermediário a duas já existentes, como fazer para inserir nova etiqueta e trocar as pinças de lugar sem muito esforço? A questão pôde ser resolvida a partir de uma idéia vista na Macrosul (empresa distribuidora de borrachas automotivas e elementos de fixação): etiquetas imantadas. Colocando-se a etiqueta imantada, seria fácil abrir espaço no caso de



compra de nova ferramenta, podendo a mudança ser feita pelos próprios funcionários do setor.

No primeiro quadro de pinças onde foi implantada esta segunda metodologia, já houve elogios à mudança por parte dos funcionários, bem como chegou-se à conclusão definitiva de que o outro sistema não era adequado. Além disso, foi nomeado um funcionário em cada setor que possui estes quadros de pinças, para que sempre que uma nova pinça for adquirida, já seja providenciada nova etiqueta e a guarda em local apropriado.

Outra melhoria que necessitou ser repensada foi relativa às prateleiras com caixas padrão para os porta ferramentas dos tornos CNC. As ferramentas foram colocadas nas caixas e estas uma ao lado da outra com uma etiqueta branca indicando o código da ferramenta. Contudo, ainda assim os funcionários passavam tempo excessivo à procura do porta ferramenta desejado. Apenas o código da ferramenta não era o suficiente, conforme a pesquisadora e os próprios preparadores julgavam. A medida corretiva foi separar as caixas por famílias de funções e fazer etiquetas coloridas. Há uma etiqueta indicando a prateleira das ferramentas tipo “sangradeiras” (aquelas que cortam a peça, finalizando processo de usinagem) e todas as etiquetas deste tipo de ferramenta são amarelas. Outra etiqueta indica a prateleira das ferramentas de “tornear externo”, todas com etiquetas azuis. Procedimento similar foi adotado para todos os tipos de ferramentas. Segundo os depoimentos, tornou-se muito mais rápido tanto procurar quanto guardar as ferramentas.

A organização do estoque das pastilhas teve o mesmo problema do estoque dos porta ferramentas e foi resolvido da mesma maneira.

#### **4.4 Avaliação das melhorias segundo o uso de dispositivos visuais**

De acordo com o descrito no capítulo 2 (item 2.1.3), há quatro níveis de dispositivos visuais, classificados segundo o grau de controle exercido. A figura 36 ilustra a classificação das melhorias implantadas segundo o tipo de dispositivo visual adotado.

Melhoria / Classificação	Indicador Visual: Informativo e passivo	Sinal Visual: Chama a atenção e entrega a mensagem	Controle Visual: Impõe limite físico	Garantia Visual: Impede o erro ou falha
Organização das pinças	X			
Organização do carrinho da TRF			X	
Organização do setor de ferramentaria	X		X	
Organização dos porta ferramentas	X		X	
Organização dos estoques das pastilhas		X	X	
Organização dos padrões de medição	X		X	
Centralização dos programas de CNC	N/A	N/A	N/A	N/A
Corte das peças	N/A	N/A	N/A	N/A
Mecanismo de puxar a matéria-prima		X		
Padronização dos procedimentos de troca	X			

Figura 36: Classificação das melhorias implantadas segundo o tipo de dispositivo visual adotado

O quadro de organização das pinças classifica-se como um indicador visual, pois não muda conforme as situações de trabalho, não impõe restrição física e não exerce grande controle sobre o comportamento do funcionário. A falha que pode ocorrer devido à falta de aderência ao dispositivo não é severa, limitando-se à perda de tempo por ocasião da busca daquela ferramenta que está fora de lugar. A intenção no momento da criação desta solução era a de que os funcionários devolvessem as pinças em seus lugares corretos, o que não está ocorrendo. Este fato gera duas conclusões: a) não houve treinamento suficiente a ponto de convencer os funcionários sobre os benefícios de manter o quadro organizado; b) há a necessidade de um dispositivo visual de maior grau de controle.

A criação e organização do carrinho da TRF é classificada como controle visual, pois impõe limite físico através do quadro sombra de ferramentas. Os funcionários não mudaram seu comportamento da forma esperada, ou seja, o padrão não teve aderência suficiente. As entrevistas com os funcionários (item 4.1) revelaram que a causa desta falta

de aderência ao padrão foi a falta de comprometimento com a idéia central, isto é, os funcionários não se renderam à nova sistemática de *setup* que se tentava implantar, por isso o carrinho de TRF funcionava como um complemento à bancada, servindo para manutenções e para armazenamento de itens sem local definido.

A organização do setor da ferramentaria e dos porta-ferramentas enquadram-se em duas categorias de dispositivos visuais: indicadores e controles visuais. As ferramentas foram guardadas em caixas identificadas com etiquetas coloridas, conforme a ferramenta. Como as caixas impõem limite físico, classifica-se como controle visual. Dentro de cada caixa pode haver uma ou mais ferramentas, todas iguais. A fim de identificá-las para que não sejam misturadas, foi gravado com uma caneta elétrica o código da ferramenta em cada uma delas. Esta identificação individual classifica-se como indicador, pois é passivo e apenas informativo.

A organização dos estoques das pastilhas também compreende duas classificações. Como estão separadas em caixas, considera-se controle visual, visto o limite físico. Como este limite físico pode mudar, isto é, as faces da caixa são de um lado amarela e do outro vermelha, para indicar o estoque mínimo, classifica-se também como sinal visual.

A organização dos padrões de medição também combina as classificações de controle visual, visto a existência de um limite físico, neste caso a prateleira, e a classificação de indicador visual, por causa da identificação nas caixas e nas prateleiras haja visto a passividade e o caráter informativo.

A classificação do mecanismo de puxar a matéria-prima é difícil, visto a sutil diferença entre indicador e sinal visual. Este mecanismo, conforme descrito no item 3.3.3.1, está fixado próximo ao almoxarifado de matéria-prima. Recebe os cartões dos operadores dos tornos solicitando matéria-prima. A cor dos cartões muda conforme a prioridade do pedido: laranja para os de maior prioridade e azul para os outros. Devido à esta mudança na cor, poderia enquadrar-se como sinal visual. No entanto, o mecanismo ainda é passivo e informativo, que o caracteriza como indicador visual, opção de classificação da pesquisadora.

A padronização dos procedimentos de troca constitui-se de um rol de ferramentas necessárias para o *setup* da máquina (porta ferramentas, pastilhas, brocas, etc), mas não solicita ao preparador que seja feito algum registro nesta lista, como um check-list. Entretanto, esta lista é apenas auxiliar, sendo classificada como indicador visual. A

intenção é que esta lista esteja fixa dentro de uma pasta e que somente seja alterada quando houver alguma alteração de ferramenta. Esta foi a última melhoria implantada e, por este motivo, não há ainda dados suficientes para embasar esta mudança.

Nota-se que em várias das melhorias houve a desobediência aos padrões, o que sugere que um dispositivo visual de maior força e impacto sobre o comportamento poderia ser necessário. Uma prática comum em diversas empresas é a implantação do programa 5S atrelado a um sistema de recompensas financeiras baseadas no resultado das auditorias realizadas, o que estimula o funcionário a manter o setor constantemente organizado a fim de receber o prêmio no fim de cada período. Esta política de recompensas nunca foi adotado pela Dynamics por não ter havido dedicação de uma pessoa em desenvolvê-la. A Dynamics parte do princípio de que a política de recompensas deve ser justa com todos os funcionários, não prejudicando ou desmotivando as equipes.

Com base nos resultados deste estudo, percebeu-se que a transparência de processos serve como princípio para a Troca Rápida de Ferramentas por permitir a rápida localização dos itens envolvidos no *setup*, assim como a sua devolução ao local de origem, propriedade esta chamada de *item recoil*, segundo Galsworth (1997). Com a possibilidade de localizar facilmente todos os recursos disponíveis para o *setup*, o tempo destinado à troca é reduzido, visto que atividades como buscar, procurar, experimentar e buscar novamente são minimizadas.

Imaginando uma empresa onde a TRF já seja uma prática consolidada, a transparência de processos continua sendo um princípio para a TRF. Sem a transparência, os erros e problemas não são percebidos pelos trabalhadores, em especial pelo preparador de máquina, que não pode prontamente resolvê-los. O acúmulo de problemas ou erros acaba gerando refugo, peças defeituosas, atraso nos prazos de entrega, descontentamento geral e horas extras para suprir as faltas de produtos.

Entretanto, é possível a implantação bem sucedida da TRF sem a transparência de processos. Por exemplo, Black (1998) e Shingo (2000) citam mecanismos para facilitar o *setup*, como matrizes onde apenas o miolo é trocado através de portas laterais e dispositivos que são presos às máquinas através de encaixes ao invés de parafusos. Estes mecanismos não contemplam o princípio da transparência de processos, mas constituem-se fortes aliados na troca rápida de ferramentas.

A criação de um roteiro de atividades macro que indicasse as atividades externas e as internas seria uma maneira de fazer a transparência de processos mais presente no local de trabalho. Este roteiro de atividades macro poderia ser afixado na própria máquina e ser feito de forma genérica, garantindo o atendimento às necessidades de quaisquer produtos que estivessem sendo fabricados.

Conforme já comentado, mesmo após as melhorias, quando um funcionário está fazendo um *setup* ele não distingue entre tempo interno e externo, o que reforça a idéia de que a simples presença dos dispositivos visuais não obriga ninguém a tomá-los como padrão, mudando seus hábitos. Entretanto, mesmo com a criação de um roteiro de atividades macro, o funcionário continuaria podendo executar atividades do *setup* externo como interno, pois o roteiro enquadra-se na classificação de indicador visual, segundo Galsworth (1997), ou seja, aquele que menos exerce controle sobre o receptor da mensagem. Um relógio digital que pudesse ser disparado pela própria máquina, mostrando o tempo transcorrido entre a última peça produzida do lote anterior e a primeira peça boa do lote seguinte, com a indicação visível de “TEMPO INTERNO” poderia proporcionar feedback ao preparador para que ele percebesse o quanto está próximo ou distante do padrão de tempo, que poderia estar estimado no roteiro de atividades macro. Pelo fato da eletrônica estar altamente presente nas máquinas deste estudo, há a possibilidade de deixar este relógio digital interligado à máquina, para que inicie e finalize a contagem sozinho. Este tipo de dispositivo visual seria enquadrado na classificação de sinal visual (chama a atenção e entrega a mensagem).

Esta mesma sistemática poderia ser aplicada a um aviso sonoro, que permanecesse ligado até a máquina estar em pleno funcionamento novamente. Contudo, haveria o problema da poluição sonora, já presente com o ruído das próprias máquinas. Além disso, segundo análise dos próprios funcionários, percebe-se que as máquinas passam tempo considerável paradas, o que agravaria a poluição sonora gerada por um eventual alarme. Atualmente, cada máquina conta com um sinal luminoso que indica por meio de uma luz vermelha, que a mesma está parada. No entanto, se o funcionário estiver de costas ou distante da máquina, ele não receberá esta mensagem. A opinião da pesquisadora sugere a adoção de timer que dispararia o aviso sonoro apenas depois de um tempo determinado transcorrido. Por exemplo, a máquina está há dois minutos com o sinal luminoso no vermelho (indicando que está parada) e ainda não recebeu a atenção de nenhum

funcionário. Só então o sinal sonoro dispararia, chamando a atenção dos funcionários de forma mais drástica.

Antes de fazer as entrevistas com os funcionários para a avaliação dos resultados, foi feita uma entrevista com o responsável pelos tornos CNC, como uma entrevista piloto, a fim de verificar erros de interpretação nas perguntas ou quaisquer outros problemas. A pesquisadora sugeriu a presença de um indicador ao lado da máquina exibindo o desempenho em termos de tempo do último *setup* daquela peça, caracterizando um dispositivo de transparência que comunica ao preparador a última situação ocorrida através de um gráfico. A sugestão não foi bem-vinda sob dois argumentos: a variação no tempo de *setup* de funcionário para funcionário e a presença de muitos ajustes, decorrentes da falta de padrão nas ferramentas e nas matérias-primas. Sob a perspectiva da pesquisadora, estes argumentos denotam a forte resistência à padronização de atividades, decorrente da inexistência, até então, de qualquer iniciativa de trabalho nesta área que tivesse se mostrado eficaz. Além disso, demonstra a insegurança dos funcionários no sentido de que, padronizando uma atividade, qualquer outra pessoa além dele próprio poderia executá-la, ao passo que, enquanto a atividade estiver sob seu domínio, o emprego também estará.

Outro motivo pelo qual o trabalho não surtiu os efeitos esperados foi o fato de que as questões “O que preciso saber?”, “Quais informações preciso compartilhar?”, “Quais são os problemas com origem na falta de informação?”, sugeridas pela literatura (ver item 2.1.3), não foram feitas aos funcionários na implantação das melhorias. Os dispositivos visuais devem responder a estas questões, mas não responderam, visto que alguns problemas continuaram a acontecer. A questão da organização das pinças pode ser citada como exemplo, pois a primeira informação disponibilizada não respondia à primeira questão (o que preciso saber), que era a bitola da pinça.

#### **4.5 Principais barreiras à implantação das melhorias**

A adaptação cultural e o romper dos velhos hábitos são, segundo os entrevistados, a principal barreira à implantação das melhorias. Todos os entrevistados citaram os maus hábitos adquiridos durante anos de trabalho como um fator muito forte a ser vencido, a fim de implantar as melhorias.

Contudo, um representante da diretoria refutou que o fator cultural seja a principal barreira à implantação de melhorias, mas sim a falta de treinamento e conscientização. Segundo ele, não há nenhuma melhoria que não possa ser absorvida pelos usuários quando estes estão devidamente conscientes da necessidade e dos resultados positivos que esta nova prática trará ao seu trabalho e à organização.

A percepção da pesquisadora é consistente com a do diretor: o fator cultural é relevante, mas pode ser atenuado pelo treinamento. O hábito de trabalho construído durante anos de rotina é difícil de ser contornado, mas não pode servir de impedimento ou motivo para a falta de melhorias.

Outra barreira à implantação das melhorias, na percepção da pesquisadora, foi a falta de acompanhamento e coordenação dos trabalhos. As atividades de melhorias, quaisquer que sejam, precisam de coordenação, acompanhamento periódico e motivação à equipe constantemente. Todas essas funções eram de responsabilidade da pesquisadora, a qual ficou sobrecarregada. O acompanhamento dos resultados parciais obtidos ao longo da implantação precisam ser documentados e mostrados a todos, de forma a responsabilizar cada um pelo sucesso e a motivar ainda mais a continuação dos trabalhos. A falta da etapa estratégica (conforme mencionado no item 2.2.4) contribuiu para que o sucesso não tenha sido plenamente alcançado, afinal a equipe não sabia ao certo onde deveria chegar e não tinha um feedback constante.

Assim, a tentativa de implantar a TRF não obteve o sucesso esperado principalmente pelo fato de faltar acompanhamento e motivação à equipe, que não percebia os resultados. Conseqüentemente, as idéias subseqüentes de melhorias eram pouco consideradas, visto o descrédito que a equipe acabou por receber, já que o trabalho iniciado com o curso de treinamento de TRF parecia ter sido abandonado.

O apoio da alta direção foi permanente, pois estava ciente dos objetivos que poderia alcançar e disponibilizou todos os recursos financeiros solicitados. Entretanto, não participou da execução, delegando estas atividades para a pesquisadora e outro representante da administração.

Com base nesses problemas, notou-se a necessidade de aumentar a credibilidade da equipe que coordenava a implantação das melhorias e fazê-la cumprir atividades já acordadas. Algumas atividades da equipe coordenadora não eram realizadas pela falta de

disponibilidade de tempo e outras atividades dos funcionários não eram realizadas por falta de treinamento e negligência na ênfase à padronização (conforme mencionado item 4.1).



## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 Conclusões

Este trabalho apresentou a implantação do princípio da transparência de processos e da técnica da troca rápida de ferramentas na planta da Dynamics do Brasil, em Caxias do Sul.

O objetivo principal do trabalho era avaliar a contribuição do uso de dispositivos visuais no combate às perdas durante o processo de *setup*, dentro do conceito de troca rápida de ferramentas. Identificar as barreiras para a implantação da TRF era o objetivo secundário.

O trabalho conduzido na Dynamics do Brasil adotou a estratégia da pesquisa-ação, visto que a pesquisadora coordenou a implantação de melhorias relativas à transparência de processos durante a troca de ferramentas. Na medida em que as melhorias estavam sendo implantadas e seus resultados eram percebidos, estabeleciam-se novas melhorias a serem trabalhadas. O objetivo final da empresa era a organização da fábrica para reduzir o tempo do *setup*.

A troca rápida de ferramentas é uma técnica já consagrada por diversos estudos nacionais e internacionais. No entanto, ainda precisa ser adaptada para alguns segmentos e realidades diferentes daquelas onde foi originalmente concebida.

Conforme comentado na revisão bibliográfica (item 2.2.5), os estudos e casos de sucesso a respeito da TRF continuam ligados ao setor de prensas e injetoras. Este foi um ponto de dificuldade muito grande encontrado durante a elaboração deste trabalho, visto as poucas experiências ligadas a tornos, as máquinas priorizadas para o estudo empírico desta

dissertação. Além disso, na empresa estudada, havia uma crença de que melhorias se dão através de altos investimentos.

Estas dificuldades iniciais foram contornadas através de reuniões entre gerência e funcionários, nas quais se explicou a situação econômica da empresa, isto é, a necessidade de mudar e adaptar-se ao mercado exigente onde estava inserida. O objetivo não era fazer os funcionários trabalharem mais, mas melhor.

Assim, na medida em que as melhorias foram sendo implantadas, os funcionários convenceram-se da importância e necessidade da transparência na TRF, descobrindo que os tempos de *setup* podiam ser reduzidos. Na realidade, as estimativas dos funcionários em relação à redução de tempos foram muito mais otimistas do que a situação real medida, visto que em várias máquinas os tempos de *setup* ficaram maiores após as melhorias.

Uma análise mais aprofundada de cada máquina se faz necessária para estabelecer as razões desse aumento de tempo de *setup*. É possível que diversos fatores tenham contribuído para esse fato, tais como: diferenças de qualificação entre os funcionários (os operadores de cada máquina não são sempre os mesmos), fabricação de protótipos, rotatividade de funcionários, teste de novas ferramentas e inclusive o óleo de refrigeração, o qual contribui para a manutenção da ferramenta e para a conservação da peça depois da usinagem.

Além disso, os dados de tempos de *setup* retirados do sistema de informática também deixam margem para questionamentos quanto à sua confiabilidade, devido ao fato de terem sido informados pelos funcionários, nem sempre com critérios corretos.

A situação para avaliação ideal, na percepção da pesquisadora, é a filmagem constante do dia de trabalho, sem chamar a atenção do funcionário, tal qual uma câmera de segurança, e posterior avaliação do comportamento e do atendimento dos padrões.

Há ainda um fator cultural alimentado durante anos, que se traduz em pensamentos como “a posição onde estou é a melhor e é muito difícil sair daqui”, ou “o modo como trabalho é o melhor e o mais correto” ou ainda “o que eu tinha para aprender, já aprendi”. Este tipo de cultura estava muito enraizada na Dynamics e causou muitos impactos negativos durante o processo de implantação das melhorias. As barreiras relativas à cultura começaram a aparecer já na fase de apresentação das intenções de mudanças, seguiam através do desenvolvimento de idéias e planos de acompanhamento. Finalmente, quando as

metas eram atingidas e o trabalho alcançava seu resultado, a equipe rendia-se. No entanto, o próximo passo a ser dado era novamente bombardeado pelas barreiras culturais.

Máquina parada foi, há muitos anos atrás, sinônimo de perda de produção. Uma fábrica bem administrada era aquela na qual as máquinas trabalhavam sempre. Atualmente, máquinas paradas não são necessariamente um problema, visto que as novas teorias de produção enfatizam a idéia de produzir somente o necessário, na quantidade e tempo corretos. Produzir a mais é tão ruim quanto produzir a menos. Entretanto, a política de produção na empresa é a de produzir para estoque, de forma que não exista escassez.

Esta política de produção adotada pela empresa é fruto da política comercial de entregar os pedidos aos clientes em, no máximo, 24 horas. Este prazo de entrega é válido para qualquer tamanho de pedido, tanto em quantidade quanto em valores, e a negociação com os clientes é sempre difícil. Sabendo desta condição da Dynamics, os clientes fazem seus pedidos apenas quando necessitam do item, preferindo não fazer estoques. Assim, os clientes da empresa têm seu sistema just-in-time, mas os fornecedores não conseguem adaptar-se a esta condição. Além disto, este tempo não permite à fábrica aguardar os pedidos para, só então, iniciar a produção. Outro fator que incentivou a política de produzir para estoque é a demanda muito instável, fator este que sempre dificultou a consolidação de uma previsão de vendas. A pesquisadora não considera esta política ideal, visto que a empresa não é fornecedora de consumidores finais. Inicialmente, poderia haver uma previsão de consumo dos clientes da faixa A da curva ABC, estendendo-se aos outros posteriormente. Esta prática amenizaria diversos problemas existentes no PCP e compras. Apesar de alguns poucos clientes fornecerem uma previsão de compras, não ficam comprometidos com esta previsão, sendo que no caso da previsão não tornar-se um pedido firme ou de um eventual cancelamento, a Dynamics acaba absorvendo estas perdas. Um contrato no qual o cliente tivesse maior comprometimento com a previsão fornecida poderia ser uma medida que reduziria estas perdas.

A Troca Rápida de Ferramentas é uma técnica importante e desejada pela Dynamics, por proporcionar maior flexibilidade à produção e reduzir o tamanho dos estoques, principalmente o estoque em processamento e o de produtos prontos. No entanto, a alta direção tem um estilo de administração convencional, ou seja, de produção em massa e de grandes lotes para amenizar o custo do *setup*. Este ponto de vista tem fundamento visto o mercado competitivo e ao fato de que seus principais clientes não fornecem

previsão de compras confiável, assim como a empresa não procura desenvolver seu próprio sistema de previsão de vendas. Como já comentado, o objetivo estipulado pela alta direção é de sempre ter produtos à disposição destes clientes, a fim de mantê-los como clientes, o que provoca o excesso de estoque.

Em reuniões com a alta direção, este assunto com frequência vem à tona, pois o custo de manutenção destes estoques têm se tornado pesado demais para a empresa. Por esta razão, o término da implantação da TRF e a criação de uma sistemática de trabalho mais eficaz estão sempre em discussão. A empresa realmente deseja a TRF implantada, sendo esta uma ferramenta necessária para atingir os objetivos de reduzir os estoques e ter maior flexibilidade de trabalho.

A extensão da TRF a outras máquinas, a criação de roteiros com exibição de tempos internos e externos, a constante busca pela redução do tempo interno e o envolvimento dos setores de engenharia de produto e desenvolvimento de produto na técnica podem trazer sensível contribuição à empresa.

De acordo com o verificado neste trabalho, a contribuição da transparência de processos na TRF depende principalmente da eficácia da padronização de procedimentos de *setup* e do treinamento para que os trabalhadores separem tempo interno de externo. Caso contrário, os benefícios da transparência ficam limitados à redução dos tempos internos.

Assim, embora o princípio da transparência de processos possa ser bastante benéfico, ao longo deste trabalho percebeu-se que sua implantação foi comprometida por dois fatores principais:

- a) a atitude das pessoas: os processos de melhoria só alcançam o sucesso se as pessoas estiverem engajadas nas mudanças necessárias. No processo de melhoria que ocorreu na Dynamics faltou um pouco de colaboração das equipes, talvez fruto da desinformação sobre os resultados esperados das melhorias que seriam implantadas;
- b) a falta de criatividade: não havia sugestões por parte dos funcionários e não foi realizado benchmarking no mesmo setor de atividade da Dynamics.

Embora a criatividade seja uma característica inerente ao ser humano, a mesma deve ser estimulada para gerar resultados. É possível que os funcionários não tenham se

sentido comprometidos o suficiente com o projeto a ponto de não envolverem sua capacidade criativa no trabalho.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

A partir da experiência da autora na implantação deste projeto, são sugeridas algumas alternativas para trabalhos futuros nesta área, em empresas de quaisquer naturezas:

- Estender o princípio da transparência de processos para os setores administrativos e de apoio, como controle de qualidade, laboratórios, supervisão industrial e manutenção, organizando o setor e sinalizando os processos;
- Estender a TRF para outros setores, não necessariamente apenas para aqueles com máquinas;
- Desenvolver dispositivos visuais e de TRF específicos para tornos, embora tornos CNC já sejam máquinas flexíveis. É provável que dificuldades técnicas na criação destes dispositivos sejam encontradas, levando a orientação dos trabalhos para a organização das ferramentas e do setor como um todo, o que coincide com a ênfase dada neste trabalho;
- Repensar a organização de todo o sistema de manufatura, codificando ferramentas, gerando planos de processo e definindo famílias de peças que utilizem o mesmo tipo de matéria-prima e ferramentas;
- Fazer estudo do tempo de vida útil das ferramentas, com o objetivo de otimizar as trocas de pastilhas durante o processo.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, J. Programa 8S – *Da Alta Administração à Linha de Produção: O que fazer para aumentar o lucro? – A Base da Filosofia Seis Sigma.* – Rio de Janeiro: Interciência, 2001.
- ANTUNES, J. A. V. Jr., RODRÍGUEZ, L. E. A Teoria das Restrições como Balizadora das Ações Visando a Troca Rápida de Ferramentas. *Revisão Produção*, vol 3, nº 2, pag 73-85, novembro 1993.
- BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. *Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo.* São Paulo: Atlas, 2001
- BLACK, J. T. *O Projeto da Fábrica com Futuro.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- CAMPOS, V. F.. *Qualidade Total: padronização nas empresas.* Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 3ª ed, 1992.
- CHAKRAVORTY, S. S.; SESSUM, J. L. Developing effective strategies to prioritize set-up reduction in a multi-machine production system. *International Journal of Operations & Production Management*, vol 15, no 10, pg 103-111, 1995.
- CIOSAKI, L. M. *Gerenciamento Visual da Produção e Trabalho em Grupos: Ferramentas do Sistema Just in Time aplicados simultaneamente em uma indústria de calçados.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- CONTADOR, J. C. *Gestão de Operações – A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa.* São Paulo: Fundação Vanzolini, Editora Edgard Blücher, 2ª edição, 1998.
- CONTROLE VISUAL – GESTÃO À VISTA. Supervisão técnica de Takashi Osada e Katsuyoshi Nakaniski. Distribuído por IMAM, 199-. 1 videocassete.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. *Fundamentos da Administração da Produção.* 3ª ed. Bookman: Porto Alegre, 2001.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. *Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso*. Gest. Prod. [on line]. Ago. 2003, vol. 10, nº 2 [citado 06 Abril 2004], p. 163-181. Disponível na World Wide Web: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2003000200004&Ing=pt&nrm=isso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2003000200004&Ing=pt&nrm=isso)>. ISSN 0104-530X

FORMOSO, C. T., SANTOS, A. dos, POWELL, J. A. An Exploratory Study on the Applicability of Process Transparency in Construction Sites. *Journal of Construction Research*, vol 2, nº 1, pg 35-54, 2002.

GAITHER, N., FRAZIER, G. *Administração da Produção e Operações*, São Paulo: Thomson, 2002.

GALSWORTH, G. D. *Visual Systems – Harnessing the power of the visual workplace*. Amacom – American Management Association, 1997.

GREIF, M. *The Visual Factory – Building Participation Through shared Information*. Productivity Press, Portland, Oregon, 1991.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. *Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática*. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. Salvador, BA. 2000. v. 1 p. 572-579 il.. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000.

HUNTER, S. L. The 10 steps to lean production. FDM; pgs 22-25, nov 2003.

GERENCIAMENTO VISUAL DA FÁBRICA. Supervisão de Hiroyuki Hirano. Centro de Pesquisa em Administração JIT. Planejamento e Produção Empresa Jornalística Nikkan Kogyo. São Paulo: IMAM, 199-, 1ª edição. 1 videocassete.

IMAI, M. *Gemba-Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica* – São Paulo: IMAM, 1996.

IMAI, M. *Kaizen – A estratégia para o Sucesso Competitivo*. São Paulo: IMAM, 1994.

NAKATA, K. *Acerto 100% Desperdício Zero – Um Novo Conceito dos 5S* – São Paulo: Editora Infinito, 2000.

NEUMANN, C. S. R.; RIBEIRO, J. L. D. Desenvolvimento de fornecedores: um estudo de caso utilizando a troca rápida de ferramentas. *Revista Produção*, v 14, nº 1, pag 44-53, 2004.

OHNO, T. *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre, editora Bookman, 1997.

OSADA, T. *Housekeeping: 5S: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke* – São Paulo: Instituto IMAM, 1992.

SANTOS, A. dos, MOSER, L. *Applying Visual Management on Mobile Cell Manufacturing: a case study on drywall technology*. Disponível em: [www.design.ufpr.br/Pesquisa/Publicacoes/Artigos/IGCL2003visualcontrol.pdf](http://www.design.ufpr.br/Pesquisa/Publicacoes/Artigos/IGCL2003visualcontrol.pdf).

SANTOS, A. dos. *Gerenciamento Sensorial de Canteiros de Obra: Teoria e Prática* – 1ª ed, Curitiba, 2003. NO PRELO.

SANTOS, A. dos; POWELL, J. A., EATON, D., SARSHAR, M. *Uso de Controles Visuais na Construção: um estudo internacional*. *Revista Qualidade na Construção*, nº 24, ano III, pag 22-29, 2000.

SHIMBUN, N. K. *The Factory Management Notebook Series – Case Studies in Improvement*, 1991.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da engenharia de produção*. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SHINGO, S. *Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, NI. *Administração da Produção*. Tradução Maria Teresa Corrêa de Olivera, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. *Harvard Business Review*, pg 97-106, September-October 1999.

STOCKER, G. *Use symbols instead of words*. *Quality Progress*, Milwaukee, pg 68-72, Nov 2002.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 1998.

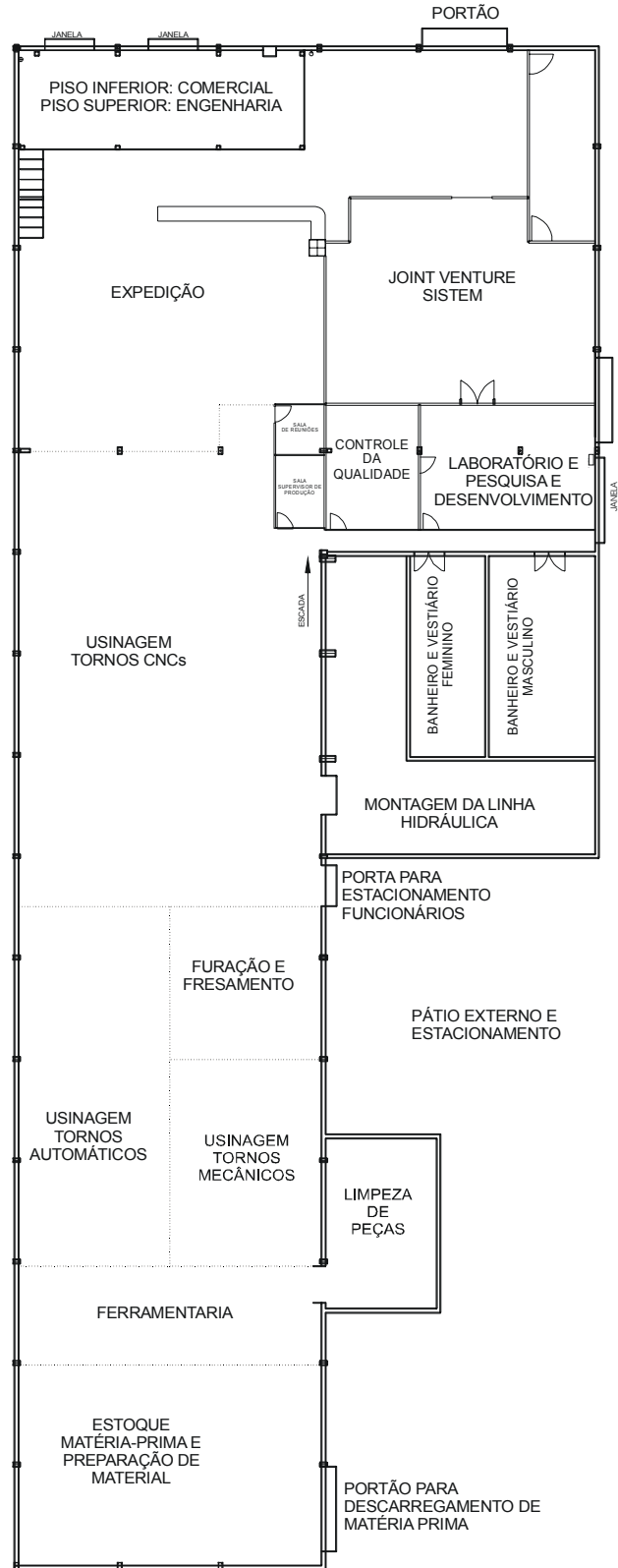
THIOLLENT, M. *Pesquisa-ação nas Organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, D. F. *Manual de planejamento e controle da produção*. São Paulo: Atlas, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas – Elimine o Desperdício e crie Riqueza* – Rio de Janeiro: Campus, 1998.

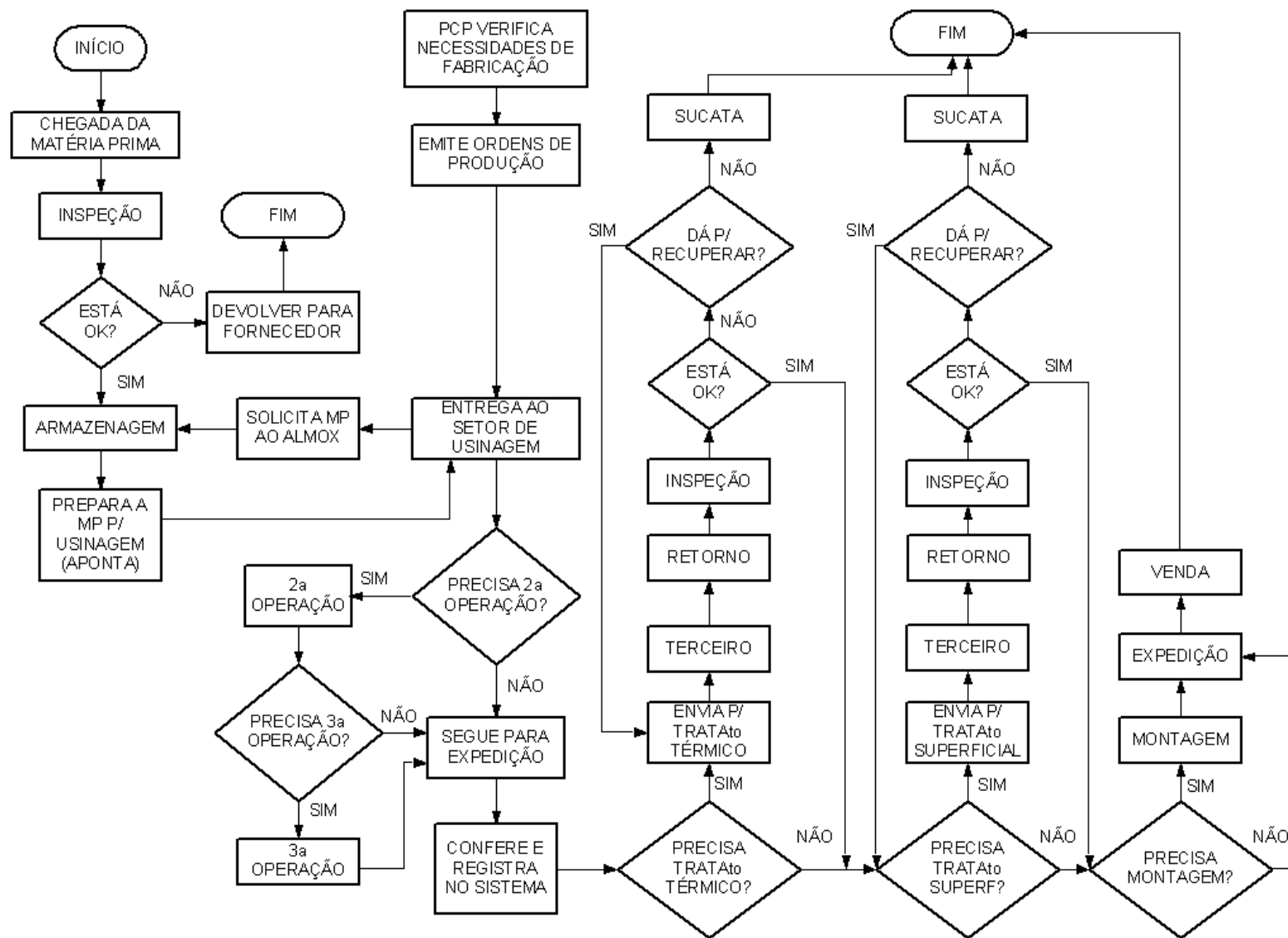


## **APÊNDICE A - Planta baixa da Dynamics**



..... Divisória imaginária  
 ——— Paredes  
 ■ Colunas

**APÊNDICE B - Fluxograma da seqüência de processos de produção**



**APÊNDICE C - Questionário aplicado aos funcionários após o treinamento sobre  
TRF**

## Avaliação do Treinamento de TRF

1. *Você já tinha conhecimento sobre os assuntos tratados neste curso?*

- Sim*
- Em parte*
- Não*

*Justificativas:*

---

---

2. *Os objetivos propostos pelo curso foram alcançados?*

- Sim*
- Em parte*
- Não*

*Justificativas:*

---

---

3. *As atividades práticas realizadas no curso foram:*

- Adequadas*
- Insuficientes*
- Excessivas*

*Justificativas:*

---

---

4. *A carga horária total do curso foi:*

- Adequada*
- Insuficiente*
- Excessiva*

*Justificativas:*

---

---

5. *Como você avalia o seu aproveitamento neste curso?*

- Ótimo*
- Bom*
- Regular*
- Fraco*

*Justificativas:*

---



---

6. Na sua opinião, as informações recebidas neste curso terão na sua atividade profissional a seguinte aplicabilidade:

- ( ) Alta  
 ( ) Média  
 ( ) Baixa

*Justificativas:*

---



---

7. Avalie a atuação dos instrutores, segundo a classificação (marque com um X):

	<i>Excelente</i>	<i>Bom</i>	<i>Regular</i>	<i>Péssimo</i>
<i>Domínio do assunto ministrado</i>				
<i>Objetividade</i>				
<i>Comunicação e clareza</i>				
<i>Incentivo à participação do aluno</i>				

8. Na sua opinião, o curso como um todo obteve qual nota (marque com um X):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

9. Quais as sugestões ou críticas complementares que você apresenta para o aprimoramento deste programa?

---



---

## **APÊNDICE D - Plano de ação para a implantação das melhorias**

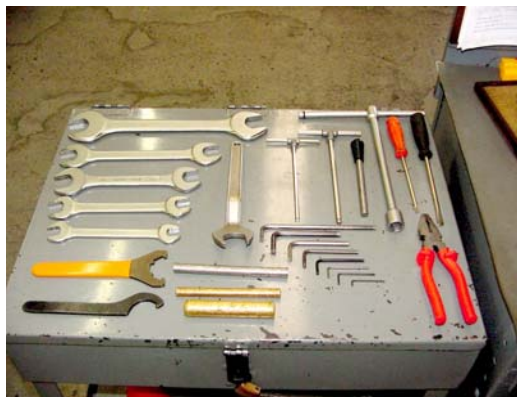


Nº	AÇÕES	RESPONSÁVEL (IS)	PRAZO	SITUAÇÃO				COMENTÁRIO / OBSERVAÇÕES
				NÃO INICIADO	EM ANDAMENTO	ATRASADO	CONCLUÍDO	
01	Definir quantas e quais são as ferramentas necessárias para a troca	Fabício, Gabriel e equipe	23/01/03					
02	Definir quais são as ferrmanetas que estarão disponíveis no carrinho de TRF	Fabício, Gabriel e equipe	25/01/03					Já foi separado. Em teste para verificar se falta algum item.
03	Arrumar estas ferramentas em carrinho (já disponível) para teste.	Fabício, Gabriel e equipe	28/01/03					Já está arrumado. Testando distribuição das ferramentas.
04	Definir como padrão.	Equipe	28/01/03					
05	Pintar painel.	Equipe	06/02/03					
06	Contatar com Sr. Ari para reformar carrinho atual e fazer outro novo.	Gabriela	10/02/03					

Acompanhamento:  
Como era:



Como está:



Como ficou após concluído processo de melhoria:

## **APÊNDICE E - Roteiro de *setup***

Roteiro de produção 96267 para torno 06									
Cabeçote Principal					Contra Cabeçote				
Ø Pinça: 1.1/2" (38,10mm)					Ø Pinça: 1.1/2" (38,10mm)				
Tempo: 1 min e 17 seg					Nº do expulsor:				
Material: Aço DIN 1651 9 S Mn 28 red 38,10mm h11									
Nº programa torre 1: 170					Alimentador de barras				
Nº programa torre 2: 170					Ø Pinça:				
Ferramentas									
TORRE 1					TORRE 2				
	Bucha	Nº Suporte	Nº Pastilha	Obs		Bucha	Nº Suporte	Nº Pastilha	Obs
Fer 1	-	-	-	Batente	Fer 1	Ø 16	R 166 OKF 16 1220 11B	R 166 OL 11VM01 001 1020	Rosca interna
Fer 2	-	MTJNR 2020 K16 M1	TNMG 160408 KC9110	Desbaste externo	Fer 2	-	-	-	-
Fer 3	-	MTJNR 2020 K16 M1	TNMG 160404 PM 4015	Acabamento externo	Fer 3	-	-	-	-
Fer 4	-	R166 5FA-2020-16	R1660G 16MM01 150 1020	Rosca externa	Fer 4	-	RF 123 F 10 2020 B	N 123 E2 0200 0002 GM 4125	Canal Ø 36
Fer 5	Ø 12	Broca metal duro Ø 12	-	Furo Ø 12	Fer 5	Ø 16	GEHIL 16 16 3	GEPI 3.00-0.20 IC908	Canal interno Ø 26,60
Fer 6	-	Escareador	-	Escareador	Fer 6	-	-	-	-
Fer 7	-	-	-	-	Fer 7	-	-	-	-
Fer 8	-	RF 123 T06 2020 B	Pastilha nova de 3 pontas	Canal Ø 26	Fer 8	-	-	-	-
Fer 9	-	RF 123 H25 2020 B	R 123 G2 0300 0502CM 4125	Sangradeira	Fer 9	-	Broca T-max Ø 21	LCMX 040308 53 1020	-
Fer 10	-	-	-	-	Fer 10	Ø 16	S16R SDUCR07	DCMT 070204 UF 4015	Tornear interno
Fer 11	-	Broca de centro Ø 4	-	Furo Ø 1,6	Fer 11	-	-	-	-
Fer 12	-	Fresa Ø 12 ou Ø 16	-	-	Fer 12	-	-	-	-