

Proposta de uma Sistemática de Implantação de Troca Rápida de Ferramentas para Indústrias de Forma no Brasil

M.Sc. Gustavo Kannenberg

M.Sc. José Antônio Valle Antunes Jr.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Núcleo de Apoio Tecnológico à Indústria - NUCTEC

Praça Argentina, 09 sala 406 - CEP 90040-020 - Porto Alegre - RS

Palavras chave: troca rápida de ferramenta, produção industrial, flexibilidade

Key-words: rapid exchange tooling, industrial production, flexibility

RESUMO

Existem, atualmente, diversas metodologias de implantação da Troca Rápida de Ferramentas. Entretanto, a sua maioria dedica-se aos aspectos técnicos do processo de otimização da troca de ferramentas. Existe pouca preocupação em desenvolver um ambiente propício à implantação, praticamente negligenciando aspectos gerenciais e administrativos que permitem um planejamento, a curto, médio e longo prazos, de uma implantação global (em toda empresa) da Troca Rápida de Ferramentas. Apresenta-se neste trabalho uma sistemática de implantação de Troca Rápida de Ferramentas que visa suprir estas deficiências.

A partir de uma combinação conveniente de elementos coincidentes e complementares de diversas metodologias de implantação encontradas na literatura, propõe-se uma sistemática que desenvolva um ambiente favorável à implantação e que permita um planejamento lógico e sistemático do processo de implantação global da Troca Rápida de Ferramentas.

ABSTRACT

There are some well known methodologies for Rapid Exchange of Tools. However, most of them emphasize technical aspects of optimizing the exchange of tools. Not much attention has been paid to the development of an appropriate environment to the implementation of these methodologies, concerning managerial aspects for short, medium and long term planning. This paper presents a methodology that pretends to deal with these constraint.

Based on a mix of coincident and complementary elements from different methodologies, a systematic approach for developing a favorable environments to the implementation of Rapid Exchange of Tools is proposed. This approach allows a systematic and logical planning for the global implementation process of Rapid Exchange of Tools.

Introdução

Uma análise das diferentes metodologias encontradas na literatura demonstra que há pouca preocupação com a criação de um ambiente favorável à implantação de um programa geral de Troca Rápida de Ferramentas para toda a empresa. Estas metodologias se preocupam muito com as etapas técnicas, a respeito dos passos a seguir para que se possa analisar e solucionar o problema, o que caracteriza uma visão limitada, de curto prazo, com a lógica de resolver o problema de uma máquina em específico. Poucos autores se preocupam com uma etapa de treinamento e conscientização (HAY, 1992) e com uma análise do processo produtivo como um todo (HALL, 1983).

A partir da análise das metodologias e técnicas encontradas na literatura e de uma visão crítica do processo de Troca de Ferramentas como um todo, pode-se formular uma sistemática de implantação bastante completa, suprimindo-se a necessidade do estabelecimento de diretrizes e de políticas para definir formas de agir relativamente a diversos tópicos gerenciais, como a aquisição/substituição de equipamentos e o projeto de produtos.

Uma metodologia que aborde níveis estratégicos, táticos e operacionais e que tenha planejamento para curto, médio e longo prazos parece adequada. O nível estratégico teria por finalidade adequar e preparar o ambiente para a implantação da Troca Rápida de Ferramentas, enquanto que o nível tático se preocuparia em formar

políticas gerenciais de médio e longo prazos. E é principalmente com relação a estas políticas gerenciais que forma-se uma nova sistemática de implantação de Troca Rápida de Ferramentas. O nível operacional teria por objetivo apresentar uma seqüência de passos que direcionem o processo de análise e solução do problema de Troca Rápida de Ferramentas.

Proposta de Sistemática de Implantação

Desta maneira, pode-se propor uma sistemática de implantação de Troca Rápida de Ferramentas, que leve em consideração o médio e longo prazos, e que se preocupe em criar um ambiente favorável ao processo de implantação. Esta sistemática consiste, basicamente, dos seguintes passos:

1. Convencimento, conscientização e comprometimento da alta administração;
2. Estabelecimento de uma equipe estratégica;
3. Análise do futuro da planta produtiva;
4. Estabelecimento de políticas de médio e longo prazos, tais como:
5. Definição do equipamento/processo a ser estudado;
6. Escolha e treinamento das equipes de trabalho;
7. Separar preparação interna de externa;
8. Simplificação dos passos internos e externos;
9. Transferência de passos internos para externos.

A seguir apresenta-se um detalhamento dos passos citados anteriormente.

O Nível Estratégico

Este nível visa preparar o ambiente para que um plano de Troca Rápida de Ferramentas tenha sucesso de implantação, buscando criar uma lógica de análise do sistema produtivo que tenha validade a longo prazo.

Passo 1. Convencimento, conscientização e comprometimento da alta administração

O apoio da alta administração a um projeto de Troca Rápida de Ferramentas é fundamental, pois, a partir daí, ele terá sua importância reconhecida por toda a empresa. Este apoio pode ser fortalecido por uma boa divulgação do projeto e de seus objetivos em todos os níveis da empresa. Para tal, é importante que haja uma apresentação formal do projeto para todos da empresa (produção, vendas, marketing, finanças etc.), principalmente porque a Troca Rápida de Ferramentas tem reflexos em todos os níveis.

A alta administração tem papel essencial no que diz respeito à liberação de mão-de-obra e de recursos. Ela deve participar do planejamento global das mudanças e do acompanhamento e controle das atividades.

Pode-se discutir a fundamentação de um projeto de Troca Rápida de Ferramentas com a alta administração, baseando-se em aspectos tais como:

a) a lógica macroeconômica da competição capitalista: uma maior concorrência e mudanças nas exigências do mercado, fazem necessária a produção de itens mais diversificados e com menores volumes. Tradicionalmente tem-se acreditado que a cada vez que a variedade dobra, os custos aumentam em torno de 30%, e que a cada vez em que o volume dobra, estes se reduzem em torno de 20% (STALK, 1988). Então, como produzir maior variedade e menor volume sem que os custos aumentem em demasia? Esta resposta os japoneses descobriram, e sua chave é a redução do tempo de atravessamento, ou melhor, do tempo necessário desde o pagamento da compra da matéria-prima até o faturamento do produto acabado, o que inclui tempos de entrega e transporte, de tramitação dos pedidos (burocracia), tempos de estocagem etc.

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

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

A Troca Rápida de Ferramentas permite atender aos pedidos de cada semana (ou até de cada dia) tomando o faturamento mais homogêneo durante o mês. Além disto, com a Troca Rápida de Ferramentas e a sincronização da produção, o *lead-time* diminui, reduzindo-se os custos financeiros sobre os estoques, pois haverá um giro muito maior de materiais, já que em pouco tempo estes entram como matéria-prima e saem como produtos acabados. Isto também reduz o juro sobre o faturamento, pois o objetivo é transformar a matéria-prima em produto e faturá-lo num mesmo dia.

d) o que se pretende: neste processo procura-se reduzir drasticamente o tempo de preparação de máquinas, através da simplificação do ato físico da preparação, realizando-se melhorias organizacionais e

utilizando-se técnicas de baixo custo relativo. No princípio, as técnicas utilizadas são quase todas de cunho organizacional, exigindo baixos investimentos. À medida em que o processo de implantação avança, as técnicas exigem maiores investimentos, devido à necessidade de alterações físicas em equipamentos e ferramentas. Contudo, os ganhos proporcionados pela Troca Rápida de Ferramentas tendem a cobrir facilmente estes investimentos.

Numa ótica de curto prazo, procura-se liberar capacidade em máquinas gargalo para aumento de produção. A longo prazo, procura-se fazer com que todas as máquinas da fábrica tenham condições de realizar uma troca rápida, proporcionando-se, além da redução de custos pela redução de estoques intermediários, uma maior flexibilidade na produção;

e) quem realizará o trabalho: a lógica de trabalhos em grupo é a base para que se tenha resultados eficientes e de consenso geral. Para a implantação de um programa de Troca Rápida de Ferramentas parte-se de três níveis de trabalho, aos quais correspondem equipes específicas. Tem-se, então:

Equipe estratégica: é responsável pelo planejamento de toda a estrutura e formação das políticas de funcionamento (passo 4) do programa de Troca Rápida de Ferramentas para toda a fábrica.

Equipe de trabalho: é a responsável pela análise, proposição e implementação de melhorias possíveis seguindo as regras definidas pela equipe estratégica e

baseando-se nas etapas posteriores à sexta etapa desta sistemática aqui proposta. Uma equipe destas é formulada para atacar um problema específico e depois é desmontada (*task-force*).

Ferramentaria e manutenção: são os responsáveis por realizar as alterações físicas necessárias, de acordo com as propostas apresentadas pela equipe de trabalho, da qual fazem parte.

Passo 2. Estabelecimento de uma equipe estratégica

Esta equipe constitui-se num grupo responsável pelo planejamento global do projeto de Troca Rápida de Ferramentas. É ela que vai realizar as etapas iniciais desta sistemática (etapas 3, 4, 5 e 6), buscando dar a este projeto condições para um trabalho continuado, seguro e de longo prazo. Ela tem a função de dar suporte ao processo de implantação, destinar recursos e abrir caminho para que ocorram as modificações necessárias.

É composta de um comitê de pessoas de diferentes qualificações, com autoridade própria para a realização de mudanças. Devem participar pessoas da alta administração, inclusive o símbolo máximo de poder da empresa (diretor), para realmente gerar o interesse que este trabalho de planejamento merece.

Consultores ou assessores externos seriam indicados para providenciar o treinamento adequado, e devem coordenar os trabalhos, procurando manter a equipe

no rumo certo.

Então, dentro de uma organização típica de uma empresa, tem-se a equipe estratégica formada pelo diretor, pelo gerente financeiro, pelo gerente industrial, pelos diversos sub-gerentes (engenharia, produção, manutenção, compras, controle de qualidade etc.) e pelos consultores e assessores externos. É importante ressaltar que esta hierarquia não deve prevalecer dentro da equipe, pois o objetivo é o trabalho em conjunto, com plena cooperação.

Um dos componentes da equipe estratégica deveria participar como um líder nas equipes de trabalho. Este deve ser um facilitador no caso de problemas políticos, burocráticos ou financeiros, que saiba organizar detalhes logísticos e trabalhar com grupos e indivíduos. É ele quem vai comandar os trabalhos dentro das políticas de funcionamento estabelecidas no passo 4 desta sistemática. Este líder deveria participar do maior número de equipes possível. Ele seria o maior encarregado no processo, um representante do projeto de implantação da Troca Rápida de Ferramentas em toda empresa.

Esta equipe estratégica deve saber como é o processo de implantação da Troca Rápida de Ferramentas, inclusive as técnicas utilizadas para tal, a fim de que possam avaliar e planejar com clareza e segurança a implantação em sua empresa. Para isto faz-se necessário um treinamento específico, como é indicado no passo 4 (estabelecimento de políticas de médio e longo prazos).

Passo 3. Análise do futuro da planta produtiva

Uma análise do futuro da planta produtiva é necessária para que esforços de redução de tempos de troca de ferramentas não sejam desperdiçados por serem mal planejados e direcionados. Para isto, torna-se importante a definição de algumas políticas de atuação, sendo inevitável a ligação deste passo 3 com o passo 4 da sistemática geral, onde se propõe a necessidade de discussão de diversas políticas de planejamento e de atuação.

A verificação e a garantia de que planos de modificações em processos e produtos não prejudiquem ou gerem o desperdício de esforços na Troca Rápida de Ferramentas é tarefa da gerência, e deve fazer parte do seu trabalho rotineiro. Prever estes planos não é tarefa fácil, mas é de boa ajuda a revisão de que peças e produtos estão destinados a que processos, ou seja, procurar definir a possibilidade de criar fábricas focalizadas ou células de produção.

A realização de uma análise destas também demonstra que a gerência e a administração estão envolvidas e interessadas no processo, o que complementa a primeira etapa de comprometimento da alta gerência

Alguns pontos que devem ser levados em consideração nesta análise são:

- alterações em processos: geralmente compreendem a compra ou venda de equipamentos, ou modificações técnicas destes. Estas alterações devem ser previstas

e planejadas, integrando-se ao projeto de Troca Rápida de Ferramentas, pois não se pode perder esforços na alteração de um equipamento ou processo que vai ser eliminado. Sugere-se levar em consideração as características apresentadas na política de aquisição e substituição de equipamentos do passo 4;

- alterações em pessoal: este é um fator primordial no projeto, pois são as pessoas que vão realizar os trabalhos. Não se pode perder esforços (treinamento, motivação, envolvimento) com pessoas que podem vir a ser desligadas da empresa, que não queiram ou não tenham condições de participar do processo, ou que não estejam convencidas de sua importância, principalmente pelo efeito negativo que recai sobre os outros interessados. Torna-se importante o índice de rotatividade de pessoal da empresa;

- alterações em produtos: a criação de novos produtos ou a alteração de produtos já existentes podem afetar diretamente a Troca Rápida de Ferramentas e, por isso, também devem integrar-se ao projeto de implantação da Troca Rápida de Ferramentas.

O Nível Tático

Aqui se procura analisar e propor políticas gerenciais e de atuação gerais, que dêem ao projeto de implantação global da Troca Rápida de Ferramentas uma característica de validade de médio e longo prazo, de tal forma que tudo seja planejado antecipadamente, evitando-se imprevistos e problemas de definição de objetivos e

responsabilidades. São basicamente políticas que permitem o planejamento e direcionam a atuação de forma concisa. O nível tático consiste do passo 4 desta sistemática, de estabelecimento de políticas de médio e longo prazos.

Passo 4. Estabelecimento de políticas de médio e longo prazos

Estas políticas são necessárias para viabilizar um projeto de Troca Rápida de Ferramentas a médio e longo prazo. Cada empresa tem uma forma diferente de trabalhar e uma estrutura de recursos humanos característica. Portanto, estas políticas podem ter variações de caso a caso, sendo que o procedimento mais indicado é o desenvolvimento de políticas próprias, adaptadas à realidade de cada empresa. Os assuntos abordados por cada uma destas políticas são discutidos a seguir:

a) aquisição e substituição de equipamentos

Normalmente, a aquisição de novas máquinas dá-se na busca de uma maior produtividade e maior qualidade, não levando em consideração a Troca Rápida de Ferramentas. A compra de equipamentos geralmente busca aumento de capacidade produtiva. Uma vez que um bom estudo e a implantação da redução de *setup* libera capacidade, pode-se eliminar a necessidade de compra de equipamentos.

Nem sempre a aquisição de equipamentos novos surtirá o efeito desejado com relação à Troca Rápida de Ferramentas, pois estes equipamentos

geralmente são idealizados para atender aos mais diversos clientes. Como cada cliente tem necessidades específicas no que diz respeito à Troca Rápida de Ferramentas, ele terá de adaptar este equipamento para suas necessidades e suas atividades. O ideal seria produzir ou alterar seu próprio equipamento.

Segundo Hayes (1990), pelo menos 50% dos equipamentos de empresas japonesas são desenvolvidos dentro das próprias fábricas, pelos seus próprios engenheiros e operadores, e aproximadamente 40% do P&D se destinam ao aperfeiçoamento de máquinas e processos. Estes equipamentos e dispositivos são dirigidos às próprias necessidades da empresa, e têm custos e prazos de entrega menores. Os custos são menores porque a máquina pode ser mais simples, menos robusta, dedicada somente a determinadas necessidades; não são máquinas de utilidade geral. Seus custos também não incluem o lucro do fabricante e nem seus custos de ineficiência, embutidos nos preços. Também não ficam sujeitos aos preços de mercado, variáveis com a situação em que este se encontra.

Percebe-se a importância da análise do equipamento sob ponto-de-vista da Troca Rápida de Ferramentas, uma vez que se identificam alterações necessárias e pontos potenciais de melhorias em equipamentos e procedimentos.

Uma vez decidida a compra de novos equipamentos, deve-se procurar comprar equipamentos já adaptados à Troca Rápida de Ferramentas. A compra de equipamentos

novos pode, também, levar em conta a necessidade de facilitar o *setup* via simplificação dos equipamentos, isto é, pela substituição de equipamentos complexos por células de equipamentos mais simples que realizem as mesmas operações.

A troca de ferramentas em equipamentos complexos geralmente exige pessoal especializado e leva muito tempo. Estes equipamentos também são mais difíceis de serem modificados fisicamente para uma Troca Rápida de Ferramentas.

Substituir equipamentos complexos por células de equipamentos mais simples que realizem as mesmas funções pode ser uma solução, pois equipamentos simples, além de exigirem manutenção simplificada, são mais fáceis de converter para a Troca Rápida de Ferramentas. Estes equipamentos poderiam ser mais facilmente convertidos (pela própria empresa) para uma Troca Rápida de Ferramentas, devido à simplificação do processo de preparação. Esta substituição deve ser muito bem analisada, em função do tipo de peças e quantidades fabricadas, e do tipo de máquina em questão.

Na compra de equipamentos deve-se procurar um certo nível de padronização, adquirindo-os do mesmo fabricante dos equipamentos já existentes na empresa. A prática de padronização de equipamentos apresenta vantagens tais como:

- reduz-se consideravelmente o processo de aprendizado do operário e a manutenção torna-se mais

simples, principalmente pelo fato do princípio de funcionamento das máquinas ser o mesmo. O mecânico ou operador só precisa conhecer os princípios básicos de uma destas máquinas para saber como funcionam as outras;

- reduz-se a necessidade de pessoal especializado em diversos equipamentos diferentes (manutenção e preparação);
- reduz-se a quantidade (variedade) de ferramentas, dispositivos e peças de reposição;
- no que diz respeito à Troca Rápida de Ferramentas, soluções e dispositivos criados para determinada máquina podem ser usados ou adaptados sem problemas às demais;
- a padronização de ferramentas e dispositivos torna-se mais simples, assim como a criação de padrões ou roteiros de procedimentos e sua implantação, já que os equipamentos são parecidos;
- têm-se potencial de barganha com o fornecedor de máquinas, pois a empresa acaba se tornando um cliente especial, que só adquire equipamentos deste fornecedor. Pode-se obter facilidades de pagamento ou de assistência e manutenção.

Até certo ponto, pode-se implementar a Troca Rápida de Ferramentas sem se preocupar com este tipo de padronização. O que ocorre é que a falta de padronização torna as atividades de preparação externa bastante complicadas, muitas vezes exigindo a utilização de diversas listas de

materiais e procedimentos, uma para cada conjunto de máquina/ferramenta/produto. Esta grande quantidade de listas e tabelas podem fazer com que sua utilização não seja levada a cabo na prática, já que em muitas indústrias os trabalhadores têm pouca formação teórica (FLEURY, 1992) e/ou tem aversão à burocracia. A padronização de equipamentos simplifica e facilita o trabalho dos operadores.

b) projeto de produtos visando à Troca Rápida de Ferramentas

As condições de mercado exigem hoje grande variedade de produtos, cada vez mais personalizados e adequados às exigências e necessidades do consumidor. Ao procurar atender a essa grande variedade de produtos, o sistema produtivo de uma empresa tende a se complicar muito, pois aumentam em número e complexidade os componentes e processos a serem executados. O número de fornecedores e peças compradas cresce muito, faz-se necessária a aquisição de novas máquinas e a contratação de mais pessoal, a burocracia acaba tornando-se enorme etc. O sistema entra em colapso se não puder suportar esse incremento nos custos em geral. No momento em que a variedade de produtos aumenta, se faz necessária a Troca Rápida de Ferramentas para viabilizar a rápida mudança da fabricação de um produto para outro.

Melhor do que reduzir o tempo de preparação é eliminar a necessidade de realizar preparações. Pode-se abolir por si mesma a troca de ferramentas, usando o desenho do produto e mesmas peças para

diferentes produtos (padronização de componentes) ou produzindo diferentes peças ao mesmo tempo em várias máquinas, em paralelo.

A padronização de componentes reduz a quantidade/variedade de ferramental existente, pois o número e diversidade de componentes diminui. Tem-se menos produtos a serem fabricados por máquina, reduzindo-se o número total de preparações necessárias. Fabrica-se maior quantidade de um menor número de componentes, o que reduz a complexidade e os custos globais do sistema (baseado em STALK, 1988). Cada componente tem códigos e componentes de custo diferenciados, o mesmo ocorrendo com o ferramental que utiliza. Existe a necessidade de controle e manipulação de cada um destes itens, e a redução de sua variedade contribui muito para a simplificação do sistema.

A grande tática para viabilizar grandes diversificações de produtos, ao lado da Troca Rápida de Ferramentas, é a padronização de componentes e produtos. Isto significa trabalhar com produtos modulares, projetados de tal forma que sejam totalmente diversificados, mas que utilizem componentes e processos idênticos. Fabrica-se uma gama limitada de componentes que adequadamente montados e combinados produzem produtos finais diferentes. Isto reduz a quantidade de processos e componentes envolvidos na fabricação de grande variedade de produtos.

No limite, com a padronização de produtos, ou seja, com a fabricação de

componentes básicos padronizados que serão utilizados em diferentes produtos finais, o tempo de troca de ferramentas pode reduzir-se a zero, havendo a possibilidade de não se trocar ferramenta alguma. Haverá uma menor quantidade de ferramental e uma grande simplificação do sistema produtivo.

Podem ocorrer casos em que o conjunto do *mix* de produção esteja mal planejado e muitos esforços no sentido da Troca Rápida de Ferramentas podem ser reduzidos se houver um bom estudo de padronização.

Por outro lado, existe a possibilidade de eliminar o *setup* pela fabricação em paralelo. Quando se produz num maior número de máquinas, reduz-se a variedade de peças por máquina, reduzindo-se o número de preparações em cada uma delas. No entanto, percebe-se que esta é uma solução de custo bastante elevado, pois exige a aquisição de novos equipamentos.

O projeto de novos produtos também precisa levar em consideração as ferramentas e máquinas que os produzem, de tal forma que se possa ter ferramentas e equipamentos nos padrões adequados para a Troca Rápida de Ferramentas. Ou seja, deve haver uma preocupação com funções, formas e dimensões de tal forma que se tenha condições de utilizar os padrões já existentes para a Troca Rápida de Ferramentas, ou que propiciem condições para a utilização de novos padrões, também voltados para a Troca Rápida de Ferramentas.

c) procedimentos gerais de

priorização ao ataque

A definição de equipamentos, ferramentas e produtos a serem alterados primeiramente na busca da Troca Rápida de Ferramentas é um dos pontos mais importantes para que se obtenham resultados eficientes em pouco tempo.

O eixo central desta política baseia-se no Gerenciamento das Restrições (GDR, TOC - *Theory of Constraints* ou OPT - *Optimized Production Technology* (GOLDRATT, 1992)). Segundo esta teoria, existem máquinas gargalo que limitam a produção de toda a planta produtiva, e melhorias realizadas nestes equipamentos se refletem em todo o sistema. A identificação dos gargalos e a aplicação da Troca Rápida de Ferramentas como forma de reduzi-los (ANTUNES & RODRIGUES, 1993), consistem numa eficiente forma de tornar o sistema produtivo mais ágil e administrá-lo adequadamente.

A prioridade para alterações rumo à Troca Rápida de Ferramentas são, então, as máquinas gargalo. Com isto evita-se a possibilidade de desperdiçar esforços e investimentos em máquinas que não irão contribuir eficientemente para o ótimo global do sistema de produção. É importante ressaltar que os equipamentos e ferramentas que necessitam modificações físicas ficam parados por certo período de tempo, mas as melhorias feitas apresentam resultados a longo prazo durante toda a vida do equipamento, e mesmo em curto prazo, porque a frequência de trocas aumenta muito.

É importante ressaltar que,

normalmente, boas reduções de tempos de *setup* podem ser obtidas apenas com mudanças organizacionais e comportamentais, que não exigem alterações físicas em máquinas e ferramentas. Isto faz com que os custos de desperdiçar esforços em equipamentos não gargalos não sejam tão altos, podendo-se, então, em épocas de baixa produção ou de alta ociosidade, até trabalhar indiscriminadamente no maior número de máquinas possível. Contudo, a abordagem da TOC sempre é válida. Para a escolha de prioridades existem diversos outros fatores que podem ser considerados, como:

- experiência (*know-how*) em alterações físicas para a Troca Rápida de Ferramentas. Quando se tem pessoal capacitado, experiente em realizar alterações físicas em equipamentos e ferramentas, não há uma maior preocupação com a complexidade dos objetos em estudo, nem dos processos de troca de ferramentas. Mas quando não se tem experiência, deve haver uma preocupação em iniciar os trabalhos com equipamentos mais simples, pois isto trará experiência básica para o desenvolvimento com máquinas mais complexas, já que muitas vezes trabalhos complexos compreendem os passos de trabalhos mais simples;
- importância do equipamento e das ferramentas para a empresa: geralmente equipamentos e ferramentas importantes são aqueles que processam a maior quantidade de produtos ou os que processam os produtos mais caros e rentáveis da

empresa (segundo a TOC são os gargalos). Nestes casos uma Troca Rápida de Ferramentas e uma grande flexibilidade de troca entre produtos são altamente desejáveis. Isto talvez minimize a preocupação com a disponibilidade destes equipamentos ou ferramentais, já que os ganhos são proporcionalmente maiores;

- disponibilidade do equipamento e do ferramental: a realização de modificações em máquinas e ferramentas fica, muitas vezes, sujeita à disponibilidade destes. Sugere-se levar em consideração a ociosidade de máquinas em épocas de baixa produção, aproveitando-se estes períodos para a realização de alterações físicas também em ferramentas. A parada de máquinas e ferramentas exige uma análise mais detalhada da relação custo/benefício, o que depende basicamente da importância do equipamento para a empresa (deve-se procurar modificar estas máquinas e ferramentas fora do horário de trabalho, em feriados e fins de semana);
- projetos piloto: em casos onde a resistência à liberação de equipamentos for muito forte, pode-se partir para o desenvolvimento em máquinas piloto, a fim de convencer e provar que o que se propõe é factível e produz resultados. Entretanto, se possível, deve-se selecionar um processo que tenha impacto direto sobre clientes externos, com o qual a maioria dos gerentes esteja preocupada, que esteja numa área ou num setor onde se tenha a cooperação de gerentes,

supervisores e operadores, e que seja visível na organização. Tudo isto para que os impactos dos resultados sejam percebidos também fora deste setor ou departamento.

d) definição de metas para planejamento

É importante que se coloquem algumas metas, objetivos e limitações ao projeto de implantação de Troca Rápida de Ferramentas, como:

- Implantação global, no maior número possível de equipamentos da empresa, seguindo-se as políticas de atuação existentes;
- Objetivos claros de redução de tempos: a definição de objetivos ambiciosos, como a redução de 80% do tempo de preparação em cada máquina, ou ainda, alcançar limites abaixo de 10 minutos em todas as máquinas da fábrica (SMED, SHINGO (1985)), representam a determinação e a intenção de realmente fazer e alcançar o máximo possível;
- Prazos de execução: a definição de limites de tempo para a execução de melhorias facilita o controle do processo, permitindo uma melhor cobrança de resultados;
- Custos e recursos: é necessária a definição de limites financeiros, dentro dos quais deve ser desenvolvida a maioria das alterações e melhorias. Propostas de melhorias de custo superior ao estipulado necessitam de aprovação

especial;

- Definição de um fundo financeiro especial para financiar investimentos e permitir a realização de testes de algumas idéias propostas para cada um dos equipamentos a ser trabalhado: isto permite controlar melhor estes investimentos, pois haverá condições de avaliar com maior precisão o custo para alteração de certo equipamento e a certeza de que estas alterações serão bem planejadas, pois os recursos são escassos e devem ser bem administrados. Também é uma forma de facilitar a realização prática da Troca Rápida de Ferramentas, pela eliminação de burocracias desnecessárias, e representa também o envolvimento e a confiança da alta administração no processo (o que reforça o passo 1).

e) construção padronizada de dispositivos, ferramentas e máquinas

A construção padronizada refere-se a dois processos distintos: 1) a fabricação padronizada de novos dispositivos, ferramentas e máquinas e 2) a padronização de dispositivos, ferramentas e equipamentos já existentes. Para os componentes (ou elementos) já existentes, deve haver uma política de priorização, como já foi discutido anteriormente. Para os novos projetos, devem ser idealizados padrões especiais, que levem em consideração a Troca Rápida de Ferramentas.

Uma política de construção padronizada

para a Troca Rápida de Ferramentas deve direcionar os esforços para a padronização de função, e não de forma (baseado em SHINGO, 1985).

Na padronização de funções padroniza-se somente aquelas partes cujas funções são necessárias sob ponto-de-vista de troca de ferramentas. Deve ocorrer uma análise das funções de cada elemento, e a troca de um mínimo de elementos quando da mudança de produto. Por exemplo, em um braço mecânico só deve-se alterar sua garra, de acordo com o produto. Não há sentido na troca de todo o braço. Todas as garras devem ser padronizadas para que sirvam no mesmo braço mecânico, isto é, elas devem ter padronizadas somente as partes de fixação ao braço. A padronização de formas não é recomendada pois ocorre desperdício de materiais devido ao tamanho por vezes desnecessário de ferramentas e matrizes, gerando com isto um aumento de custos.

A definição de quais partes padronizar, e em que dimensões, depende do equipamento e das características próprias dos produtos e ferramentas utilizados, provavelmente só podendo ser definidos quando houver conhecimento suficiente do processo, ou seja, quando se estiver realizando a análise de eliminação de ajustes e transferência de tarefas internas para externas.

Não deve-se nunca esquecer as características de segurança necessárias em projetos mecânicos, para não danificar equipamentos ou ferramentas e nem colocar em risco as pessoas que trabalham

nos mesmos.

f) disponibilidade da ferramentaria e da manutenção

Um dos maiores problemas que a Troca Rápida de Ferramentas enfrenta no momento da realização de modificações técnicas, além da resistência à utilização de novos sistemas simplificados e desenvolvidos pela própria empresa, é a disponibilidade de pessoal e equipamentos que tenham capacidade de executar estas alterações. Normalmente, ferramenteiros, mecânicos, soldadores e seus equipamentos estão muito ocupados realizando reparos de máquinas e ferramentas e desenvolvendo novos dispositivos ou ferramentas.

Esta questão se resolve pela definição de políticas de atuação e de prioridade dos trabalhos, sendo muitas vezes importante a intervenção da gerência para confirmar a importância do processo de Troca Rápida de Ferramentas.

g) educação e treinamento

O objetivo principal desta política é estabelecer condições para a implantação global da Troca Rápida de Ferramentas e para o repasse desta metodologia de implantação. Ou seja, procura-se fazer com que haja uma divulgação do trabalho por toda a empresa e com que as pessoas mais envolvidas conheçam os objetivos do trabalho, entendam a metodologia e as técnicas existentes e saibam como utilizá-las, de forma que elas tenham condições de implementar o sistema por toda a fábrica. Neste ponto é importante que

se observe a compatibilidade da metodologia com o nível educacional vigente em cada nível hierárquico da empresa.

Esta política abrange, basicamente, três níveis hierárquicos na empresa: a alta gerência, a média gerência e o pessoal de chão-de-fábrica. O repasse deve ser realizado através de seminários e cursos específicos de treinamento, com o uso de uma linguagem adequada a cada nível, mesmo porque cada nível tem interesse específico em determinadas características da Troca Rápida de Ferramentas e em certas fases da sistemática. É precisamente por isto que esta sistemática se divide em três níveis, um estratégico, um tático e um operacional.

Aspectos estratégicos e administrativos devem ser apresentados à alta gerência numa linguagem mais financeira e menos técnica, baseada em dados e fatos, e devem fazer parte também do primeiro passo desta sistemática (convencimento e conscientização da alta administração).

Os aspectos táticos dizem respeito à média gerência, que é a que tradicionalmente tem maior resistência à mudanças (FLEURY, 1992). Eles devem ficar a par de todos os tópicos, desde os administrativos até os operacionais, isto é, devem ficar sabendo porquê e como atingir uma Troca Rápida de Ferramentas, justamente para que percebam a potencialidade do processo.

Geralmente, quando se apresentam as técnicas normalmente utilizadas, surgem afirmações do tipo "não funciona, não pode

ser feito, não se aplica ao nosso caso, nós somos diferentes etc.". Para combater estas afirmações e crenças, deve-se demonstrar casos práticos de sucesso existentes, através de vídeos e visitas a empresas. No caso de resistências muito acirradas, sugere-se que a alta gerência envolva-se energeticamente no processo.

Aspectos operacionais são apresentados ao pessoal de chão-de-fábrica, que deve passar a compreender o método que será aplicado e ficar a par das técnicas normalmente utilizadas. Deve ficar claro que a proposição de novas técnicas e soluções para a Troca Rápida de Ferramentas sempre é possível, já que cada equipamento, processo e ferramental é diferente um do outro (cada caso é um caso).

Constata-se, entretanto, que a mão-de-obra direta das empresas brasileiras tem baixo nível educacional (FLEURY, 1992), o que exige a formulação de apostilas simplificadas, com linguagem adequada, com muitos exemplos práticos, esquemas e figuras. Muitas pessoas têm dificuldades em entender gráficos e desenhos técnicos, sendo muito indicada a utilização de vídeo-tape e de protótipos em escala de sistemas de troca rápida, além da realização de visitas a diversas empresas onde os resultados da Troca Rápida de Ferramentas já estejam consolidados.

A gravação em vídeo tem um grande papel no treinamento e na motivação de pessoas, principalmente no caso da Troca Rápida de Ferramentas. Sempre procura-se gravar as situações atuais de funcionamento

e de trabalho, a fim de analisá-las em conjunto com as equipes, observando-se pontos fortes e fracos do sistema. Após a implantação da Troca Rápida de Ferramentas realiza-se nova filmagem, de forma que se possa comparar o sistema antigo e o atual imediatamente. Estas gravações podem ser utilizadas no treinamento de novas equipes, sendo que este é facilitado se houver um exemplo da própria empresa.

A utilização de protótipos em escala permite que se demonstre na prática as situações antes e após a Troca Rápida de Ferramentas, além de auxiliar no entendimento do processo e das técnicas que podem ser aplicadas. Há uma comprovação concreta, *in loco*, de que o princípio funciona muito bem.

Em casos onde o nível de instrução é muito baixo, nem vale a pena tentar explicar técnicas de análise para auxílio no desenvolvimento de novas soluções para a troca de ferramentas. É mais eficiente passar a fase de análise para pessoas mais capacitadas, mas os trabalhadores não devem ser deixados de lado em hipótese alguma. São os operadores que sabem utilizar e conhecem bem as características dos equipamentos e dos processos a serem estudados e alterados. Eles podem ter várias contribuições a dar, embora possam não saber apresentá-las de um ponto-de-vista formal.

Nas primeiras fases da implantação pode ser interessante a participação de um consultor ou assessor externo especializado para a elaboração do material adequado e

para a apresentação de todos os tópicos relevantes da Troca Rápida de Ferramentas. Ele seria o encarregado de providenciar o treinamento.

Cabe ainda colocar que um dos objetivos da disseminação da Troca Rápida de Ferramentas por toda empresa é permitir a multifuncionalidade dos operadores. Muitos operadores sequer participam do processo de preparação de máquinas, que é delegado totalmente ao especialista em *setup*. Neste ponto, torna-se muito importante a colaboração destes especialistas no treinamento dos operadores para a tarefa de *setup*. O processo de transferência de responsabilidades pode ser gradual, onde o operador inicia auxiliando na troca, envolvendo-se e conhecendo o processo de preparação, e termina por realizá-la independentemente.

h) formação das equipes de trabalho

Este tipo de equipe (*task-force*) é organizada para atacar especificamente uma determinada máquina e, depois de resolvido o problema, ela é desmontada. Para cada equipamento em específico define-se uma equipe de trabalho adequada.

Uma equipe de trabalho deve ter certa autonomia para desenvolver suas idéias, o que deve, em parte, ser proporcionado pela alta gerência através da liberação de um fundo financeiro especial e pela participação efetiva do líder da equipe, participante também da equipe estratégica (o que reforça mais ainda a primeira etapa desta sistemática, a de envolvimento da alta gerência). O objetivo desta autonomia é

agilizar o processo de mudanças e evitar atrasos devido à burocracia e à problemas políticos dentro da empresa.

Neste sentido, sugere-se a comunicação formal à equipe, por parte da gerência, das limitações desta autonomia. Deve ficar claro o que pode e o que não pode ser realizado independentemente por esta equipe.

Estas equipes de trabalho devem ser formadas pelos operadores e pelo pessoal especializado na preparação das máquinas, pois são eles que conhecem bem os equipamentos e processos a serem estudados.

As alterações físicas em equipamentos e ferramentas são, geralmente, realizadas pela ferramentaria e pela manutenção, devendo este pessoal, obrigatoriamente, participar do processo. No caso de não haver condições de realizar as alterações físicas de equipamentos na própria empresa, sugere-se que os encarregados da empresa sub-contratada para realizar o serviço também participem do processo.

É importante a participação de um líder, facilitador para problemas políticos, burocráticos ou financeiros. Este membro deveria ser, preferencialmente, componente da equipe estratégica, como discutido anteriormente na etapa de formação desta equipe. Ele seria o representante da alta administração responsável pela participação efetiva no projeto de implantação da Troca Rápida de Ferramentas.

Sugere-se que engenheiros e projetistas participem como *staff* de apoio. Contudo, devem participar mais efetivamente quando ocorrerem casos onde se fizerem necessárias modificações técnicas em equipamentos, ferramentas e produtos, principalmente para garantir a segurança do sistema. Sua participação deve ser ampla, mas não autoritária.

Quando há pouca experiência do grupo em relação à Troca Rápida de Ferramentas, é interessante a presença de um guia, com experiência na condução deste tipo de processo de implantação. Ele deve dirigir os trabalhos e manter a equipe num rumo adequado, além de providenciar o treinamento necessário. Portanto, consultores e assessores externos também podem fazer parte do *staff* de apoio.

Cada empresa tem características distintas de recursos humanos, e a escolha dos componentes das equipes varia muito com as características de cultura e conhecimento de cada componente. Entretanto, o fator principal que determina a melhor composição da equipe é a motivação, o envolvimento, a relação com o processo de troca, a capacidade e a complementaridade de cada componente. Deve haver em cada um a determinação de atingir os objetivos propostos, através de um trabalho sério de análise e modificação do processo de troca de ferramentas.

Percebe-se que, em grande parte dos casos, alguns membros desta equipe serão fixos para todo o processo global de implantação, e outros serão variáveis. Ficam fixos, normalmente, o *staff* de apoio.

o líder e o pessoal da manutenção e da ferramentaria. São variáveis os operadores de máquina e os especialistas em *setup*.

Como estas equipes de trabalho são momentâneas, também tem importância a definição de um ritmo de desenvolvimento do trabalho. Uma dedicação mais intensa deve ser dada à fase de análise do processo de *setup*, pois é deste que dependem as idéias e propostas de melhorias. A discussão de aspectos ligados à padronização também merecem maior dedicação.

Certamente, no que diz respeito à Troca Rápida de Ferramentas, a dedicação exclusiva é mais interessante, pois proporciona resultados mais imediatos, mas implica na retirada de pessoal de suas tarefas diárias. É bastante interessante a idéia de inclusão de reuniões diárias sobre o assunto, tornando a preocupação com a Troca Rápida de Ferramentas uma tarefa do cotidiano. Mas, geralmente, reuniões não têm a duração necessária para se tratar de certos aspectos da Troca Rápida de Ferramentas, e mais tempo deve ser-lhes dedicado.

Pode-se adequar o ritmo de trabalho com as condições de alta ou baixa produção da fábrica. Se houver baixa produção deve-se aproveitar a ociosidade dos operadores para trabalhos intensivos em busca da melhoria do sistema de preparação de máquinas. Se houver alta produção, uma das formas apresentadas anteriormente deve ser adotada. É importante, no entanto, que haja um trabalho continuado para a implantação da Troca Rápida de Ferramentas.

i) normas de segurança e risco

A preocupação com a segurança do pessoal, de equipamentos, de ferramentas e de materiais deve ser uma constante no projeto de Troca Rápida de Ferramentas. É aqui que se incluem as responsabilidades dos engenheiros e projetistas e do coordenador das equipes.

Existem basicamente duas fases onde a segurança se torna crítica: uma em regime transitório (testes) e uma em regime permanente. Quando se implementa um novo procedimento, um novo sistema ou alguma modificação física no processo, existe uma fase transitória, de testes, que procura verificar a segurança do que foi implementado.

Uma vez aprovada a fase de testes, deve haver um controle rigoroso em regime permanente, onde devem ser realizadas inspeções periódicas, até que se tenha total segurança no processo. No início, devem haver revisões em curtos intervalos de tempo, sendo estes intervalos cada vez mais longos à medida em que o sistema fica mais tempo em funcionamento e se demonstra mais seguro.

É importante que se observe a vida útil de novos dispositivos e ferramentais desenvolvidos. Com a utilização mais freqüente pode haver a necessidade de substituição periódica destes elementos.

j) normas de documentação

É muito importante que se tenha todo o processo de implantação bem documentado.

Sugere-se a elaboração sistemática de atas das reuniões contendo, além dos assuntos discutidos, as idéias propostas, seus prazos de implantação e as responsabilidades atribuídas a cada pessoa. Deve haver, também, um controle financeiro durante o processo de implantação.

Uma das técnicas utilizadas para análise do processo é a filmagem em vídeo. É importante que se tenha arquivadas as filmagens dos processos anteriores e posteriores à Troca Rápida de Ferramentas. A memória mantida em vídeos é ponto mais importante do processo de documentação, pois estes deverão servir para o treinamento posterior de outros grupos e equipes.

Provavelmente, as empresas que venham a implantar a Troca Rápida de Ferramentas já tenham normas estabelecidas para a documentação de reuniões, mas vale à pena ressaltar a importância de se ter atas atualizadas, com todos os tópicos discutidos e todas as responsabilidades que foram atribuídas a cada componente da equipe. Isto permite avaliar o andamento do processo e serve como mecanismo efetivo no sentido do cumprimento de prazos através do comprometimento do membro perante os demais componentes da equipe.

Sugere-se a manutenção de uma base de dados dos tempos de troca de ferramentas, de forma que se possa acompanhar a evolução do processo em cada equipamento e globalmente.

O Nível Operacional

Neste nível, procura-se estabelecer uma

metodologia de trabalho, que direcione os esforços para que se atinja de forma eficiente e segura a Troca Rápida de Ferramentas. Esta metodologia deve ser aplicada para cada equipamento que se procurar melhorar. As prioridades de ataque já seriam determinadas anteriormente, dentro das políticas definidas no passo 4.

Passo 5. Definição do equipamento/ processo a ser estudado

Este passo deve seguir a política de priorização ao ataque definida no passo 4.c desta sistemática. É importante que se trabalhe dentro desta política, para que os esforços empreendidos não sejam mal direcionados. Tanto neste passo 5 quanto no passo 4.c é importante fazer uso da técnica de Gerenciamento das Restrições para melhor definir o equipamento/processo a ser estudado.

Passo 6. Escolha e treinamento das equipes de trabalho

As equipes de trabalho são diferentes para cada equipamento, já que estes são diferentes uns dos outros e os seus operadores não são os mesmos, tendo especialidades diferentes. A política de formação da equipe de trabalho já discutida anteriormente (passo 4.h) ajuda a direcionar a escolha dos componentes, mas não se pode dizer que esta formação seja rígida e que se deva seguir à risca esta política.

Uma política de treinamento como a proposta anteriormente (passo 4.g) permite apresentar o assunto, envolver e conscientizar

as pessoas da importância e dos objetivos da Troca Rápida de Ferramentas. Visa estimular o senso crítico e tornar o pessoal conhecedor de uma metodologia de análise e implantação da Troca Rápida de Ferramentas.

Cabe salientar, no entanto, que o nível educacional do pessoal de chão-de-fábrica é, em geral, baixo (FLEURY, 1992), o que coloca em dúvida a capacidade de aprendizado de processos de análise de *setup* e de melhorias viáveis, mesmo com esforços concentrados na simplificação da linguagem e de confecção de materiais mais didáticos. Contudo, pela grande experiência prática, eles têm noções do que pode ser melhorado, embora possam não saber expressar suas idéias de forma adequada. Não podem, portanto, ser deixados à margem do processo, mesmo porque, se houver resistências de sua parte, o processo de implantação pode ser dificultado, já que eles é que trabalharão segundo os novos moldes estabelecidos.

A fim de não criar aversão à novas sistemáticas de trabalho, deve-se fazer com que o pessoal de chão-de-fábrica participe do processo. O ideal seria capacitá-los ou, no mínimo, induzi-los a chegarem nas soluções adequadas, criando-lhes um sentimento de posse sobre estas novas soluções e idéias.

Passo 7. Separar preparação interna de externa

Deve haver uma separação nítida entre atividades de troca de ferramentas internas e externas. Atividades internas só podem

ser realizadas com a máquina parada, e as externas devem ser realizadas sempre com a máquina produzindo. Normalmente, as mudanças aqui propostas são de cunho comportamental e organizacional, não havendo necessidade de alterações técnicas profundas. Este passo consiste de três fases específicas: levantamento de dados, análise e execução prática desta separação.

a) Levantamento de dados: esta fase visa proporcionar o conhecimento detalhado do processo e criar condições para uma boa análise do processo de *setup*.

b) Análise: a fase de análise visa a separação do *setup* interno e do externo.

c) Execução: a fase de execução procura garantir que sejam realizadas as preparações internas e externas conforme o planejado.

Passo 8. Simplificar interno e externo

Aqui procura-se simplificar ao máximo todos os aspectos das operações de preparação, tanto internas quanto externas, visando a redução de tempos em ambos os casos. Neste contexto, o principal ponto a ser atacado para a simplificação interna é a eliminação dos ajustes, o que exige um estudo mais detalhado de certas etapas do processo de troca de ferramentas.

Passo 9. Transferir interno para externo

Nesta fase, converte-se as etapas de preparação interna em externa, reexaminando-se se não

restou algum procedimento externo que é realizado como interno, e buscando-se soluções tecnológicas para converter estas etapas. Faz-se necessária uma análise mais profunda das funções que certas peças e dispositivos realizam e dos esforços que sofrem, com o objetivo de simplificação ou eliminação de elementos.

Ao final do processo, se não houver a redução suficiente ou desejada do tempo de *setup*, deve-se reavaliar e reexecutar os passos executados no nível operacional. Pode haver a necessidade de reavaliar também algumas políticas do nível tático (passo 4).

Deve-se notar que as etapas 7, 8 e 9 podem ser realizadas **simultaneamente**, sem necessidade de real divisão. É importante a noção de cada um destes passos, mas, se possível, sugere-se sua execução simultânea, principalmente porque as melhorias realizadas numa etapa podem ser complementadas ou melhoradas por outras de outra etapa.

Conclusões

A sistemática proposta procura ser genérica. No entanto, como cada empresa tem recursos humanos (e seu interrelacionamento), tecnologias e processos característicos, ela pode não ter todos os passos metodológicos e técnicas aplicáveis a todos os casos. Assim, torna-se necessária a adaptação da metodologia de referência a cada caso em particular. Contudo, esta sistemática permite que se

planeje e organize, de forma lógica e sistematizada, o processo de implantação.

A sistemática proposta tem características de planejamento de curto, médio e longo prazos, considera aspectos gerenciais e administrativos e busca o desenvolvimento de um ambiente favorável à implantação da Troca Rápida de Ferramentas, permitindo a seleção de recursos e a capacitação das pessoas envolvidas.

A apresentação da necessidade de envolvimento da alta administração, da formação de uma equipe estratégica que realizará todo o planejamento do processo de implantação baseando-se na necessidade do estabelecimento de políticas de atuação, como as propostas neste trabalho, dentre as quais se destacam as políticas de priorização ao ataque e de formação e treinamento de equipes, conferem à esta sistemática as características de médio e longo prazos necessárias ao desenvolvimento de um ambiente propício à implantação da Troca Rápida de Ferramentas.

No entanto, o sucesso do processo de implantação depende fortemente do envolvimento da alta administração e da capacitação e cooperação tanto da média gerência quanto do pessoal de chão-de-fábrica. O envolvimento da alta administração é essencial para quebrar barreiras políticas, culturais e até financeiras, além de promover a aceitação do processo em todos os níveis. Sem o envolvimento da alta administração, a implantação global da Troca Rápida de Ferramentas é inviabilizada, antecipada ou posteriormente.

Bibliografia

ANTUNES, J. A.V.; RODRIGUES, L. H. A teoria das restrições como balizadora das ações visando a troca rápida de ferramentas. *Produção*, v.3, n.2, p.73-85, 1993.

GOLDRATT, E. M.; FOX, R. A corrida pela vantagem competitiva. São Paulo: Educator, IMAM, 1992. 177p.

HALL, R. W. Zero inventories. Homewood: Dow Jones-Irwin, 1983. 329p. Cap.5, p.83-118.

HAY, E. J. Just-in-Time. São Paulo: Maltesc-Norma, 1992. 233p.

HAYES, R. H. Porque as fábricas japonesas funcionam. Harvard-Exame, *Novos Caminhos*, Série Temática Planejamento Estratégico, p.88-96, 1990.

FLEURY, A.; HUMPHREY, J. Recursos humanos e a difusão e adaptação de novos métodos para a qualidade no Brasil. IPEA, 1992.

SHINGO, S. A revolution in manufacturing: the SMED system. Cambridge: Productivity Press, 1985. 367p.

STALK, G. Time - the next source of competitive advantage. *Harvard Business Review*, p.41-51, Jul-Aug 1988.