

Aplicação da Troca Rápida de Ferramentas no Processo de Moagem em uma Empresa Fabricante de Tinta em Pó

Application of Single Minute Exchange of Die in the Grinding Process in a Powder Dye Manufacture

Giovane Assem da Costa¹
Geraldo Girardi²

RESUMO

A globalização da economia vem gerando nas empresas, de um modo geral, a necessidade de mudar para sobreviver. O aumento da concorrência e as exigências cada vez maiores dos consumidores por melhor qualidade, maior variedade, menor custo e menor prazo de entrega forçam as empresas a reverem sua forma de administrar seus negócios e, especialmente, o modo de fabricar seus produtos. Dessa forma, a fim de melhorar o atendimento ao cliente, a produtividade, a agilidade, os níveis de desperdício e a qualidade de seus produtos, muitas empresas têm buscado desenvolver novas técnicas ou mesmo fazer uso de ferramentas já existentes, como a redução do tempo de *setup* e o uso da Troca Rápida de Ferramenta (TRF). A finalidade deste artigo é demonstrar, através da redução do tempo de *setup* de máquina e a aplicação do conceito de TRF, no setor de moagem em uma empresa fabricante de tinta pó, a adaptabilidade e a eficiência desta ferramenta como meio gerador de maior produtividade, satisfação dos clientes, redução dos níveis de desperdício e aumento da qualidade de seus produtos, através da criação de um procedimento-padrão de operação. O método de pesquisa utilizado seguiu os seguintes passos: determinação do valor atual de *setup*, apoio do gestor, conscientização dos operadores, formação da equipe de trabalho, determinação da meta do valor de *setup*, aplicação das técnicas de TRF, padronização das atividades, verificação dos resultados alcançados e análise de oportunidades de melhoria. Foram analisados os procedimentos adotados pela empresa no *setup* e implementadas as melhorias com a aplicação das técnicas de TRF, reduzindo em 33% o tempo de parada da máquina nas trocas de cores.

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramentas. *Setup*. Produtividade.

ABSTRACT

As a whole globalization has been creating in companies, the necessity of changing in order to survive. The increase of competition, the ever higher demands from customers for more quality, more variety, lower cost and shorter delivery time, force the companies to reanalyze their way to manage their business and especially the way of manufacturing their products. Therefore, in order to improve customer service, productivity, agility, levels of waste and the quality of their products, many companies have trying to develop new techniques or even to make use of already existing tools such as setup time reduction and the use of the Single-Minute Exchange of Die (SMED). The purpose of this paper is to demonstrate through the reduction of machinery setup and the application of SMED concept, at the grinding section of a powder dye manufacturing company, the adaptability and the efficiency of this tool, as a generating means of higher productivity, of setup time reduction, through the creation of a standard operation procedure. The research methodology followed the following steps: determination of current setup value, manager support, factory workers awareness, formation of work team, determination goal setting of setup value, SMED's technique application, standardization of activities, verification of results and analysis of improvement opportunities. The procedures adopted by the company during setup were analyzed and the improvements were introduced with the application of SMED techniques, leading to a reduction of 33% on setup time on the exchange of colors.

Keywords: Single-Minute Exchange of Die. Setup. Productivity.

¹Bacharel em Administração de Empresas. E-mail: giovaneassem@ibest.com.br.

²Mestre em Administração de Empresas - Linha de Pesquisa: Estratégia e Gestão da Produção. MBA em Administração. Pós-graduação em Qualidade e Produtividade. Engenheiro mecânico. Professor do CESF-Farroupilha. Gestor na Área de Produção. E-mail: girardi@cpovo.net.

INTRODUÇÃO

Muitas indústrias brasileiras são modelo de excelência em termos de produtividade e qualidade, entretanto há muito que se buscar. A abertura econômica trouxe a possibilidade de novos negócios, acesso a máquinas e novas tecnologias, assim como a concorrência e a importação de produtos frequentemente melhores e mais baratos. As indústrias sofreram com o impacto da concorrência externa e as fábricas tiveram que se adaptar ao novo mercado. Diante de lotes de produção cada vez menores e um *mix* de produtos cada vez mais diversificados, o tempo disponibilizado pela empresa para o *setup* das máquinas é um fator decisivo, pois, através dele, torna-se possível planejar novas metas de produção em busca de uma fatia maior neste mercado cada vez competitivo.

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; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Nesse contexto, a implantação de novos métodos de produção tem sido uma das alternativas. Segundo Shingo (2000), a TRF é reconhecida como uma ferramenta que auxilia a redução do tempo de *setup*, podendo ser aplicada a qualquer máquina e em qualquer processo de produção.

A expressiva taxa de crescimento do mercado de tinta em pó, de aproximadamente 15% ao ano na última década (FAZENDA, 1995), é mérito de diversos fatores, dos quais se destacam: amplas formas de aplicação, excelente acabamento, baixo desperdício na aplicação, mínima agressão ao meio ambiente devido à ausência de solventes orgânicos, elevada resistência química e mecânica, além do baixo custo comparado com a tinta líquida.

A linha de produção de uma fábrica de tinta em pó é composta por quatro etapas: pesagem (pigmentos, resinas, aditivos), mistura (homogeneização), extrusão (transformação do material homogeneizado em uma massa, que, posteriormente, é quebrada em lascas na própria máquina) e moagem (transformação das lascas de tinta em pó), sendo o processo das duas últimas de caráter complexo, pois possui diversos pontos a serem analisados. O tempo de preparação das máquinas, ou seja, o tempo entre o término da produção de uma cor e o início da fabricação de outra (tempo de *setup*) é um deles. A limpeza demorada das máquinas é um dos fatores geradores do atraso na entrega dos produtos solicitados, causando a insatisfação dos clientes e abrindo espaço para a concorrência.

Como o setor de moagem é o gargalo da linha produtiva da empresa onde este estudo foi desenvolvido, buscou-se aplicar a TRF como ferramenta para aumentar a sua produtividade. O estudo foi desenvolvido devido à falta de padronização

das atividades realizadas na preparação das máquinas, à falta de parâmetros de tempos necessários para a execução do *setup* e à inexistência de parâmetros referentes à quantidade de produtos gastos na limpeza das máquinas.

Nesse contexto, a importância do trabalho é, através da implantação da Troca Rápida de Ferramentas (TRF), solucionar as deficiências citadas, além de aumentar a produtividade e, conseqüentemente, a competitividade da empresa, uma vez que uma de suas estratégias de mercado é o atendimento rápido ao cliente, além de possibilitar o aumento no *mix* de produtos devido à diminuição do tempo de atravessamento.

O objetivo deste trabalho é reduzir o tempo de *setup* do processo de moagem através da utilização da Troca Rápida de Ferramentas. A metodologia aplicada neste estudo obedeceu aos seguintes passos:

- a) determinação do valor atual de *setup*;
- b) apoio do gestor da área para aplicação das técnicas de TRF;
- c) conscientização dos colaboradores da área produtiva sobre a importância do estudo;
- d) formação da equipe de trabalho;
- e) determinação da meta para o valor do *setup*;
- f) análise das oportunidades de melhoria no *setup* atual;
- g) aplicação das técnicas de Troca Rápida de Ferramentas;
- h) verificação dos resultados obtidos;
- i) análise dos pontos de melhoria para ação posterior.

Este trabalho inicia com a apresentação de uma breve revisão bibliográfica sobre os conceitos de TRF, *setup* e produtividade. Na sequência, serão apresentados o método de pesquisa e o desenvolvimento do estudo aplicado ao gargalo produtivo da empresa. Finalmente, avaliam-se os resultados obtidos na pesquisa, direcionando à empresa algumas sugestões e recomendações de ação.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

A TRF é reconhecida como uma ferramenta que auxilia a redução do tempo de *setup*, podendo ser aplicada a qualquer máquina e em qualquer processo de fabricação (SHINGO, 2000).

À medida que os conceitos do sistema de TRF se consolidam na empresa, no processo e nas máquinas, alguns resultados começam a surgir, alterando o dia-a-dia na companhia. No Sistema de Troca Rápida de Ferramentas proposta por Shingo (2000), o autor dedica-se aos efeitos da TRF, tendo seus principais itens listados abaixo:

- a) produção sem estoque: os estoques desaparecem, quando pedidos de baixo volume e alta

diversificação são tratados como produção em pequenos lotes e grande variedade. Porém, com aumento do *mix* de produtos, há um aumento de operações de *setup*. Somente através da TRF, obtém-se uma produção com grande variedade, em pequenos lotes e com níveis de estoque mínimos;

b) aumento das taxas de utilização de máquina e de capacidade produtiva: com os tempos de *setup* reduzidos, os índices de utilização de máquinas e produtividade tornam-se maiores;

c) eliminação dos erros de *setup*: os erros de *setup* são reduzidos e a incidência de defeitos diminui devido à eliminação de operações experimentais;

d) qualidade melhorada: através das condições operacionais totalmente reguladas com antecedência, não há incidência de ajustes e eventuais sucatas geradas;

e) maior segurança: *setup* mais simples resulta em operações mais seguras;

f) *housekeeping* simplificado: a padronização reduz a quantidade de ferramentas e acessórios necessários, sendo estes organizados de forma mais funcional;

g) tempo de *setup* reduzido (interno e externo);

h) menores despesas: a implementação da TRF eleva a eficiência do investimento por possibilitar aumentos drásticos de produtividade a custo relativamente baixo;

i) menor exigência de qualificação: através de operações simples da TRF, há uma eliminação da necessidade de mão-de-obra qualificada;

j) aumento da flexibilidade de produção: além da redução dos tempos de produção, a adoção da TRF facilita as trocas de ferramentas de produtos, possibilitando uma resposta rápida a mudanças de demanda, provocando um aumento substancial da flexibilidade da manufatura.

1.2 SETUP

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, CHAMBERS, JOHNSTON, 2002). Moura e Banzato (1996) definem *setup* como todas as tarefas necessárias desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feita a primeira peça do lote posterior.

Slack, Chambers e Johnston (2002) definem como tempo de *setup* o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa de um lote.

Black (1998), conforme Figura 1, define tempo total de *setup* como o tempo desde a saída da última peça boa do *setup* anterior até a primeira peça do próximo *setup*.

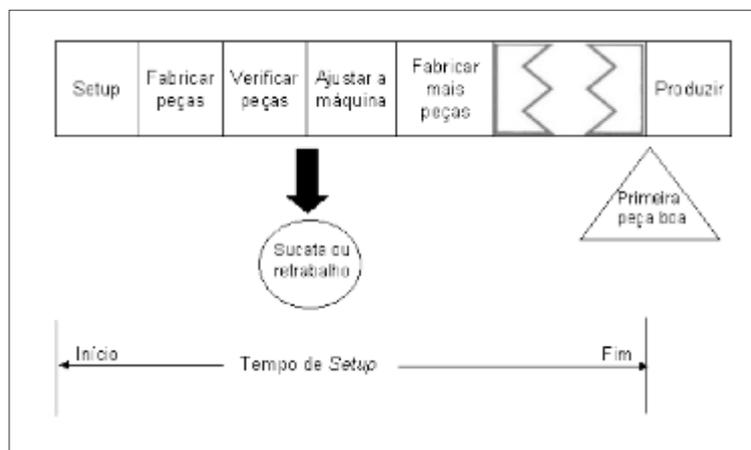


Figura 1 - Modelo de *setup*
Fonte: Black (1998)

Normalmente, pensa-se que os procedimentos de *setup* são variados, dependendo do tipo de operação ou equipamento utilizado. Porém, fazendo uma análise nas tarefas realizadas durante o *setup*, verifica-se que há uma sequência de passos (SHINGO, 2000):

a) preparação, ajustes pós-processamento, verificação de materiais e ferramentas;

b) montagem e remoção de componentes;

c) medições, posicionamento e calibrações;

d) corridas de testes e ajustes.

Conforme o tipo de máquina ou de operação de *setup* que se deseja fazer, o tempo de preparação pode levar horas e trazer consequências desagradáveis para a empresa, tais como: geração de estoque, ociosidade,

aumento do custo de produção e, principalmente, dificuldades no atendimento ao cliente (PATEL; DALE; SHAW, 2001).

Nas operações de *setup* tradicionais, o *setup* interno e o externo são confundidos, o que poderia ser realizado externamente é realizado internamente e, por isso, as máquinas ficam paradas por longos períodos (SHINGO, 2000; MOURA; BANZATO, 1996).

O passo mais importante para a implantação da TRF é a distinção entre *setup* interno e externo (SHINGO, 2000; GILMORE; SMITH, 1996), conforme consta na sequência.

- *Setup* Interno (TPI - Tempo de Preparação Interno): atividades que apenas podem ser realizadas quando a máquina estiver parada.

- *Setup* Externo (TPE - Tempo de Preparação Externo): atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

A análise do processo produtivo, a fim de determinar o que pode ser feito com a máquina trabalhando, é fundamental para reduzir o tempo de *setup*. “Se for feito um esforço científico para realizar o máximo possível da operação de *setup* como *setup* externo, então, o tempo necessário para o interno realizado enquanto a máquina está desligada pode ser reduzido, de 30% a 50%” (SHINGO, 2000, p.187).

As oito principais técnicas da Troca Rápida de Ferramentas para reduzir o tempo de *setup* são as seguintes (SHINGO, 1996):

a) separação das Operações de *setup* internas para externas: consiste em identificar quais as operações devem ser executadas enquanto a máquina estiver parada (*setup* interno) e quais podem ser

realizadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo);

b) converter *setup* interno em externo: esse é o principal princípio do sistema de Troca Rápida de Ferramentas. Essa etapa envolve a análise das operações e avaliação de qual atividade pode ser executada com a máquina em funcionamento;

c) padronizar a função: tem como objetivo uniformizar as peças necessárias à operação de *setup*, de forma a reduzir o tempo de preparação;

d) utilizar grampos funcionais ou eliminar grampos: busca reduzir o tempo de *setup* através da utilização de grampos, como, por exemplo, utilizar para fixação de peças rasgos em forma de “U” ou em forma de pera, de maneira que não seja necessário afrouxar e apertar todo o parafuso, mas somente uma parte, quando da fixação de peças no *setup*;

e) usar dispositivos intermediários: esses dispositivos permitem que a próxima peça seja preparada enquanto a máquina estiver trabalhando;

f) adotar operações paralelas: busca otimizar tempo e movimentos desnecessários realizados pelo funcionário;

g) eliminar ajustes: o objetivo é eliminar os ajustes. Quanto mais precisa for a preparação, menos importante será o ajuste, reduzindo o *setup* interno e aumentando a produção. Obviamente, o melhor tipo de ajuste é aquele que não existe;

h) mecanização: a mecanização pode auxiliar no *setup*, mas deve ser avaliada de forma criteriosa, após a análise da melhoria dos *setups* utilizando as técnicas anteriormente descritas. Na Figura 2, essas etapas são representadas na forma de fluxograma.

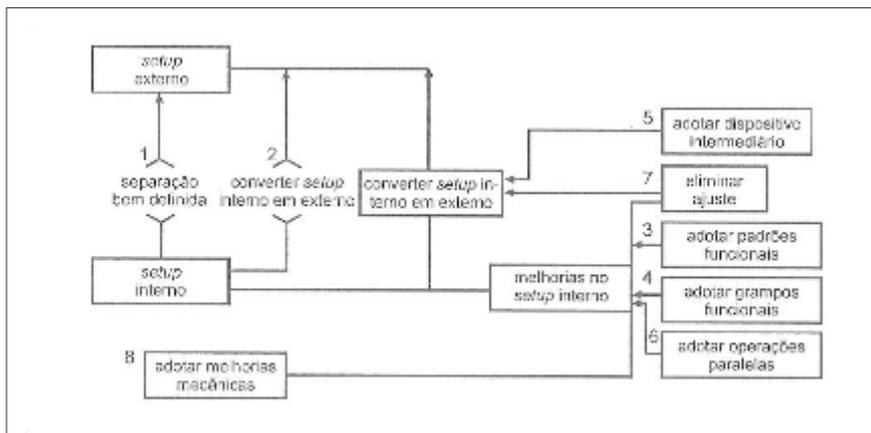


Figura 2 - Técnicas da Troca Rápida de Ferramentas para reduzir o tempo de *setup*
 Fonte: Shingo (1996, p. 88)

Lotes pequenos e tempos curtos de preparação resultam em menores ciclos de produção ou tempos de atravessamento (*lead time*). *Lead times* curtos minimizam a ocorrência de produção insuficiente e

faltas, permitindo previsões de demanda mais curtas. Através de *setup* curtos, as empresas passam a ter mais capacidade de atender as variabilidades da demanda com a mesma estrutura produtiva (SLACK; CHAMBERS;

JOHNSTON, 2002; SHINGO, 2000; SUGAI et al, 2005).

Um dos fatores da geração de estoque é, sem dúvida, o alto tempo gasto com a preparação da máquina. A forte ligação dá-se através de grandes pedidos, que absorvem somente uma pequena parte do custo de *setup*, visto a quantidade produzida. O maior ganho é através da diminuição dos custos de manutenção dos estoques, além de espaço disponível (HEIZER; RENDER, 2001).

A habilidade de fornecer produtos está diretamente ligada à agilidade do sistema produtivo (FLYNN, 1987). Quanto menor o *lead time* dos produtos, maior será a produtividade na empresa. Quando há uma atividade de preparação demorada, que paralisa a operação, prejudica-se não apenas o fluxo interno, mas também a competitividade da cadeia produtiva (CORREA; GIANESE, 1993; HEIZER; RENDER, 2001).

1.3 PRODUTIVIDADE

A análise da relação entre *output* ou, em outros termos, uma medida quantitativa do que foi produzido, como quantidade ou valor das receitas provenientes da venda dos produtos e / ou serviços finais, e o *input* ou, em outros termos, uma medida quantitativa dos insumos, como quantidade ou valor das matérias-primas, mão-de-obra, energia elétrica, capital, instalações prediais, permite-nos quantificar a produtividade, a qual sempre foi o grande indicador de sucesso ou fracasso das empresas (MARTINS; LAUGENI, 2006).

As entradas e as saídas da operação podem ser convertidas em capital, facilitando a medição de todos os insumos (entradas ou *inputs*). Dessa forma, a Produtividade pode ser definida como o quociente entre o faturamento e os custos envolvidos. Isso é importante porque coloca o cliente ou o mercado como fator decisivo da produtividade, pois, se o cliente não comprar o produto ou o serviço, por qualquer razão, seja, por exemplo, baixa qualidade ou preço alto, a produtividade cairá, mesmo que a eficiência da operação seja alta (FALCONI, 1992).

A Produtividade pode ser expressa como medidas parciais, medidas de fatores múltiplos ou medidas totais. Se a preocupação é com o índice de saída para uma única entrada, tem-se uma medida parcial de produtividade. Se a questão é verificar o índice de saída para um grupo de entradas, tem-se uma medida de fatores múltiplos de produtividade. Se o objetivo da empresa é descrever a produtividade de toda a organização ou nação, tem-se uma medida da produtividade do fator total (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006).

O aumento da Produtividade fornece meios para o aumento da satisfação dos clientes, a redução dos desperdícios, a redução do estoque de matéria-prima e produtos em processo ou acabados, a redução dos prazos de entrega, ou seja, melhor utilização dos recursos. Na maioria das vezes, aumentos de

produtividade requerem mudanças de tecnologia, na qualidade ou na forma de organização do trabalho, ou em todas em conjunto (MARTINS; LAUGENI, 2006).

A responsabilidade permanente de todo administrador ou gestor de uma organização é melhorar o desempenho de suas operações. Deixar de adotar melhorias, de forma a acompanhar, pelo menos, os concorrentes (em organizações que visam o lucro), ou deixar de adotá-las de acordo com um ritmo que atenda às necessidades dos clientes é condenar a organização à perda de produtividade e, consequentemente, competitividade, ameaçando a sobrevivência da empresa no mercado globalizado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

2 MÉTODO DE PESQUISA

Lakatos e Marconi (1996) sustentam que toda pesquisa científica tem como característica comum o emprego de métodos científicos. O método de pesquisa ou a metodologia compreende o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança, possibilitam o alcance do objetivo, traçando o caminho a ser seguido.

A pesquisa aplicada tem ênfase prática na solução de problemas (COOPER; SCHINDLER, 2003), sendo este trabalho caracterizado como uma pesquisa aplicada, cujos dados foram utilizados na forma quantitativa. O objetivo deste trabalho é reduzir o tempo de parada da máquina de moagem, na troca de cores, analisando as oportunidades de melhorias na empresa onde foi aplicado este estudo.

Quanto aos procedimentos, utilizou-se o estudo de caso. De acordo com Yin (1994), a opção de estudo de caso, como estratégia de pesquisa, justifica-se quando o estudo focaliza o âmbito das decisões, isto é, tenta esclarecer o motivo pelo qual as decisões foram tomadas, como foram implementadas e quais os resultados encontrados.

O método de pesquisa utilizado seguiu os seguintes passos na coleta de dados, abaixo localizados, nesta ordem:

a) determinação do valor atual de *setup*: a etapa inicial da implantação da TRF consistiu no levantamento do tempo atual de *setup no setor de moagem*, analisando a complexidade e a quantidade de produtos produzidos no mês. Essa atividade foi realizada através de marcações dos próprios operadores por meio do registro de acompanhamento de produção;

b) apoio do gestor da área para aplicação das técnicas de TRF: a conscientização da gerência foi realizada através do demonstrativo do retorno de investimento do projeto, em termos de maior capacidade produtiva, maior satisfação dos clientes e aumento da produtividade;

c) conscientização dos operadores: foram apresentadas as vantagens para os operadores na adoção da TRF, como, por exemplo, maior facilidade na

execução das tarefas, melhor ambiente de trabalho e menor desgaste físico;

d) formação da equipe de trabalho: após o esclarecimento dos benefícios que serão adquiridos através da implantação da Troca Rápida de Ferramentas, foi formada a equipe de trabalho. O líder do grupo exerceu importante papel na aplicação das ferramentas (*brainstorming*, diagrama de *Ishikawa* e 5W2H) como forma de detectar as principais causas do elevado valor de *setup*;

e) determinação da meta do valor de *setup*: foi importante definir o valor da meta para o *setup*, para que toda equipe pudesse conhecer o objetivo do trabalho;

f) aplicação das técnicas de TRF: nas reuniões da equipe de trabalho, foram discutidas as melhores formas para aplicação das etapas da Troca Rápida de Ferramentas, desenvolvida por Shingo (2000):

-Estágio Inicial - As Condições de *Setup* Interno e Externo não se distinguem;

-Estágio 1 - Separando *Setup* Interno e Externo;

-Estágio 2 - Convertendo *Setup* Interno em Externo;

-Estágio 3 - Racionalizando todos os aspectos da operação de *setup*.

Foi de fundamental importância a preparação da equipe para vencer os paradigmas existentes na empresa, pois é comum que algumas pessoas acreditem que, em trabalhos como esse, muito pouco será feito. É de vital importância que a equipe se mantenha unida, visando sempre à redução do tempo de *setup*, pois à medida que as primeiras reduções forem sendo conquistadas, os paradigmas irão se desfazendo.

Quando a meta de *setup* for alcançada, passa-se para a próxima etapa, ou seja, a padronização de atividades; caso a meta não seja atingida, faz-se uma análise onde o erro foi cometido e retorna-se à aplicação das técnicas de TRF.

g) padronização de atividades: a padronização de atividades, peças e acessórios utilizados na preparação dos equipamentos é necessária, para que todos operadores utilizem a forma mais adequada de realizar as tarefas. Após todos os operadores estarem devidamente treinados e com todas as técnicas da TRF aplicadas na empresa, as operações foram documentadas em forma de Instruções de Trabalho, a fim de proporcionar a fixação da metodologia aos operadores, evitando que retornem ao modo antigo de preparação;

h) verificação mensal dos resultados: a verificação dos resultados, ou seja, a observação do *setup* do próprio setor através da tomada de tempo é importantíssima, verificando se os resultados atingidos com a TRF estão sendo praticados normalmente, ou se simplesmente se tornaram obsoletos;

i) análise dos pontos de melhoria para ação

posterior: com a implantação das técnicas de TRF, é possível aprimorar o estudo com o objetivo de atingir maiores reduções do tempo de *setup*.

O objetivo deste trabalho é reduzir o tempo de *setup* do processo de moagem da tinta em pó, através da implantação da Troca Rápida de Ferramentas. A redução no tempo de *setup* no setor de moagem proporcionará ganhos de produtividade no setor gargalo de produção, trazendo maior rapidez na entrega do produto, além de possibilitar a produção de um maior *mix* de produtos, o que aumentará a competitividade da empresa no mercado.

Este trabalho está alinhado com a estratégia competitiva da empresa, que se baseia na entrega rápida de produtos aos clientes. Foi desenvolvido no ano de 2008, em uma empresa da serra gaúcha, do ramo de fabricação de tinta em pó. A empresa foi fundada em 1992, dispo de uma infraestrutura que a coloca como uma das empresas mais avançadas em tecnologia na fabricação de tinta em pó do País. Tem capacidade de produção de 170 toneladas por mês de tinta em pó, oferecendo aos seus clientes uma cartela de aproximadamente 600 cores. Desde 1998, possui a certificação ISO 9001.

3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Inicialmente, analisou-se a situação atual de *setup* no setor, identificando os pontos de melhoria e quantificando o tempo gasto nessa operação. Após, buscou-se a aplicação prática do modelo, implementando ações de forma a reduzir esse tempo. Por último, foram comparados os tempos obtidos com a aplicação da Troca Rápida de Ferramentas e a situação anterior ao trabalho, demonstrando e ratificando a importância deste estudo.

3.1 SITUAÇÃO INICIAL - ANTERIOR À APLICAÇÃO DA TRF

A empresa apresenta atualmente alguns problemas no *setup* de seu maquinário, onde se destacam:

a) inexistência de uma sistemática ou um procedimento-padrão para a realização do *setup*, causando desperdício de tempo, perdendo, aproximadamente, 20 minutos do tempo de limpeza em movimentação, com a consequente queda na produtividade;

b) não há um parâmetro para a utilização da quantidade de produtos gastos para a limpeza das máquinas; atualmente, gastam-se, em média, 300 litros de solvente/mês;

c) a programação da produção não é seguida conforme o planejado no início do mês, pois muitos pedidos de última hora acabam provocando algumas alterações nesse planejamento. Esses pedidos interrompem uma sequência de cores programadas, gerando *setups* mais complexos e, por consequência, mais demorados.

O atual gargalo de produção da empresa é o setor da moagem, por isso, ele foi o escolhido para o desenvolvimento deste trabalho. O modelo proposto para implantação da TRF, conforme Figura 3, tem como ponto de partida a determinação do valor atual do

setup, a conscientização e o apoio da direção da empresa, passando pela formação das equipes, determinação da meta para o setup, pela aplicação das técnicas da TRF, padronização das atividades e finalizando com a avaliação do método implantado.

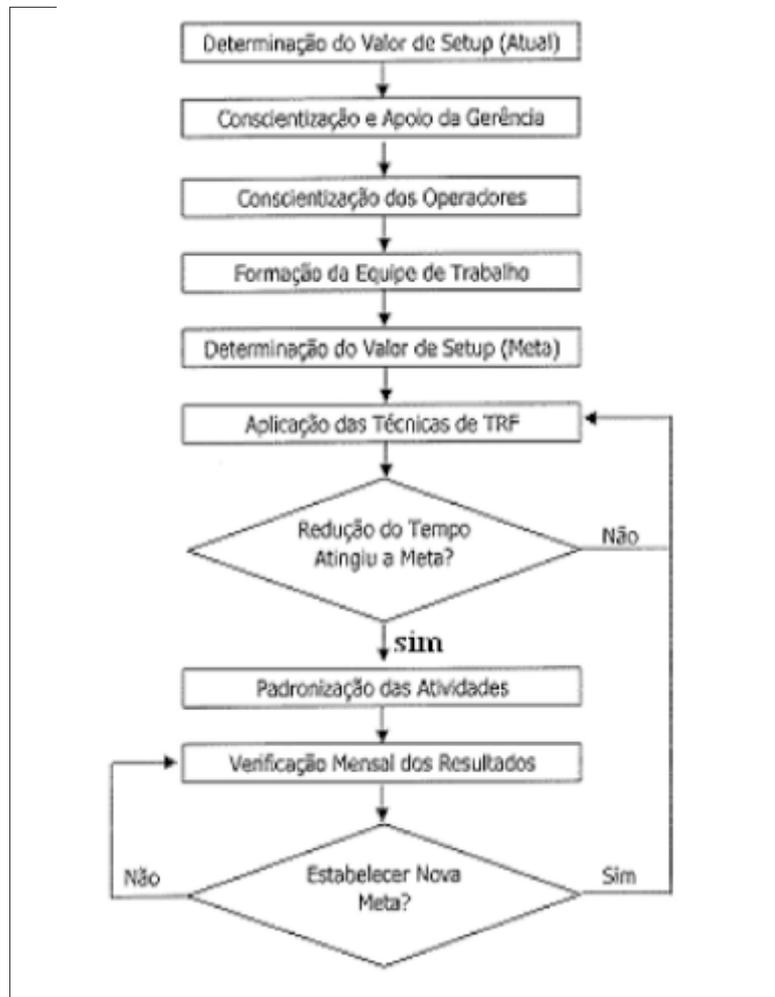


Figura 3 - Modelo Proposto para a implantação da TRF
 Fonte: Adaptado de Chiavenato (2000)

A primeira etapa iniciou-se com o acompanhamento do tempo de *setup* no setor de moagem, relevando sempre a complexidade da troca e a quantidade de *SKU (stock keeping unit)* / mês, ou seja, o número de produtos fabricados no mês. Também nesse período, foram acompanhadas algumas trocas para o

detalhamento do tempo de *setup*, tendo em vista sempre quais as maiores perdas.

Através do levantamento das informações, apresentam-se, na Tabela 1, os dados referentes a um moinho, onde se verifica que a média do tempo de *setup* é de, aproximadamente, três horas e 10 minutos.

Tabela 1 - Levantamento do tempo atual de *setup*

Junho de 2008		
Produto	Descrição	Setup (h)
1	Preto Brilhante * (tinta poliéster)	03:15
2	Preto Brilhante	02:30
3	Preto Semi Brilho Texturizado	01:00
4	Cinza	03:00
5	Cinza Texturizado	03:00
6	Cinza Escuro	03:00
7	Vermelho	03:00
8	Preto Semi Brilho Texturizado	04:30
9	Preto Fosco	04:15
10	Preto Semi Fosco	03:45
11	Vermelho	03:45
Tempo Total de Setup		35:00
Média		03:10

Fonte: Dados levantados na empresa (2008)

Através do valor obtido no levantamento do tempo de *setup atual*, foi elaborada uma apresentação à gerência. Nesta, foi demonstrada a quantidade de pedidos atrasados em função do elevado tempo de *setup* e de ajuste de máquinas. Foram levantados os principais problemas na execução do *setup*, acenando com as possíveis melhorias e a consequente redução do tempo de atravessamento (*lead time*), além do aumento da capacidade produtiva da empresa e maior flexibilidade de produção. Desta forma, com a possibilidade de melhoria da produtividade e da competitividade da empresa no mercado, obteve-se apoio total da gerência para dar sequência à implantação da Troca Rápida de Ferramentas.

A etapa de conscientização dos operadores foi realizada com uma reunião, na qual os integrantes de

todos os turnos de trabalho participaram. Nessa reunião, foram levantados os problemas detectados na realização dos *setups* do moinho. Foram discutidos os problemas, analisados sob a ótica das pessoas que realizam essa atividade, além de ideias vindas dos operadores para a redução do tempo de *setup*.

Na etapa de formação da equipe de trabalho, buscou-se abranger pessoas de diversas áreas da empresa, incluindo, além da operação, a manutenção e o planejamento e controle da produção. A primeira atividade foi a realização do *setup* por parte dos operadores do setor de moagem de tinta, explicando suas atividades e dificuldades. Por meio do diagrama de *Ishikawa*, verificou-se que o problema estava concentrado no método de realização do *setup* e nos próprios componentes da máquina, conforme mostra a Figura 4.

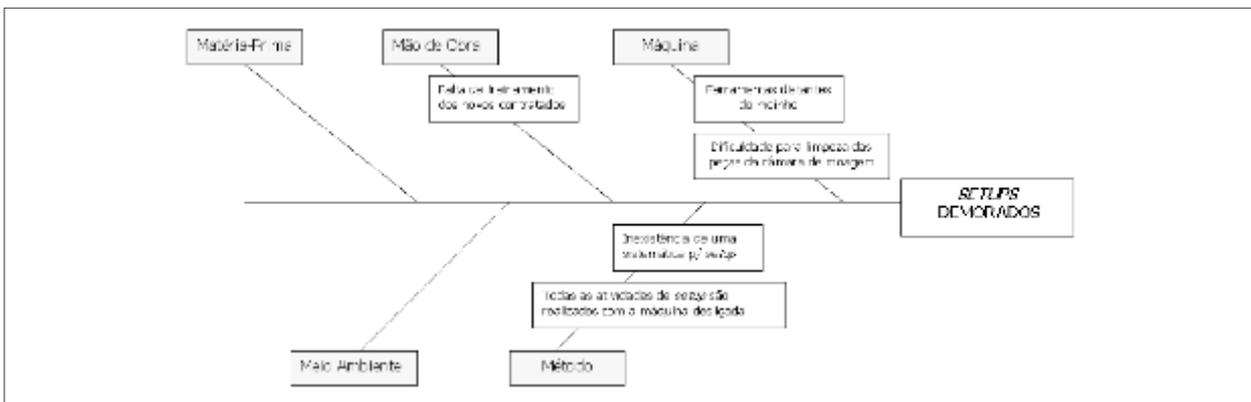


Figura 4 - Diagrama de *Ishikawa* aplicado ao *setup* do Moinho
Fonte: Elaborada pelos autores

Após a construção do diagrama de *Ishikawa*, foi necessária a priorização dos problemas; para isso, utilizou-se a técnica GUT, na qual, através da multiplicação de indicadores como Gravidade, Urgência e Tendência, obtém-se o item que deve ser priorizado. O principal problema estava concentrado no elevado tempo vinculado à limpeza de peças da câmara de moagem, pois todos os componentes presentes nessa região devem estar totalmente limpos

ao iniciar a produção dos lotes, para evitar a contaminação do produto.

Na tentativa de otimizar as ideias e solucionar todos os possíveis problemas apresentados no diagrama de *Ishikawa*, foi elaborado um plano de ação vinculado à metodologia do 5W2H. A equipe de trabalho priorizou o problema da dificuldade de limpeza dos componentes da câmara de moagem, conforme Figura 5.

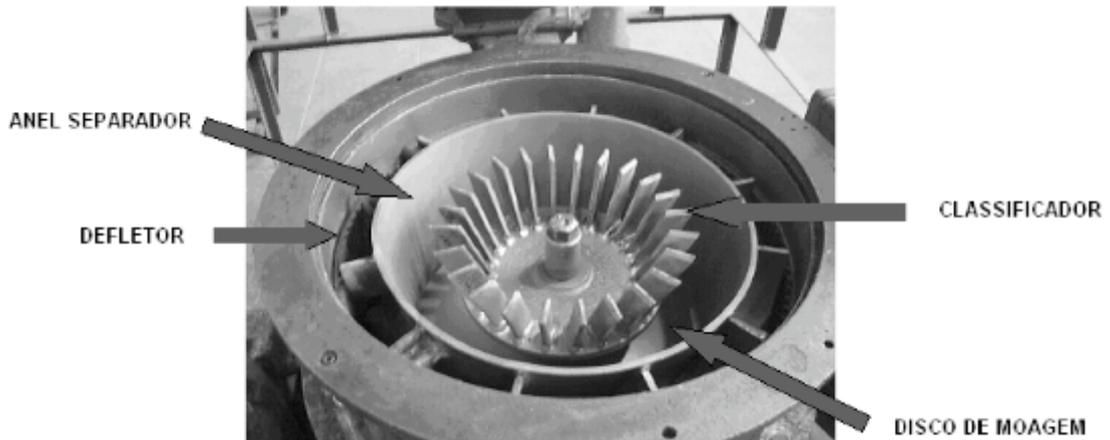


Figura 5 - Câmara de moagem e seus componentes
Fonte: Empresa-alvo da pesquisa (2008)

Para definição da meta do valor de *setup*, levou-se em consideração a complexidade do *setup*, ou seja, a troca de sistema e a troca brusca de cores. A equipe, através de um consenso, visou à redução inicial de 40% do tempo de *setup*, sendo esse número um objetivo considerado alcançável em virtude das experiências adquiridas pela equipe de TRF na empresa. Conforme acompanhamento dos próprios operadores, juntamente com o auxílio da equipe de TRF, pôde-se perceber que esse tempo era proveniente da falta de organização do setor, falta de informações para o início do lote, perda de tempo na troca devido ao excesso de parafusos, além da falta de ferramentas adequadas ao trabalho do *setup*.

3.2 SITUAÇÃO PROPOSTA - APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE TRF

A principal etapa deste estudo foi a aplicação das técnicas de TRF no setor de moagem da empresa e desenvolveu-se através de reuniões quinzenais, realizadas pela equipe de trabalho e conduzida pelo líder. Na Tabela 2, estão listadas as atividades e o tempo necessário para a realização da limpeza do moinho. Nesta, verifica-se que a câmara de moagem é a região onde se encontra grande parte das tarefas necessárias para o *setup*.

Tabela 2 - Atividades relacionadas ao *setup* do Moinho

ATIVIDADES REALIZADAS NA LIMPEZA DO MOINHO		
Local	Atividades	Tempo (min)
Outros	Buscar panos e acetato	0:05
	Separar ferramentas que serão utilizadas	0:03
	Total	0:08
Câmara de Moagem	Abrir estrutura do classificador	0:04
	Retirar classificador, anel, disco e defletor	0:08
	Limpeza classificador	0:15
	Limpeza anel	0:12
	Limpeza defletor	0:12
	Limpeza disco	0:10
	Fixar defletor, disco, anel e classificador	0:12
	Fechar estrutura do classificador	0:04
	Fechamento da tubulação acima classificador	0:04
	Total	1:21
Ciclone	Abertura do ciclone	0:08
	Limpeza do ciclone (ar)	0:05
	Limpeza do ciclone (acetato)	0:20
	Fechamento do ciclone + braçadeira tubulação	0:10
	Total	0:43
Peneira	Retirar fechamento/gaiola	0:03
	Limpeza da peneira	0:03
	Trocar peneira (se necessário)	0:00
	Fixação da gaiola	0:05
	Retirar tubulação acima caracol + limpeza	0:03
	Retirar válvula rotativa + limpeza + fixação	0:04
	Total	0:18
Total Geral	2:30	

Fonte: Empresa-alvo da pesquisa (2008)

Através de um levantamento dos itens da Tabela 2, obtém-se, mediante a Análise de Pareto, o principal problema, conforme mostra a Figura 6.

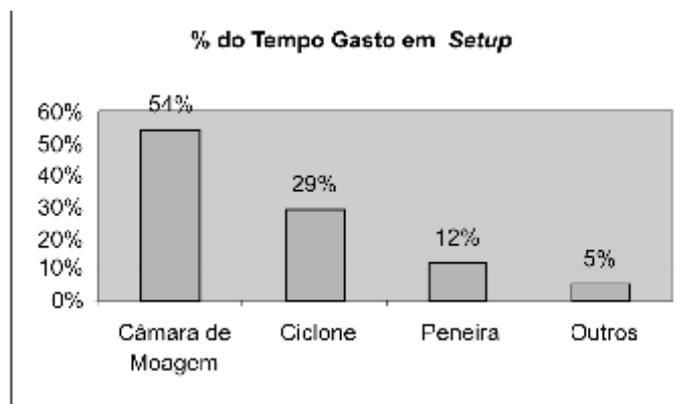


Figura 6 - Percentual do tempo de *setup*
Fonte: Elaborada pelos autores

Nesta, pode-se perceber que o maior tempo gasto está na região da câmara de moagem, pois é nela que se encontram os componentes responsáveis pela moagem dos produtos, ou seja, defletor, disco, anel e classificador. Todos os componentes precisam ser retirados limpos e, após, fixados em seu local. Dessa forma, a diminuição do tempo de *setup* está baseada na aquisição de um novo jogo de peças da região da câmara de moagem e de carrinhos de troca, para auxiliar nas atividades de *setup*, evitando, assim, o tempo gasto na limpeza dos componentes acima citados. Dessa forma, haveria um conjunto reserva dessas peças, que estariam sempre limpas quando do início do *setup*, passando o *setup* interno para externo, pois elas seriam limpas com o moinho em funcionamento. Isso é a aplicação do Estágio 2 das técnicas de implantação da Troca Rápida de Ferramentas, propostas por Shingo (2000).

Foi calculada a relação custo-benefício para a aquisição dos componentes da câmara de moagem, de forma a reduzir o tempo de *setup*. O retorno do investimento seria de um mês, ou seja, plenamente justificável.

A aplicação das técnicas foi realizada conforme a metodologia de Shingo (2000), ou seja, através das quatro etapas, descritas a seguir.

Estágio inicial: o *setup* interno e o externo confundem-se

Através das atividades relatadas pelos operadores durante o *setup*, pôde-se perceber, naquela data, que eles executavam todas as operações como *setup* interno, ou seja, com a máquina parada.

A primeira atividade executada era o desligamento da máquina, para, após todas as ferramentas e informações necessárias à realização do *setup*, serem reunidas e aplicadas ao longo da preparação do moinho para o próximo lote.

Estágio 1: separar *setup* interno em externo

Após o primeiro contato com os operadores, foi-lhes orientado que, antes de iniciarem as atividades de *setup*, parassem e passassem a verificar o que seria necessário para a sua realização.

Foi realizado um levantamento das ferramentas necessárias para a realização do *setup* e neste constatou-se que a maioria das ferramentas era similar nos três moinhos. Dessa forma, foram adquiridos dois carrinhos para troca, os quais contêm todas as ferramentas e os acessórios necessários, devidamente identificados, para o *setup* do moinho, evitando transtornos e perdas em movimentação na busca do ferramental. Foi criado também um *checklist* para um melhor controle do ferramental e dos acessórios do carrinho de troca.

Estágio 2: convertendo *setup* interno em externo

Após a separação das operações internas e externas realizadas no estágio anterior, as externas passaram a ser executadas, rigorosamente, antes de o *setup* ser iniciado.

Nesse estágio, foi adquirido um conjunto completo de componentes da câmara de moagem e uma pia para lavagem das peças. Essa ação auxiliou muito na diminuição do tempo, pois a atividade de limpeza era realizada ao lado do maquinário parado e, somente após o jogo inteiro de elementos estar limpo, este seria reposto. A pia foi instalada em um local apropriado da empresa, sendo que um funcionário ficou responsável pela limpeza das peças e por disponibilizá-las limpas ao lado da máquina antes do término do lote.

Estágio 3: racionalização das operações de *setup*

Fundamentalmente, as ações de racionalização de operações foram realizadas através da eliminação de alguns parafusos, padronização da mesma bitola e substituição dos parafusos por engates rápidos ou manoplas.

A etapa de padronização das atividades é fundamental, para que todos os operadores realizem as operações de uma mesma forma. Nestas Instruções de Trabalho, estão relacionadas todas as etapas do *setup*, desde a separação do material para a limpeza até a verificação em uma tabela sobre qual tipo de limpeza deverá ser realizada, parcial, mais simples, com ar comprimido, ou geral, mais complexa, com solvente.

Foi realizado um treinamento no qual os operadores deveriam executar suas atividades seguindo os passos descritos nas Instruções de Trabalho. O resultado foi satisfatório tanto para o grupo de TRF como para os operadores.

Após um mês de aplicação da TRF, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 3. Pode-se perceber que foi conquistada uma redução de 33% na média do tempo de *setup*, pois o tempo gasto no *setup* na condição inicial, conforme Tabela 1, era de três horas e 10 minutos e, após a aplicação da TRF, conforme Tabela 3, esse tempo foi reduzido para duas horas e sete minutos. A equipe de TRF concluiu que, como etapa inicial, foi executado um excelente trabalho, levando em consideração o fato de que, no mês de setembro, houve um aumento no número de SKU's - de onze para dezessete. Outro ponto importante é que não é possível manter sempre a mesma sequência de cores e pigmentos, pois, como são produtos que dependem da venda para sua fabricação, a empresa opta por produzir o que está em falta no estoque e os produtos que possuem pedido em carteira.

Porém, como o objetivo inicial (40% de redução no *setup*) não foi atingido, restou à equipe estabelecer uma nova meta, conforme fluxograma proposto anteriormente.

Tabela 3 - Demonstrativo tempo de setup após implantação da TRF

Junho 2008		
Produto	Descrição	Setup (h)
1	Vermelho Brilhante	01:30
2	Vinho Brilhante	01:15
3	Vermelho Brilhante	01:15
4	Vermelho Brilhante (tinta poliéster)	03:00
5	Preto Fosco	01:30
6	Preto Brilhante	02:15
7	Preto Fosco	02:00
8	Preto Acetinado	03:45
9	Cinza Semi Fosco	02:00
10	Preto Texturizado	02:15
11	Preto Semi Fosco	01:15
12	Preto Semi Fosco	02:00
13	Cinza Brilhante	03:30
14	Preto Texturizado	03:45
15	Preto Semi Brilho Texturizado	01:30
16	Preto Acetinado	01:45
17	Preto Acetinado	01:45
Tempo Total de Setup		36:15
Média		02:07

Fonte: Empresa-alvo da pesquisa (2008)

A nova meta escolhida pela equipe para o tempo de *setup* foi manter os 40% de redução do tempo inicial e um novo prazo foi estipulado, sendo agora de três meses para atingir o objetivo proposto.

Para analisar os benefícios que a TRF proporcionou

para a empresa com a redução de 33% do tempo de *setup*, foi apresentada a Tabela 4, na qual consta a redução de aproximadamente uma hora na média de *setups* entre os meses de agosto/2008 e setembro/2008.

Tabela 4 - Aumento da Produtividade obtido com a aplicação da TRF

A	B	C	D=A*C	E	F=D*E*8 h	G=D*E*22 d	H = D/1422
Redução Média do tempo de setup (h)	Média de Setup's	Produção (Kg/h)	Aumento da Produção dia em Kg	Lucro Médio (kg)	Ganho por dia (R\$)	Ganho Mês (R\$)	Aumento de Produção %
1:10	13	280 kg/h	328	R\$ 3,00	984,00	21.648,00	23,06%

Fonte: Elaborada pelos autores

Também é importante ressaltar que o número de *setups* é uma média entre os meses de agosto (11 *setups*) e setembro (17 *setups*), sendo que poderia, até o final do ano, aumentar, estimando que, dessa forma, o lucro mensal pudesse ser até 50% superior ao da tabela anterior.

A quantidade gasta em solvente por mês foi um item relevante neste trabalho. No início, utilizavam-se, aproximadamente, 300 litros/mês, gerando um custo de, aproximadamente, R\$ 33.300,00/ano. Através da TRF, com o novo modelo de programação, notou-se uma diminuição de cerca de 10% na quantidade, pois os lotes

passaram a ser programados levando em consideração o tipo e a cor do pó a ser processado.

Sendo os ajustes equivalentes de 10 a 20 minutos do tempo total de limpeza do maquinário, não poderiam ser deixados de lado neste trabalho. Com a finalidade de otimizar o *setup* e, conseqüentemente, a produção, foi criado um banco de dados. Nele, os operadores anotam os parâmetros utilizados na máquina durante a produção e, quando o mesmo lote for produzido, a regulagem da máquina é feita conforme a regulagem do lote anterior, ou seja, foi padronizada uma regulagem de máquina de acordo com o produto a ser fabricado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação, com sucesso, dos conceitos de TRF em uma empresa pode representar, além das melhorias já citadas anteriormente, a sobrevivência dessa empresa no cenário extremamente competitivo e globalizado em que se vive atualmente.

A evidência mais clara no trabalho foi que, através das quatro etapas elaboradas por Shingo (2000), foi possível a implantação da TRF em uma empresa fabricante de tinta em pó, mostrando, dessa forma, que esse modelo pode se adaptar bem em qualquer tipo de empresa.

No que diz respeito à eficiência do modelo, podem-se citar vários indicadores que confirmam o bom resultado obtido pelo uso da TRF, tais como:

a) obteve-se um aumento de capacidade produtiva de aproximadamente quatro toneladas/mês no moinho em estudo, através da redução de 33% do valor de *setup*;

b) melhoria no cumprimento dos prazos de entrega, em virtude da diminuição do *lead time* produtivo;

c) padronização das atividades de *setup*, criando procedimentos-padrão na operação. Isso possibilita que todos realizem as tarefas de uma mesma maneira, aumentando a produtividade e a qualidade (evitando contaminação entre as tintas na tarefa de limpeza). Foram criadas as Instruções de Trabalho, possibilitando o treinamento das pessoas para a realização do *setup*.

A redução no tempo de *setup*, no setor de moagem, proporcionou ganhos de produtividade no setor gargalo de produção, trazendo maior rapidez na entrega do produto, além de possibilitar a produção de um maior *mix* de produtos, o que aumenta a competitividade da empresa no mercado. Outro fator importante é que este trabalho está alinhado com a estratégia competitiva da empresa, que se baseia na entrega rápida de produtos aos clientes. Assim, os objetivos propostos por este estudo foram alcançados.

RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Através dos expressivos ganhos e benefícios adquiridos com a implantação da TRF no setor de

moagem, constataram-se algumas oportunidades de melhoria, tais como:

a) ao invés de propor uma média de tempo de *setup* total para o moinho, propor uma média para cada atividade, a fim de aumentar o domínio e a atuação sobre cada atividade;

b) diminuir o tempo de *setup* na região do ciclone, conforme apresentado na Figura 5, pois representa, pela Análise de Pareto, 29% do tempo total de *setup*;

c) estender o trabalho de TRF ao setor de extrusão, pois, após a aplicação de TRF no setor de moagem, verificou-se, algumas vezes, que o moinho permaneceu parado;

d) estender o trabalho de substituição do solvente (acetato de etila) por um produto ambientalmente correto, buscando, dessa forma, a implantação da ISO 14001.

REFERÊNCIAS

BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CHASE, Richard; JACOBS, F. Roberts; AQUILANO, Nicholas. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Mc Graw Hill, 2000.

COOPER, Donald. R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CORREA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. **Just-in-time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

FALCONI, Vicente Campos. **TQC - Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1992.

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia**, Vol. II. 2. ed. São Paulo: Associações Brasileiras dos Fabricantes de Tintas, 1995.

FLYNN, B. B. The effects of *setup* time on output capacity in cellular manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 25, n. 12, p. 1761-1772, 1987.

GILMORE, M.; SMITH, D. J. Set-up reduction in pharmaceutical manufacturing: an action research study. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 16, n. 3, p. 417, 1996.

HEIZER, Jay; RENDER, Barry. **Administração de Operações - Bens e Serviços**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1996.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MOURA Reinaldo A.; BANZATO, Eduardo. **Redução do Tempo de Setup: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996.

PATEL, S.; DALE, B. G.; SHAW, P. Set-up time reduction and mistake proofing methods: an examination in precision component manufacturing. **The TQM Magazine**. v. 13, n. 3, p. 175-179, 2001.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

_____. **Sistemas de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SUGAI, Miguel et. al. **Redução do Tempo de Preparação e Gestão de Estoques no Âmbito da Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estudo de Caso em uma Empresa de Derivados de Petróleo**. XII SIMPEP - Bauru-SP, 07 a 09 de Novembro de 2005.

YIN, Robert **Case Study Research: design and methods**. London: Sage Publications, 1994.