

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ENG 3381 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

**SISTEMÁTICA PARA IMPLANTAÇÃO DE TROCA
RÁPIDA DE FERRAMENTAS**

Autor : André Seidel

Orientador : José A. V. Antunes

Porto Alegre, 1995

SISTEMÁTICA PARA IMPLANTAÇÃO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

André Seidel

Orientador : José A. V. Antunes

Banca Examinadora : José A. V. Antunes

Luís H. Rodrigues

Gilberto Dias da Cunha

Resumo

A redução do tempo de troca de ferramentas pela implementação de uma sistemática de troca rápida de ferramentas proporciona uma maior disponibilidade do equipamento, melhora os índices de refugo e retrabalho, flexibiliza a produção e reduz o tempo de atravessamento.

Através de uma pesquisa das diversas metodologias encontradas na literatura, é formulada uma metodologia de implantação global, abordando níveis estratégicos e operacionais da sistemática. O nível estratégico tem por finalidade adequar e preparar o ambiente para a implementação da troca rápida de ferramentas. O nível operacional descreve os passos a serem seguidos para a implementação da troca rápida de ferramentas, direcionando os esforços de forma planejada e segura.

A seguir é descrita a aplicação da sistemática de troca rápida de ferramentas proposta em uma seção de uma empresa metalúrgica. Seguem-se comentários sobre as realizações organizacionais e técnicas utilizadas e as conclusões finais do trabalho.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO | 4 |
| 1.1 - Apresentação | 4 |
| 1.2 - Estrutura do trabalho | 5 |
| 1.3 - Objetivos do trabalho | 6 |
| 1.4 - Importância do trabalho | 6 |
| 1.5 - Metodologia do trabalho | 7 |
| | |
| CAPÍTULO 2 - A SISTEMÁTICA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS - REFERENCIAL TEÓRICO | 9 |
| 2.1 - Introdução | 9 |
| 2.2 - Aspecto macro-econômico da troca rápida de ferramentas | 9 |
| 2.3 - Aspecto micro-econômico da troca rápida de ferramentas | 10 |
| 2.4 - A troca rápida de ferramentas no contexto JIT | 11 |
| 2.5 - A troca rápida de ferramentas - conceitos básicos | 12 |
| 2.6 - Análise das metodologias encontradas na literatura | 13 |
| 2.7 - Vantagens da troca rápida de ferramentas | 15 |
| 2.8 - Limitações do trabalho | 16 |
| 2.9 - Introdução à proposta de sistemática | 16 |
| 2.10 - Proposta de sistemática | 17 |
| 2.10.1 - O nível estratégico | 18 |
| 2.10.2 - O nível operacional | 24 |
| | |
| CAPÍTULO 3 - O ESTUDO DO CASO | 30 |
| 3.1- Introdução | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.2 - A troca rápida de ferramentas | 31 |
| 3.3 - A mini-fábrica de gaiolas | 33 |
| 3.4 - Realizações práticas | 41 |
| 3.4.1 - Melhorias organizacionais | 41 |
| 3.4.2 - Melhorias técnicas | 44 |
| 3.5 - Análise geral do programa de troca rápida de ferramentas na mini-fábrica de gaiolas | 48 |
| CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES | 51 |
| CAPÍTULO 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 52 |
| ANEXOS | 53 |
| Anexo A. Conteúdo programático do curso de troca rápida | 53 |
| Anexo B. Situação do ferramental de "set-up" | 54 |
| B.1. Situação anterior à troca rápida de ferramentas | 54 |
| B.2. Situação atual | 54 |
| Anexo C. Exemplo de pré-montagem de dispositivos | 55 |
| Anexo D. Porta-punção da prensa de estampagem | 56 |
| Anexo E. Exemplo de cronoanálise | 57 |

Capítulo 1

Introdução

1.1 Apresentação

Os custos excessivos que uma empresa incorre, como consequência da má utilização de seus fatores de produção, podem assumir importância vital.

Quando as ineficiências eram generalizadas e não havia a competição acirrada dos dias atuais, tais entidades conseguiam manterem-se lucrativas, subsistirem e até crescerem, simplesmente repassando ao preço final do produto todos os custos em que incorriam, adicionados de uma margem de lucro desejada.

No mundo moderno, porém, esta facilidade deixou de existir e aquelas entidades que não tiverem preocupação permanente com a minimização de seus custos de produção estarão fadadas a perder terreno.

Para tanto, foram desenvolvidas várias técnicas de organização do trabalho e da produção, dentre elas o princípio Just-in-Time, originalmente desenvolvido na Toyota Motor Company.

A troca rápida de ferramentas é parte integrante e essencial do sistema Just-in-Time de produção, e, de acordo com Shingo (1985), é o método mais importante e o primeiro que deve ser aplicado para se atingir o Just-in-Time.

1.2 Estrutura do trabalho

O primeiro capítulo apresenta a estrutura do trabalho, sua importância, os objetivos perseguidos e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo, é abordado o referencial teórico utilizado para a realização do trabalho, bem como introduzidas as restrições relativas a ele. O contexto da troca rápida de ferramentas no sistema Just-in-Time é introduzido e os conceitos básicos e vantagens são relacionados. Discute-se os aspectos macroeconômicos e microeconômicos da troca rápida de ferramentas. Também é proposta uma metodologia geral para a implementação da troca rápida de ferramentas, abrangendo níveis estratégicos e operacionais. O nível estratégico prepara o ambiente para a aplicação da metodologia e o nível operacional descreve a seqüência de passos a serem seguidos para a implementação.

No terceiro capítulo, é apresentado um caso de aplicação da metodologia proposta, técnicas de operacionalização utilizadas, realizações práticas e resultados obtidos, bem como são efetuadas observações relevantes à implantação do sistema de troca rápida de ferramentas.

O quarto capítulo aborda as conclusões do trabalho.

O quinto capítulo contém as referências bibliográficas utilizadas para a realização deste trabalho.

1.3 Objetivos do trabalho

Os objetivos deste trabalho são os seguintes:

→ apresentar uma metodologia para implementação da troca rápida de

ferramentas, abrangendo níveis estratégicos e operacionais.

→ descrever um caso de implementação da troca rápida de ferramentas e avaliar

os resultados obtidos sobre as realizações práticas realizadas.

1.4 Importância do trabalho

A redução do tempo de troca de ferramentas pela implementação de uma sistemática de troca rápida de ferramentas proporciona uma maior disponibilidade do equipamento, melhora os índices de sucata e retrabalho, flexibiliza a produção e reduz o *lead-time*.

A redução dos tempos de troca de ferramentas permite que sejam melhor gerenciados os tamanhos de lote, garantindo uma melhor administração dos estoques e da produção.

Hay (1987) descreve com bastante clareza a relação da redução da troca rápida de ferramentas com a flexibilidade da produção:

" Por exemplo, uma máquina antes de qualquer projeto de troca rápida de ferramentas produz por 7 horas em um turno de produção e requer uma hora para troca de ferramentas (set-up).

Se o "set-up" for reduzido para 30 min., dois "set-up's" podem ser realizados por turno e os lotes de produção podem reduzir-se pela metade.

Caso seja objetivada uma redução de 75%, quatro trocas podem ser realizadas por turno, com tempos de "set-up" em 15 min. Neste ponto, sua máquina estará produzindo por 7 horas em um turno e continuará com uma hora gasta em troca de ferramentas.

Então temos que o trabalho de "set-up" não é modificado, o trabalho do operador não é modificado, as horas de produção não são modificadas. Contudo, o tamanho do lote é reduzido em 75%, o inventário é reduzido em 75% e o lead-time é reduzido drasticamente. "

1.5 Metodologia do trabalho

No início das atividades de troca rápida de ferramentas na empresa, a base dos trabalhos foi a metodologia de Shingo (1985), essencialmente enfocada a separação dos tempos de troca de ferramentas em tempos internos e externos.

A partir daí foi feita uma pesquisa bibliográfica buscando-se pontos de outras metodologias que pudessem contribuir na formulação de uma metodologia de implementação global de troca rápida de ferramentas que abrangesse níveis estratégicos e operacionais.

A metodologia foi utilizada em uma seção de uma empresa metalúrgica, verificando as facilidades e dificuldades de implantação.

Capítulo 2

A sistemática de troca rápida de ferramentas - referencial teórico

2.1 Introdução

A seguir são apresentados os principais tópicos relativos ao referencial teórico de introdução da troca rápida de ferramentas.

2.2 Aspecto macro-econômico da troca rápida de ferramentas

As mudanças de comportamento do mercado internacional, com as características de baixo custo e qualidade tornando-se decisivas para a escolha de produtos, aliadas à concorrência tanto a nível nacional quanto internacional, tornaram necessária a produção de itens diversificados e em menores volumes.

A resposta para a questão tradicional de que aumentando a variedade e diminuindo os volumes os custos aumentam é a redução do lead-time ou tempo de atravessamento.

Para tanto, foram desenvolvidas várias técnicas de organização de trabalho e da produção. Dentre estas sistemáticas gerenciais alternativas surgidas, destaca-se o sistema JIT / TQC proposto por Shingo.

O Just-in-Time busca a redução de custos com a eliminação de desperdícios, em especial as relacionadas aos estoques. A troca rápida de ferramentas permite que se reduza os estoques, tornando eficiente a administração de gargalos produtivos e dos próprios estoques.

2.3 Aspecto micro-econômico da troca rápida de ferramentas

Devido ao alto custo das trocas de ferramentas, criou-se uma teoria sobre o cálculo de lotes econômicos de produção, que levassem em conta os tempos perdidos com a preparação de máquinas.

Esta teoria, desenvolvida por F.W. Harris (1915), procura definir matematicamente o lote ótimo para os níveis de estoque. Busca a otimização e não o gerenciamento dos tamanhos dos lotes.

Com a diminuição dos custos de preparação diminuem os custos de produção e os custos totais, podendo ser diminuído o tamanho do lote econômico.

2.4 A troca rápida de ferramentas no contexto JIT

O JIT é um princípio de trabalho onde a principal idéia é não executar atividades que gerem custos e que não agreguem valor ao produto. Como exemplo de atividades desnecessárias ou racionáveis podemos citar o transporte e a movimentação de materiais, inspeção de qualidade, manutenção e estocagem.

No sistema JIT, a produção é "puxada" pela demanda, ou seja, um processo trabalhará sobre a quantidade de peças que o processo seguinte utilizou, repondo o nível de peças anterior.

A sincronização da produção é o tópico mais importante para se atingir o JIT. As variações de demanda são respondidas com maior facilidade devido à redução dos tempos de troca de ferramentas e dos tamanhos de lotes. Assim, atende-se melhor às necessidades dos clientes.

Zangwill (1992) comenta que a troca rápida de ferramentas permite aumentar o número de preparações, reduzir tamanhos de lotes de produção e aumentar a flexibilidade do sistema em relação ao *mix* de produtos. O sistema produtivo fica mais ágil, flexível e responde mais rapidamente às necessidades de demanda.

2.5 A troca rápida de ferramentas - conceitos básicos

A seguir seguem conceitos básicos de troca rápida de ferramentas utilizados na literatura:

⇒ troca rápida de ferramentas : é aquela realizada no menor tempo possível, ou seja, montagens simplificadas, sem improvisações, com coordenação e de forma sistemática

⇒ tempo de preparação ou tempo de "set-up": é o tempo decorrido desde o término da última peça boa produzida no lote anterior até a saída da primeira peça boa do próximo lote. Inclui fases de testes e ajustes.

⇒ atividades externas: são todas e quaisquer atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina estiver em funcionamento.

⇒ tempo externo: é o tempo gasto para a realização das atividades externas.

⇒ atividades internas: são todas e quaisquer atividades as quais, para serem executadas, exigem que a máquina necessariamente deva estar parada.

⇒ tempo interno: é o tempo gasto para a realização das atividades internas.

⇒ lead-time ou tempo de atravessamento: tempo que se leva desde o pagamento da compra da matéria-prima até o faturamento do produto acabado. Isto inclui tempos de entrega, transporte, estocagem, etc.

2.6 Análise das metodologias encontradas na literatura

As metodologias encontradas na literatura e que formaram a base teórica deste trabalho foram: Shigeo Shingo (1985), Monden (1984), Hay (1987) e Kannenberg (1994).

Todas as metodologias de redução de troca de ferramentas baseiam-se na proposta apresentada por Shingo (1985) e nos princípios básicos de separação entre etapas de preparação internas e externas.

A metodologia de Shingo (1985) é denominado de SMED (Single Minute Exchange of Die) e constitui-se de quatro etapas básicas:

- a) atividades internas e externas não são distinguidas
- b) distinguir atividades internas e externas
- c) converter etapas de preparação interna e externa
- d) simplificar ao máximo todos os aspectos das operações de preparação

A etapa mais importante é a primeira, pois é a partir dela é que as melhorias serão feitas.

Shingo faz uma clara distinção entre metodologia e técnicas de operacionalização.

Nesta metodologia não é mencionado o envolvimento da alta administração da empresa, pois esta situação já está implícita no ambiente JIT.

No trabalho de Monden (1984), também há a distinção entre metodologia e técnica. O autor enfatiza a importância dos pequenos lotes de produção: "Através de pequenos lotes de produção, o tempo de execução de vários tipos de produtos pode ser reduzido e a companhia pode adaptar-se prontamente às ordens do cliente e às alterações de demanda."

Monden apresenta como inovação em relação à metodologia de Shingo a eliminação ou minimização das necessidades de troca.

Hay (1987) preocupa-se em preparar o ambiente para implementação de um sistema de troca rápida de ferramentas. Discute o envolvimento da alta gerência com o acordo do quê, por quê e por quem o processo será realizado.

Kannenber (1994) apresenta uma metodologia de implantação global, com características administrativas e gerenciais, considerando um planejamento a curto, médio e longo prazos. O autor se preocupa com o envolvimento da alta administração com o programa de troca rápida de ferramentas e a criação de um ambiente favorável à implementação da sistemática.

Ele faz uma análise comparativa entre diversas metodologias encontradas na literatura, combinando aspectos coincidentes e complementares. *

A identificação dos gargalos e a aplicação da troca rápida de ferramentas como forma de reduzi-los é apresentada por Antunes e Rodrigues (1993), consistindo numa eficiente maneira de tornar o sistema produtivo mais ágil.

2.7 Vantagens da troca rápida de ferramentas

As vantagens que uma redução dos tempos de preparação proporcionam ao sistema produtivo são diversas.

As vantagens mais diretas decorrentes da redução dos tempos de preparação estão relacionadas abaixo:

⇒ redução dos custos de preparação: permite respostas rápidas à demanda do mercado, dada a possibilidade de utilização de lotes menores.

⇒ permite a flexibilização da produção: pois os tempos de atravessamento são reduzidos.

⇒ elimina os ajustes por tentativa e erro: utilizando-se técnicas simplificadas, minimiza-se as possibilidades de erro, com conseqüente aumento da qualidade e diminuição da necessidade de retrabalhos.

⇒ aumenta a capacidade produtiva: há menor tempo de parada de máquina.

⇒ reduz estoques intermediários: devido à redução dos tempos de troca de ferramentas

⇒ reduz a necessidade de mão-de-obra especializada: devido à simplificação das preparações.

⇒ diminui a taxa de sucata e retrabalho na fábrica

2.8 Limitações do trabalho

Não foi objetivo deste trabalho uma análise crítica e aprofundada de todas as metodologias encontradas na literatura, visto que o tempo para análise e discussão era escasso. Para tanto, formulou-se uma sistemática de implantação global baseada na apresentação de Kannenberg (1994), dada a extensa pesquisa bibliográfica realizada pelo mesmo.

A metodologia foi aplicada globalmente em apenas uma seção da empresa descrita no caso, não sendo alvo do estudo as outras seções da empresa em questão.

2.9 Introdução à proposta de sistemática

Uma metodologia completa para se atingir a troca rápida de ferramentas deve conter na sua essência uma preocupação quanto ao ambiente para implantação da troca rápida. Apenas Hay (1992) apresenta uma etapa de treinamento e conscientização e Hall (1983) com uma análise do processo produtivo. Kannenberg (1994) aborda na sua metodologia níveis estratégicos e táticos com planejamentos a curto, médio e longos prazos.

A base de todas as metodologias encontradas na literatura é a apresentação de Shingo (1985).

Conforme Kannenberg (1994), o nível estratégico tem por finalidade adequar e preparar o ambiente para a implantação da troca rápida de ferramentas, enquanto que o nível tático forma políticas gerenciais de médio e longo prazos. O nível operacional descreve os passos para a solução do problema.

Nesta metodologia, em particular, são descritos os níveis estratégicos e operacionais, entendendo que os passos do nível tático podem ser descritos nos outros níveis.

Todos os passos da implementação do programa na empresa devem ser documentados, devendo ter atas atualizadas de todas as reuniões, com os assuntos discutidos e responsabilidades atribuídas a cada participante.

Em cada passo do nível operacional, torna-se necessário e importante a divulgação de resultados, para que todos tenham conhecimento do andamento do programa.

2.10 Proposta de sistemática

Baseando-se nas metodologias pesquisadas e na própria experiência pode-se propor uma sistemática para a troca rápida de ferramentas em 8 passos básicos :

1. conscientizar / envolver a alta administração
2. criar uma equipe estratégica
3. análise do futuro da planta produtiva
4. definição do processo / equipamento
5. análise do processo existente (separar preparação em externa e interna)
6. treinamento a nível operacional
7. converter preparação interna em externa
8. eliminar ajustes

2.10.1 O Nível Estratégico

Tem como finalidade preparar o ambiente para a implantação do processo de troca rápida de ferramentas, criando condições favoráveis para o sucesso do programa. Abrange os três primeiros passos da metodologia.

Passo 1 - Convencimento / envolvimento da alta administração

Segundo Hay (1987) o processo de troca rápida de ferramentas contém uma série de regras básicas que devem ser acordadas pelas gerências. As regras cobrem 3 áreas e são postas como questões:

1. Por que fazer ?
2. O que fazer ?
3. Quem deve fazer ?

As gerências deverão concordar e assinar um termo de compromisso sobre as regras básicas. Algumas das regras são fáceis de acordar mas outras nem tanto.

As companhias que desejam reduzir o tempo de preparação somente com objetivos de redução de custo não conseguirão acordo em alguma dessas regras. Companhias que estão reduzindo o tempo de preparação dentro do processo JIT não encontrarão dificuldades.

Havendo definição das regras básicas elas serão a garantia para as pessoas que estiverem envolvidas no projeto.

- Por que fazer ?

A primeira parte de regras básicas trata do assunto do "por quê". A primeira regra é uma das mais difíceis e é uma afirmação negativa : a redução do tempo de preparação não deverá ser feita para reduzir pessoas. Isto deverá ser acordado por todas as gerências de modo a se tornar parte das regras oficiais para as pessoas envolvidas na tarefa.

A redução na preparação não é feita para produzir mais, a menos que a companhia esteja recusando negócios. Este tempo deve ser reinvestido para preparações mais freqüentes, de modo que o tamanho dos lotes possa ser reduzido, implantando a filosofia básica do JIT. Também torna a produção tão suave e repetitiva quanto possível, a fim de desenvolver o equilíbrio, sincronização e fluxo necessários para a eliminação dos desperdícios.

Deve-se ter cuidado para que a redução do tempo de preparação não incorra em custos maiores que os atuais, nem em paradas adicionais de máquinas, nem em aumentar índices de sucata e nem na necessidade de preparadores adicionais.

Estes aspectos acima descritos, dentre outros fundamentais, justificam a implantação de um projeto de troca rápida de ferramentas na empresa. Deve-se ressaltar que além de liberar recursos e mão-de-obra, a alta administração deve participar do planejamento e principalmente acompanhar e controlar as atividades.

- O que fazer ?

Atualmente o objetivo fundamental de reduzir o tempo de preparação (set-up) é bastante distante de apenas reduzir o "set up", mas sim simplificá-lo. Simplificar "set-up's" reduz parada de máquinas e custos do "set up". Um objetivo apropriado para reduzir tempos de preparação é diminuir a parada de máquina em pelo menos 75 %. Parece muito, mas isto foi comprovado em uma grande variedade de equipamentos. Em muitos casos foram realizadas reduções de 85 % até 90 % nas paradas de máquinas.

Entende-se por tempo de preparação ou "set-up" o tempo dispendido desde que a última peça boa de um lote foi feita até a primeira peça boa do lote posterior de produção.

O objetivo é simplificar a operação de preparação e não evitá-la.

- Quem deve fazer ?

A redução do tempo de preparação não é um projeto de engenharia. Deve ser dos empregados, e deve ser um projeto do grupo de trabalho. Existe uma tendência entre os engenheiros de tentarem reduzir o tempo de preparação com tecnologia. Isto vai contra a regra básica de soluções de baixo ou nenhum custo. O trabalho de troca rápida não deve ser uma abordagem pura de engenharia e sim uma abordagem de um grupo de trabalho com o envolvimento dos engenheiros.

Kannenber (1994) diz que a base para que se tenha resultados eficientes é a lógica de trabalho em grupo. Parte-se de três níveis de trabalho, aos quais correspondem equipes específicas. Tem-se então :

equipe estratégica - responsável pelo planejamento de toda a estrutura e formação de políticas de funcionamento do programa

equipe de trabalho - responsável pela análise, proposição e implementação das melhorias possíveis seguindo as regras definidas pela equipe estratégica. Uma equipe destas é formada para atacar um problema e depois é desmontada.

equipe de apoio - responsáveis pelas alterações físicas necessárias, de acordo com as propostas apresentadas pela equipe de trabalho. Representadas pela manutenção e ferramentaria.

Passo 2 - Criar uma equipe estratégica

Esta equipe é responsável pelo planejamento global do projeto de troca rápida de ferramentas. Tem como função dar suporte ao processo de implantação, destinar recursos e abrir caminho para que ocorram as modificações necessárias. Dela devem fazer parte um integrante da alta administração, gerentes (engenharia, produção, manutenção, compras, etc.). Interessante seria se todos acima citados participassem da equipe, mas sabe-se que garantir a participação de gerentes de todas as áreas não é uma tarefa muito fácil. Deve-se ressaltar que os gerentes de engenharia e produção devem participar de qualquer maneira.

Um dado importante que deve ser levado em conta é que um dos componentes da equipe estratégica deve participar como líder nas equipes de trabalho. Participaria como facilitador de problemas que possam surgir (políticos, burocráticos ou financeiros) e na organização e comando das tarefas.

Passo 3 - Análise do futuro da planta produtiva

Esta etapa de nível estratégico visa evitar que os esforços de troca rápida de ferramentas não sejam desperdiçados por serem mal planejados e principalmente mal direcionados. Kannenberg (1994) ainda cria mais uma etapa a nível tático (estabelecimento de políticas de médio e longo prazos) mas ela pode ser absorvida pela análise do futuro da planta produtiva. Certos aspectos como aquisição de equipamentos, projeto de produtos parecem ser próprios de uma análise do futuro.

Certos pontos são bastante importantes nesta análise :

- alterações em processo : compreende as alterações técnicas das máquinas. Este tipo de modificações sem serem previstas ou planejadas podem acarretar na perda de todos os esforços na busca da troca rápida de ferramentas, visto que será eliminado

- alterações de pessoal : todo o planejamento em envolvimento, motivação e treinamento de pessoal não deve ser perdido com pessoas que possam ser desligadas da empresa ou de suas funções, ou que não queiram ou não tenham condições de participar do programa

- alterações de produtos : deve-se tomar cuidado com a criação de novos produtos ou alteração dos existentes visto que deve ser evitado o desperdício de esforços devido a simplificação do mix de produtos

- compra de equipamentos : na aquisição de novas máquinas deve-se levar em conta a troca rápida de ferramentas, pois se estas máquinas já estiverem adaptadas à filosofia da troca rápida o esforço na implementação do programa será direcionado única e exclusivamente aos aspectos comportamentais dos operadores.

- projeto de produtos : a grande variedade de produtos hoje exigida pelo mercado tende a complicar o sistema produtivo da empresa, pois aumenta em número e complexidade os componentes e processos a serem executados. Para se viabilizar essa diversificação, deve-se tentar padronizar os componentes e produtos tanto quanto

possível. Isto é, trabalhar com produtos projetados de tal forma que sejam totalmente diversificados, mas que utilizem componentes e processos idênticos.

2.10.2 O Nível Operacional

O nível operacional descreve os passos a serem seguidos para a implementação da troca rápida de ferramentas. Estabelece uma metodologia de trabalho, direcionando esforços de forma planejada e segura.

Passo 4 - Definição do processo / equipamento a ser atacado

Este é um dos pontos mais importantes para que se consiga obter resultados eficientes na troca rápida de ferramentas. A definição depende de critérios da equipe estratégica. Pode-se basear na Teoria das Restrições, conforme Antunes e Rodrigues (1993), onde são priorizadas as máquinas gargalo, pois uma hora ganha na preparação de uma máquina gargalo representa uma hora a mais no faturamento da empresa.

Deve-se ter em mente que boas reduções de tempos de preparação podem ser obtidas apenas com mudanças comportamentais, as quais não exigem alterações físicas em máquinas e ferramentas, logo não representam custos maiores.

Quando se inicia a implementação da troca rápida de ferramentas na empresa é interessante que se escolha um processo ou equipamento mais simples, pois trará experiência ao grupo para atividades mais complexas, além do fator motivacional. Caso

seja escolhido um processo muito complicado para início das atividades e os resultados não correspondam à expectativa gerada isso pode desmotivar o grupo e comprometer toda a continuidade do programa. Neste caso, seria interessante a escolha de um processo ou equipamento piloto, sem maiores preocupações com produtividade ou ferramental, apenas com o interesse de comprovar e convencer a todos da utilidade e importância da troca rápida. Este piloto, se possível, deve ser acompanhado pelo maior número de gerentes, supervisores e operadores, possibilitando que todos tenham acesso à filosofia de trabalho e seus resultados.

Juntamente com a definição do equipamento é escolhida a equipe de trabalho. Este tipo de equipe é organizada para atacar especificamente a máquina em questão, sendo depois desfeita, para, com a escolha de outro equipamento, outra equipe diferente vir a ser formada. Deve ser constituída pelos operadores e especialistas no processo, com acompanhamento de um integrante da equipe estratégica, desde já escolhido como líder da equipe.

O líder é o representante da alta administração, responsável pela coordenação dos trabalhos e divulgação dos resultados.

Passo 5 - Análise do processo existente

Essa análise tem por objetivo saber em que condições o processo atual encontra-se. A partir dela, é que serão elaborados cronogramas, metas e objetivos, pois metas e objetivos não podem ser definidos sem o conhecimento atualizado do processo.

O levantamento de dados do processo é a base para essa análise. Deve ser feito por um integrante da equipe de trabalho, coordenado pelo líder e treinado especificamente para o levantamento dos dados relevantes à troca rápida de ferramentas. Esse ponto certamente levará tempo até que se tenha um conjunto de dados completo. O tempo varia conforme a frequência das preparações e da complexidade deles.

Algumas ações para levantamento de dados :

- cronoanálise : consiste em cronometrar todos os movimentos do operador no "set-up". Deve-se ter bastante atenção e conhecimento do processo para registrar todas as operações envolvidas.

- ficha de controle : consiste no preenchimento pelo próprio operador de uma ficha com os dados relevantes da preparação. É um bom dado, mas deve ser analisado com cautela devido à possibilidade de dados falsos ou mal preenchidos.

- entrevistas com operadores : consiste em entrevistar os operadores, pois ninguém melhor que eles conhecem o processo no seu dia-a-dia.

- gravação em vídeo : além de exemplificar muito bem o processo, serve também como documento para possíveis comparações entre os processos antigo e atual. É importante porque os operadores, ao verem suas atuações, deparam-se muitas vezes com atitudes e problemas que passam despercebidos no ambiente de trabalho.

A partir dessa coleta de dados é delineado o processo atual. Os tempos então são separados em tempos internos, tempos externos e ajustes. A partir daí o grupo identifica e concorda com quais melhorias são necessárias. As soluções possíveis são avaliadas, selecionadas e um novo processo é delineado. Os objetivos e metas são então definidos pelo grupo e documentados para posterior avaliação.

Tempos internos são os tempos desprendidos para a realização de atividades nas quais a máquina deve estar parada. Tempos externos são os tempos utilizados para a realização das atividades nas quais a máquina pode estar em funcionamento.

Passo 6 - Treinamento a nível operacional

Ninguém defende uma idéia com mais eficiência que o próprio dono. Assim, se levarmos ao operador o plano de troca rápida de ferramentas, treinando-o no sentido de conhecer a filosofia de trabalho e suas vantagens, ele será um colaborador de importância inestimável, já que conhece todos os detalhes do seu equipamento. Participando, ele será um entusiasta do programa, ao invés de resistir à sua implantação.

Esse passo 6 não necessitaria ser uma etapa distinta do programa, mas, devido à sua importância, é relevante que seja destacado. Deve ser realizado simultaneamente ao passo 5 (análise do processo existente). O treinamento é básico, puramente informativo, com a finalidade de dar conhecimento da filosofia de trabalho ao grupo, enfatizando a importância e o porquê de se reduzir e simplificar as preparações, e as vantagens e a importância de cada um para o sucesso do programa.

O treinamento também tem a função de motivar e forçar a participação de todos do grupo, dado que muitos problemas têm sua causa na falta de motivação e participação, acarretando má qualidade, baixa produtividade, péssimo ambiente de trabalho, etc. Mantendo o operador motivado ele participará ativamente e a implementação dar-se-á sem maior resistência.

O instrutor deve ser, de preferência, o líder do grupo de trabalho, já que conhece o pessoal, tornando o tratamento bastante informal, além de ser o representante da alta administração.

Apostilas simplificadas, com uma linguagem adequada ao nível educacional dos operadores, são indispensáveis. Pode-se fazer uso, ainda, de protótipos desenvolvidos especialmente para a demonstração do funcionamento de certos sistemas que permitem troca rápida (furo em formato de pêra, arruela em “u”, etc). Isso auxilia muito às pessoas com dificuldades em entender desenhos técnicos e em realizar raciocínios abstratos.

Passo 7 - Converter preparação interna em externa

Consiste na conversão das etapas de preparação interna analisadas no passo 5 (análise do processo existente) em etapas de preparação externa. Deve-se reexaminar o processo para verificar se algum procedimento externo ainda é realizado como interno.

Passo 8 - Eliminar ajustes

Muitas vezes o tempo de trocar a ferramenta é relativamente rápido, mas o tempo de ajustar a máquina para obter peças boas é extremamente elevado. Esse processo de

tentativa e erro costuma gerar itens defeituosos, que talvez tenham de ser reprocessados ou sucateados. Funções de dispositivos e ferramentas devem ser analisados profundamente com o objetivo de simplificar ou eliminar os ajustes. Há ainda uma infinidade de maneiras de ajustar máquinas e ferramentas exatamente nas posições corretas. Neste item, torna-se fundamental o apoio da engenharia.

Capítulo 3

Estudo do Caso

3.1 Introdução

A implantação da sistemática proposta no capítulo anterior foi utilizada em uma seção de uma empresa metalúrgica, de médio porte, do ramo de autopeças. A empresa possui aproximadamente 1200 funcionários. A produção divide-se em seis mini-fábricas que são : ponta de eixo, anéis (2), gaiolas, tratamento térmico e montagem .

A seção em estudo foi a mini-fábrica de gaiolas, com aproximadamente 110 funcionários, sendo que 98 trabalham diretamente com o setor produtivo. O regime de trabalho estende-se por três turnos, seis dias por semana.

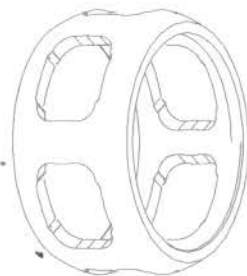


Fig.3.1 - A gaiola

As máquinas, em número de 40, consistem de cortadoras de tubos, prensas, tornos, brochadeiras e retíficas.

3.2 A troca rápida de ferramentas

A necessidade de efetuar a troca rápida de ferramentas surgiu paralelamente à abertura do mercado nacional, com a concorrência de similares importados. Os conceitos das novas técnicas de organização do trabalho (Just-in-Time) passaram a fazer parte do dia-a-dia dos diretores e gerentes.

Neste contexto, a mini-fábrica de gaiolas foi escolhida como plano piloto para a implementação de uma sistemática de troca rápida de ferramentas. A escolha foi baseada no apoio da supervisão à idéia de reduzirem-se os tempos de preparação e à situação crítica dos procedimentos de "set-up" (desorganização das ferramentas, "set-up" por tentativa e erro, etc).

O ferramental de "set-up" da mini-fábrica de gaiolas estava literalmente destruído, armazenado em armários colocados ao lado das máquinas, sem nenhuma organização. As ferramentas gastas não eram sucateadas e nem os motivos do sucateamento eram comunicados. Ferramentas novas que entravam em processo e não davam certo, por um motivo ou outro, eram jogadas nos armários sem nenhum critério. O "set-up" era feito basicamente por tentativa e erro. Havia um grande índice de sucata e retrabalho. O "set-up" era uma atividade que requeria pessoal especializado para realizá-lo, por isso somente os preparadores tinham condições de preparar as máquinas.

A alta administração estava consciente e envolvida no processo de troca rápida de ferramentas (Passo 1). O diretor-presidente sabia das condições de trabalho e das ineficiências da mini-fábrica, como sucata, retrabalho, produtividade e altos tempos de parada de máquina, e exigiu mudanças.

A engenharia de processos foi incumbida da implementação de uma sistemática de troca rápida de ferramentas. Foi então criada uma equipe estratégica (Passo 2) formada pelo gerente da engenharia, chefe do setor de projetos, supervisor de engenharia de processos e gerente de manufatura. Foram deslocadas três pessoas exclusivamente para compor um novo setor na engenharia, o setor de "Preset".

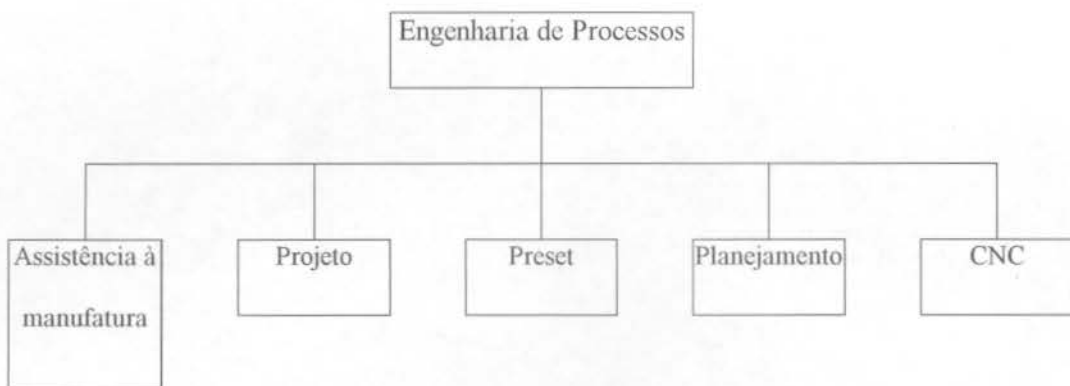


Fig.3.2 - Organograma da engenharia de processos após a criação do setor de preset

Decidiu-se chamar esse novo setor de "Preset" por dois motivos. O primeiro motivo seria a confusão gerada pela existência de dois setores com a mesma denominação de almoxarifado de ferramentas, pois já existia um setor com essa denominação. E, além deste novo setor servir como um almoxarifado de ferramentas, ele também teria a função de pré-ajustar e pré-montar as ferramentas que permitissem essa operação. Seria uma operação de "pré-set-up".

A primeira atividade foi conhecer qual a real situação da troca de ferramentas na empresa (Passo 3), sendo então criada uma planilha para controle dos tempos. Esta planilha seria colocada em todos os postos de trabalho da fábrica. Quando ocorresse um "set-up" o próprio operador registrava a hora de início, hora de fim, peça que entrou, que saiu e problemas ocorridos nos "set-up's." Não foi dado nenhum treinamento conceitual de "set-up" para os operadores. Por isso os dados eram bastante imprecisos e muitas vezes falsos, devido ao medo de cobranças por parte das chefias. Apesar disso esses dados serviram como base para todo o início da análise, como identificação das máquinas com maiores tempos de troca de ferramentas.

3.3 A mini-fábrica de gaiolas

A sistemática na mini-fábrica de gaiolas foi assim abordada:

Passo 1 - A alta administração estava consciente e envolvida na implementação da troca rápida de ferramentas. Liberação de recursos e mão-de-obra não seriam problema.

Passo 2 - A equipe estratégica já estava formada e continuou com os mesmos integrantes.

Passo 3 - Seguindo este passo de análise do futuro da planta produtiva, definiu-se que os equipamentos que seriam reformados não sofreriam análise para a troca rápida de ferramentas, visto que as melhorias técnicas foram solicitadas ao setor de Reforma de

Máquinas. Também não foram feitos esforços em máquinas que deixariam de ser utilizadas (obsoletas) ou que seriam deslocadas para outra áreas da fábrica.

Para a compra de máquinas, foram acertados itens referentes à troca rápida de ferramentas. Eram exigidas trocas de ferramenta o mais simples possíveis e em tempos reduzidos, tomando-se como padrões os tempos da mini-fábrica. Também eram dadas sugestões de ferramentas e dispositivos de máquina.

No caso da entrada de novos produtos em produção, o ferramental ainda em fase de projeto era acompanhado e seus detalhes discutidos para padronização dos componentes e simplificação do ferramental.

Passo 4 - Foi então criada a equipe de trabalho, formada pelo supervisor da engenharia de processos (designado como líder do "Preset"), analistas do "Preset" e preparadores da gaiola. O equipamento a ser atacado foi definido sem nenhum critério específico. Partiu-se inicialmente pelas primeiras operações, mais simples. Seguiu-se a ordem das operações.

Passo 5 - Como análise do processo existente conclui-se que nada poderia ser feito a respeito da troca rápida sem que as ferramentas envolvidas no "set-up" não estivessem em condições. O ferramental de "set-up" da linha estava literalmente destruído, acondicionado em armários colocados ao lado das máquinas, onde não havia nenhuma organização (ver anexo B.1). As ferramentas gastas não eram sucateadas e muitas vezes as ferramentas novas que não davam certo eram jogadas nos armários sem nenhum critério. O "set-up" era feito por tentativa e erro. Caso a ferramenta escolhida não desse

certo, outra era escolhida até que desse certo. Havia um grande índice de refugo e retrabalho.

Este era o grande problema enfrentado pelos operadores e preparadores para a realização de um "set-up". O primeiro objetivo foi organizar o ferramental de "set-up". Não há como querer implantar uma sistemática de troca rápida sem que sejam dadas condições para tal.

Iniciou-se a reorganização do ferramental pelas máquinas das primeiras operações e à medida que nestas o trabalho era encerrado, avançava-se para as outras máquinas.

Todo o ferramental, antes jogado em armários ao lado das máquinas, foi recolhido ao "Preset". Foi então separado, analisado e caso estivesse em más condições era sucateado. Esta análise envolveu tanto pessoal de chão-de-fábrica, como a engenharia e controle de qualidade, pois muitas ferramentas colocadas em operação não operavam corretamente.

Todos os desenhos foram revisados, atualizados, com a eliminação de detalhes obsoletos. Nesta fase foram feitas reuniões semanais documentadas entre o pessoal do "preset" e engenharia, onde eram levantados os problemas e direcionadas as soluções.

Esta parte foi bastante demorada e muito importante, pois a seqüência dos trabalhos seria facilitada. Paralelamente à essa revisão e análise, os novos ferramentais eram comprados de acordo com os novos desenhos.

Devido ao alto custo de aquisição de ferramentas criou-se um mapa limitando um certo tipo de peças para determinadas máquinas. Essas relações máquina x peça foram definidas pelo grupo de trabalho em conjunto com a chefia da mini-fábrica. Foram feitos vários ajustes no mapa até que se atingisse um equilíbrio nas relações. Peças semelhantes no que diz respeito à troca de ferramentas foram separadas em famílias, utilizando-se a técnica de Tecnologia de Grupo citada por Kannenberg (1994).

A partir do instante que as máquinas possuíam seus ferramentais em condições, a análise do processo existente, propriamente dita, pôde ser executada. Iniciou-se pelas máquinas utilizadas nas primeiras operações, já ferramentadas e mais simples, pois aí a implementação seria mais fácil e rápida, demonstrando a eficiência do projeto e colaborando para manter a motivação do grupo em alta.

Foram feitas cronoanálises de dezenas de "set-up's" (ver anexo E). Todas as ações do operador desde a última peça gerada até a primeira boa do lote posterior eram descritas e cronometradas. Em certo ponto, devido à frequência das cronometragens os operadores já não davam mais importância à presença de pessoal tomando seus tempos.

Também foram feitas reuniões com os operadores buscando levantar o maior número de problemas enfrentados por eles nos "set-up's".

Paralelamente, a ficha de controle de "set-up" foi substituída por um "diário de bordo", o qual constavam todas as paradas de máquinas, produção e CEP. Cada tipo de parada possuía um código específico: logo, quando um "set-up" era realizado, o código

relativo à "set-up" era marcado. Depois esse diário era digitado e todas as informações daquele dia estavam disponíveis no microcomputador.

Técnicas de filmagem em vídeo também foram utilizadas, mas apresentavam algumas dificuldades, como disponibilidade do equipamento e de pessoal, além de não apresentar em muitos "set-up's" as melhores imagens devido à falta de espaço e luminosidade inadequada. Fazia-se apenas uma filmagem de cada grupo de máquinas da mesma operação com o objetivo de usá-lo no treinamento operacional.

Com essa coleta de dados, todos os dados relevantes ao "set-up" estavam disponíveis. Os tempos coletados através das cronoanálises foram então separados em tempos internos e externos. As causas dos altos tempos estavam identificadas, sabia-se quais poderiam ser feitas simultaneamente com a máquina operando, quais eram mal executadas, qual a melhor seqüência, etc.

Passo 6 - Nesta fase, foi feito o treinamento dos operadores. Este treinamento foi feito a nível conceitual, levando ao conhecimento deles todos os conceitos fundamentais da troca rápida, os objetivos e o comprometimento da empresa através de um curso.

Este curso foi ministrado a todos os operadores da mini-fábrica de gaiolas, separados por grupo de máquinas da mesma operação. Tinha a duração de 8 horas/aula e o instrutor era o líder da equipe de trabalho e supervisor do setor de preset. Dava, desta forma, a certeza da importância do projeto para a empresa aos operadores (ver anexo A).

Era apresentado o vídeo de set-up do grupo de máquinas e os dados referentes àquele grupo, como o tempo médio de "set-up" das máquinas e as cronoanálises feitas. Discutia-se a separação dos tempos em tempos internos e externos, dificuldades levantadas, problemas surgidos e sugestões.

A fase de treinamento não necessitava vir necessariamente após o passo 5, mas, neste caso, optou-se pela seqüência, para a continuidade do programa. Nesta etapa, os operadores tomaram conhecimento da sistemática de trabalho, as vantagens da troca rápida de ferramentas e seus conceitos fundamentais.

Para o treinamento, foram confeccionadas apostilas com uma linguagem bastante simplificada, com exemplos práticos das próprias máquinas, dando aos operadores a oportunidade de visualizarem muitos erros que antes não eram percebidos. Uma vantagem verificada era a ausência de analfabetismo na empresa, gerando um grupo homogêneo e proporcionando que se utilizasse a mesma linguagem para todos.

O instrutor do curso era o líder da equipe e supervisor do "Preset", dando assim a certeza da importância do projeto para a empresa aos operadores.

Passo 7 - Com os conceitos de troca rápida introduzidos, a conversão dos tempos internos devido à erros de procedimento foi feita sem maiores resistências. Os "set-up's" eram acompanhados e, nas situações de dúvida, os operadores eram orientados. Quanto à problemas de ferramental ou que exigissem investimentos, estes eram analisados pelo grupo e dadas as condições para a sua eliminação.

Passo 8 - Simultaneamente surgiram idéias quanto à eliminação dos ajustes.

O tempo de "set-up" em 2 anos passou de 72 min em média, quando eram marcados na planilha (dados duvidosos), para 54 min em média (marcação no diário). Mesmo com essa redução de 30 % na troca de ferramentas, os tempos continuavam muito altos. Ainda se enfrentavam muitos problemas com o ferramental de "set-up".

Um dos problemas enfrentados pelos operadores era a distância das máquinas até o setor de "Preset". Quanto a isso havia o receio por parte da supervisão da mini-fábrica e do grupo de trabalho de realocar as ferramentas para a proximidade das máquinas. Isto deveria ser feito com muito cuidado e planejamento, para que fosse evitada a perda de todos os esforços na organização e controle das ferramentas de "set-up".

Foi então feita a proposta de se deslocar uma pessoa do "Preset" exclusivamente para cuidar das ferramentas de "set-up" e da redução dos tempos de preparação das máquinas. Esta idéia foi aceita e juntamente com esta pessoa também foram deslocados de suas funções na mini-fábrica dois preparadores bastante experientes para implementação de melhorias de ferramental.

Ficou acertado que as ferramentas em processo ficariam sob responsabilidade do grupo e as ferramentas de reposição ou reservas continuariam no "Preset". Iniciou-se o processo de retorno das ferramentas para as primeiras máquinas. Foram comprados armários brancos (limpeza) e caixas de plástico para o armazenamento das ferramentas. Todas caixas foram identificadas por máquina e aplicação. Foram feitas várias reuniões para envolvimento dos operadores na manutenção destes armários.

A simples presença de alguém com a atribuição de cuidar das ferramentas e reduzir os tempos de "set-up" fez com que os operadores perdessem a inibição e levantassem muitas idéias para a melhoria dos procedimentos de set-up, bem como das ferramentas. Esta atitude deve-se ao convívio diário desta pessoa com os operadores e a confiança gerada com a tomada de providências quando algum problema surgisse. Os operadores sentiram que a troca rápida de ferramentas não era apenas mais um programa imposto pela empresa.

Estas idéias sugeridas pelos operadores eram sempre que possível implementadas. Máquinas com tempos de set-up anteriores de 30 a 35 min baixaram para médias de 12 até 9 min. Em 5 máquinas, o SMED (Shingo) foi alcançado.

Apesar de todos os cuidados, em algumas máquinas mais complexas, ferramentas gastas ou quebradas eram devolvidas ao armário sem comunicação. Quando surgia a necessidade de "set-up" para este ferramental ele não estava em condições e o deslocamento ao "Preset" era inevitável.

Os problemas quanto ao projeto de ferramentas foram eliminados, estabilizando os "set-up's" quanto à esta variável.

Como último passo para a eliminação dos tempos externos devido a deslocamentos, foi criado o "Preset" da linha de gaiolas (ver anexo B.2). Todas as ferramentas passaram para a responsabilidade da linha, tornando necessária a comunicação quanto à substituição de ferramentas gastas, visto que, nas máquinas onde

os "set-up's" não eram diários, seus armários foram realocados para o "Preset" da linha de gaiolas ficando apenas ao lado das máquinas os ferramentais de uso frequente. Isto eliminou qualquer problema quanto a ferramental e aumentou a comunicação entre todos.

Juntamente com o retorno de todas as ferramentas (aprox. 1 ano) muitas melhorias foram feitas quanto a simplificação de "set-up's". Foram mudados procedimentos, alterados projetos, eliminados acessórios. Estas realizações práticas serão descritas logo a seguir.

Neste período (aprox. 1 ano), os tempos de "set-up" reduziram-se a uma média de 36 min, possibilitando uma grande flexibilização da produção, redução de custos e estoques de ferramental, reduzidos estoques de produção. O "set-up" deixou de ser uma atividade exclusiva dos preparadores.

3.4 Realizações práticas

As melhorias realizadas na mini-fábrica de gaiolas são descritas abaixo. São separadas em melhorias técnicas e organizacionais.

3.4.1 Melhorias organizacionais

- nas máquinas cortadoras de tubo e nas conformadoras os dispositivos de medição foram colocados ao lado das máquinas, evitando o deslocamento até o setor de

- feito treinamento de todos os operadores da mini-fábrica de gaiolas. Este treinamento foi a nível conceitual, passando aos operadores todos os conceitos básicos da troca rápida de ferramentas. Os operadores foram separados em grupos por tipo de operação.

- foram colocados os ferramentais de "set-up" ao lado das máquinas, em caixas individuais e identificadas por tipo de máquina e aplicação .

- foi criado um "Preset" na linha de gaiolas (ver anexo B.2.), absorvendo todas as responsabilidades quanto ao controle do ferramental, alteração de projetos, compra e reposição.

- criado um mapa com as relações de tipos de peça utilizados para cada máquina e organizados os ferramentais de acordo com suas necessidades indicadas no mapa.

- colocados kits de ferramentas ao lado das máquinas. Estes kits foram colocados em painéis abertos para fácil manejo.

- melhorado o sistema de programação de "set-up's". "Set-up's" são programados com antecedência para evitar qualquer problema quanto a organização.

3.4.1 Melhorias técnicas

- nas máquinas cortadoras de tubos (2) há um suporte com rolamentos por onde os tubos deslizam. Esse deslizamento provoca o desgaste dos rolamentos e isto influencia diretamente na qualidade do corte e conseqüentemente na qualidade da peça. Muitas vezes essa troca dos rolamentos era feita simultaneamente com o "set-up", acarretando em um tempo de parada de máquina muito alto. O suporte então deveria ser retirado da máquina, desmontado, limpo e novamente montado, engraxado e recolocado na máquina. Este suporte foi desenhado e providenciada a compra de conjuntos reserva, deixando sempre um conjunto montado pronto para a troca ao lado da máquina. Solução com baixo custo. Diminui também o desgaste do operador.

- cada máquina cortadora tinha um tipo exclusivo de suporte. Foi solicitada a alteração dos projetos, adaptando o mesmo tipo de suporte para as duas máquinas. As alterações de projeto não foram significativas, não representando nenhum custo para a empresa.

- o "set-up" das máquinas cortadoras de tubo consiste na troca do empurrador do tubo (dispositivo encaixado no tubo e que empurra o tubo para a frente) e do batente frontal. O ferramental de "set-up" varia de acordo com o diâmetro de tubo utilizado. A parte anterior do empurrador era rosqueada em um carrinho que, à medida que o tubo fosse cortado esse carrinho avançava. O sistema de fixação do empurrador no carrinho foi alterado para um único parafuso. O empurrador é engatado no carrinho e o parafuso faz a fixação.

- nas prensas conformadoras o "set-up" consiste na troca do par de matrizes e extratores. As matrizes são colocadas dentro de anéis de aperto e estes são fixos nos suportes das máquinas por três parafusos que deviam ser totalmente roscados para que fossem retiradas as matrizes. Nestes anéis foram feitos em formato de "pêra", proporcionando uma grande rapidez na retirada dos anéis e troca de matrizes. Esta alteração tem, na prática, "custo zero".

- nas prensas conformadoras o operador deveria fazer o "set-up" e ao mesmo tempo alimentar manualmente as outras duas máquinas. Isto acarretava em altos tempos externos dentro dos internos nos "set-up's". Foi solicitada ao setor competente que estas máquinas possuíssem um sistema de alimentação automatizada. Desta forma o operador tem preocupação exclusiva com a troca de ferramentas. O custo dos alimentadores foi relativamente alto, mas este sistema proporcionou a agilização do "set-up", aumento da produtividade e diminuição do esforço físico do operador.

Nestas máquinas, como nas cortadoras de tubo atingiu-se o SMED.

- nos tornos a fixação das peças era feita por castanhas exclusivas para cada tipo de peça. Isto acarretava uma desmontagem das castanhas a cada "set-up" e conseqüentemente o acerto da posição das castanhas e da concentricidade da placa. Foram então projetadas castanhas básicas que não seriam mais substituídas a cada "set-up". Apenas seriam substituídas as castanhas-postiças (montadas nas básicas). Custo zero, pois as castanhas anteriores sofriam desgaste e eram sucateadas, envolvendo custo de reposição. Apenas foi desenvolvido um novo projeto.

- nas três prensas de estampagem o "set-up" era mais trabalhoso. Consistia na troca da pinça de fixação da peça, matriz de estampagem, punção, prato de apoio e extrator da peça. Caso fosse uma troca de peça com diâmetro muito grande para uma peça com diâmetro menor deveria ser trocado o porta-punção (ver anexo D). As matrizes são montadas em um suporte que deve ser retirado sempre que houver "set-up". Da mesma forma com o prato de apoio. A retirada, desmontagem, limpeza, remontagem do novo ferramental pôde ser evitada comprando-se suportes reservas para estas máquinas. Sempre que houver "set-up" o ferramental que entrará em produção é previamente montado e colocado ao lado da máquina. Reduziu 20% do tempo de preparação com custo baixo, pois os suportes não eram peças complexas.

- nas prensas de estampagem existiam dois tipos de porta-punção. "Set-up's" de peças com diâmetros maiores para peças com diâmetros menores exigiam a troca de porta-punção. A troca consiste da retirada do suporte do prato de apoio para a extração dos 8 parafusos (M12x60) que fazem a fixação do porta-punção. Nesta atividade são gastos em torno de 15 minutos em média. Como solução foram feitos testes com encaixes pequenos de punção para peças grandes, a fim de verificar a possibilidade de quebra das ferramentas. Os resultados foram satisfatórios e então padronizou-se o encaixe dos punções nos porta-punção. Solução sem custo pois tanto os punções com encaixe grande quanto os porta-punção continuaram sendo utilizados até o desgaste normal. A partir daí foram comprados somente os detalhes padronizados. Outra vantagem verificada foi a eliminação de um item de estoque.

- após a troca do prato de apoio, nas prensas de estampagem, deveria ser feita a regulagem da altura da estampagem. Esta regulagem era feita levando-se para frente ou

para trás o suporte do prato de apoio. Uma peça então era feita e verificada através do dispositivo de medição a altura da estampagem. Isto acarretava inúmeras sucatas pois não se tinha a precisão na regulagem do suporte do prato de apoio. Para tanto foram confeccionados padrões de altura para cada tipo de peça. Assim, a cada "set-up" depois da troca do prato de apoio coloca-se o padrão de altura para a peça correspondente e regula-se a altura da estampagem. Custo muito baixo, pois os dispositivos são bastante simples.

- em um tipo de brochadeira foram comprados suportes de guias de brocha reserva, pré-montando um conjunto antecipadamente.

- nas prensas de estampagem foi colocada um pistola de ar-comprimido para facilitar a retirada dos parafusos.

- nas retíficas, onde os ajustes são mais precisos devido às tolerâncias menores, os "set-up's" são mais complexos. Os dispositivos de fixação das peças nas máquinas deveriam ser desmontados e alguns detalhes referentes à nova peça deveriam ser trocados neste mesmo dispositivo e novamente montado na máquina (ver anexo C). Regulagens complexas completavam o "set-up" até serem alcançadas as tolerâncias exigidas. A solução neste caso foi o projeto e a compra de dispositivos em número suficiente para que cada tipo de peça possuísse seu próprio dispositivo. Assim este dispositivo é ajustado apenas uma vez e é armazenado ajustado até que seja necessário novamente o seu uso. São três tipos de máquinas diferentes com três tipos de dispositivos de fixação. O custo relativo a compra deste ferramental foi considerado alto mas necessário para a agilização do "set-up". Foram eliminadas regulagens complexas,

diminui-se a sucata e o retrabalho, além do tempo de "set-up" e o esforço do operador. Muitas vezes estes "set-up's" passavam de um turno para outro. Estes conjuntos pré-ajustados permitem que a cada "set-up" eles sejam retirado da máquina e seja feita uma revisão de todo o ferramental, substituindo-se os itens gastos.

- em uma família de retíficas (5 máquinas iguais) a calha de alimentação das peças era composta de inúmeros itens (12) que exigiam um controle bastante rígido dos componentes e demoradas regulagens até que a calha estivesse em condições de trabalho. Não raro eram necessários improvisos devido à falta de componentes. Como solução foi adotado o sistema de alimentação de uma brochadeira que consiste de um conjunto montado específico para cada tipo de peça. Foi feita uma adaptação do projeto da brochadeira para as retíficas, envolvendo manutenção, ferramentaria, projeto e pessoal de chão-de-fábrica. Estas novas calhas são pré-montadas, ajustadas na primeira vez que entram em produção e assim permanecem, sendo armazenadas ao lado das máquinas.

3.5 Análise geral do programa de troca rápida de ferramentas na mini-fábrica de gaiolas :

Há muitas melhorias capazes de serem feitas. Porém, ainda não foi possível a sua implementação, devido à liberação de recursos ou devido ao tempo de projeto.

O sucesso do programa depende fortemente do envolvimento, participação e motivação de todos que participam dele. Também a tomada de atitudes da chefia quando

acontecem dificuldades é fator importante. É muito comum ocorrerem problemas quanto à falta de comunicação, falta de limpeza nos armários e ferramentais ou sucateamento de ferramentas por falta de atenção no "set-up" (mal regulado ou ferramental trocado). Para estes tipos de problema todos devem sentir a preocupação e o envolvimento da chefia na manutenção dos procedimentos para que todos os esforços não sejam desperdiçados por uma simples tomada de atitude mais forte por parte da chefia, demonstrando seu interesse quanto à manutenção dos procedimentos.

O programa deve ser formalizado na empresa, tornando seus objetivos públicos. Os resultados obtidos em cada etapa devem sempre ser divulgados a todos os níveis da empresa.

Os melhores resultados foram obtidos com mudanças simplesmente comportamentais e organizacionais, sendo dependentes do treinamento oferecido e participação da chefia.

O treinamento é fundamental para o sucesso do programa. Sem treinamento não há condições de aplicar conceitos de troca rápida de ferramentas a quem quer que seja. A solução é treinar, treinar e treinar.

Os tempos de "set-up" se estabilizaram em torno de 36 min. em média. Em muitos casos somente melhorias tecnológicas podem obter resultados melhores, mas sente-se em tantos outros casos uma falta de consciência em torno da importância da troca rápida de ferramentas.

O parâmetro utilizado para medir a evolução da mini-fábrica quanto a tempos de troca de ferramentas foi o tempo médio de "set-up". Este parâmetro pode não ser o mais adequado para uma correta análise da troca de ferramentas, pois nem sempre os maiores tempos estão ligados aos gargalos de produção.

No caso da mini-fábrica de gaiolas, os gargalos eram inicialmente as prensas conformadoras e de estampagem. Estes gargalos foram eliminados com a implementação da troca rápida de ferramentas. Surgiram outros gargalos mas que não comprometiam a entrega de peças para a montagem. Por isso continuou-se a medir o desempenho da mini-fábrica com os tempos médios. Faltou neste aspecto uma análise mais criteriosa para identificar a necessidade de redução dos tempos de troca de ferramentas.

No momento está em implantação na linha um sistema celular de produção, com a necessidade de "set-up" em várias máquinas ao mesmo tempo e a eliminação dos estoques intermediários. É certo que essa necessidade de flexibilização forçará os líderes a voltarem todas as suas forças para a troca rápida de ferramentas, identificação dos gargalos, treinamento do pessoal e conscientização.

Capítulo 4

Conclusões

Apresentou-se uma metodologia geral para implantação da troca rápida de ferramentas com as respectivas técnicas de operacionalização, sendo descrito um caso prático de uma seção de uma empresa.

Conclui-se que os altos tempos de preparação são fundamentados principalmente em deficiências de organização da própria produção.

Boas performances nos "set-up's", bem como o sucesso do programa passam pelo envolvimento da alta administração, da tomada de atitudes da chefia e pelo treinamento.

A troca rápida de ferramentas não deve ser considerada como uma técnica, mas como um conceito que requer mudanças nas atitudes de todo o pessoal de fábrica, seja administrativo ou chão-de-fábrica.

A troca rápida de ferramentas é um processo repetitivo, para tanto temos que ter em mente que a última melhoria será a primeira de uma nova série.

Capítulo 5

Referências bibliográficas

1. ANTUNES, José A.V. ; RODRIGUES, Luís H. A teoria das restrições como balizadora das ações visando a troca rápida de ferramentas. *Produção*, v.3, n.2, p.73-85, 1993
2. HAY, Edward J. Any machine set-up time can be reduced 75%. *Industrial Engineering*, v.17, p.62-66, 1987
3. HARMON, Roy ; PATERSON, Leroy D. Reinventando a fábrica, Rio de Janeiro, Campus, 1991. 380 p., cap.7, p.225-253
4. MACEDO, Luiz. Sistema de produção com inventário minimizado. São Paulo, IMAM, 1992. 160 p, cap. 5, p.85-95
5. MONDEN, Yasuhiro. O Sistema Toyota de Produção. São Paulo, IMAM, 1984, p. 43-48
6. SHINGO, Shigeo. A revolution in manufacturing: the SMED system. Cambridge, Productivity Press, 1985, 367p.
7. KANNENBERG, Gustavo. Proposta de sistemática para implantação de troca rápida de ferramentas, tese de mestrado, 136p. 1994.

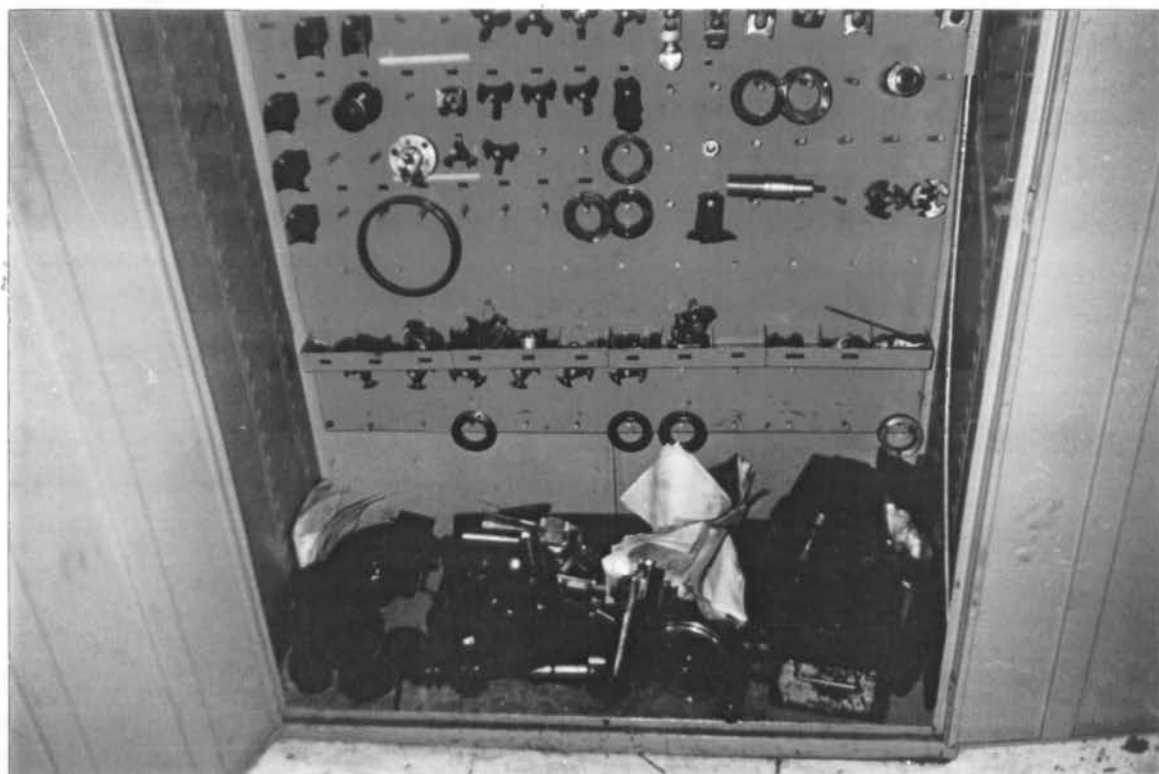
ANEXOS

Anexo A. Conteúdo programático do curso de troca rápida de ferramentas

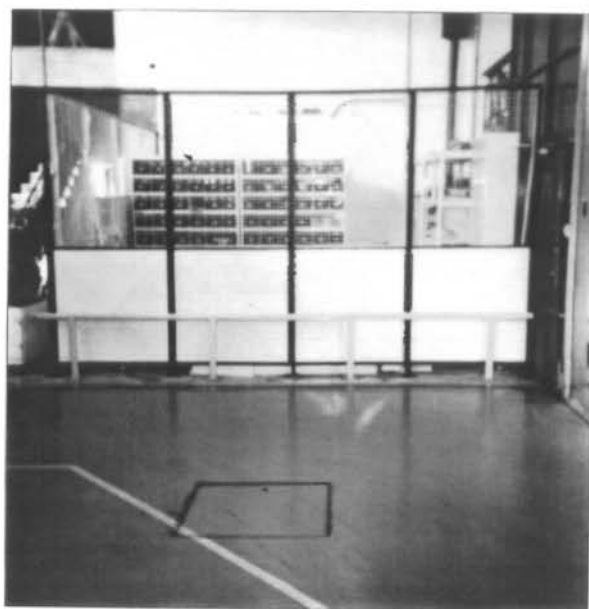
- Histórico
- Por que a troca rápida de ferramentas
- Comparativo entre aumento do tamanho do lote de produção e redução do tempo de "set-up"
- Quem está envolvido com a troca rápida de ferramentas
- Conceitos básicos: "set-up"
 - tempo de "set-up"
 - troca rápida
 - SMED
 - Atividades externas
 - Tempos externos
 - Atividades internas
 - Tempos internos
- Passos para a redução do tempo de "set-up"
- Método utilizado
- Gráficos de evolução dos tempos de troca de ferramenta
- Relatórios de "set-up" (cronoanálises)
- Exercícios de separação dos tempos internos e externos

Anexo B. Situação do ferramental de "set-up"

B.1. Situação anterior à troca rápida de ferramentas



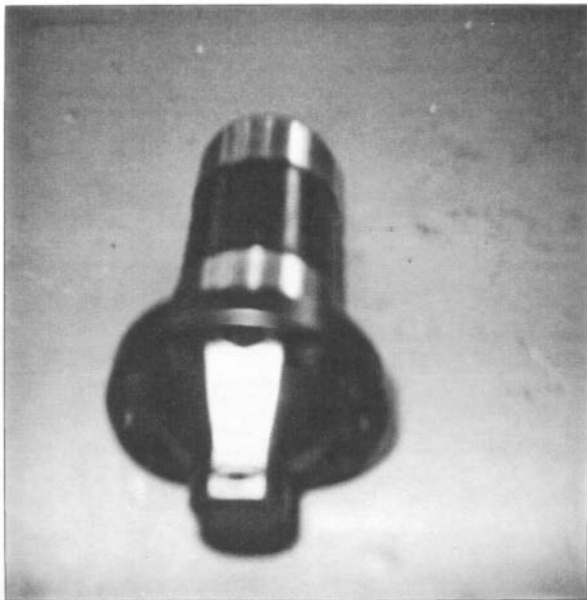
B.2. Situação atual



Anexo C. Exemplo de pré-montagem de dispositivos



Anexo D. Porta-punção da prensa de estampagem



Anexo E - Exemplo de cronoanálise

RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DE SET-UP

| ITEM | ATIVIDADE | TI | TE | TAC | OBS |
|-----------------|---|--------------|-------------|----------------------|--------------|
| 1 | Buscar chaves no painel TPM | | 0,67 | 0,67 | |
| 2 | Retirar calha saída (2 parafusos) | 0,50 | | 1,17 | |
| 3 | Retirar carregador (4 parafusos) | 1,03 | | 2,20 | |
| 4 | Retirar pinça | 1,40 | | 3,60 | |
| 5 | Retirar punção | 0,55 | | 4,15 | |
| 6 | Retirar suporte da matriz (7 parafusos) | 2,58 | | 6,73 | |
| 7 | Retirar suporte do prato (soltar orelhas) | 0,90 | | 7,63 | |
| 8 | Limpeza alojamento matriz e prato | 0,48 | | 8,12 | |
| 9 | Colocação suporte prato B | 0,42 | | 8,53 | |
| 10 | Colocação punção B | 0,42 | | 8,95 | |
| 11 | Regulagem altura (utilizado dispositivo) | 0,62 | | 9,57 | |
| 12 | Colocação suporte da matriz B | 3,72 | | 13,28 | |
| 13 | Colocação pinça B | 1,53 | | 14,82 | |
| 14 | Acerto aperto da pinça | 0,67 | | 15,48 | |
| 15 | Aperto porca da pinça | 0,57 | | 16,05 | |
| 16 | Verificação altura da mesa | 0,88 | | 16,93 | |
| 17 | Regulagem curso do punção (diminuir) | 1,22 | | 18,15 | |
| 18 | Fazer 1 peça e medir | 0,52 | | 18,67 | |
| 19 | Regulagem altura | 0,33 | | 19,00 | |
| 20 | Fazer 1 peça e medir | 1,25 | | 20,25 | |
| 21 | Fixação orelhas suporte do prato | 1,07 | | 21,32 | |
| 22 | Retirada adutor (soltar mangueiras de ar) | 2,25 | | 23,57 | |
| 23 | Levar adutor até suporte e trazer outro | | 0,78 | 24,35 | |
| 24 | Colocação adutor B | 1,70 | | 26,05 | |
| 25 | Fixação adutor | 1,97 | | 28,02 | |
| 26 | Colocação calha | 0,57 | | 28,58 | |
| 27 | Alimentação da calha | 0,33 | | 28,92 | |
| 28 | Colocação calha de saída e pulverizador | 1,33 | | 30,25 | |
| 29 | Peça OK | 1,17 | | 31,42 | |
| TOTAIS | | 29,97 | 1,45 | 31,42 | |
| MÁQ.: Georg 243 | LOTE A: | 2-97-4691 | | TI: TEMPO INTERNO | |
| LINHA: 314103 | LOTE B: | 2-97-4092 | | TE: TEMPO EXTERNO | |
| DATA: 20/05/95 | | | | TAC: TEMPO ACUMULADO | |
| TURNO: 1º | | | | TT: TEMPO TOTAL | |
| | | | | % TE/TT: | 4,62% |

TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

AVALIAÇÃO DO ALUNO

Nome do aluno : ANDRÉ SEIDEL

Nº de matrícula : 0284/89-4

Título do Trabalho : SISTEMÁTICA PARA IMPLANTAÇÃO DE
TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

Conceito obtido : A

Observações(se for o caso) : A) DEVENAS VEL FETAS AS
ALTERAÇÕES ORTOGRAFICAS PROPOSTAS PELO
MEMBROS DA BANCA

Data : 15. 12. 91

Assinaturas:

Banca :

Aluno :

assinatura

assinatura

nome GILBERTO DÍAS DA CUNHA

nome ANDRÉ SEIDEL

assinatura

nome LUIZ HENRIQUE RODRIGUES

assinatura

nome JOSÉ ANTONIO VALE ANTUNES JUNIOR

TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

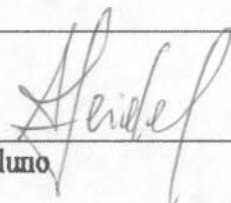
CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Devem constar, obrigatoriamente, um mínimo de 10 encontros orientador/aluno, no período de realização do trabalho.

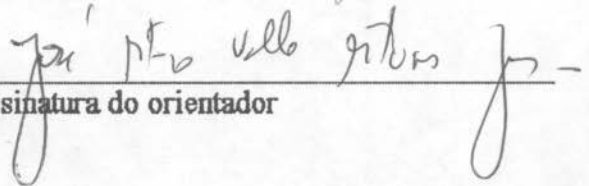
| Encontro | Data | Assunto | Rubrica do aluno | Rubrica do Professor |
|----------|----------|--|------------------|----------------------|
| 1 | 15/08/95 | Considerações sobre o trabalho | | |
| 2 | 29/08/95 | discussão sobre o caso prático | | |
| 3 | 21/09/95 | orientação e entrega 1º parte | | |
| 4 | 27/09/95 | revisão 1º parte e orientação 2º | | |
| 5 | 10/10/95 | entrega revisão 1º parte | | |
| 6 | 18/10/95 | orientação sobre 2º parte | | |
| 7 | 01/11/95 | entrega 2º parte e orientação 3º | | |
| 8 | 08/11/95 | discussão sobre 2º parte e entrega da 3º | | |
| 9 | 19/11/95 | entrega do trabalho revisado | | |
| 10 | 25/11/95 | discussão sobre o trabalho | | |

1º parte - metodologia
 2º parte - caso prático
 3º parte - reflexões, introdução

Porto Alegre, _____



 Assinatura do aluno



 Assinatura do orientador