

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**LUCIANO RAMOS MARTINS**

**A APLICAÇÃO DO CONJUNTO DE FERRAMENTAS 8S, TPM E SMED EM  
UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS ODONTOLÓGICOS**

CURITIBA

2012

**LUCIANO RAMOS MARTINS**

**A APLICAÇÃO DO CONJUNTO DE FERRAMENTAS 8S, TPM E SMED EM  
UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS ODONTOLÓGICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Paraná, como requisito a obtenção do título de Especialista.

Orientador: Professor Dr. Walter Nikkel.

CURITIBA

2012

## TERMO DE APROVAÇÃO

LUCIANO RAMOS MARTINS

### A APLICAÇÃO DO CONJUNTO DE FERRAMENTAS 8S, TPM E SMED EM EMPRESA DE PRODUTOS ODONTOLÓGICOS

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Departamento de Mecânica, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



**Prof. Ms. Walter Nikkel**

Departamento de Mecânica - UFPR

Avaliador:



**Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto**

Departamento de Mecânica - UFPR

Curitiba, 13 de maio de 2012.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

A minha esposa e filha.

A meu orientador e professor Walter Nikkel.

A todos os demais professores e colegas da UFPR.

## RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de discutir a organização flexível e definições das ferramentas práticas e dinâmicas para a flexibilidade nos processos produtivos atuais. Serão levantados métodos e conceitos da manufatura enxuta como alicerces para a organização flexível, além de exemplificar as características essenciais da organização flexível atual, onde se podem definir os valores essenciais para a sobrevivência da empresa no mercado globalizado.

Serão relacionadas neste trabalho algumas ferramentas para se construir um modelo base de trabalho flexível e motivador, com desenvolvimento de atitudes e qualidades essenciais a criação de estratégias de flexibilidade dos sistemas organizacionais. Este modelo sugere que a organização tendo uma “casa organizada” possibilita a maior flexibilidade de resposta a alterações de variedade e volume, ambiente social integrado e suscetível a mudanças, melhor aproveitamento dos recursos e redução de investimentos considerados desnecessários, com conseqüente aumento na lucratividade organizacional.

As principais ferramentas relacionadas neste trabalho serão os 5S de Ishikawa, a TPM do IJPM e o SMED de Shingo. A apresentação das mesmas será pelo desenvolvimento das metodologias na ordem citada favorecendo as ações de organização, qualidade assegurada e de redução do tempo de preparação de máquina. Desta maneira pretende que a flexibilidade possa ser confirmada na organização através de características que a manufatura começa a adquirir o decorrer de cada projeto. Se objetiva que, além das respostas rápidas a mudanças de volume e melhor programação da produção, a organização tenha um fluxo contínuo de produção sem interrupções com lotes cada vez menores e com *lead times* cada vez mais rápidos; níveis de qualidade elevados, baixa necessidade de estoques intermediários; aumento de produtividade e lucratividade.

**Palavras chaves:** organização flexível, desenvolvimento, sistemas, SMED

## ABSTRACT

This work aims to discuss the flexible organization of definitions and practical tools for flexible and dynamic processes. Methods will be raised and concepts of lean manufacturing will be the supports for a flexible organization, in addition to illustrate the essential features of the current flexible organization, where you can set essential values to the survival of the company in the global market.

On the work are listed some tools to build a model based on flexible working and motivating, developing attitudes and qualities essential to develop strategies for flexibility in organizational systems. This model suggests that the organization has an "organized home" allowing for more flexible responses to changes in variety and volume, integrated social environment and susceptible to change, better use of resources and reduction of investments deemed unnecessary, resulting in increased profitability in the organizational.

The main tools in this work are related to the Ishikawa's 5S, the IJPM's TPM and the SMED of Shingo. The presentation of them will be the development of methodologies in the order cited in favor of the actions of the organization, quality assurance and to reduce the preparation time machine. This way to the flexibility in the organization can be confirmed through features that manufacturing begins to acquire the course of each project. Beyond the quick responses to changes in volume and better production planning, the organization has a continuous production flow seamlessly with lots smaller and with lead times getting faster, high quality standards, low need for intermediate stocks, increase productivity and profitability.

**Key words:** flexible organization, development, systems, SMED

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA</b> .....	16
2.1 Brasil e Japão .....	19
2.2 Três programas básicos de uma empresa flexível.....	23
<b>3 Os 5S E OS 8S</b> .....	25
3.1 <i>Seiri</i> ou Senso de utilização .....	26
3.2 <i>Seiton</i> ou Senso de ordenação.....	26
3.3 <i>Seisoh</i> ou Senso de limpeza .....	27
3.4 <i>Seiketsu</i> ou Senso de saúde.....	27
3.5 <i>Shitsuke</i> ou Senso de autodisciplina.....	28
3.6 Pontos fundamentais na implantação .....	28
3.7 A criação de mais 3S, o 8S .....	30
<b>4 A MANUTENÇÃO E A EMPRESA FLEXIVEL</b> .....	32
4.1 A manutenção Corretiva.....	34
4.2 A manutenção Preventiva .....	35
4.3 Manutenção Preditiva ou Monitorada .....	36
4.4 Prevenção de Manutenção .....	37
4.5 A TPM .....	38
<b>4.5.1 Medição e monitoramento</b> .....	40
<b>4.5.2 Os oito pilares</b> .....	41
<b>5 A TROCA RAPIDA DE FERRAMENTAS</b> .....	49
5.1 O SMED .....	49
5.2 A FLEXIBILIDADE VIA TRF .....	64
<b>6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE</b> .....	65
<b>7 ESTUDO DE CASO</b> .....	74
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	88
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	89

## LISTA DE SIGLAS

JIT - *Just in Time*  
STP - Sistema Toyota de Produção  
TPM - *Total Productive Maintenance*  
SMED - *Single Minute Exchange of Die*  
CNC - Controle Numérico Computadorizado  
TRF - Troca Rápida de Ferramentas  
ISO - *International Standard Organization*  
QS - *Quality Standard*  
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada  
TS - *Trade Standard*  
SGQ - Sistema de Gestão da Qualidade  
CEP - Controle Estatístico de Processo  
PCP - Programação e Controle de Produção  
MASP - Método de Análise e Solução de Problemas  
PDCA - *Plan, Do, Check and Act*  
OEE - *Overall Equipment Efficient*  
TMEF - Tempo Médio Entre Falhas  
TMR - Tempo Médio de Reparo  
JIPM - *Japan Institute of Plant e Maintenance*  
FMEA - *Failure Modes and Effects Analysis*  
ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção  
SESMT - Serviço de Segurança e Medicina no Trabalho  
DMAIC - Definir, Medir, Avaliar, Inovar e Controlar  
TG - Tecnologia de Grupo  
PFA - *Production Flow Analysis*  
CIM - *Computer Integrated Manufacturing*  
CAE - *Computer Aided Engineering*  
CAD - *Computer Aided Design*  
CAPP – *Computer Aided Process Planning*  
CAM - *Computer Aided Manufacturing*  
BSC - *Business Score Card*  
MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Relação dos sete passos da manutenção autônoma com as quatro etapas para se tornar um operador com domínio do equipamento.....	44
Figura 02 - O SMED.....	54
Figura 03 - Exemplo de padronização de matriz de estamparia.....	57
Figura 04 - Fixadores simplificados.....	59
Figura 05 - Ilustração do método PDCA.....	66
Figura 06 - Exemplo de Diagrama de <i>Spaghetti</i> .....	69
Figura 07 - Matriz de Incidência.....	71
Figura 08 - Relação entre os processos de transformação e o conceito TRF.....	78
Figura 09 - Ferramenta com limitador.....	79
Tabela 01 - Exemplo de calculo da influência do <i>setup</i> no tamanho do lote.....	51
Tabela 02 - Modelo conceitual do 5W2H.....	68
Tabela 03 - Folha de acompanhamento de <i>setup</i> .....	79
Gráfico 01 - Definição gráfica de <i>setup</i> .....	50
Quadro 01 - Os Cinco Sentidos.....	23
Quadro 02 - Fases de implantação da filosofia TPM e ferramentas necessárias.....	47
Anexo 01 – MFV – Aplicação prática.....	47

# 1 INTRODUÇÃO

Nas duas ultimas décadas a globalização deixou de ser uma premonição e transformou-se em dia-a-dia. As fronteiras comerciais tornaram-se móveis e expandem-se cada vez mais. A rapidez da troca de informações hoje é medida em segundos e não mais em dias. A uma velocidade extremamente alta, a produção abandona os paradigmas da linha de produção efetuada em linhas rígidas, e transforma-se em um sistema acessível a mudanças e freqüentes alterações.

O mercado cresceu, e muito, mas também trouxe novas imposições. Não é uma questão de opção. A aceitação é quase sinônima de sucesso, ou melhor, sobrevivência organizacional, já a comodidade vem com fracasso e o desaparecimento da organização.

A organização de hoje presencia as constantes variações em relação às demandas por produtos, podendo ser a exigência de lançamento de novos produtos, alterações em produtos já existentes, ou simplesmente mudança de volume ou de modelos. Além disso, a mais popular das mudanças imposta pela nova dimensão de mercado é a intenção de se pagar cada vez menos, de se reduzir continuamente os preços de venda, ou seja, a obrigatoriedade em se melhorar continuamente o processo interno organizacional para se conseguir baixar os custos repassados ao cliente. Não há espaços para as imperfeições. Desperdícios, incertezas e ineficiências devem ser eliminadas de forma sistêmica e eficiente.

Dessa maneira a nova empresa, ou organização atual, busca tornar-se mais competitiva, abandona velhos conceitos e, evolui naturalmente no atendimento às necessidades do cliente, considerando o cliente interno, mas principalmente o cliente final, mantendo se atenta as variáveis sócio-econômicas, e também, observa e estuda cada novo passo da concorrência, retém e aprimora seus talentos, e “fideliza” clientes.

Essa adequação aos novos tempos torna imprescindível o desenvolvimento de competências distintivas relacionadas à flexibilidade de mix e volume, gera a necessidade de melhorar constantemente e se manter organizada, pois o cliente perdido pode nunca mais voltar. Dessa maneira o resultado é o desenvolvimento de uma empresa rápida e flexível, capaz de produzir uma alta variedade de produtos, com um baixo e perfeito volume de produção. Não há duvidas que flexibilidade seja o adjetivo da época em que vivemos. Segundo Corrêa (2001), flexibilidade pode ser definida como “a capacidade de dobrar-se sem quebrar, isto é, adaptar-se”. Do ponto de vista mais organizacional é ter “a habilidade de

mudar ou reagir com pouca penalidade de tempo, esforço, custo ou desempenho” (UPTON, 1998, p.17), ou, no nosso contexto, ter maior capacidade de resposta às variações da demanda.

Historicamente temos um exemplo clássico de inflexibilidade na produção quando mencionamos o visionário empreendedor Henri Ford, fundador da Ford Motors, criador da produção em massa ou produção em lotes repetitivos (TUBINO, 2000) com a fabricação do Modelo T, o primeiro automóvel produzido sob o conceito da produção seriada, que tinha como característica a inflexibilidade da linha e a rapidez do processo de fabricação, tendo sido produzidos milhares de unidades idênticas sem alterar qualquer característica do veículo, inclusive a cor. Esta afirmação é traduzida na frase de seu criador: “você podem comprar o carro de qualquer cor, desde que seja preto”. Passou um tempo, mas a concorrência da época viu na inflexibilidade de Ford a oportunidade de oferecer vantagens aos clientes, produzindo um volume menor, mas dando ao cliente opções de escolha. Quando Ford decidiu mudar sua posição, alterando o modelo do veículo, tal era sua impossibilidade técnica de alterar a linha, se viu obrigado a alterar toda a estrutura da sua fábrica, ficando sem produzir por vários meses (WOMACK; JONES; ROOS, 1992, p.82).

Os tempos eram outros e Ford conseguiu superar a falha e manter viva sua empresa, é claro, a demanda do mercado era superior à produção e assim os produtos padronizados e similares ainda encontravam consumidores receptivos aqueles itens.

Já nos tempos atuais, a busca pela empresa flexível abandona os paradigmas deixados por Ford, chamados “paradigmas Fordistas”, e busca assemelhar-se aos estudos de Taiichi Ohno, o Just In Time, ou simplesmente JIT (OHNO, 1997, p.26): uma forma específica de gestão surgida na década de 60 e creditada a *Toyota Motor Company* no Japão, onde Ohno foi vice-presidente, por isso também conhecido como “Sistema Toyota de Produção”, ou apenas STP, que se tornou eficiente e difundiu-se por diferentes regiões e culturas de administração da manufatura, principalmente após o livro “A máquina que mudou o mundo” de James Womack e Daniel Jones, onde os autores descrevem o conceito STP e de que maneira os japoneses conseguiram passar a frente do resto do mundo na guerra da indústria automobilística.

Da criação aos dias atuais o sistema STP foi implantado em inúmeras empresas de diversas áreas com diversas adaptações. Apesar da multiplicidade de nomenclaturas que se adquiriu com isso, nenhuma alteração tornou-se representativamente capaz de ser considerada. O JIT focaliza o aprimoramento do processo produtivo - em ganhos de qualidade e produtividade - como estratégia para ajudar uma empresa a alcançar e/ou manter vantagem

competitiva em custo. A abordagem parte do conhecimento do sistema e seus principais objetivos, conceituando o custo real (valor agregado) e definindo os indicadores de produtividade e qualidade. Em seguida identificam-se os desperdícios da produção e apresentam-se as ferramentas para combatê-los, visando reduzir ou eliminar funções e sistemas desnecessários ao processo global da manufatura. (SHINGO, 2000; OHNO, 1997).

A criação do JIT foi primordial para que se começasse a estudar a viabilidade de métodos e de processos de fabricação que aliassem o baixo custo e o prazo de entrega da produção em massa com respeito aos desejos íntimos do consumidor, justificando todos os esforços dispensados. O erro mais freqüente que temos visto nas organizações atuais é que na procura da melhoria de resultado em seus processos confundem-se os meios com fins. O sistema JIT totalmente implantado e uma empresa flexível e competitiva é um fim e para alcançá-lo precisamos estudar os seus meios. É preciso entender os conceitos de métodos e processos, planejar cada passo. Muitos gestores industriais estão à procura unicamente de "melhorar os resultados de sua organização", não estão errados, mas isto é fim. Para tanto é necessário melhorar os métodos de gestão, ou seja, os meios. Trabalhar com métodos é o caminho para se atingir resultados. Para a total implantação do JIT é necessário a aplicação de metodologias com objetivos claros, e identificar qual resultado se quer atingir.

## 1.1 Objetivos do trabalho

### 1.1.1 Objetivo Geral

O respectivo trabalho, com base no estudo do sistema JIT, nos pilares dos *Lean Manufacturing* (Sistema Enxuto de Produção) e na necessidade de adequação ao mercado, e fundamentado na pesquisa bibliográfica, propõem um método simplificado e eficaz da implantação da troca rápida de ferramentas, ou *setup* ideal, utilizando o programa 5S e o programa TPM como precedentes ou mesmo paralelamente, com meta em atingir um chão de fábrica flexível e de fácil gestão, evidenciado com a avaliação dos resultados.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Justificar a importância de se ter flexibilidade perante o mercado globalizado e suas restrições;
- Citar dois programas dinâmicos, o 5S e a TPM, para o sucesso na implantação do STP e na Troca Rápida de Ferramentas;
- Apresentar a importância e práticas da redução do tempo de preparação de equipamentos de manufatura;
- Abranger de forma clara os benefícios da troca rápida de ferramentas para toda a organização;
- Evidenciar a melhoria obtida com a implantação do sistema de troca rápida de ferramentas em uma indústria do ramo odontológico por meio de estudo de caso

## 1.2 Metodologia

Em função de tornar os objetivos mais claramente evidenciados, utilizou-se de leitura preliminar farta da bibliografia encontrada em livros, artigos, teses e publicações relacionadas ao assunto; estudo do ambiente de aplicação com uso de fontes de informações tais como indicadores de desempenho, metas e objetivos da área e informações adicionais referentes à gestão atual e aplicação prática do estudo de caso relatando as situações após a aplicação e padronização do sistema de troca rápida na área de usinagem após implantação do 8S e da TPM. Mostrando de maneira clara as melhorias obtidas buscando atender a uma demanda em crescimento e um mix de produtos ainda mais variável.

## 1.3 Estrutura do trabalho

O trabalho refere-se à busca da flexibilidade na produção, visando à aplicação de programas e técnicas de produção práticos e dinâmicos começando pelo 5S e o 8S, descrevendo as vantagens da TPM entre outros sistemas de manutenção e finalizando com o SMED programa de redução do tempo de preparação, *setup*, de máquinas e equipamentos. Assim no capítulo dois, faz-se um estudo bibliográfico da produção enxuta citando o JIT e

conceitos do *Lean Manufacturing* para a ambientação com a origem do pensamento flexível e o conceito de três ferramentas para a base da organização flexível.

No capítulo três descreve-se a metodologia do programa 5S e o 8S, a ampliação com os valores corporativos e sociais do programa inicial. A intenção é demonstrar com clareza e objetividade os benefícios de cada passo do programa.

No capítulo quatro, aborda-se a TPM e seus aspectos gerenciais citando cada modo de gestão de manutenção conhecido para se ter a perspectiva de abrangência da TPM e seus benefícios a organização.

No capítulo cinco finaliza o conjunto de três ferramentas trazendo a descrição dos estágios e técnicas de implantação do SMED como programa para redução de tempos de preparação de equipamentos e, em especial, as vantagens e flexibilidade trazida pela implantação da mesma.

O capítulo seis é assemelha-se a um anexo de apoio que descreve basicamente algumas ferramentas de apoio que podem ser utilizadas durante a implantação dos programas, visando a coordenação, melhor aproveitamento do tempo e dinamismo dos grupos e equipes de implantação.

O capítulo sete traz um estudo de caso mostrando a aplicação do programa SMED em uma indústria de produtos odontológicos, utilizando o 8S e a TPM em conjunto. Neste capítulo também é feito um estudo mostrando os diferentes aspectos dos ambientes fabris e a relação do programa de redução de tempo de preparação entre eles. A idéia é criar a identificação do ambiente de estudo e a similaridade com outros ambientes organizacionais deixando o trabalho mais aplicável e de fácil entendimento

## 1. 4 Delimitação do trabalho

A abrangência deste estudo limitou-se a análise *in loco* de apenas um estudo de caso em uma empresa de produtos odontológicos com recursos tecnológicos de alto custo. Assim sendo as, as observações, informações podem ser em alguns pontos de aplicação restrita, e objetiva. Obrigatoriamente é preciso a leitura e interpretação do trabalho de maneira conceitual, podendo assim ser aplicado em todo segmento industrial. Apesar da área de manufatura escolhida para o estudo do SMED ter sido a área de usinagem e, mais especificamente um equipamento de comando por controle numérico computadorizado, CNC,

o conceito pode ser aplicado a qualquer equipamento independente de natureza, visando obter ganhos nos ciclos de *setup* e flexibilidade produtiva.

## 2 SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

As mudanças históricas políticas e/ou sociais implicam diretamente no fator humano, em como o homem se comporta a partir do ponto de mudança. As organizações também sofrem este efeito. As alterações comportamentais na indústria são normalmente ligadas a fatores históricos. Assim o Sistema de Produção Enxuta tem início na década de 1950, no ambiente do Japão pós-guerra como um conjunto de inovações organizacionais desenvolvidos pela *Toyota Motor Company*, empresa do ramo automobilístico, e surge em âmbito mundial na década de 1970 com a crise mundial de petróleo e a desaceleração do crescimento econômico ocidental.

Com a crise do petróleo os olhos do mundo se voltam para os números japoneses, com seu volume de produção estável e de alta qualidade. O setor automobilístico é o que mais impressiona, com um desenvolvimento constante desde o fim da segunda grande guerra.

Este quadro japonês, principalmente da indústria automobilística, torna-se referência e há um grande interesse na época em se absorver “os novos” conceitos e “as novas tecnologias” de produção. Nesse âmbito de se estudar a produção japonesa, surge o que futuramente recebeu o nome de *lean production* (WOMACK; JONES; ROOS, 1992, p.13) que atualmente também é chamado de *lean thinking* (pensamento enxuto), produção enxuta, ou simplesmente filosofia *lean*. Um sistema inovador visto na época como o oposto ao *buffered production* (produção em massa) (WOMACK et al 1992), popularizado anteriormente por Henri Ford e já esgotado como paradigma produtivo.

O idealizador deste sistema de produção que surpreendeu o mundo e ainda surpreende até os dias atuais, foi Taiichi Ohno, vice-presidente da *Toyota Motor Company*. Ohno (1997) relata que a origem do sistema era uma questão de manter-se ou não no mercado após a segunda grande guerra, como produzir eficientemente e tornar-se competitiva, ou simplesmente como obter lucro. Segundo próprio Ohno (1997) questões nacionalistas também influenciaram o desenvolvimento do que ficou conhecido como Sistema *Toyota* de Produção. Seu superior na época, Sakichi Toyoda, presidente e um dos idealizadores da organização não era favorável a imagem que os europeus e americanos tinham do Japão na época, considerando um país imitador e limitado. Ohno sabia que não havia diferenças significativas entre os funcionários ocidentais para os orientais, o que um fazia, outro também poderia fazer; o que se precisava melhorar era a maneira oriental de se produzir. Sob este aspecto, o

problema estava em alcançar a eficiência e a redução de custos da produção. A baixa produtividade era relativamente ligada a formas inadequadas de trabalho, ou simplesmente ao desperdício, não em partes, mas todo o desperdício. Sendo possível obter a eliminação de todos os tipos de desperdícios, então a produção japonesa poderia concorrer com a americana, e a produção de automóveis poderia ser viável no Japão. Com esse raciocínio a organização aperfeiçoou lentamente suas técnicas de redução de desperdício; a meta principal era a redução de toda e qualquer atividade que não agregue valor ao produto para torná-lo o mais lucrativo possível (OHNO, 1997). Desta maneira foi identificado o que se chamou “os sete principais desperdícios”.

Ohno procurou eliminá-los com base no conjunto de técnicas de seu sistema. Uma delas é o JIT, ou *Just in Time*, onde a empresa deve produzir somente quando necessário, em uma analogia aos que se observava nos supermercados americanos, onde a reposição da mercadoria as prateleira acontece somente quando o cliente retira o que precisa, ou seja, se não há consumo também não há porque repor ou produzir. Em poucas palavras é produzir o que é necessário, na quantidade necessária e apenas quando necessário. O outro ponto importante referente a este conjunto de técnicas criado por Ohno é o chamado *Jidoka*, em português a automação ou automação com toque humano, denominação dada por Ohno para diferenciar o conceito *Jidoka* do conceito automação.

Ohno (1997) dizia que “a construção de um mecanismo de sintonia fina na empresa de forma que a mudança não seja sentida como mudança, é como implantar um reflexo nervoso no corpo”, uma analogia aos reflexos do corpo frente a variadas situações, dessa maneira, o conceito de automação é capacitar máquinas e equipamentos de “inteligência” para que tenham autonomia de interromper a fabricação quando for detectado algum problema na produção, como um reflexo, evitando assim a fabricação de produtos defeituosos (OHNO, 1997). Ainda conforme Ohno (1997) podemos afirmar que a automação muda o significado da gestão, pois a presença do trabalhador só será necessária quando a máquina não estiver operando normalmente, ou seja, quando a mesma apresenta alguma anomalia, podendo assim o trabalhador atender diversas máquinas, reduzindo os custos com mão-de-obra, aumentando a eficiência da produção. O *Jidoka* corretamente aplicado a produção, tanto em máquinas e equipamentos como em linhas de montagem, mantém uma dupla função dentro do STP: evitar a produção de produtos defeituosos, desperdício e ao mesmo tempo a superprodução.

Contudo a filosofia STP tem como objetivos básicos (WOMACK; JONES; ROOS, 1992):

- Eliminar os sete principais desperdícios;
- Satisfazer a necessidade do cliente com redução de custos internos, produção de pequenos lotes, projeto em conjunto com o cliente, melhor preço e melhor qualidade;
- Melhorar continuamente, zero defeito, zero estoque, zero movimentação, zero *lead times*, tempo de *setup* zero, lotes unitários;
- Envolver totalmente as pessoas influenciando as mudanças de atitudes;
- Organização e visibilidade com *layout* definidos, locais específicos para armazenagem de material em processo, locais específicos para armazenagem de ferramentas, identificação e gestão visual aplicada e cooperação tecnológica entre os fornecedores.

Voltando aos dias atuais, devemos considerar como uma empresa de sucesso e flexível a empresa que consegue entender e ter o JIT como sistema de gestão e produção. Para tanto a organização deve considerar os fatores críticos para o sucesso desta implantação. Assim vamos listar estes fatores e alguns elementos básicos para o bom funcionamento de todo sistema (CAIÇARA JUNIOR, 2006):

Qualidade: como não existem estoques intermediários no JIT, os defeitos podem acarretar paradas na linha de produção. Eles devem ser descobertos na própria célula ou no passo seguinte do processo. O índice de qualidade deve estar bem próximo dos 100%;

Multifuncionalidade Operacional: o operador da célula deve ser capaz de promover a manutenção de primeiro nível (TPM). Partindo de trabalho com pequenos lotes, o operador deve estar apto às rápidas mudanças;

Fornecedores: no JIT, o relacionamento com os fornecedores deve ser marcado por uma parceria efetiva. Faz-se necessário um programa de qualidade assegurada, pois o nível dos produtos fornecidos deve acompanhar os da empresa (bem próximo dos 100%), a fim de que esta tenha passe livre para o fornecimento direto na linha e não haja a sua interrupção;

Tempos de Preparação (*setup*): baixos tempos de preparação de máquinas representam baixos níveis de estoque em giro da fábrica;

Programa Mestre (*master plan*): o programa mestre de produção é geralmente representado pelo programa de montagem final do produto e normalmente trabalha com um período de um a três meses. Esse horizonte se faz necessário em função do planejamento das células de trabalho (fornecedores internos) e para que os fornecedores externos também possam se planejar;

Kanban: é um sistema de controle de fluxo de material, aplicável no nível da fábrica, através de cartões ou outro elemento visual e que minimiza os estoques. Tem como regra básica fabricar somente quando houver um *input* (solicitação) do setor/operação posterior.

A atenção a cada um dos fatores listados reduzirá o índice de fracasso durante a implantação do sistema JIT. O sucesso da *Toyota* advém da construção de algo que reúne todos os seus princípios, métodos e técnicas e da aplicação concatenada deste conjunto. Qualquer iniciativa de adaptação e ou aplicação do JIT demanda um perfeito entendimento de sua natureza.

É obviamente importante o conhecimento detalhado de cada componente, mas é, sobretudo, essencial entender onde e como se encontram. Com base nos fatores críticos podemos considerar que quando as empresas adotam métodos enxutos, principalmente no chão-de-fábrica elas conseguem a melhorias operacionais e fundamentam a filosofia do JIT, que se disseminam por toda a toda organização e acabam criando uma nova cultura organizacional que fortalece o pensamento enxuto e a flexibilidade corporativa.

## 2.1 Brasil e Japão

O Brasil e o Japão são países posicionados opostamente no globo, e se por um lado temos o Brasil praticamente continental, do outro está o Japão como um pequeno arquipélago. Além do tamanho, há também a diferença na formação geográfica da área dos dois países onde o Brasil é praticamente dois terços de planícies e planaltos, áreas geograficamente favoráveis a agricultura e pecuária, o Japão tem dois terços de sua área formada por montanhas o que dificulta a produção agrícola e a pecuária local.

Embora, essas diferenças geográficas sejam representativas e trazem uma idéia de superioridade brasileira, o Japão, permanece a frente do Brasil da lista das maiores economias do planeta, de acordo com o Relatório do Banco Mundial (2011). Realmente com políticas econômicas recentes, a última década foi de crescimento significativo para o Brasil, entretanto a diferença econômica entre os dois países ainda é muito grande. O Brasil, infelizmente, ainda conta com a má distribuição de renda, e a maioria da população não se beneficia do atual desenvolvimento do país. O que não se vê no Japão onde a diferença entre as classe sociais é bem menor e a distribuição da renda é quase igualitária.

O que cria essa balança econômica entre os países é a maneira de se abordar problemas e a busca da solução. Historicamente o Japão teve rápido desenvolvimento econômico pós-guerra, quando foi praticamente destruído e precisou se reerguer com poucos recursos e pouca mão de obra ativa. Foi preciso aproveitar ao máximo os recursos da época, foram desenvolvidas novas metodologias e principalmente entrou em campo o sentimento de coletivismo do povo japonês. Este processo de união e determinação do povo japonês é fonte de motivação e um dos alicerces da economia nipônica até os dias atuais.

Este sentimento de coletividade e determinação pode ser visto em todas as áreas da economia, tanto a industrial como no campo onde se tem o desafio de plantar e colher em terrenos montanhosos e difícil acesso, e quando a colheita de uma família é favorável, ela ajuda a família vizinha que não teve a mesma sorte. Isto ocorre porque no ano seguinte existe grande probabilidade da condição se inverter e, neste caso, a família vizinha irá retribuir o favor. Desta forma estaria garantida a sobrevivência de todos.

Para manter este espírito de coletividade durante décadas há empenho na educação e formação dos jovens japoneses que recebem ênfase no ensino do trabalho em equipe, tanto como líder do grupo como liderado, desde as fases iniciais do período escolar. No Japão o jovem aprende que o líder deve desenvolver uma relação saudável entre os elementos do grupo, de modo que todos cooperem entre si e tenham sucesso em conjunto, superem as dificuldades e os problemas, e vencendo os desafios. Segundo Tsikara Yoshimoto (1992), referindo a essa diferença na educação Brasil e Japão "numa cultura individualista como a nossa (brasileira), na qual desde crianças aprendemos a ser o mais independente possível, a função de liderar grupos é muito mais difícil que no Japão, onde já existe o espírito de coletivismo. Aqui, o primeiro trabalho do líder será organizar e ensinar a atuar em equipe, criando uma filosofia inicial de trabalho para o grupo, definindo os objetivos, a autoridade e as responsabilidades de cada um e sua forma de participação." Ou seja, culturalmente o Japão cultiva a melhoria contínua, a solução de problemas e o apego ao grupo desde a base da educação o que fortalece seu trabalho como profissional, enquanto que no Brasil deparamo-nos diariamente com informações de falhas no processo de implantação de novas ferramentas e métodos de solução de problemas por falta de preparo e liderança. Desta forma, considerando a característica de trabalho coletivo e o meio social japonês, na cultura japonesa, torna-se fácil desenvolver ferramentas de gestão e implantar e praticar um sistema de qualidade total e redução de desperdícios que tem por finalidade a satisfação e o atendimento das necessidades dos clientes. Culturalmente no Japão o conceito de cliente também é considerado mais amplamente, sendo "o cliente" todo o indivíduo que é envolvido de alguma

maneira no ciclo de vida do produto, da sua criação ao descarte, e que, desta forma, se preocupa e influencia o lucro da organização, nas condições de trabalho e de qualidade de vida dos trabalhadores, na satisfação e a segurança dos usuários, no valor social que o produto representa e nos impactos que ele causa ao meio ambiente. No mercado nacional temos grandes relatos de sucesso na implantação das ferramentas japonesas, porém o empenho e a adaptação cultural foram intensos. Para alcançar o sucesso japonês na implantação e desenvolvimento do pensamento enxuto, ou *lean manufacturing*, é necessário empenho dos gestores na união do grupo. É preciso se espelhar na cultura japonesa e absorver o espírito de equipe, transferir o pensamento de melhoria contínua japonês para a organização. A organização deve criar e estabelecer um processo de treinamento e aperfeiçoamento profissional contínuo. O colaborador deve ser treinado a assumir a postura japonesa e, sem exageros, pensar como o colaborador japonês. O processo de treinamentos deve ser acompanhado, preferencialmente por especialistas internos ou terceirizados, mas podemos listar treinamentos que não devem faltar para que a organização tenha sucesso na implantação dos programas e metodologias japonesas de produção flexível:

***Lean Production*** – treinar sobre o *lean production* é fundamental a organização ambientar o colaborador a mudanças. O treinamento neste assunto é ponto de partida para que o colaborador tenha conhecimento das técnicas japonesas desenvolvidas para reduzir os custos de produção e aumentar a competitividade assim como os casos de sucesso da *Toyota Motor Company* e outras organizações. Importante transmitir com clareza o conceito de *lean production* baseado em seus quatro princípios: trabalho de equipe; comunicação; uso eficiente de recursos e eliminação de desperdícios; e melhoria contínua (*kaizen*).

**Os 5S** – os cinco sentidos devem ser explanados antes de começar o processo de planejamento do programa, criar o ambiente participativo, e identificar o objetivo que é criar condições de trabalho adequadas a todas as pessoas em todos os níveis hierárquicos da organização;

**Absenteísmo** – é importante que o colaborador tenha consciência da sua importância para o grupo, é preciso estar presente e para participar do sucesso do grupo; a falta de colaboradores pode atrasar o andamento dos programas, causar retrocessos no grupo, cancelar reuniões e treinamentos;

**O Benchmarking** – obviamente aprender com quem sabe é mais fácil, é necessário treinar os colaboradores ao processo sistemático do *benchmarking* para saber usá-lo quando se estabelecer as metas para melhorias no processo, nas funções e até nos produtos, através de

comparar-se com outras empresas ou departamentos, no sentido de obter informações que a possam ajudar a melhorar o seu nível de desempenho;

**O *Brainstorming*** – A técnica do *brainstorming* é um ótimo treinamento preparatório para organizações que pretendem passar por mudanças gestão, programas de qualidade e/ou apenas pretendem melhorar a comunicação corporativa, pois este treinamento visa melhorar as reuniões dos grupos de colaboradores, ajudando os participantes a vencer as suas limitações em termos de inovação e criatividade. Este treinamento não pode deixar de citar as regras e as vantagens da ferramenta, assim as reuniões tornam-se mais proveitosas, coordenadas e lucrativas;

***Just-in-time*** – treinar os colaboradores sobre o JIT é essencial para o sucesso da implantação do processo. O colaborador deve conhecer os conceitos do JIT, de cliente e fornecedor como o colaborador japonês os conhece. Um treinamento nesta área ajuda o colaborador a compreender que a metodologia tem base nas pessoas, e a filosofia é eliminar tudo aquilo que não adiciona valor ao produto, e não simplesmente a tradução literal, ou seja, fornecer exatamente as peças necessárias, nas quantidades necessárias, no tempo necessário. Deve-se treinar o colaborador a pensar mais holisticamente para que entenda o JIT de maneira a atender ao cliente interno ou externo no momento exato de sua necessidade, com as quantidades necessárias para a operação/produção.

***Kaizen*** – A cultura japonesa aplica a na educação do jovem o conceito de “melhoria contínua” chamado pelos japoneses de *kaizen* para que o mesmo veja nos problemas novas oportunidades de melhoria. A organização nacional deve treinar os colaboradores para este conceito de administração japonesa a fim de estimular o aprimoramento contínuo, envolvendo todos os colaboradores da organização. O *kaizen* deve ser traduzido para os colaboradores como um método simples de melhorias contínuas, com bom senso e baixos investimentos, um elemento fundamental da qualidade total e do JIT e contra o comodismo organizacional.

**O ciclo PDCA** – O ciclo PDCA antes de aplicado deve ser divulgado, e implantado a rotina da organização. Os passos Plan (planejar), Do (fazer), Check (verificar) e Act (agir), ou seja, a ferramenta americana que implica na melhoria de todos os processos de fabricação ou de negócios deve fazer parte do dia-a-dia dos colaboradores, deve ser natural. O treinamento nesta ferramenta ajuda ao colaborador a dividir as suas ações e diretamente a agir de maneira mais coordenada.

**APG ou Atividade de Pequenos Grupos** – além do envolvimento global com a organização os colaboradores também devem ser treinados e motivados a se unir e trabalhar em pequenos grupos atuando em soluções de problemas e em melhorias transmitidas

posteriormente para os demais. Este tipo de ação se assemelha aos *self management teams* ou equipes “auto-gerenciáveis”, onde um pequeno grupo de colaboradores tem responsabilidade por um processo operacional e os seus resultados, porém no APG a atividade é focada na solução dos problemas utilizando de todos os meios disponibilizados pela organização como sala de reuniões, disponibilidade de tempo, aplicação de projetos pilotos, etc.

***Poka-Yoke*** – o método de utilização de dispositivos a prova de falhas é importante para o grupo, pois como os japoneses podem afirmar evitar o erro é mais barato do que consertá-lo, e as melhores pessoas para identificar pontos de implantação de *poka-yokes* são os colaboradores envolvidos diretamente no processo ou operação.

O processo de treinamentos desenvolvido pela organização pode ser diário e melhor ainda se for praticado “*on the job*”, no dia a dia de trabalho do colaborador, utilizando da sua rotina e suas tarefas para a prática dos novos conceitos. A organização também pode promover os *workshops*, treinamentos em grupo, preferencialmente com um exemplo prático ou caso de sucesso como o SMED, o *kaizen*, o *poka-yoke*. A intenção da organização é moldar o colaborador aos conceitos japoneses de produção.

Evidentemente que, no caso de um espelhamento ao modo japonês de trabalho e utilização das ferramentas, as diferenças culturais serão relevantes, todavia a organização que pretende tornar-se flexível e com alta lucratividade através das ferramentas japonesas deve também estar disposta a trabalhar essas diferenças de forma positiva com incentivo vindo dos níveis hierárquicos mais altos. A organização deve estudar os pontos fortes e trabalhá-los em prol do sucesso organizacional e, claro, da sua lucratividade

## 2.2 Três programas básicos de uma empresa flexível

É necessária a atenção quando se decide por implantar novos processos produtivos para que não se implante-os apenas em partes. Apesar de serem independentes, os processos de manufatura enxuta proposto pelo STP, favorecem uns aos outros quando inseridos simultaneamente. Na literatura existem diferentes termos e considerações sobre os primeiros passos para a implantação do STP a partir do chão de fábrica, no entanto três ferramentas podem ser consideradas com abrangência efetiva e, portanto pilares de sustentação para o sistema com considerável atenuação dos fatores críticos citados anteriormente: o 5S criado por Ishikawa, com versão ocidental ampliada para 8S, a TPM (*Total Productive Maintenance*)

ou Manutenção Produtiva Total e a redução dos tempos de preparação de equipamentos (*setup*), ou troca rápida de ferramentas (TRF). Podemos considerar que estas três ferramentas, programas, ou metodologias como podem ser chamados no mundo ocidental, quando implantadas em conjunto funcionam na organização da base para o sistema de produção enxuta, agindo como “*housekeeping*”, termo popularmente usado no ambiente fabril para “manter a casa arrumada”. Alguns pontos positivos identificados:

- Detectar erros de planejamento: erros de planejamento são altíssimos em qualquer projeto detectá-los e eliminá-los logo e de maneiras simples reduz investimentos financeiros desnecessários e a ganhar confiabilidade.
- Identificar talentos humanos para formatação de equipes de implantação: o fator humano é de extrema importância, e muitas vezes não são percebidos ou por outro lado são criadas expectativas exageradas em alguns membros da equipe. Estas ferramentas iniciais ajudam a reduzir exposições desnecessárias e favorecem o aparecimento de talentos ainda desconhecidos.
- Identificar desperdícios desconhecidos: com o uso destas ferramentas na base temos um conhecimento detalhado do chão de fábrica e posteriormente de toda a empresa. Às vezes um pequeno vazamento de óleo de meses em um equipamento pode ser a razão real um custo alto nos insumos, ao contrário do que se imaginava.
- Direcionar corretamente o conjunto organizacional para a meta: durante a implantação é comum se debater o foco principal da organização, e isso é favorável para que todos saibam onde devem chegar e o que deve fazer chegar, aumentando o comprometimento organizacional.

### 3 OS 5S E OS 8S

O programa 5S foi criado em maio de 1950 no Japão pelo professor Kaoru Ishikawa e visa, assim como o compatriota Taiichi Ohno, o combate aos desperdícios através de uma metodologia simples e fácil aceitação organizacional. O programa citado em várias literaturas como parte fundamental da implantação da produção enxuta e essencial para a melhoria dos tempos de *setup* e/ou conceito de troca rápida de ferramentas.

Segundo o Ishikawa, o sistema foi evolução dos 3M originados anteriormente na própria *Toyota Motor Company* (SILVA, 1994, p.12).

Os 3M significavam respectivamente: *Muri*, *Mura* e *Muda* ou em português: esforço, inverter e perda. A essência das três palavras no entendimento japonês era que com esforço, tentando inverter a situação e sem causar perda ao sistema, os problemas seriam, ou deveriam, ser resolvidos. O programa 5S é mais completo e sistemático e, basicamente, procura reduzir os desperdícios promovendo a alteração comportamental do fator humano da organização, proporcionando uma reorganização da mesma, através da eliminação de materiais obsoletos, aplicação de gestão visual identificando os itens e seus locais, constante limpeza do local de trabalho estimulando a melhoria da saúde física e mental, manutenção da ordem correta do ambiente, redução dos riscos de acidentes e a constante motivação para a realização de mudanças.

O título “5S” é referente às cinco palavras que, quando pronunciadas em japonês, começam pela letra “S” e que traduzem em conceitos. Estes conceitos quando organizados, devem ser entendidos como passos. Os passos posteriormente devem ser incorporados e transformados em hábitos. A aplicação do programa não requer níveis educacionais e/ou escolar por ser de fácil compreensão e inclusive de aplicação no ambiente doméstico. O que surpreende no programa é a quebra de paradigmas, mudança comportamental e dedicação (importantíssima principalmente nas três fases iniciais).

Para o ambiente das empresas nacionais, o programa ganhou uma tradução literal para as palavras japonesas, transformando-se em “senso”. Cada palavra, ou conceito japonês, correspondeu assim a um “senso” e cada “senso” por sua vez continua corresponder a um passo na implantação. Dessa maneira permanecem os “S” mesmo após a tradução para o português. Podemos então dizer que:

### 3.1 *Seiri* ou Senso de utilização

Em alguns ambientes dentro da organização existem objetos ou informações já desnecessários ou obsoletos. Com este primeiro passo em sentido restrito, para facilitar as primeiras ações, refere-se ao descarte dos objetos e informações que não são úteis ao fim desejado. Em sentido amplo refere-se à eliminação de tarefas desnecessárias: excesso de burocracia e desperdícios de recursos em geral (SILVA, 1994,p.15). Importante ter cautela para não se descartar itens ainda necessários para empresa. Resultado esperados após implantação:

- Liberar espaço;
- Eliminar ferramentas, armários, prateleiras, materiais;
- Eliminar dados de controle ultrapassados;
- Eliminar itens fora de uso e sucata;
- Diminuir o risco de acidentes.

### 3.2 *Seiton* ou Senso de ordenação

Após o primeiro “S” os itens que permanecerem na área de trabalho necessitam ser organizados, como consequência temos o segundo senso a ser trabalhado, *seiton*. Refere-se à disposição sistemática dos objetos e dados, bem como a uma excelente comunicação visual que facilite o acesso aos mesmos, além de facilitar o fluxo de pessoas (SILVA, 1994,p.15). Importante identificar os locais como armários, gavetas, caixas e se possível demarcar os locais dos itens para que se encontre o que procure com rapidez e facilidade e que, quando fora do local correto, a verificação seja instantânea.

Resultados esperados após segundo passo:

- Rapidez e facilidade para encontrar informações, recursos e ferramentas;
- Redução do tempo necessário para se reunir os recursos e matérias necessários ao trabalho;
- Melhoria no *layout* de máquinas e equipamentos;
- Redução de acidentes.

### 3.3 *Seisoh* ou Senso de limpeza

O ambiente reorganizado necessita de limpeza e melhoria do ambiente eliminando odores, melhorando a ventilação e a iluminação. Cada pessoa deve limpar a sua própria área de trabalho e, sobretudo, ser conscientizada para as vantagens de não sujar (SILVA, 1994,p.15). Talvez seja o senso mais conhecido do programa, às vezes também usado como sinônimo do mesmo, mas individualmente não traz benefícios significativos a manufatura. Importante após aplicar o terceiro passo é mudar hábitos que provoquem a sujidade do ambiente, pois onde não se suja não é preciso limpeza.

Resultados esperados após o terceiro passo:

- Melhoria imediata do local de trabalho;
- Satisfação das pessoas por trabalharem em um ambiente limpo;
- Maior segurança e controle sobre os equipamentos, máquinas e ferramentas empregados no trabalho;
- Eliminação do desperdício.

### 3.4 *Seiketsu* ou Senso de saúde

Refere-se à preocupação com a própria saúde nos níveis físico, mental e emocional (SILVA, 1994,p.15). As organizações dependem de colaboradores saudáveis, com satisfação física e mental no que estão realizando. Projetos e idéias surgem e tem sucesso quando desenvolvidos em grupos “férteis”. O *Seiketsu* consiste em ações como ginásticas laborais, intervalos produtivos, atividades externas como a prática de esportes.

Resultados esperados após quarto passo:

- Enaltecimento do equilíbrio físico e mental;
- Melhoria do ambiente de trabalho;
- Melhoria de áreas comuns (banheiros, refeitórios etc.);
- Melhoria nas condições de segurança.

### 3.5 *Shitsuke* ou Senso de autodisciplina

A padronização dos quatro sentidos anteriores é basicamente a conscientização do grupo para melhoria constante do ambiente organizacional. Ações como promover atividades saudáveis e motivacionais promovem a manutenção de colaboradores disciplinados quanto ao descarte, organização, limpeza e asseio. É essencial dar o exemplo, principalmente da área de coordenação e/ou supervisão. A organização terá concluído o senso de padronização quando sem a necessidade de estrito controle externo, a pessoa segue os padrões técnicos, éticos e morais do ambiente de trabalho organizacional. (SILVA, 1994,p.16). Resultados:

- Trabalho diário agradável;
- Melhoria nas relações interpessoais;
- Melhor auto-avaliação do colaborador;
- Cumprimento dos procedimentos operacionais e administrativos;
- Melhor qualidade, produtividade e segurança do trabalho.

### 3.6 Pontos fundamentais na implantação

Por ser visto como uma ferramenta, ou metodologia simples com resultados rápidos, as organizações não se atentam a detalhes durante a aplicação dos passos. Sem atentar a alguns pontos fundamentais, em muitas vezes temos perda de motivação, o que pode resultar em uma aplicação somente temporária, ou parcial do programa, alcançando e finalizando com os três “S” iniciais (*Seiri*, *Seiton* e *Seiso*) esquecendo-se que existe uma série de outras ações e/ou sentidos que dão condições para continuidade do programa. Dessa forma em pouco tempo o programa perde força e as pessoas voltam às condições e procedimentos anteriores. Pontos importantes para o bom andamento do programa 5S:

- Envolvimento efetivo real da alta administração da empresa, gerência e coordenação;
- Priorizar a informação, enfatizando treinamento e qualificação de todos os envolvidos;
- Incentivar a participação total dos colaboradores da organização, dando credibilidade e divulgando as sugestões, principalmente as de baixo ou nenhum investimento financeiro, mas que geram significativa economia e combate aos desperdícios.

Monitorar e documentar as mudanças na medida em que surgem e promover a informação das conquistas e realizações para todos. Fracassos e passos retroativos também devem ser divulgados, mas de maneira cautelosa com intuito de impulsionar o grupo e não como medida de punição. O compartilhamento das informações passe a ser uma questão de cultura da organização.

Ainda sobre a forma de monitorar, considera-se eficaz a criação de indicadores de desempenho voltados para os programas ou metodologias que se propõem a aplicar, visando oferecer informações acessíveis e simples, alcançando o maior número de pessoas possíveis; incentivando a participação (Mello, 1998).

Significado		Objetivos	Atividades	Princípios
<b>SEIRI / UTILIZAÇÃO</b>	Distinguir o necessário do desnecessário e eliminar o desnecessário.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estabelecer critérios para avaliar a necessidade, para eliminar o desnecessário e obedecer a critérios estabelecidos.</li> <li>● Adotar o gerenciamento pela estratificação como forma de definir prioridades.</li> <li>● Tratar das causas da utilização inadequada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Eliminar o desnecessário. Tratar das causas do sub ou sobre utilização.</li> <li>● Corrigir defeitos e danos.</li> <li>● Padronização baseada nos aspectos fundamentais da utilização racional</li> </ul>	Gerenciamento pela estratificação e tratamento das causas
<b>SEITON / ORDENAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E ARRUMAÇÃO</b>	Definir um arranjo simples que permita obter apenas o que se precisa e quando se precisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ambiente de trabalho arrumado .</li> <li>● <i>Layout</i> e arrumação eficientes (incluindo qualidade e segurança).</li> <li>● Aumento da produtividade através da eliminação do tempo gasto procurando coisas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estocagem funciona, baseada nas perguntas: O que? Como? Quando? Onde? Por quê? Quem?</li> <li>● Arrumação funcional dos materiais, peça e s, carrinhos, ferramentas, etc..</li> <li>● Local do trabalho e equipamentos em ordem.</li> <li>● Avisos facilmente legíveis e atualizados, placas de identificação.</li> <li>● Estocagem funcional e eliminação da necessidade de procurar coisas.</li> <li>● Gerenciamento visual inovador.</li> </ul>	Cada coisa no seu lugar e um lugar para cada coisa
<b>SEISO / LIMPEZA</b>	Eliminar o lixo e sujeira e os materiais estranhos tornando o local de trabalho mais limpo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Eliminação de todo o lixo e sujeira.</li> <li>● Eliminar as fontes de sujeira.</li> <li>● Eliminar as causas de sujeira.</li> <li>● Compreender que sem limpeza não existe qualidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fazer planejamento para limpeza envolvendo as pessoas das áreas.</li> <li>● Determinação da responsabilidade de não sujar</li> </ul> <p>Limpeza mais eficiente e efetiva inclusive nas ferramentas, maquinas e equipamentos</p>	Limpeza como principio básico da qualidade

<p><b>SEIKETSU / SAUDE E PADRONIZAÇÃO</b></p>	<p>Manter as coisas organizadas, arrumadas e limpas; incluindo os aspectos pessoais e os relacionados a poluição do ambiente. Estabelecer e padronizar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Asseio do ambiente e das pessoas.</li> <li>● Desenvolvimento de bons hábitos de limpeza, alimentação e saúde.</li> <li>●Manter o corpo e a mente saudios.</li> <li>●Padronizar as melhorias.</li> <li>●Manter atualizado os padrões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Detecção e ações preventivas.</li> <li>●Ferramentas para manutenção da padronização.</li> <li>●Sistemas de avaliação de desempenhos (pessoas, equipamentos)</li> <li>●Desenvolvimento de programas de melhorias do ambiente de trabalho.</li> </ul>	<p><i>"Men sana in corpore sano"</i></p>
<p><b>SHITSUKE / AUTODISCIPLINA</b></p>	<p>Fazer naturalmente a coisa certa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Participação total no desenvolvimento de bons hábitos.</li> <li>●Locais de trabalho que sigam as regras (incluindo produtividade e qualidade).</li> <li>●Comunicação e <i>feedback</i> como rotina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●5S em um minuto com comunicação e <i>feedback</i> constantes.</li> <li>●Responsabilidade individual.</li> <li>●Resultado é de todos.</li> <li>●Pratica dos bons hábitos.</li> <li>● Local de trabalho disciplinado.</li> </ul>	<p>Mudança comportamental</p>

Quadro 2: Os Cinco Sentos.

Fonte: Adaptado pelo autor de Silva (1994).

### 3.7 A criação de mais 3S, o 8S

Também no ambiente nacional, com o passar dos anos, os gestores perceberam que após a implantação do quinto “S” do programa japonês, havia a necessidade de se continuar o ciclo a fim de se manter a clima motivacional em constante funcionamento e como sugestão de melhoria criaram-se mais três “Ss”. Os novos “Ss” também têm origem em palavras japonesas, e como os demais, também são interpretados como sentos. Na literatura, para fins da implantação do STP, o programa original com cinco “Ss” é absolutamente preciso e suficiente (SILVA,1994), mas para uma implantação isolada do programa, os três “S” adicionais agregam valores organizacionais, sociais e econômicos muito importantes para os dias atuais:

**Shikayaro, ou Senso de determinação e união:** a organizações procuram promover a união por meio de ações coletivas para objetivar o trabalho em equipe, item essencial no sucesso das mesmas. Se não houver foco, ajuda mútua e um objetivo claro, não haverá sucesso também.

**Shido, ou Senso de capacitação, educação e treinamento:** promover treinamentos e incentivar o aperfeiçoamento do colaborador esta em alta e é uma boa pratica de retenção de talentos. O *Shido* refere-se a valorização do conhecimento e enriquecimento do mesmo. Sem

conhecimento, nenhum colaborador, ou organização consegue desempenhar um bom papel, o que pode arruinar muitos projetos.

**Sitsuyaki, ou Senso de economia e combate aos desperdícios:** reforça a idéia de que a organização não deve desperdiçar qualquer forma de insumos, por mais insignificantes que pareçam. Se forem somados todos os pequenos descartes desnecessários ao longo de um ano, com certeza se chegaria a uma soma equivalente a remuneração de um funcionário, ou um equipamento.

## 4 A MANUTENÇÃO E A EMPRESA FLEXÍVEL

A manutenção no ambiente fabril vem desde século XVI com o aparecimento das primeiras máquinas têxtil a vapor, mas o termo “manutenção” na indústria da maneira que conhecemos hoje surgiu na década de 50 nos Estados Unidos.

O termo tem evoluído muito desde então. Desenvolveram-se várias formas de aplicação, como a manutenção preventiva criada em 1951, a manutenção do sistema produtivo em 1954, a manutenção de melhoria de 1957, engenharia de confiabilidade criada em 1962 e a TPM japonesa de 1971. A este conjunto das formas da manutenção na indústria criadas até os tempos atuais denominou-se Engenharia de Manutenção.

Essa evolução justifica-se por que, se o objetivo é ser competitivo, se tornar uma empresa flexível e, claro, obter lucro, é importante ter um sistema de manutenção eficaz. A manutenção é vital para o funcionamento dos equipamentos e das informações. A manutenção prepara o ambiente deixando o pronto e preparado para que a organização responda de maneira rápida e objetiva as necessidades do mercado. Fica fácil imaginar o valor do sistema de manutenção no seguinte exemplo: a empresa recebe um pedido de venda de volume significativo com prazo de entrega relativamente pequeno, o setor de vendas transfere a necessidade para a gestão da fábrica que por sua vez se vê diante da situação de alterar seu processo produtivo; sem problemas até então. Mas durante o processo um dos equipamentos falha por falta de lubrificação e para de funcionar. O plano de contingência não atende o prazo de entrega. Não há peças de reposição imediata. A peça de reposição levará um tempo altíssimo para ser entregue e posteriormente feita substituição da danificada por esta. A venda deve ser cancelada.

Problemas como esse são muito comuns, mesmo em grandes empresas. Cabe a organização estabelecer um programa de manutenção, desenvolver a Engenharia de Manutenção e zelar pela conservação dos equipamentos e informações antecipando os problemas imprevistos e dinamizando toda a empresa.

O reconhecimento da importância da manutenção para a organização pode também ser visto na busca por certificações, onde um sistema de manutenção estável e aplicado é requisito e item de controle. Entre as certificações como a ISO 9001-2008, QS-9000, RDC 59

(Boas Práticas de Fabricação), ISO TS 13485:2004 são exigidos controles, registros de acompanhamentos do processo de fabricação e manutenção.

Veja o que diz esta última:

“A organização deve estabelecer requisitos documentados para atividades de manutenção, incluindo sua frequência, quando tais atividades ou sua ausência puderem afetar a qualidade do produto. Devem ser mantidos registros destas manutenções.” (ISO TS 13485:2004, Item 6 Subitem 3).

Para favorecer a gestão da manutenção de acordo com as normas e certificações dos sistemas de gestão de qualidade, os SGQs, a indicação é uma manutenção centralizada, planejada por um único departamento, ou seção o que favorece o controle de relatórios e registros, treinamentos de novos colaboradores e padronização dos serviços executados, assegurando a qualidade. No oposto a esta forma de gestão temos a manutenção descentralizada, muito comum em empresas de maior porte. Na manutenção descentralizada existem vários setores ou seções de manutenção como, por exemplo, a manutenção elétrica em uma área e manutenção mecânica em outra.

Independente da forma de gestão aplicada o que não se deve é diminuir a importância dada à gestão da manutenção na organização. Quando isso ocorre, na prática a análise de falhas é deficiente e há ênfase excessiva em somente consertar o que quebrou, sem tempo para utilizar métodos de análise de falhas; a manutenção preventiva (mais detalhada a frente) é mal realizada ou inexistente; os relatórios de falhas dos equipamentos são mal preenchidos e pouco explorados para análise; faltam padrões de manutenção e o conhecimento e a habilidade do pessoal da manutenção é insuficiente. Para identificar este conceito de pouca importância a gestão da manutenção, podemos considerar alguns sintomas:

- ✓ Falta de conhecimento dos equipamentos e da sua operação padrão, pouco estudo no momento da aquisição e/ou projeto de novos equipamentos promove dificuldades no fornecimento da assistência técnica a ser prestado pelo fabricante ou fornecedor;

- ✓ Os recursos materiais são escassos, incluindo a documentação técnica, peças de reposição, ferramentas, equipamentos de medição e recursos financeiros. As organizações devem estar atentas a obtenção e disponibilidade de documentação técnica, tais como manuais de manutenção e catálogos de peças, evitando o desperdício de tempo e investimentos.

✓ Os recursos humanos para manutenção, suas atitudes, nível de experiência, conhecimento e qualidade do treinamento não são os adequados as necessidades da organização. Empresas flexíveis devem ter programas para promoção do treinamento de pessoal da manutenção e operação e monitorar o seu desenvolvimento, formando uma equipe técnica e com segurança.

✓ As paradas de máquinas aumentam gradativamente, e justificativas como idade do equipamento, falha operacional são tidas como normais. Equipamento com atividades de manutenção bem realizadas tem uma vida útil elevada e podem produzir igualmente a equipamentos mais novos.

Quando esses sintomas são identificados, torna-se imprescindível o estudo e aplicação de um sistema de manutenção eficiente, ou a reformulação do existente. Para nosso estudo vamos citar o TPM (*Total Productive Maintenance*), reforçando a participação do mesmo na implantação da empresa flexível e na base do sistema *Lean Manufacturing*, antes vamos citar métodos de manutenção eficazes que fazem parte da Engenharia de Manutenção e por isso também merecem atenção.

#### 4.1 A manutenção Corretiva

A manutenção Corretiva é a mais comum das formas de manutenção. É a manutenção realizada depois que a falha ocorreu. A característica principal desta forma de manutenção é a imprevisibilidade, ou fator “surpresa”, o que fatalmente leva a interrupção do trabalho que o equipamento esta realizando no momento da falha, as vezes, perda do produto em processo. Parece não haver vantagens na opção desta forma de manutenção, mas devemos considerar os fatores econômicos, perguntando-nos: “é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas?”. Para responder é preciso ter informações exatas de quais as perdas por paradas da produção engloba o equipamento “parado”, e/ou qual o valor, nesse caso sem “surpresas” da manutenção deste equipamento. Se os valores não forem representativos, a Manutenção Corretiva é uma boa opção. A generalidade é sempre prejudicial. Cada equipamento deve ser considerado individualmente.

Importante antes de se definir a manutenção corretiva como aplicável é ter os recursos necessários e estar preparado para agir rapidamente na ocorrência de uma falha, buscando a causa fundamental e bloqueando-a, e utilizar cada ocorrência como base de conhecimento e

evitar a sua reincidência no mesmo equipamento e em outros similares. Assim a opção torna-se ainda mais atraente, e para adicionar o termo flexibilidade a manutenção corretiva seja parcial ou total, a organização deve eliminar os entraves burocráticos, ter sempre equipes de manutenção de prontidão, padronizar tarefas relacionadas à manutenção (solicitação, compra, entrega...), ter ferramentas e peças de reposição de fácil acesso, promover treinamentos constantes aumentando a capacitação dos colaboradores da área e com certeza ter um rigoroso registro de documentos e controle dos custos.

## 4.2 A manutenção Preventiva

Talvez o mais eficaz em termos de programação de produção, o método da Manutenção Preventiva consiste em se realizar interrupções de manutenção programadas periodicamente, durante estas interrupções são realizados serviços sistemáticos no equipamento como revisões, inspeções e substituições de peças. Para se determinar o momento destas paradas utilizam-se como referência os manuais do próprio equipamento, informações do fornecedor ou ainda basear-se no histórico de registros dos acompanhamentos das variáveis controladas do processo ou do equipamento, aqui muito útil a aplicação da carta CEP (Controle Estatístico de Processo).

Seguindo o modelo de decisão adotado para a adoção da opção na Manutenção Corretiva, ou seja, fazendo considerações ao investimento financeiro, o valor da Manutenção Preventiva é relativamente mais alto, devido à reposição de componentes antes de alcançarem o fim da vida útil. Mas em médio prazo as falhas diminuem, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminui o custo da parada da produção o que é favorável a uma gestão flexível. Esta opção de retorno financeiro a médio ou talvez longo prazo possa tornar a Manutenção Corretiva uma opção economicamente não aceitável pela maioria dos gestores, porém uma forma de minimizar, ou melhor, balancear o lado economicamente inviável é através de entendimentos entre manutenção e produção estabelecer critérios para que se determinem quais os equipamentos da fábrica que deverão ser atendidas por este tipo de manutenção, evitando a implantação em todos os equipamentos. A “importância” do equipamento para o mix de produtos da organização, o *lay-out* da área fabril são fatores que ajudam na decisão.

O retorno financeiro só poderá ser comprovado com a não existência de paradas não programadas dos equipamentos, com a adoção de medidas que bloqueiem definitivamente os problemas potenciais, para isso a gestão deve ser sólida e comprometida com a Manutenção Preventiva e as interrupções programadas devem ser a atividade principal do departamento de manutenção, sem isso as falhas tendem a aumentar e ocupar todo o tempo da equipe de manutenção.

Em muitas organizações, há uma falsa aplicação da Manutenção Preventiva, quando a mesma existe em teoria, com datas da programação estabelecidas, mas não são realizadas por “não serem necessárias”, e não são cumpridos os acompanhamentos com eficácia; o tempo destinado a realização da Manutenção Preventiva acaba sendo utilizado para outros fins. Listemos os principais fatores para a implantação da Manutenção Preventiva:

- A elaboração do plano das paradas para manutenção preventiva deve ser feita em conjunto com a programação e controle da produção (PCP) ou nível de coordenação da produção mais envolvido.
- A documentação técnica (manuais, histórico de falhas, indicações do fornecedor e/ou assistência técnica) organizada e de fácil acesso. A tecnologia da informação pode ser fundamental nesse caso, abolindo manuais físicos e deteriorados pelos digitais.
- Quanto às equipes: colaboradores (produção) com atitudes preventivas e conhecedores dos equipamentos, colaboradores (manutenção) treinados, também com experiência nos equipamentos e bom senso durante as paradas programadas.
- Acompanhamento das ações corretivas, com análise de falhas aplicadas com as ferramentas da qualidade (aplicável ferramentas como MASP e PDCA) e rotinas de trabalho dentro dos padrões de qualidade e principalmente produtividade.

### 4.3 Manutenção Preditiva ou Monitorada

Muito pouco praticada, mas uma ótima opção é a Manutenção Preditiva, ou Monitorada. Preditiva quer dizer “dizer com antecipação”, “falar antecipadamente” ou “predizer”. A Manutenção Preditiva permite estender o intervalo das revisões programadas prevendo quando a peça estará próxima do seu limite de vida, através de parâmetros de controle. É logicamente possível “falar antecipadamente” o momento de se trocar

componentes analisando parâmetros pré-estabelecidos como níveis de óleo, ruídos, vibrações e temperatura. Estes parâmetros na maioria são medidas físicas e podem ser definidos de modo que determinem a conformidade do processo e concedam informações suficientes para se tomar a decisão.

Comparando a Manutenção Preditiva com a Manutenção Preventiva e a Manutenção Corretiva podemos dizer que a Manutenção Preditiva é uma opção intermediária (tomando como base o fator econômico) que não permite que ocorra a falha do equipamento, mas também não efetua troca e reposição de peças antes do término da sua vida útil. É uma opção que exige informação e conhecimento técnico da equipe de manutenção, para interpretação dos “sinais” dados pelo equipamento e para o manuseio dos equipamentos necessários para leitura dos parâmetros mencionados anteriormente. Ainda considerando o investimento necessário para a aplicação da Manutenção Preditiva, importante avaliar o custo destes equipamentos, que pode ser representativo, mas uma econômica opção é fortalecer parcerias e envolver dos fornecedores dos equipamentos e/ou peças de reposição na programação da manutenção o que pode favorecer o fornecimento dos equipamentos por parte dos mesmos.

#### 4.4 Prevenção de Manutenção

A comunicação com os fornecedores e a criação de parcerias é importante em qualquer opção de gestão de manutenção que a organização escolha, mas a mesma pode ainda criar um modelo de manutenção que fortalece a flexibilidade da organização: a Prevenção de Manutenção.

A prevenção de manutenção consiste em manter a parceria entre organização e fornecedor, alienada ao planejamento e controle de produção (PCP), a engenharia e a gestão da manutenção gerando um plano de atividades que são conduzidas em conjunto, que se iniciam na fase de projeto do equipamento visando reduzir o volume de serviços de manutenção exigido durante sua operação, ou seja, durante os processos de fabricação.

O ponto principal é a conversação e troca de informações. Para o fabricante é importante fornecer um equipamento estável e de qualidade, e para a organização é importante a aquisição de equipamentos que não permitam falhas, ou que tenham fatores de prevenção contra falhas e o conseqüente aumento da sua vida útil. Esta opção é limitada e pode ser tomada apenas na fase de projeto e aquisição do equipamento. É indispensável o

envolvimento de todos. Buscar a intercambialidade e a aquisição de equipamentos da mesma linha, modelo e/ou fabricante são ações importantes a Prevenção da Manutenção.

#### 4.5 A TPM

Segundo o autor americano Wireman (1990), a política de manutenção deve ser definida pela empresa segundo os seus objetivos organizacionais, apresentando-se como fator determinante do sucesso do planejamento da produção e, portanto, da produtividade do processo. Para o nosso trabalho ter uma ação efetiva surge a TPM como opção de gestão de manutenção para auxílio na busca da organização flexível e competitiva, visando também o auxílio na aplicação das metodologias de uma empresa flexível. Criada em 1971 no Japão, a TPM é também é uma metodologia voltada para a eliminação dos desperdícios do processo produtivo no chão de fábrica, com os anos englobou também os setores administrativos. Por ser uma filosofia, a sigla TPM, ou Manutenção Produtiva Total, dá a cada letra um significado específico, vejamos:

O “T” significa “*TOTAL*”, (cognato de “Total” em português): referindo a eficiência no sistema operacional, eficiência no ciclo de vida do equipamento e o envolvimento de toda a organização (SLACK, 1999).

O “P” significa “*PRODUCTIVE*” ou “Produtiva” em português): no sentido de eficiência produtiva, atingindo as metas do STP: zero acidente, zero defeito e zero falha (SLACK, 1999).

O “M” significa “*MAINTENANCE*” (ou “Manutenção” em português): com referencia a de manter o ciclo total de vida útil de todo os componentes do sistema produtivo (SLACK, 1999).

A criação da TPM é creditada a organização *Nippon Denso*, empresa do grupo da *Toyota Motors*, mas foi oficializada e tornou-se conhecida pelo JIPM (*Japan Institute of Plant e Maintenance*) e inicialmente foi direcionada apenas ao chão de fábrica e a busca da quebra zero. Reformulada em 1989, recebeu o nome de TPM Segunda Geração e começou a abranger também a perda zero e, novamente, foi reformulada em 1997 de maneira a englobar toda a organização objetivando agora, também, a redução de custos, baseando-se em cinco itens:

- ✓ Constituir uma estrutura empresarial, organizacional que busca a máxima eficiência do sistema de produção (eficiência global (OEE) ou *Overall Equipment Eficient*).

- ✓ Construir mecanismos para prevenir as diversas perdas, atingindo “zero acidentes, zero defeitos e zero quebras/falhas” objetivando o total aproveitamento da vida útil dos componentes do sistema de produção.

- ✓ Envolver todos os departamentos, partindo do departamento de produção, e se estendendo aos setores de desenvolvimento, vendas, administração, etc.

- ✓ Comprometer a participação de todos, desde a alta gerencia até os operários do chão de fábrica.

- ✓ Atingir a perda zero por meio de atividades lideradas por pequenos grupos.

A metodologia para a implantação do programa, ou sistema, TPM é sugerida pelo JIPM com uma serie de doze passos. E segundo Nakajima (1989), a duração média é de três a seis meses na fase preparatória e de dois a três anos para consolidação. O programa 5S citado anteriormente é tido como programa auxiliar precedente ou paralelo. É correto afirmar que primeiramente deve-se conhecer e entender os oito pilares da TPM para em seguida começar o processo de implantação prático. A falta de planejamento e entendimento pode gerar um programa falho e incompleto, mas entendido como suficiente.

Os oito pilares:

- I. Melhoria específica: perda zero (eliminação das perdas).
- II. Manutenção autônoma: aprimoramento da capacitação técnica do operador.
- III. Manutenção planejada: quebra/falha zero, restauração da confiabilidade e maximização de uso dos equipamentos.
- IV. Educação e treinamento: reeducação das pessoas com a mudança de cultura e comportamento.
- V. Prevenção de manutenção: minimização das ineficiências em novos produtos, processos e equipamentos.
- VI. Segurança e meio ambiente: acidente zero, minimização dos riscos de acidentes de trabalho e riscos ambientais.
- VII. Manutenção da qualidade: defeito zero, consolidação da qualidade assegurada.
- VIII. TPM na área administrativa: maior eficiência através da redução de perdas.

### 4.5.1 Medição e monitoramento

Ao se começar a implantação do programa de TPM é importante ter determinado o cronograma de medições e monitoramento das ações tomadas na redução das perdas, e conscientemente durante toda a TPM, inclusive depois de implantada. Para isso usamos dois indicadores: Tempo Médio Entre Falhas (TMEF) e Tempo Médio de Reparo (TMR).

O Tempo Médio Entre Falhas (TMEF) é o resultado da divisão das horas disponíveis de cada equipamento pelo número de quebras desse equipamento num certo período. É calculado através da fórmula:

$$\text{TMEF} = \text{N.º de horas disponíveis} / \text{N.º de quebras.}$$

Através do valor do TMEF do mês, podemos saber se o equipamento está melhorando de rendimento e parando menos. Por exemplo, um resultado de 15 horas, significa que o tempo entre uma parada e outra da máquina levou, em média, 15 horas.

Se no mês seguinte o resultado da formula de TMEF passa a ser de 20 horas, significa que houve uma melhora de 5 horas no índice, ou seja, uma melhora de 33%. Quanto maior o TMEF, melhor para a organização.

O Tempo Médio de Reparo TMR é o resultado da divisão do tempo de parada do equipamento para manutenção pelo número de quebras desse equipamento num certo período. É calculado através da fórmula:

$$\text{TMR} = \text{Tempo de parada para manutenção} / \text{N.º de quebras}$$

Através do valor do TMR do mês, podemos saber se os problemas do equipamento estão sendo rapidamente resolvidos. Da mesma forma podemos dar como exemplo um resultado de 60 minutos, significa que o tempo que a máquina ficou parada para um reparo foi, em média, 60 minutos. Se no mês seguinte, o resultado da formula do TMR passar a ser de 30 minutos, significa que houve uma melhora de 30 minutos ao índice. Cinquenta por cento de melhora. Quanto menor o TMR melhor para a organização.

Em todas as etapas de implantação da TPM, os equipamentos deverão apresentar uma tendência de melhoria nos resultados do TMEF e TMR. Isto garante através de números que toda a equipe industrial está trabalhando bem.

## 4.5.2 Os oito pilares

### 4.5.2.1 Melhoria específica

O primeiro pilar da TPM assemelha muito ao pensamento de Ohno e o STP, redução das perdas buscando melhorias específicas, ou seja, melhorar o processo diretamente na fonte, onde o processo de fabricação acontece. Devemos melhorar todos os processos da organização ligados ao sistema produtivo, tais como os equipamentos, gestão dos insumos, e também a gestão da própria empresa.

No ambiente fabril muitas são as perdas ligadas ao equipamento, e todas devem ser eliminadas a fim de se criar uma empresa competitiva e um chão de fábrica flexível. As perdas tratadas e eliminadas durante a TPM transformarão o equipamento para os demais pilares e também para o programa de troca rápida de ferramenta.

Dentre as principais perdas ligadas ao equipamento temos:

**1. Perdas por paradas programadas:** podemos incluir as paradas para manutenção preventiva realizada em horários que o equipamento está programado para a produção, reuniões durante o horário produtivo, inspeções e desligamentos de energia. A falta de conversação e trabalho em conjunto da gestão de manutenção com a gestão de produção (mesmo em casos onde a mesma gestão é responsável pelos dois departamentos) proporciona um volume excessivo de paradas do equipamento e um impacto somente percebido através dos indicadores e às vezes tido como normal.

**2. Perdas por falha dos equipamentos:** paralisação da produção por quebra de máquina, serviço realizados pela equipe de manutenção que necessitam interromper a produção, necessidade de reprogramação da produção e uso de roteiros alternativos para o produto, aumento do *lead time*. As perdas por falhas podem também ser imensuráveis como perdas de clientes, ou rompimento de contratos entre fornecedores e clientes, mão de obra ociosa e até afastamentos de colaboradores por acidentes devido a falhas do sistema de segurança dos equipamentos.

**3. Perdas por preparação (*setup*):** podemos considerar todo o tempo de desligamento para troca de produto a ser fabricado, da troca de ferramenta, dispositivos e dos ajustes necessários no equipamento para produzir outro produto especificado. O ideal é a não existência de *setup*, por vezes considerado um mal necessário, mas um mal é sempre um mal (SHINGO, 2000). Mesmo quando mensurado em minutos, ainda são consideradas perdas.

**4. Perdas por troca de ferramentas:** troca de ferramentas, facas, brocas, antes do fim da vida útil, alterações dimensionais desnecessárias causando desgaste acelerado, falta de conhecimento da tecnologia aplicada e uso de ferramentas inadequadas ao processo listam neste tipo de perda.

**5. Perdas nas partidas/iniciação:** muitos equipamentos necessitam aquecer, esfriar ou estabilizar determinados parâmetros para iniciar a produção. Podem ser interpretados também como preparação e também variam de acordo com a tecnologia utilizada. Também são exemplos de perdas desta natureza os tempos de inicialização de turnos de trabalho pelos colaboradores, adequações a trocas e alterações de horário de trabalho e treinamentos mal planejados para novos equipamentos.

**6. Perdas por pequenas paradas, ou pequenas ociosidades:** este tipo de perda é principalmente operacional. Muitos ambientes têm a produção prejudicada por pouca organização. Reuniões, refeições, treinamentos, limpezas devem ser programadas de maneira a evitar a parada do equipamento. Pequenas interrupções podem parecer insignificantes, e passam despercebidas nos indicadores, mas o acumulativo das mesmas representa perda de produtividade em grandes escalas.

**7. Perdas por queda de velocidade:** há situações em que o próprio gestor da área procura reduzir a velocidade real/efetiva do equipamento abaixo da velocidade estipulada em projeto/nominal para que a produção se prolongue por mais algum tempo a fim de sanar a ausência temporária de um operador, ou mesmo para se ter uma impressão de que o equipamento esta produzindo normalmente. Devemos estar ciente de ações como essa apenas “disfarçam” a perda. O equipamento deve produzir dentro dos parâmetros e com melhor relação de tempo e qualidade possíveis.

**8. Perdas por defeitos e retrabalhos:** produtos não conformes, com defeitos ou que necessitam de retrabalho são considerados uma perda grave, e ocasionam a imagem de um sistema de gestão de qualidade ineficaz, e uma organização sem qualidade. Junto ao defeito produzido deve se somar o custo do equipamento, da mão de obra, da matéria prima e ferramentas utilizadas, além dos custos da reprogramação da produção, dos custos de reposição de matéria prima e de descarte do produto sem aproveitamento.

Para a implantação do primeiro pilar da TPM devemos entender basicamente que toda parada, ou redução de capacidade produtiva é uma perda e que a maioria delas tem referência no equipamento. Ações simples com a gestão de produção e de manutenção agindo em conjunto são eficazes. O envolvimento das duas gestões evita que a eliminação das perdas faça com que outros problemas sejam ignorados.

São necessários alguns cuidados por parte dos envolvidos:

- ✓ Perseguir a eficiência máxima dos equipamentos separadamente.
- ✓ Produzir somente o que foi determinado pelo planejamento da produção.
- ✓ Se a capacidade de processamento mais baixa (gargalo) é insuficiente para produzir a quantidade necessária, a capacidade deve ser melhorada (Goldratt, 1992).

#### **4.5.2.2 Educação e Treinamento**

O programa TPM reforça que a empresa atual deve investir em conhecimento. Ter colaboradores capacitados é um diferencial entre as organizações modernas. Políticas de retenção e desenvolvimento de talentos estão em alta. Promover o conhecimento e desenvolver habilidades visa criar um ambiente eficaz e flexível, além de melhorar a auto-estima e a participação nos programas que a organização visa desenvolver. A disposição para adquirir novos saberes e fazer das informações conhecimentos e habilidades que agreguem valor é um diferencial de sobrevivência no mundo globalizado. Para tanto, o programa de treinamento deve estar alinhado ao planejamento, preparando colaboradores para assumirem posições e garantirem a competitividade da organização no contexto da globalização (KNAPIK, 2008).

O pilar Educação e Treinamento dentro do programa TPM objetiva promover um sistema de desenvolvimento em toda a organização, gerando colaboradores aptos para o desempenho de suas atividades atuais e as novas atividades e responsabilidades propostas (Manutenção Autônoma e Planejada). Para o sucesso da TPM é preciso ter desenvolvido uma colaboradores com conhecimento, habilidade e bom senso.

#### **4.5.2.3 Manutenção Planejada**

A Manutenção Planejada é o conjunto de atividades ligadas à gestão da manutenção que visa desenvolver equipes de manutenção proativas, colaboradores (operadores) com responsabilidades mantenedoras com seus equipamentos, redução dos retrabalhos de manutenção e produtos defeituosos partindo de um planejamento (origem do nome “Planejada”) periódico, podendo ser anual, mensal, ou semanal com a atividade a ser realizada definida em detalhes. É semelhante à Manutenção Preventiva, entretanto é mais constante, e focada em revisões, eliminando pequenas paradas, buscando a quebra zero e o zero defeito.

#### 4.5.2.4 Manutenção Autônoma

A Manutenção Autônoma, também é chamada e Manutenção Voluntária, é um conceito de manutenção fundamental na implantação da TPM. Na Manutenção Voluntária, pequenas ações de manutenção como limpeza, lubrificação, ajustes e fixações passam a ser executadas pela equipe de operadores. O objetivo principal, evitar no dia-a-dia da produção, a deterioração dos equipamentos, descobrindo e tratando as anormalidades assim que são detectadas e em fase inicial, identificando o potencial futuro. Esse conceito tem um lema, já bem divulgado pelo chão de fábrica nacional: “da minha máquina cuidado eu!”. Para uma Manutenção Voluntária é fundamental criar um sentimento de autoconfiança e responsabilidade nos operadores. Também deve haver a coordenação e monitoramento por parte da gestão de manutenção. Durante a implantação, não se deve esquecer totalmente a definição formal das funções, onde “a produção produz e a manutenção mantém”, apenas dar mais credibilidade e motivação ao operador, torná-lo mais participativo. Além de tempo para a implantação, também é necessário capacitar os operadores para as funções adicionais e deixar claro o objetivo do programa. A este se soma o segundo pilar da TPM, antes de exigências quanto a autonomia dos colaboradores é obrigatório fornecer informações suficientes sobre o sistema, disponibilizar material técnico e treinamentos sobre o equipamento em que será realizada a Manutenção Voluntária. Os treinamentos devem ter o alvo na capacitação dos colaboradores e operadores de descobrir anormalidades conseguindo distinguir o conforme do não conforme e identificando os potenciais de pequenas avarias, executarem com rapidez ações corretivas em relação a não conformidade; tudo com autocontrole e bom senso, com níveis hierárquicos definidos e seguindo as regras do programa.

Para a implantação da Manutenção Autônoma são seguidas etapas que sobretudo devem ser tratadas com envolvimento do nível gerencial. Com a conclusão das etapas se tem uma evolução do nível operacional até o colaborador hábil e conhecedor suficiente para exercer a Manutenção Autônoma:

- 1) Obter o comprometimento formal e o apoio da alta administração.
- 2) Formar Grupo de Implantação da Manutenção Autônoma.
- 3) Treinar o Grupo de Implantação nos conceitos de Manutenção Autônoma.
- 4) Definir área(s) e equipamento(s) – piloto.
- 5) Elaborar Plano de Implantação da Manutenção Autônoma.
- 6) Promover campanha de divulgação da Manutenção Autônoma.

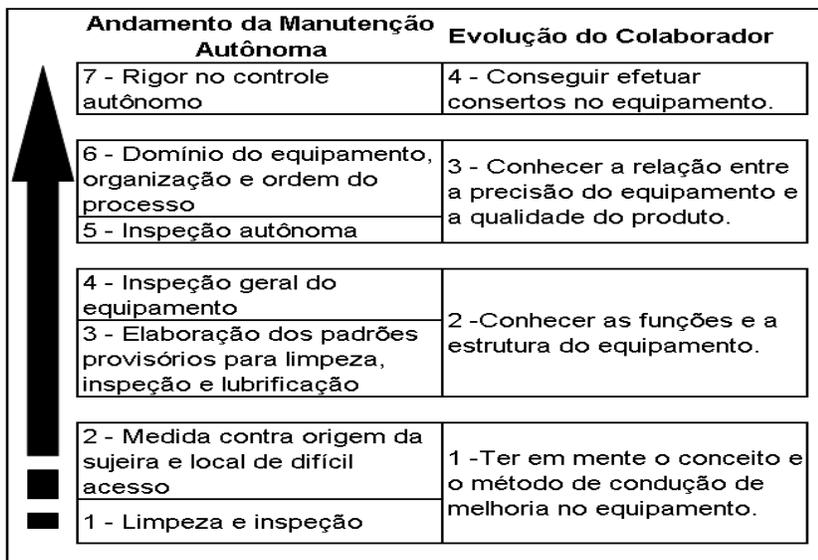


Fig. 01: Relação dos sete passos da manutenção autônoma com as quatro etapas para se tornar um operador com domínio do equipamento.

Fonte: adaptado pelo autor de IMC- JIPM (2000, p.IV-5)

#### 4.5.2.5 Segurança e Meio Ambiente

É importante para o TPM a estruturação de um ambiente organizacional sem acidentes ou riscos a vida e estabilidade física e mental dos colaboradores, assim como uma organização comprometida com o meio ambiente, com uma gestão sócio-ambiental focada em reduzir os impactos ao meio ambiente e a comunidade. Hoje a preocupação com o meio ambiente é de nível global e organizações que degradam o planeta e desperdiçam reservas naturais não são bem vistas pelos governos de estado e também por nichos de clientes que estão se preocupando cada vez mais com este assunto. Assim podemos dizer que é imprescindível a empresa atual a implantação de uma gestão dos resíduos. A ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental – especificações e diretrizes para uso) de 1996 hoje é a norma da gestão da qualidade que destina se a certificar a empresa que tem a gestão de resíduos eficiente.

Na TPM a manutenção deve assegurar que os serviços prestados não gerem situações de risco a saúde do operador. É preciso total conhecimento técnico para certificar o trabalho. *Check lists*, planos de verificação, e certificado de conclusão de tarefa onde é preciso identificar o serviço realizado e o prestador são aplicáveis na TPM. Outra ferramenta é o plano mestre de gerenciamento de resíduos identificando a maneira como os resíduos são

direcionados para o descarte, como por exemplo, saber pra onde vai o óleo sujo após a troca de óleo do equipamento é uma informação que todos os envolvidos devem saber.

#### **4.5.2.6 – Manutenção da qualidade**

A manutenção da qualidade propõe que o equipamento não processe mais produtos defeituosos ou de alguma maneira fora dos padrões estabelecidos. Para a TPM isso é possível mantendo o equipamento sempre em perfeitas condições e revisando sistematicamente as condições de qualidade do produto processado. Estas revisões sistemáticas fornecem informações importantes para se tomar ações preventivas considerando o histórico. A carta CEP é uma ferramenta utilizada para este fim que exemplifica bem o seu significado. Deve ter como objetivo um processo com qualidade através de um equipamento sem falhas, em perfeito estado de funcionamento. Segundo Suzuki (1995) a Manutenção da Qualidade tem dez passos:

- 1) Preparar uma matriz analisando as relações entre qualidade e os equipamentos/processos.
- 2) Preparar uma tabela de análise de entradas da produção (materiais, equipamento e processo) verificando a existência e a utilização de padrões.
- 3) Preparar um quadro de problemas especificando tipos de defeitos.
- 4) Avaliar a seriedade dos problemas, classificando e priorizando os tipos de problemas em relação aos defeitos da qualidade.
- 5) Rastrear as causas dos problemas estratificando os fenômenos encontrados.
- 6) Realizar uma avaliação preliminar da situação (FMEA);
- 7) Implantar melhorias constantemente.
- 8) Revisar novamente as condições de entrada.
- 9) Resumir os elementos de inspeção do passo oito e preparar uma matriz de inspeção de qualidade.
- 10) Preparar uma tabela de controle de componentes de qualidade e garantir condições controlando operações (plano de controle).

#### **4.5.2.7 – Controle inicial**

O Controle Inicial consiste em, durante o projeto do produto, desenvolvê-lo com fácil execução ou processamento, que necessitem de equipamentos já conhecidos (da equipe de manutenção e dos operadores) ou de simples manutenção (SUZUKI, 1995).

Devida a grande concorrência, a engenharia de produto organizacional deve estar sempre em desenvolvimento devido a variedades de produtos que a empresa deve oferecer ao mercado. Organizações flexíveis costumam ter departamentos inteiros com mão obra e equipamentos voltados a essa pesquisa e desenvolvimento. Constantemente os produtos são modificados, melhorados, adaptados e/ou criados de novas necessidades. Este pilar da TPM é importante para que esta constante criação por parte da engenharia esteja em harmonia com o processo produtivo e a manutenção, evitando investimentos desnecessários e aproveitando ao extremo a mão de obra existente. Durante a fase de projeto é importante considerar fatores como o nível de produtividade dos equipamentos da empresa, funções que estejam habilitados a executar e a não executar, a confiabilidade e/ou nível de precisão exigida, segurança e custos dos processos que estes realizam (ferramentas, matéria prima, conhecimento técnico necessário). Para a TPM, evitar um investimento desnecessário em novos equipamentos com um projeto de produto inteligente reduz perdas do início do projeto e aumenta a vida útil dos equipamentos e dos novos produtos, o que é positivo para o crescimento da empresa, e o mais importante, geram lucros.

#### **4.5.2.8 – Gestão administrativa**

Este pilar refere-se à manutenção do sistema de informação da empresa. Deve se tratar a geração de informações da área administrativa a fim de se eliminar as perdas recorrentes do processo administrativo. Um sistema onde a informação é cada vez mais rápida e precisa é fundamental para se ter flexibilidade.

De acordo com o JIPM, *Japan Institute of Plant Maintenance*, a gestão administrativa envolve a alta direção e o nível de supervisão da organização, de onde o TPM deve partir. A manutenção da informação eficaz neste caso fica clara com solicitações e aprovações orçamentárias mais rápidas, direcionamento da assistência técnica terceirizada quando necessário, verificar a adequação do cumprimento do projeto em todas as etapas de implantação. A gestão administrativa da TPM procura consolidar um sistema de informação organizado e eficaz, evita informações desencontradas ou múltiplas solicitações para o mesmo

caso e determina responsáveis diretos por etapas do processo de manutenção. Os investimentos para a implantação são variados de acordo com o nível organizacional que a empresa se encontra, todavia justificam-se na máxima de que a empresa flexível deve ter respostas rápidas e exatas para quaisquer exigências do chão de fábrica a fim de se ter um sistema produtivo sem interrupções e projetos cada vez mais eficientes.

<b>Pilares TPM</b>	<b>Gestão Organizacional</b>	<b>Ferramentas Necessárias</b>
<b>Melhoria Específica</b>	Gestão de Perdas	Tempo médio entre as falhas (MTBF); Tempo médio para reparo (MTTR); Disponibilidade dos equipamentos; Histórico Corretiva X Preventiva.
<b>Educação e Treinamento</b>	Gestão de Competências	Plano de Treinamento; Avaliação das competências; Desenvolvimento da polivalência operacional; Plano de evolução funcional.
<b>Manutenção Planejada</b>	Gestão da Manutenção	Plano de manutenção preventiva por equipamento; Plano de manutenção preditiva de acordo com os equipamentos.
<b>Manutenção Autônoma</b>	Gestão da Operação	Lista de peças sobressalentes por equipamento; Estoque monitorado de peças sobressalentes
<b>Segurança e Meio Ambiente</b>	Gestão de Segurança, Saúde e Meio Ambiente	Plano de gerenciamento de resíduos; Controle de aspectos e impactos gerados pelas atividades de manutenção; Minimização dos riscos de acidentes inerentes as atividades de manutenção; Atendimento a emergências de Segurança e Meio Ambiente.
<b>Manutenção da Qualidade</b>	Gestão da Qualidade	Sistema de indicadores de desempenho da Manutenção; Análise Comparativa Corretiva X Preventiva; Análise comparativa entre os tipos de manutenção.
<b>Controle Inicial</b>	Gestão de Engenharia	Procedimento de análise crítica dos resultados da Manutenção e consequente alteração dos planos de manutenção dos equipamentos
<b>Gestão Administrativa</b>	Gestão Administrativa	Desenvolvimento de Sistemas de Informação para gerenciamento da manutenção.

Quadro 02: Fases de implantação da filosofia TPM e ferramentas necessárias

Fonte: adaptado pelo autor de ABRAMAN (2003)

## 5 A TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

Conforme citado anteriormente, uma empresa flexível e competitiva é a que consegue entender e ter o JIT como sistema de gestão e produção (CAIÇARA, 2006). Com a transcrição da sigla JIT, *Just in Time* ou, em português, “Somente no Momento” já se entende que não se deve existir estoques, ou antecipações da produção sem a solicitação do cliente. O objetivo principal fica sendo então a produção em pequenos lotes, ou lotes unitários de acordo com necessidade do cliente. Segundo Slack (1999), este lote reduzido em médio prazo diminuirá o processo de inventário e transformará o sistema de produção em um sistema puxado (pelo cliente) deixando de ser um sistema empurrado (pela empresa).

Uma ação comum quando se começa a trabalhar com a redução do tamanho do lote é o cálculo do “lote econômico”. O lote econômico consiste em calcular um lote “ideal” levando em consideração algumas variáveis do processo como tempo de processo, custo da hora máquina, tempo de preparação e custo da mão de obra. Mas esta ação pode trazer uma consequência prejudicial a empresa na implantação do sistema flexível: o comodismo. As variáveis colocadas durante o cálculo do lote econômico são as atuais e por isso tida como fixas e já ajustadas o que faz com que a organização deixe de promover a melhoria contínua. Para tanto uma forma de evitar o “comodismo” é tratar estas variáveis de forma independente com tratativas e programas de melhoria. O processo de preparação do equipamento é a variável mais significativa deste conjunto, e o alvo do nosso estudo. Segundo Shingo (2000), *setups* rápidos devem inovar a produção, promover mudanças na filosofia e nos métodos usuais utilizados nas empresas. Assim, dando seqüência aos estudos e a criação de um ambiente fabril flexível e competitivo, chegaremos à necessidade de um programa de redução de tempo de preparação de equipamentos, ou daqui para frente, *setups*. Nossos precedentes, o programa 5S e a TPM serão nossa base para começarmos a trabalhar este tópico.

### 5.1 O SMED

O precursor de estudos e programas de redução de tempo de *setups* foi Shigeo Shingo, engenheiro de produção japonês. Shingo levou aproximadamente dezenove anos para concluir o programa mais conhecido sobre *setup* de máquinas, ao qual batizou de SMED (*Single*

*Minute Exchange of Die*), literalmente a “Troca de Ferramentas em Minutos de um Dígito”, mais claramente é a preparação do equipamento em menos de dez minutos (SHINGO, 2000). O programa também é conhecido por “TRF” (Troca Rápida de Ferramentas), mas ressaltamos que este segundo nome não expressa adequadamente o que é este programa que, claramente, envolve mais do que apenas a troca de ferramentas durante o *setup*, como veremos a seguir.

Em um de seus livros sobre sistemas de produção, no Brasil intitulado “Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos”, Shingo conta que o programa SMED foi resultado de estudos, realizados pelo mesmo, iniciados na planta da *Mazda* em *Hiroshima* no Japão de 1950, posteriormente no estaleiro da *Mitsubishi Heavy Industries*, também em *Hiroshima* no Japão em 1957 e concluídos na planta da *Toyota Motor Company*, Japão já em 1969. Nesta última ficou historicamente documentado o êxito do programa com a redução do tempo de *setup* de uma prensa de quatro horas para três minutos. Não é difícil observar que todas as empresas citadas, mesmo tendo se passados tantos anos, atualmente são reconhecidas mundialmente pela sua flexibilidade e qualidade dos produtos oferecidos, o que não deixa dúvidas do sucesso do programa e seu destaque e referência no assunto.

Antes de citar o princípio básico do método de Shingo, convém mencionar que há muitos autores também estudaram e propõem novas metodologias ao SMED, constantemente publicadas em livros e artigos sobre o assunto. Grande parte são variações simples sobre o principal, mas alguns muito interessantes e sugerem a subdivisão dos passos fundamentais, quatro no programa de Shingo, para mais, o que pode facilitar a adaptação para diferentes áreas. Todas são relevantes e trazem observações importantes que serão mencionadas e ajudarão na busca da empresa flexível. Segundo Shingo, o SMED pode e deve ser aplicado a todo processo onde se requer a preparação do equipamento. Apesar de desenvolvido em prensas e grandes equipamento o estudo é suficiente para a adaptação a qualquer equipamento, desde máquinas de costura a grandes complexos industriais. Para visualizar este efeito vamos definir o *setup* como o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote (Slack, 1993) conforme nos mostra o gráfico 01:

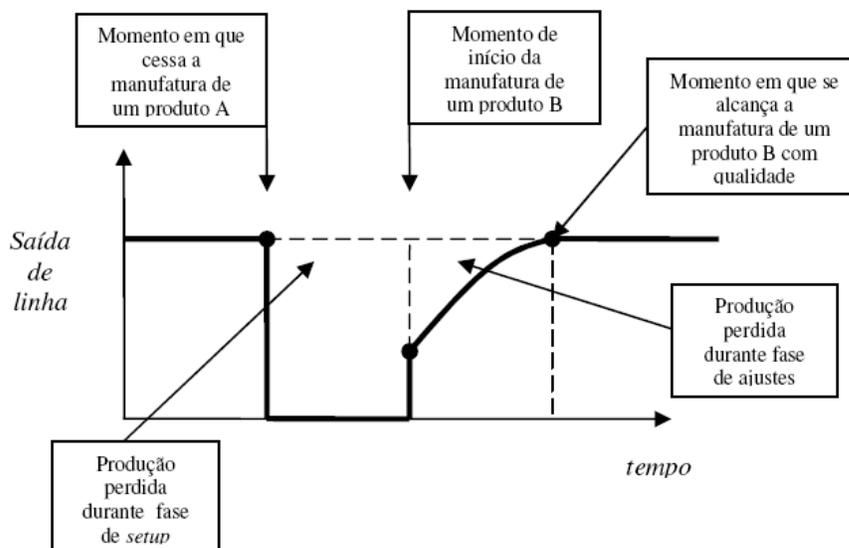


Gráfico 01: Definição gráfica de *setup*.

Fonte: SATOLO, E. P.; CALERGE, F. A. (2008)

Assim podemos concluir que sempre que este processo ocorrer, teremos um *setup* e o objetivo do SMED, ou do programa de troca rápida de ferramentas é a redução, simplificação ou a eliminação total do mesmo trabalhando cada ponto do processo, eliminando as perdas de toda a operação. Para isso o SMED, de acordo com Shingo (2000), deve ser acima de tudo estratégico, ter uma finalidade, para então começar a ser aplicado. Definidas as estratégias, são realizadas etapas, ou estágios de implantação, com base nos conceitos da operação de *setup*, e estes estágios de implantação são apoiados por idéias e técnicas de implantação.

Quanto as estratégias para a redução do *setup*, duas recebem destaque (SHINGO, 2000): estratégia envolvendo habilidades e estratégia envolvendo o tamanho do lote.

Estratégias envolvendo habilidades consistem em criar procedimentos para o *setup* e praticá-los visando desenvolver a habilidade dos envolvidos no processo. A diversidade de situações traz experiência e conhecimento. Como uma política de gestão de talentos, procura-se a capacitação dividida em níveis, como em áreas de processos mais complexos, onde o operador do equipamento gradativamente “eleva” de nível agregando para si inicialmente tarefas auxiliares no processo e chegando a ocupar a função de “preparador” do equipamento, um operador especializado em *setups* do seu equipamento, ou de uma linha toda de equipamentos. Os níveis de habilidade adquiridos devem ser monitorados e avaliados e não estimados por tempo na organização ou convivência com o equipamento e demais colaboradores da área. Os colaboradores apresentam capacidades diferenciadas e

conseqüentemente levam mais ou menos tempo para desenvolver as habilidades necessárias pra a execução do processo de *setup*.

Estratégias envolvendo tamanho de lote são estratégias onde se leva em consideração o impacto (custo) do *setup* em relação ao lote que se produzirá. Basicamente, mesmo quando não se tem um programa de troca rápida de ferramentas, há uma tendência em aumentar o tamanho do lote para se reduzir, ou compensar as perdas devido ao *setup* longo. A intenção é ratificar o custo do *setup* nas unidades produzidas. A estratégia desde que trabalhada, é válida, mas requer muita atenção no planejamento do lote e o momento da fabricação, pois como afirma Slack (1999) o lote reduzido, ou único, traz a flexibilidade, já o inverso pode se tornar um dos sete desperdícios de Ohno (1997): a superprodução. É importante que se consiga produzir em lotes pequenos, atingindo fluxo rápido e *lead time* menores, melhorando a flexibilidade da organização e principalmente o atendimento ao cliente. O programa SMED permite que se consiga reduzir estes lotes e melhorar o conceito desta estratégia. A tabela 01 mostra a representatividade do *setup* com tamanhos de lotes diferentes.

setup longo					
Tempo de Setup	Tamanho do lote (peças)	Tempo unitário do processo do produto	Tempo operacional total por peça	Relação (%) do Setup pelo Ciclo	
240 min	100	1 min	$1 \text{ min} + (240/100) = 3,4 \text{ min}$	71	29
240 min	1.000	1 min	$1 \text{ min} + (240/1000) = 1,24 \text{ min}$	19	81
240 min	10.000	1 min	$1 \text{ min} + (240/10000) = 1,024 \text{ min}$	<b>2,3</b>	<b>97,7</b>

setup rápido					
Tempo de Setup	Tamanho do lote (peças)	Tempo unitário do processo do produto	Tempo operacional total por peça	Relação (%) do Setup pelo Ciclo	
3 min	100	1 min	$1 \text{ min} + (3/100) = 1,03 \text{ min}$	2,9	97,1
3 min	1.000	1 min	$1 \text{ min} + (3/1000) = 1,003 \text{ min}$	0,3	99,7
3 min	10.000	1 min	$1 \text{ min} + (3/10000) = 1,0003 \text{ min}$	<b>0,03</b>	<b>99,97</b>

Tabela 01: Exemplo de calculo da influência do *setup* no tamanho do lote  
Fonte: o Autor.

Definindo a estratégia que melhor se adapta a organização, a proposta de Shingo (2000) é aplicação de quatro estágios. Para uma melhor descrição desta parte precisamos imaginar uma situação de *setup*; onde o produto em operação será nosso produto “A” e o produto que será preparado como produto “B”.

### 5.1.1 Os estágios do SMED

Com uma situação assim, entre lote “A” e “B”, temos o primeiro estágio onde o *setup* é um conjunto de várias ações onde não há distinção entre elas, ou seja, não há divisão entre as condições de cada operação no *setup*. As operações do *setup* podem ser divididas em *setup* interno que são ações do processo que ocorrem com o equipamento parado e improdutivo e *setup* externo que são as ações que ocorrem enquanto o equipamento ainda produz o produto “A”. Este estágio tem por objetivo visualizar a operação atual de *setup* e ver como ele está sendo realizado. É importante promover a participação e o envolvimento dos operadores envolvidos na preparação em estudo.

O segundo estágio é onde acontece a distinção, o nome as operações, identifica-se o que está sendo tratado como operações de *setup* interno ou externo. Este ponto pode ser considerado como o mais importante do programa: reconhecer a situação atual. Neste estágio além das duas operações já citadas (*setup* interno e externo), podem aparecer também as operações desnecessárias, ou de desperdício. Trata-se de operações identificadas como não importantes para a preparação do equipamento. Importante a identificação correta das operações para ações objetivas no próximo estágio.

O terceiro estágio é onde ocorre análise da operação de *setup*. O objetivo nesta etapa é estudar cada passo da preparação do equipamento e converter o máximo possível de operações de *setup* interno em externo e redefini-las através de estudos e ações de melhoria. As operações definidas como de desperdício ou desnecessárias devem ser eliminadas do novo processo. Com a aplicação do terceiro estágio já se estima uma redução aproximada de cinquenta por cento do tempo de duração do *setup*, o que leva muitos gestores a interromper o programa ao término deste estágio por já se acharem satisfeitos com o resultado.

O quarto e último estágio do programa, de acordo com Shingo (2000), é analisar as ações referentes às já convertidas operações de *setup* interno e externo, identificando pontos que ainda podem ser eliminados ou convertidos novamente de interno para externo. Rever várias vezes o processo após a aplicação das melhorias traz novas oportunidades de redução de tempo. Não deve haver comodismo por parte da organização. A eliminação dos ajustes e das ainda aplicadas operações de *setup* interno durante o quarto estágio pode alcançar os noventa por cento de redução no tempo da preparação do equipamento em relação ao estágio inicial, ou até a eliminação total do *setup*.

### 5.1.2 As técnicas para desenvolvimento do SMED

Saber os quatro estágios não é suficiente. É necessário saber como fazê-los, como implantá-los e ter um programa eficiente e sem retrocessos. Os retrocessos são comuns quando o programa é falho e pouco fundamentado. Para se implantar os quatro estágios do programa propõe-se o emprego de oito técnicas de implantação distribuídas nos quatro estágios. Importante lembrar que como o ambiente de criação de Shigeo Shingo foram plantas de estamperia, as técnicas têm relação com este ambiente fabril, entretanto tendem a servir como incentivadores de idéias de acordo com o ambiente de implantação escolhido:

1. Distinguir operações internas e externas.
2. Converter *setup* interno em externo.
3. Padronizar a função dos elementos de *setup*.
4. Utilizar fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminar fixadores.
5. Utilizar dispositivos intermediários para eliminar ajustes durante o *setup* interno.
6. Adotar operações paralelas.
7. Aperfeiçoar operações eliminando a necessidade de ajustes.
8. Mecanizar as operações.

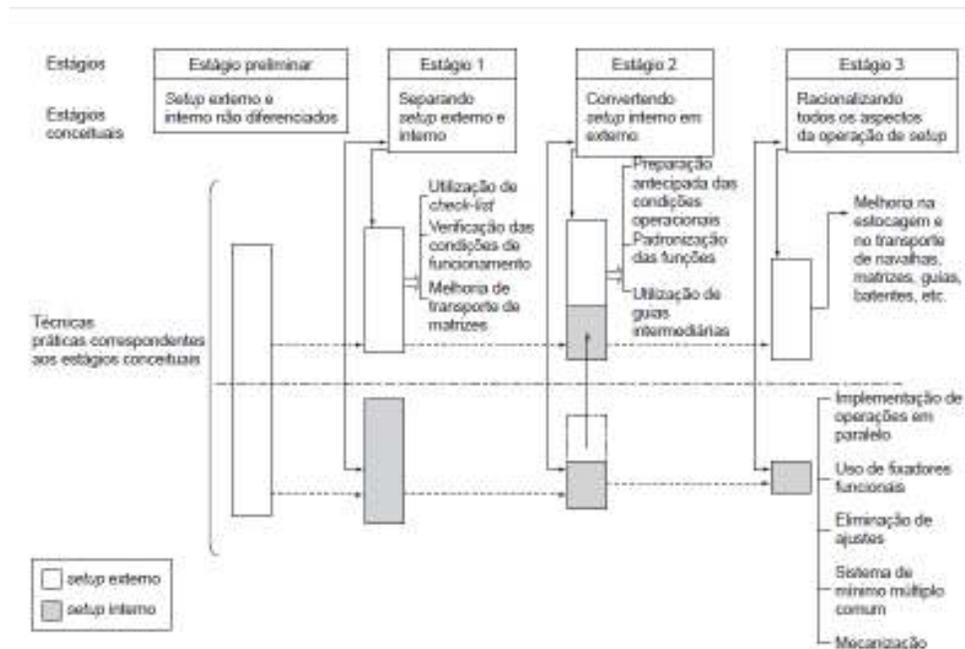


Fig.02: O SMED.

Fonte: SHINGO (2000)

Para a conquista de uma empresa flexível é indispensável o que a alta gerência, ou seu representante na organização esteja convencido de que isto é o melhor para a empresa. A definição dos programas pode partir dos colaboradores ou de áreas de planejamento estratégico da organização, mas todos os processos de implantação devem ter o apoio do nível hierárquico mais alto da organização. A busca da empresa flexível por si só pode não ser suficiente para um apoio total do nível gerencial, entretanto cabem aos gestores e idealizadores do processo definir metas para os programas, inicialmente por meio de números e principalmente valores. Após iniciado o processo de implantação para cada etapa ou nova melhoria surgiram custos diretos ou indiretos decorrentes de investimentos e/ou alterações de processos envolvendo mão de obra e equipamentos, e nestes casos serão necessárias tomadas de decisão significativas pelo alto nível hierárquico e então, para justificar os investimentos, será preciso demonstrar as melhorias alcançadas e também o conhecimento adquirido ou a busca do conhecimento para que se mantenha o apoio gerencial durante todo o programa.

Com o apoio gerencial, procura-se então envolver as pessoas e ter o apoio dos demais colaboradores de todos os níveis. Para implantar o programa do SMED será necessária a formação de uma equipe multifuncional para base de conhecimento e desenvolvimento. Formar essa equipe também deverá ser usado estrategicamente para se conquistar todo o

grupo de colaboradores. É importante ingressar na equipe pessoas como supervisores e operadores dinâmicos e conceituados no grupo, pois eles trarão idéias, formarão opiniões e impulsionaram os demais a participarem.

Outro fator também ligado a formação da equipe é que a mesma será responsável pela velocidade com que as coisas acontecerão e, claro, o sucesso ou não das ações relacionadas ao programa. Na formação, além do já citado, é importante considerar o coordenador e o nível gerencial (tomada de decisões) e contar com representantes de todas as áreas da empresa, ou pelo menos as mais diretamente envolvidas. Os membros devem ter dinamismo, flexibilidade, comprometimento e conhecimento dos processos.

Com o apoio da gerência e com a equipe formada fica mais clara e produtiva a utilização das técnicas do programa SMED.

#### **5.1.2.1 - Distinguir operações internas e externas**

Como no estágio inicial o *setup* é considerado como um conjunto de ações ainda sem distinção das operações realizadas que devem ser identificadas devemos coletar o máximo de informações possíveis sobre o mesmo. Primeiramente a equipe multifuncional responsável pelo programa deve conhecer o produto “A” e “B” da situação de estudo, com as relações dimensionais entre ambos, identificar suas dimensões críticas, conhecer a matéria prima e suas particularidades e também, se possível, a aplicação do produto acabado, ou o próximo processo após o processo atual (acabamento, lavagem, pintura...). É importante a criação de uma folha de verificação com as ações atuais do *setup* e o tempo de duração. Se a empresa ou organização já possui um documento similar é necessário certificar-se de que este documento possui os campos de:

Descrição da operação: algumas operações recebem nomes, como por exemplo: furar, cortar, pintar que são suficientes para que os envolvidos identifiquem os processos necessários para a produção, porém nas anotações para acompanhamento de *setup* devemos ser mais amplos e descrever a operação mais detalhadamente possível como, por exemplo: furar o suporte superior, cortar excesso de material no diâmetro maior, pintar superfície de contato superior;

Tempo da operação: o tempo da operação deve ser o mais preciso possível, para a visualização exata da ação do resultado da melhoria;

Classificação da operação: a classificação das operações será resultado de discussão da equipe após observarem o *setup*. As operações serão diferenciadas entre as operações de *setup* externo, operações de *setup* interno e as operações que não são significativas ao *setup* são consideradas como desnecessárias ou de desperdícios.

Observações: deve haver espaço para observações de detalhes da operação que possam ser importantes para os estudos da equipe. Anotações como fatores ergonômicos, hierárquicos, de segurança surgirão e precisam ser colocadas no estudo das melhorias;

Caso a organização ainda não possui este documento, para o sucesso do programa neste momento a elaboração e implantação de tal torna-se obrigatória. Com a folha em mãos, deve se observar o *setup* do início ao fim, se possível coletando imagens, preferencialmente filmagens. Com o *setup* da produção e o equipamento necessário a equipe pode não apenas observar, mas filmar o *setup* de estudo. O arquivo visual pode ser utilizado várias vezes pela equipe do SMED de acordo com a necessidade sem que a mesma dependa de vários *setups* para rever detalhes das operações, além disso, a filmagem pode mostrar a cronometragem exata das operações ajudando na análise. Sobretudo filmar o *setup* também pode ser utilizado como um elemento motivador, pois, desde que seja possível, pode ser feita em dois momentos: antes e depois da implantação da melhoria.

A partir daí, com a documentação das atividades do *setup* por imagem e com anotações na folha de verificação, a equipe pode distinguir e definir, ou denominar, as operações entre *setup* externo ou interno, podendo também, concluir pela não necessidade de realização de algumas atividades, ações de desperdícios, e simplesmente eliminá-las no estágio seguinte.

#### **5.1.2.2 - Converter ações de *setup* interno em ações de *setup* externo**

Com a conclusão da distinção das operações entre *setup* externo ou *setup* interno, e operações que não são significativas ou necessárias, a equipe do SMED tem uma nova visão do processo em estudo. Shingo (2000) afirma que com técnicas e esforço científico para se realizar o máximo possível da operação de *setup* como *setup* externo, então, o tempo necessário para o interno pode ser reduzido de 30 a 50%. Segundo o mesmo controlar a separação entre *setup* interno e externo é o passaporte para atingir o SMED (SHINGO,2000).

Primeiramente é importante excluir as operações não necessárias, tais operações devem ser vistas como prejuízo. É normal haver justificativas para se manter operações desnecessárias e de desperdício por parte dos operadores ou preparadores do equipamento,

mas desperdícios devem ser eliminados sistematicamente. Em seguida a equipe deve checar inúmeras vezes a folha de verificação e a filmagem em conjunto, e identificar entre as operações restantes as que possam ser convertidas de internas pra externas sem aumentar a duração do *setup* observando a concordância e a dependência entre elas.

### 5.1.2.3 - Padronizar a função dos elementos de *setup*

Como citado anteriormente, o SMED foi desenvolvido em um setor fabril de estamparias, mas pode ser implantado em qualquer ambiente onde haja preparações, *setups*. Essa abrangência do programa faz com que o mesmo possa não ter o mesmo retorno em todos os ambientes, assim sendo mesmo o uso da técnica de conversão das operações possa ainda não ter impacto representativo na redução do tempo de *setup*, com a padronização das funções dos elementos de *setup* a organização certamente conseguira melhorias significativas no andamento do programa.

A padronização consiste em combinar os elementos do *setup* com as técnicas do programa 5S e TPM. A padronização idealiza um *setup* com o mínimo de itens a serem substituídos e/ou trocados. Com um número menor de itens a serem trocados, diminui-se a probabilidade de ajustes. Neste momento é importante o auxílio efetivo da engenharia e, da gerência, pois haverá mudanças que podem exigir investimentos.

Shingo (2000) cita como fortes exemplos de padronização dos elementos a padronização das alturas dos pontos de fixação dos dispositivos e ferramentas, a altura das ferramentas e as formas de regulagens de impacto.

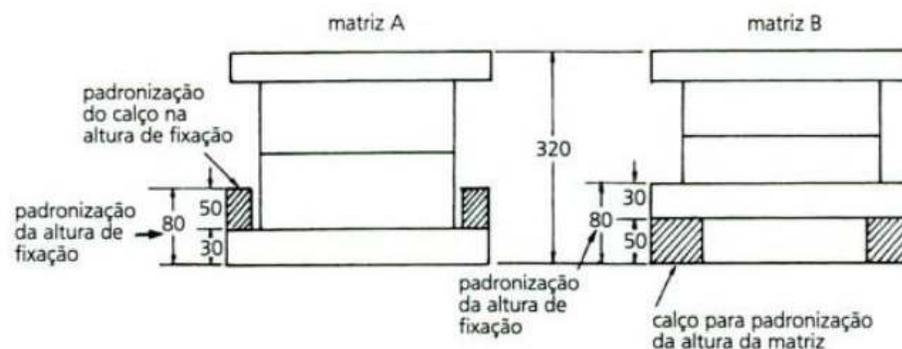


Fig. 03: Exemplo de padronização de matriz de estamparia

Fonte: Shingo (2000)

Para os dias de hoje podemos citar duas novas ações de padronização não mencionadas por Shingo, porém bem atuais: a padronização dos programas numérico computadorizados, chamados programas CNC, com o uso de variáveis alfanuméricas onde o mesmo programa se aplica para diversos produtos similares e a redefinição do roteiro de produção do produto alinhando-o a equipamentos distintos e em conjunto com produtos similares (ver “tecnologia de grupo”).

Neste momento do programa a equipe pode ter várias técnicas e ações baseadas em pontos de vista diferentes, para este momento aconselha-se o uso da ferramenta de *Brainstorming* para coletar as inúmeras idéias e o uso da ferramenta 5W2H para se elaborar um plano de ação com responsáveis e é claro, o custo estimado das padronizações.

Convém avaliar esta técnica, se tem no momento que mais consome tempo do programa, e é imprescindível a orientação da equipe de SMED para a coordenação e o correto andamento do mesmo para que se alcance o melhor resultado com o melhor aproveitamento do tempo. Monitorar ações como prazos de entrega dos itens comprados, atualizar-se quanto ao *status* das alterações, notificar aos responsáveis entre outras devem partir da equipe responsável pelo programa.

#### **5.1.2.4 - Utilizar fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminar fixadores**

Durante todo o *setup*, pelo menos do ponto de vista industrial, elementos devem ser soltos ou fixos sejam eles ferramentas, mangueiras, placas, acessórios ou o próprio produto. Shingo (2000) afirma que os fixadores devem ser simplificados gradativamente até a sua total eliminação do processo.

Simplificar estes elementos deve ser feito com auxílio do próprio operador e ou preparador do equipamento, tendo perspectiva de aprovação e utilização do novo método após testes de funcionamento. Não incomum a aplicação de novos fixadores, por parte da equipe de SMED, que após o término da implantação do programa são simplesmente ignorados e não utilizados por não terem sido aprovados previamente por quem realmente os deve usar e/ou não ter havido os treinamentos necessários a utilização. Importantíssimo prezar pela saúde e segurança do operador do equipamento e zelar pela estabilidade física do equipamento, muitas vantagens podem ser obtidas contatando o fabricante do equipamento e envolvendo o setor de SESMT (Setor de Segurança e Medicina do Trabalho) da organização no desenvolvimento e instalação dos fixadores.

Algumas sugestões para simplificar e elementos de fixação são sugeridas por Shingo como parafusos com rosca múltiplas e/ou alívios laterais (roscas fendidas), arruelas em “U”, unificar o uso de ferramentas utilizando mesmo formato e/ou ferramenta para várias operações ou equipamentos (chaves-combinadas) e estas também podem ser somadas a inúmeras opções tecnológicas atuais como dispositivos práticos e de fixação rápida ou superfícies ou fixadores imantados.

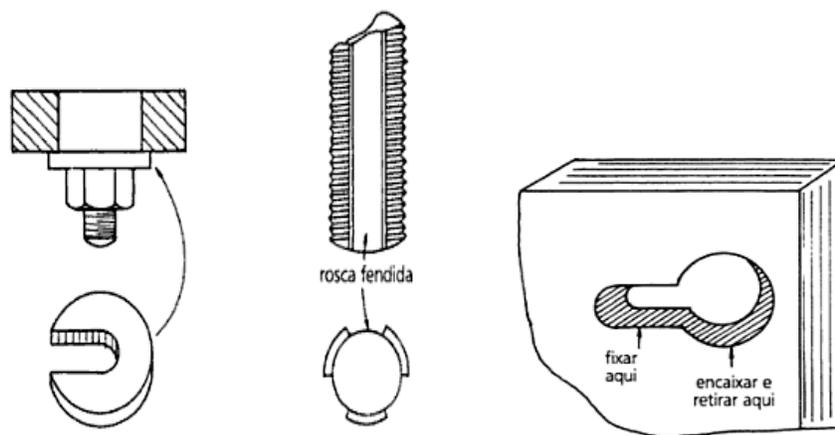


Fig.04: Fixadores simplificados.

Fonte: Shingo (2000)

#### 5.1.2.5 - Utilizar dispositivos intermediários para eliminar ajustes durante o *setup* interno

Segundo Yashuiro Mondem (1984), professor emérito da universidade de Tsukuba no Japão, que também estudou o processo de troca rápida de ferramentas e a redução de tempo de *setups*, os ajustes consomem aproximadamente cinquenta a setenta por cento do tempo de *setup* interno, com essa justificativa, o mesmo cita como técnicas mais importantes a eliminação de ajustes por meio de estudos na fase de projeto e busca de padronização das ferramentas; eliminação do processo de troca de ferramentas por meio da compatibilidade entre peças e produção simultânea de várias peças (tecnologia de grupo). A consideração do *setup* deve abranger todo o tempo desperdiçado com os ajustes para que o produto esteja dentro dos parâmetros exigidos (temperatura, dimensões, visual...), ou seja, a primeira peça boa do lote em preparação, mas também devemos considerar como perda de produtividade e desperdício os ajustes que ocorrem durante a recuperação da capacidade produtiva mesmo após a produção da primeira peça boa ou “aceitável” (MONDEM, 1984).

Mondem (1984) também salienta que é importante padronizar somente peças necessárias à redução do tempo de troca da ferramenta, evitando o desperdício de tempo e investimentos, mas claramente se a organização estiver disposta a investir, as opções de melhoria para redução dos ajustes são inúmeras. A troca do equipamento atual com um projeto cliente-fornecedor focado em dinamismo e redução dos ajustes dos equipamentos e também dos dispositivos reduz significativamente a duração do *setup*, podendo até eliminá-lo por completo.

É comum nos dias atuais as organizações desenvolverem junto aos fabricantes das mais diversas linhas de equipamentos para manufatura, máquinas voltadas apenas para o produto idealizado e muitas vezes sem aumento do valor da aquisição. A organização que conta com a TPM implantada também utiliza desta técnica para se reduzir as manutenções, procurando equipamentos voltados ao produto ou processo, com sistemas simplificados e preferencialmente já conhecidos dos colaboradores. Por ser uma prática cada vez mais comum, muitos fornecedores de equipamentos já disponibilizam uma área destinada a estes projetos dentro de suas fábricas.

Outra ação que pode reduzir os ajustes durante o *setup* é o trabalho consciente e em conjunto entre o setor de produção e de controle de qualidade. Uma técnica interessante é desenvolver a flexibilidade da mão de obra ou a polivalência do operador/preparador do equipamento podendo decidir sobre o impacto do produto seguir ou não para a operação seguinte nas condições atuais. Um exemplo de desperdício de tempo em ajustes durante o *setup* é gastar tempo e recursos sobre o produto eliminando detalhes como pequenos riscos, rebarbas, ou oleosidade sendo que o mesmo adiante poderá sofrer algum polimento, tratamento de superfície ou simplesmente será lavado obrigatoriamente. Conhecer a aplicação do produto e o roteiro por onde ele passara durante o processo de manufatura agrega flexibilidade ao *setup*, e neste caso, elimina possíveis ajustes.

#### **5.1.2.6 - Adotar operações paralelas**

A adoção de operações paralelas assemelha-se a uma divisão das operações de *setup*. Desde que possível, é viável a execução do *setup* por mais de um preparador, ou equipe. Para um trabalho dessa amplitude é importante treinamentos, padronizações e o envolvimento dos colaboradores. Em operações técnicas é, em alguns ambientes, normal alguns profissionais demonstrarem a não aceitação de auxílio durante suas operações, se faz necessário a determinação de metas e padrões de operação alcançáveis em grupo e, que demonstrem a

busca da flexibilidade da organização, e um forte trabalho de conscientização o incentivo a socialização e divisão do conhecimento entre os colaboradores.

Algumas observações para a adoção de operações paralelas:

- O trabalho deve ser dividido de igual maneira, mas considerando a aptidão técnica dos envolvidos.
- Deve se preservar a segurança dos envolvidos.
- O trabalho deve ser simétrico e coordenado.

Exemplos de sucesso da aplicação desta técnica são os famosos “*pit-stops*” das corridas de automobilismo, onde inúmeros profissionais atuam simultaneamente e com responsabilidade visando liberar o veículo para retornar a disputa no menor tempo possível.

Alguns equipamentos em determinadas áreas da manufatura, por diversas razões como físicas e de segurança não permitem a execução do *setup* por mais de um colaborador, nestes casos as operações paralelas podem ser reduzidas ou dinamizadas como operações auxiliares. Muitas organizações utilizam da hierarquia profissional para implantar esta técnica, utilizando termos como auxiliar, assistente, operador um ou dois e assim por diante. Inicialmente pode ser um bom recurso para o programa, porém a equipe de SMED deve estar alinhada com o setor de talentos humanos (TH) para que futuramente não se tenha escassez de uma função dentro do processo de *setup*. Exemplo bem original deste caso para ser comentado, onde operações paralelas são designadas como auxiliares são realizadas por instrumentistas cirúrgicos, profissionais da área de saúde especializados em auxílio a cirurgiões e de grande importância dentro do processo.

#### **5.1.2.7 - Aperfeiçoar operações eliminando a necessidade de ajustes**

Aperfeiçoar as operações consiste em checar novamente os passos do programa, estudar as atas das reuniões, analisar registros históricos, observar novamente os recursos visuais e buscar dinamizar ainda mais o processo de *setup* visando eliminar os ajustes decorrentes. Melhorias sobre a vida útil das ferramentas e dispositivos desenvolvidos reduzem ainda mais a troca e substituição dos mesmos durante o processo produtivo e conseqüentemente os ajustes destes, com o mesmo fim “parametrizar” o equipamento de forma a manter qualidade do processo por mais tempo também aumenta o intervalo de tempo entre as trocas de ferramentas e evita os ajustes desnecessários.

### 5.1.2.8 - Mecanizar as operações

A mecanização das operações do *setup* consiste em implantar métodos de locomoção e montagem das ferramentas do *setup* no equipamento. Geralmente a aplicação se dá as grandes ferramentas como matrizes de estampagem, fundição ou injeção termoplástica. Métodos como utilização de empilhadeiras, carrinhos de “tombamento” ou carrinhos hidráulicos para instalação das ferramentas de grande porte, instalação de mesas nas laterais dos equipamentos (entrada e saída) ou roletes e esteiras mecanizadas para ferramentas menores e com menos peso. Muito utilizado aos dias atuais e modelo desta técnica são os carrinhos com mesas rotativas onde o carrinho é aproximado do equipamento com a matriz (ferramenta) que será preparada sobre a mesa, após pegar a primeira matriz (saída) a mesa gira cento e oitenta graus para posicionar a segunda matriz que a matriz que esta sobre a mesa para próximo do local de montagem.

Geralmente a mecanização requer investimentos e é preciso estudar muito o método utilizado para não se acabar com um “elefante branco” nas mãos. É importante salientar que a mecanização deve ser a última técnica a ser implantada. Shingo (2000) diz que somente depois de esgotadas as tentativas de melhoria do *setup* em estudo com uso das técnicas citadas anteriormente é que se deve considerar a utilização da mecanização. Isso porque o programa considera que as técnicas anteriores, trazem a melhoria do *setup* reduzindo sua duração inicial de aproximadamente quatro ou mais horas para menos de dez minutos, já as técnicas de mecanização podem reduzir este tempo em apenas alguns poucos minutos ou algo do gênero.

Devido à alta tecnologia disponível e a seus avanços cada vez mais notáveis, é natural que a equipe de SMED tenha muitas idéias de mecanização ao começar o programa, neste caso o líder deve ordenar e seguir o cronograma para evitar a aplicação das idéias no momento inicial, pois a mesma pode acabar mecanizando uma operação de *setup* ineficiente e não irá eliminar as falhas e erros básicos de *setup* mal planejado (SHINGO, 2000).

## 5.2 A FLEXIBILIDADE VIA TRF

A organização flexível tem na TRF uma ferramenta de aceleração de resultados. Os benefícios podem ser listados e calculados de maneira sistêmica. Destacam-se entre os benefícios decorrentes da implantação com sucesso de um programa de redução de *setup*:

- Aumentar flexibilidade com uma melhor resposta às necessidades do mercado, amortização do índice de incertezas, aumento da velocidade de resposta a problemas de manufatura e/ou ligados ao processo de fabricação, aumento do potencial de fornecimento, aumento do número de possíveis clientes ou áreas do mercado principalmente grupos de baixo volume e aumento considerável das margens de lucro.

- Reduzir o tempo de parada de equipamentos, conseqüente aumento de capacidade para uma demanda de mercado existente ou, capacitação para o aumento do número de *setups*, reduzindo o inventário e melhorando o serviço ao cliente.

- Reduzir inventário com redução de estoque de produto acabado e estoque de matéria prima. O benefício da troca rápida dificilmente pode ser mensurado isoladamente neste caso, pois é associado à implantação de políticas de compra e venda e outras políticas de controle e redução de estoques, mas é diretamente um dos maiores responsáveis pelo resultado.

- Reduzir investimento e o desperdício de recursos com o melhor aproveitamento dos existentes com desenvolvimento de habilidades dos colaboradores (polivalência), potencial do equipamento e qualidade tecnológica.

- Aumentar o controle do processo com o aumento da qualidade do produto e aumento da confiabilidade do processo. Neste caso o benefício é ainda maior se houver o conjunto TRF, 5S e TPM (MILEHAM, CULLEY, OWEN, MCINTOSH, 1999, p.785-796)

## 6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O uso de ferramentas auxiliares reforça e desenvolve o programa SMED ou TRF, e demais programas como o 5S e a TPM. Essas ferramentas dinâmicas e de coordenação podem auxiliar no início e fim do programa criando um processo cíclico e seguro, diminuindo o índice de ações erradas ou desperdícios resultantes. No decorrer do trabalho e do estudo de caso algumas ferramentas foram citadas, para tanto se faz necessário algumas definições de um montante de ferramentas que poderão ajudar os gestores e as equipes de implantação na busca da organização flexível.

**Brainstorming:** O *brainstorming* consiste em uma reunião destinada a incentivar a total libertação da atividade mental sem restrições e destinado a solução de determinado problema. A ferramenta propõe que um grupo de pessoas, podendo ser de duas a doze pessoas, discutam e sugiram idéias e pensamentos para que possam chegar a uma ou mais idéias eficazes e com qualidade para dar sequência ao projeto, é muito importante que o ambiente seja de confiança e liberdade total e que nenhum participante tenha receio de mencionar sua idéia ou opinião. Gestores também promovem *brainstorming* individuais, mas a ferramenta funciona melhor em grupo. O individuo sozinho é naturalmente limitado, outrora, em grupo idéias puxam idéias, ou seja, no grupo as idéias dos outros podem ser alicerces para uma idéia melhor. Idéias ruins podem gerar boas idéias.

O *brainstorming* pode ter ser aplicado em outras situações, não apenas na solução de problemas. A ferramenta funciona tanto para problemas quanto situações que têm muitas soluções possíveis como em desenvolvimento de novos produtos, melhoramentos aos produtos existentes, análise de impacto de ações estratégicas, gestão de processos, identificar objetivos dos clientes ou definir responsabilidades.

Assim como nas equipes de programas como o 5S e o SMED, as equipes que participaram do *brainstorming* preferencialmente devem ser de setores ou áreas diferentes e com experiência e conhecimento diferentes, isso fará com que o *brainstorming* tenha um volume de idéias maior. Todas as idéias ou pensamentos devem ser anotados, processo auxiliar chamado de *brainwriting*, preferencialmente em um quadro a frente de todos os participantes.

Para um resultado satisfatório é importante estar atento a algumas regras da ferramenta:

- Não criticar: talvez a regra mais importante, pois acritica a um participante pode deixá-lo com receio de colaborar novamente.
- Incentivar a criatividade: Não impor limites como espaço físico, investimento, mão de obra, etc. Incentivar mesmo as idéias que possam parecer estranhas e muito longe do que se imagina como solução.
- Não há limite de idéias: os participantes devem ser estimulados a sugerir o maior número possível de ideias. Quanto mais idéias melhor, pois aumenta as chances de se encontrar a solução.
- Aperfeiçoar as idéias anteriores: Encorajar os participantes a discutirem as idéias para que criem idéias baseadas em idéias, como o aperfeiçoamento de algo que alguém já citou.

**PDCA:** não propriamente uma ferramenta, mas um método simples e racional, o PDCA ou Ciclo de Deming, criada por William Edwards Deming, sugere um modo sistêmico para aplicação de programas de aperfeiçoamento. O ciclo quando aplicado completamente traz a melhoria e também a padronização da melhoria, evitando o retrocesso da ação. As letras da sigla PDCA representam a seqüência das atividades necessárias para o desenvolvimento da melhoria. Segundo Slack (2008) ciclo PDCA defini-se da seguinte forma:

Primeiro passo: a letra P (de *Plan* - planejar) é a análise da situação atual da área a ser estudada, demanda a maior fatia de tempo e resulta em um plano de ação.

Segundo passo: a letra D (de *Do* - fazer) é a implantação do plano de ação.

Terceiro passo: a letra C (de *Check* - checar) é “checar”, fazer a avaliação da situação após ter implantado o plano de ação, verificando se os resultados esperados foram atingidos;

Quarto passo: a letra A (de *Act* - agir): se a mudança foi bem sucedida, ela deve ser consolidada e padronizada, sendo muitas vezes a base para a próxima.

O PDCA é aplicável a qualquer atividade da organização e quando aplicado durante implantação de programas de melhoria e flexibilidade traz velocidade e coordenação ao projeto.



Fig.05: Ilustração do método PDCA

Fonte: o autor.

**Benchmarking:** conhecer outros casos de sucesso pode ajudar a reconhecer oportunidades de melhoria, ou mesmo saber o que não deve fazer. O conceito de *benchmarking* foi definido pela sua organização criadora, a Xerox, como "o processo contínuo de medirmos e compararmos os nossos produtos, serviços e práticas com os mais fortes concorrentes ou com as empresas reconhecidas como líderes da indústria". Ou seja, a *benchmarking* é o processo ou técnica de gestão através do qual as organizações avaliam o desempenho dos seus processos, sistemas e procedimentos de gestão comparando-os com os melhores desempenhos encontrados em outras organizações. Shingo mostra vários casos em diversas áreas e processos validando sua metodologia SMED promovendo o conhecimento, também podendo ser considerado uma forma *benchmarking*.

Normalmente para se praticar o *benchmarking*, procurasse referenciar métodos ou práticas utilizados pelos concorrentes mais bem sucedidos, mas a utilização de organizações de outras áreas também é positivo e de bem mais fácil acesso. A forma de se saber o que faz e principalmente como faz outra organização pode ser feito através de visitas acompanhadas na organização de interesse, ou mesmo via revistas, livros, ou reportagens nos meios de comunicação. O objectivo do *benchmarking* é estimular e facilitar as mudanças organizacionais e a melhoria dos processos através da aprendizagem de casos de sucesso ou não de terceiros.

De acordo com a forma de obtenção da informação e da empresa de referência podemos citar três tipos de *benchmarking*: interno, competitivo e genérico ou multi-sectorial.

- *Benchmarking* interno: trata-se do mais utilizado e do mais fácil de praticar. A avaliação é entre operações dentro da mesma organização, ou do mesmo grupo. O cuidado está em determinar qual o melhor modelo a seguir;
- *Benchmarking* competitivo: é o mais difícil devido a forma de obtenção das informações, pois tem como referencial a concorrência direta. A intenção é comparar e fazer melhor que a concorrência, de maneira a superar o desempenho das empresas concorrentes;
- *Benchmarking* genérico ou multi-setorial: consiste na comparação com empresas de outros setores do mercado, mas com reconhecimento pelas boas práticas dentro dos seus processos. É fácil e de praticar devido à abertura que se tem, porém a avaliação é mais difícil.

**DMAIC:** a ferramenta DMAIC é similar ao PDCA, e também muito utilizada na resolução de problemas e implantação de melhorias. As letras da nomenclatura também se referem a palavras de ação que podem ser divididas de forma sistêmica em passos ou etapas. O diferencial básico é a ação de definir associada a passo seguinte, o medir, ou seja, a determinação do investimento e retorno esperado junto à descrição da situação atual por meio de números, facilitando a definição de metas. Inicialmente foi desenvolvido e adotado pela empresa Motorola como uma evolução do ciclo PDCA, de Deming, e chamava-se apenas MAIC, mais claramente medir, analisar, melhorar e controlar; e pouco tempo depois foi adotado pela multinacional GE, *General Electric Co.*, e redefinido como DMAIC: definir, medir, analisar, melhorar e controlar.

Para cada letra é determinada uma etapa a ser cumprida, dessa forma o definir, medir, analisar, melhorar e controlar transcrevem um conjunto de ações com a função de coordenar equipes durante programas de melhoria desde simples a complexos e de longa duração.

As etapas:

- Definir (ou *Define the problem*): o primeiro passo consiste em determinar e definir quais serão os benefícios ou retorno esperados e também os investimentos (recursos), ou pelo menos quanto se pretende investir principalmente em limites para se alcançar o objetivo.
- Medir (ou *Measure key aspects*): em seguida deve-se estratificar, medir as variáveis que são importantes para o processo para se poder visualizar e considerar os pontos de ação.
- Analisar (ou *Analyse the data*): a etapa de análise consiste em diagnosticar a situação atual a fim de identificar as causas dos problemas.
- Inovar (ou *Improve the process*): achar a solução do problema, propor a melhoria.

- Controlar (ou *Control*): a finalidade desta última etapa é manter a melhoria e os ganhos obtidos monitorando continuamente o processo, evitando que falhas ou irregularidades se tornem defeitos e causem o retrocesso.

**5W2H:** a tradução direta da nomenclatura desta ferramenta são sete palavras na língua inglesa as quais as iniciais são respectivamente cinco “W” e dois “H” e simbolizam perguntas simples que tem como objetivo gerar respostas que esclareçam o problema a ser resolvido ou que organizem as idéias para resolução do mesmo. São elas:

- *What*: “O que?” ou “Qual o problema?”
- *When*: “Quando?” ou “Qual a frequência em que ocorre?”
- *Where*: “Onde?”
- *Why*: “Por que ocorreu?”
- *How*: “Como?” ou “Como ocorreu?”
- *Who*: “Quem?” ou “Quem fará a correção?”
- *How Much*: “Quanto custa” ou “Quanto será investido para a correção?”

É muito simples e eficiente ao expor a raiz de um problema ou ação tornando fácil a eliminação do problema atuando diretamente na causa identificada. A ferramenta também pode surgir na execução da validação de uma informação corporativa, depende apenas da necessidade e criatividade em usar a ferramenta. Não há uma regra básica; ou ordem para as perguntas, ou mesmo perguntas prontas. Mais claramente dependem do projeto, seus objetivos, das atividades, e dos participantes da equipe de implantação. Veja a tabela 02:

pergunta	significado	perguntas investigadoras	direcionador
What?	O que?	O que deve ser feito?	O objeto
Who?	Quem?	Quem é o responsável?	O sujeito
Where?	Onde?	Onde deve ser feito?	O local
When?	Quando?	Quando deve ser feito?	O tempo
Why?	Por quê?	Por que é necessário fazer?	A razão/ O motivo
How?	Como?	Como será feito?	O método
How Much?	Quanto custa?	Quanto vai custar?	O valor

Tabela 02: Modelo conceitual do 5W2H.

Fonte: SELEME, STADLER, (2008)

**Diagrama de Spaghetti:** Uma ferramenta simples e eficaz também muito usada é o diagrama de *Spaghetti*, também chamado gráfico de *Spaghetti*. Consiste em uma apresentação gráfica de como acontece a locomoção das pessoas e dos materiais no chão de fábrica ou área de trabalho. O termo *Spaghetti* se dá pela aparência que o gráfico tem quando concluído, com os desenhos das linhas sobrepostas.

Para utilização primeiramente o usuário deve observar o fluxo de trabalho, identificar os pontos importantes para a operação como os setores envolvidos, bancadas de trabalho e equipamentos. Em seguida preparar um mapa em escala da área de trabalho podendo usar uma folha padrão ou quadriculada, não há necessidade de qualquer *software* especializado para isso. O desenho pode ser feito a mão reforçando a simplicidade da ferramenta. Em seguida a equipe responsável pela aplicação da ferramenta volta a observar de perto como as coisas acontecem, e como se realiza a operação, desta vez marcando o movimentos realizados pelas pessoas ou materiais durante a tarefa entre o pontos do desenho com linhas representativas. Ao final da operação tem se o ponto mais importante, onde o gráfico criado é analisado e consegue se medir toda locomoção feita durante o processo. As áreas no gráfico onde os caminhos de trabalho aparentam desordenação são as áreas que precisam ser reorganizadas assim como a redução das grandes distâncias percorridas entre os pontos. Identificando os problemas e os desperdícios, fica mais fácil trazer melhorias no processo durante a implantação de programas como de redução de tempo de *setup* e TPM .

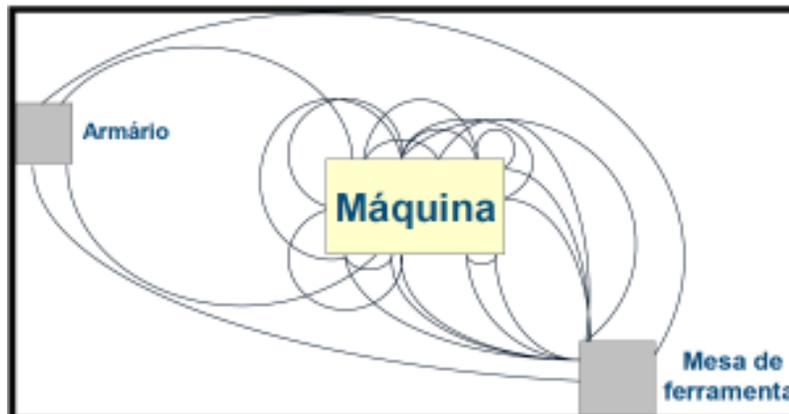


Fig.06: Exemplo de Diagrama de *Spaghetti*

Fonte: o Autor

**Tecnologia de grupo:** O conceito de Tecnologia de Grupo (TG) é uma ferramenta que visa solucionar problemas explorando semelhanças entre os produtos a fim de se obter vantagens operacionais e econômicas mediante um tratamento desse grupo (TUBINO, 2000, p51), ou seja, explora-se a melhoria através do agrupamento dos itens a serem produzidos de acordo com suas características. A ferramenta TG elimina problemas e desperdícios considerando que as peças similares possam ser agrupadas em famílias (grupos), propondo que produtos e peças com formas e dimensões semelhantes possam ser fabricados seguindo um mesmo roteiro de produção e compartilhando o mesmo processo e os mesmos equipamentos expondo prováveis desperdícios. Com os desperdícios expostos fica mais fácil eliminá-los, cooperando para o nivelamento da produção e evitando investimentos em novas tecnologias, ou pelo menos, fazendo o ser de forma mais racional e planejada.

A TG pode ser aplicada utilizando-se de alguns métodos:

- Inspeção visual: é o método mais simples e rápido, pois procura identificar as famílias pela análise visual de suas características. A limitação, por sua vez, fica por conta da experiência e/ou conhecimento técnico do avaliador e número de itens por processo.
- Análise do fluxo de produção (PFA): pelo PFA não são consideradas as características dimensionais e os itens são agrupados por similaridade de processo. São considerados os roteiros ou processos de fabricação, mais claramente os recursos necessários dentro da manufatura. O PFA emprega uma matriz de incidência “peça x máquina” preenchida com os índices de 0 (zero) ou 1 (um) sendo este quando o item necessita do recurso ou operação e 0 (zero) quando contrário. Nessa tabela propõe organizar as linhas e as colunas com o objetivo de encontrar os itens que podem ser processados em determinados grupos de máquinas e equipamentos.
- Classificação por código: é o mais usual, mas demanda de muito tempo para conclusão e tem por objetivo desenvolver um sistema de código que permita codificar itens por atributos de projeto ou processo ou mesmo ambos, de maneira que, ao se analisar os códigos dos itens, possa se formar famílias com semelhanças de atributos. Este método é importante para a organização flexível que pretende implantar uma visão integrada de manufatura por computador (CIM) no sentido de permitir um fluxo rápido e lógico as informações as áreas responsáveis pela produção e desenvolvimento de produtos como a engenharia (CAE), o projeto (CAD), o planejamento de processo (CAPP) e a manufatura (CAM);

- Reconhecimento de padrões: por esse método da TG procura-se por meio de funções analíticas determinar características geométricas ou tecnológicas padrões para serem comparadas como as características dos itens que se pretende agrupar de forma a obter certa similaridade entre eles. Normalmente a característica mais importante do item é usada como referência como um possível encaixe padrão, espessura, consumidores dentre outras, mas também podem ser usadas ponderações diferentes dependendo do processo como cores, tamanhos etc.

		Peça 1	Peça 2	Peça 3	Peça 4	Peça 5
	Máquina 1	0	1	0	1	0
	Máquina 2	1	0	1	0	0
	Máquina 3	1	0	0	0	0
	Máquina 4	0	1	0	1	1
	Máquina 5	0	0	0	1	1
	Máquina 6	1	0	1	0	0

a - matriz de incidência inicial

		Peça 1	Peça 2	Peça 3	Peça 4	Peça 5
Célula 1	Máquina 2	1	1	0	0	0
	Máquina 3	1	0	0	0	0
	Máquina 6	1	1	0	0	0
Célula 2	Máquina 1	0	0	1	1	0
	Máquina 4	0	0	1	1	1
	Máquina 5	0	0	0	1	1

b - matriz de incidência final

Fig. 07: Matriz de Incidência

Fonte: Tubino (2000)

**Mapeamento de fluxo de Valor (MFV):** O MFV é uma ferramenta com características semelhantes ao diagrama de *spaghetti* e da TG que permite a visão de todo o fluxo de valor dos processos produtivos da organização, principalmente para identificar ações e processos que agregam valor real ao produto e os que não agregam, desde a obtenção da matéria prima até a entrega do produto acabado ao consumidor final. A utilização da ferramenta é simples e também tem uma fácil modelagem, consistindo na utilização de símbolos e imagens gráficas que modelam o cenário da organização considerando o fluxo de materiais e o fluxo de informações. A utilização pode ser dividida em quatro etapas principais primeiramente selecionando a família de produtos, ou produto de estudo, mapeamento mostrando o modelo atual, mapeamento da situação futura com as mudanças sugeridas, e o plano de melhorias. Após a implantação das melhorias sugere-se aplicar novamente a ferramenta criando assim um ciclo de melhoria continua.

Entre as vantagens da ferramenta MFV temos:

- A visualização macro do fluxo organizacional, não apenas dos processos individualmente;
- Identificação clara de desperdícios;
- Linguagem clara e objetiva para a discussão e tomada de decisões sobre o fluxo produtivo;
- Engloba várias ferramentas, conceitos e técnicas da manufatura enxuta;
- Identifica pontos de partida e consolida processos de implantação de melhorias tanto no fluxo de informação quanto no de material.

Para a primeira etapa, o projeto piloto, é preciso definir o produto ou a família de estudo, para isso a equipe de implantação, ou responsável direto pela implantação pode selecionar a família ou item de maior apego do cliente, onde ele percebe maior valor. Ou em casos mais específicos, deve estudar informações como níveis por processo, níveis da planta ou chão de fábrica envolvido com o produto, informações sobre troca de recursos (máquinas, dispositivos, ferramentas...) como em múltiplas plantas, similaridade de processos no caso de famílias (ver Tecnologia de Grupo) e tempo de ciclo podendo optar então por ciclos mais demorados para um resultado mais representativo.

A segunda etapa, definição do estado presente ou atual deve ser rica em informações e, portanto feita indo diretamente a fonte da informação, e em alguns casos confrontando informações como mão de obra por processo, tempo de ciclo e de *setup*, disponibilidade do equipamento, índice de refugo ou rejeição por processo isolado, etc. A validade das informações deve ser comprovada pelo responsável pela aplicação da ferramenta, o intuito é que todos devem entender claramente a situação atual.

A terceira etapa, o estado futuro, é o conjunto do mapa atual incluindo o desenho do mapa futuro, pois o desenvolvimento do mapa futuro sobrepõe o atual, inclusive com observações sobre o estado atual que deixaram de ser mencionadas ou descritas. Segundo os especialistas é essencial a participação e envolvimento de níveis gerenciais para este desenvolvimento, devido à abrangência da ferramenta sobre todas as etapas do produto.

A quarta e principal etapa, o plano de ação, deve ser feito com consenso sobre os prazos e os responsáveis, e novamente, deve haver clareza nas responsabilidades, ações e metas. Sugere-se focar os trabalhos de melhoria nos pontos do fluxo que tenham maior impacto, que trará o maior retorno financeiro..

## 7 ESTUDO DE CASO

### 7.1 Apresentação da organização

A organização base do nosso estudo é situada na cidade Curitiba, no Paraná e atua na industrialização e comércio de materiais dentários. A organização tem dezoito anos de história e esta presente através de filiais e/ou distribuidores em mais de trinta países. Possui certificações ISO9001-2008, RDC 59 e atende a legislação Européia através da diretiva 93/42/EEC, a Marca CE. A planta industrial é exemplo de tecnologia e organização e produz toda a linha de produtos voltada a implantodontia, e tem no implante dentário o seu principal produto.

A produção conta com equipamento de alto nível tecnológico e é constituída basicamente por máquinas-ferramentas de usinagem por comando numérico computadorizado (CNC) incluindo retificas, tornos e afiadoras. Também possui um laboratório integrado de pesquisa de materiais e um setor de controle de qualidade com alto nível de automatização.

Grande parte do volume produtivo da empresa é de componentes auxiliares para a implantodontia e segmento protético, seguindo uma matemática produtiva conhecida pelos profissionais da área que para a colocação de cada implante dentário normalmente são utilizados sete componentes.

A utilização dos recursos e a distribuição da necessidade de produção entre os equipamentos seguem este mesmo principio disponibilizando aproximadamente setenta por cento dos recursos para a produção destes componentes.

Recentemente a organização criou um sistema produtivo próprio baseado nos conceitos do *Lean Manufacturing* e no TPS (*Toyota Production System*) visando se tornar mais flexível e alcançar novos nichos do mercado mundial, além de reduzir o investimento em recursos com o melhor aproveitamento dos recursos que já possui.

### 7.2 Participação da gerência

Dentro do projeto estratégico objetivando tornar-se uma organização mais flexível através da implantação de um novo sistema de produção a organização constituiu uma nova

gerência para a planta produtiva. A implantação da nova gerência contou com a contratação de um novo gerente geral com perfil voltado a busca da empresa flexível e de melhor produtividade.

A gerência então promoveu o treinamento básico sobre os conceitos do *Lean Manufacturing* para os líderes e colaboradores vistos como formadores de opinião do ambiente fabril e determinou a formação de grupos de atuação nas áreas de TPM, mapeamento de fluxo de valor, 8S, programa de comunicação e troca rápida de ferramentas (TRF).

Para o desenvolvimento do programa de TRF, TPM e 8S a gerência também disponibilizou pacote de recursos, e exigiu a colaboração dos setores de apoio para os projetos e alterações de processo que viessem a ocorrer.

Para o todo do projeto de “criação” do novo processo produtivo o nível gerencial determinou um coordenador, um *sponsor* de maneira que os grupos trabalhassem ordenadamente e em conjunto.

### 7.3 Definição da equipe TRF

Para a formação da equipe de TRF foram considerados fatores como polivalência e dinamismo. Foram selecionados: um técnico em ferramentas, um programador de equipamentos CNC, um operador de equipamento CNC, um ferramenteiro, um técnico de processos, um programador de afiadoras CNC e dois preparadores de maquinas CNC.

Todos os membros da equipe já possuíam boa experiência nas áreas de atuação e com bom relacionamento interpessoal. Formada, os integrantes da equipe elegeram um líder dentre eles com a responsabilidade, entre outras, de informar ao coordenador do projeto de sistema e ao nível gerencial sobre a evolução do programa.

### 7.4 Treinamentos

A organização contratou uma consultoria externa especializada em treinamentos de novas técnicas de gestão para o chão de fábrica e disponibilizou treinamentos para toda a equipe de implantação de TRF focando a metodologia do SMED de Shingo. A iniciativa foi

para que toda a equipe recebesse o treinamento mesmo com diferentes formações ou experiências, alcançando o nivelamento do conhecimento e capacitação e, em curto prazo, repassar a informação para os demais colaboradores.

## 7.5 Cronograma

A equipe elaborou o cronograma do programa de TRF em parceria com dois programas em andamento: o 8S e a TPM. Os grupos uniram-se e a primeira ação conjunta foi rever os indicadores da organização, o que promoveu uma mudança em todos os indicadores existentes padronizando-os em formato e expandindo o controle a mais processos importantes a organização. A quantidade inicial de indicadores que era de oito passou para trinta e seis, coincidindo também com uma nova visão estratégica e uma nova gestão mais flexível monitorada via BSC (*Business Scorecards*).

Revistos o formato e métodos de monitoramento aplicado pelos indicadores, a TRF determinou o organograma com reuniões quinzenais individuais (apenas a equipe de TRF) e bimestrais com os demais grupos. A participação de todos da equipe de TRF nas reuniões quinzenais determinou-se por obrigatória, portanto a elaboração do calendário teve atenção aos horários dos colaboradores da equipe e com flexibilidade para as possíveis alterações de turnos (horários de trabalho) dos mesmos, já as reuniões bimestrais seriam apenas com um representante da equipe, no caso o líder, e contariam também com um representante da gerência.

Toda ação antes de ser tomada deveria ser proposta a toda a equipe e posteriormente discutida nas reuniões e em caso de aprovada deveria ser apresentada ao nível gerencial. A informação obrigatoriamente deveria chegar a todos da equipe, e a equipe tomaria conhecimento do andamento dos programas paralelos através da divulgação pelos meios de comunicação da organização tais como editais, *e-mails* e *endomarketing*.

## 7.6 Identificação da área inicial e dos produtos a serem trabalhados

Para que o programa tivesse o retorno representativo e ao mesmo tempo envolvesse os colaboradores a equipe de TRF escolheu o setor de usinagem CNC, com aproximadamente

cinquenta centros de torneamento por comando numérico computadorizado, seria o local para iniciar o programa.

O roteiro de grande parte do que a organização produz tem sua operação inicial no setor de usinagem, portanto a variedade e o número de componentes de implantes que são produzidos nesta área é muito alto. Uma observação importante é que devido ao nível de complexibilidade todos os produtos têm tempos de processo (usinagem) variados.

A equipe analisou o histórico de preparações que serviram de base para os indicadores dos meses anteriores e optou por começar os trabalhos por um componente do implante dentário bastante complexo e com um tempo de usinagem e de preparação significativos, com 08min30seg e 04h24min respectivamente. Chamaremos o componente de “produto M”.

## 7.7 Definição de metas

Apesar de até o momento dos estudos não ter havido nenhum projeto específico para o assunto de preparação de máquinas e equipamentos a organização mantinha um histórico de acompanhamento de tempo gasto com *setup* do grupo de equipamentos principais, o que serviu de base a equipe de TRF discutir sobre as metas.

Anteriormente ao programa de TRF, a organização acompanhava o *setup* por meio do indicador de *setup* da área de usinagem onde a equipe de implantação do programa conseguiu identificar os valores atuais que eram de 3,60% do tempo de produção destinados a preparação dos equipamentos, com uma quantidade média de 149 ações de *setups* por mês e 887 ordens de produção produzidas na área. Estes valores foram analisados, assim como todo o contexto dos indicadores dos anos anteriores e determinou-se:

- Redução inicial de 30% no valor do *setup* médio no período de doze meses, alcançando 2, 52% de tempo disponibilizado para *setups*;
- Aumento do mix de produtos, ou seja, o número de preparações deve aumentar para mais de 149 ao mês;
- Diminuição do tamanho dos lotes, aumentando o número de ordens de produção produzidas na área;
- Revisão das metas após doze meses;
- Implantação do programa para demais áreas da organização.

## 7.8 Descrição da área e do processo

Para melhores esclarecimentos quanto à área de usinagem e reforçar a informação que o SMED pode ser aplicado a qualquer processo de manufatura precisamos definir o processo de transformação por usinagem e fazer uma breve comparação do termo *setup* entre o processo de usinagem e os processos de estamparia e injeção termoplástica onde o termo é mais comumente difundido.

Os processos de transformação são classificados de acordo com a tecnologia empregada, em função da quantidade a ser fabricado ou produzido, devido a complexidade da sua forma e ao material empregado. Os processos de manufatura definem que tipo de fábrica será necessário para a produção de determinado produto, seu *layout* e modelo de produção.

A usinagem é um processo de transformação que consiste na remoção de partículas de material de determinada matéria prima (blocos, barras, chapas...) por meio de uma ferramenta de corte feita geralmente de material mais duro que a matéria prima, até que esta (matéria prima) fique dentro dos padrões exigidos. Para este processo de transformação são usados equipamentos chamados máquinas-ferramentas como tornos, fresadoras e furadeiras. Hoje já podemos contar com máquinas-ferramentas totalmente automatizadas por meio de comandos numéricos computadorizados (CNC) que trazem qualidade e velocidade ao processo.

A vantagem da usinagem comparada a outros processos de transformação é a possibilidade de produção em lotes pequenos, ou únicos; já as desvantagens deste processo em relação a outros são as maiores perda de material pela remoção e o investimento necessário em equipamentos apropriados e competitivos.

Existem basicamente dois tipos de usinagem que diferem entre si pelo corte e pelo fato de a peça estar estacionada ou em rotação. O processo com a peça estacionada consiste fisicamente em a peça estar imóvel e fixa por meio de dispositivos apropriados e a ferramenta fixa ou em movimento rotacional avança sobre esta em movimento, como exemplos temos processos de fresagem e aplainamento. O processo oposto, onde a peça esta móvel, a mesma gira em seu próprio eixo, movimento chamado de rotação e a ferramenta é estável fixada por meio de suportes e age avançando sobre a peça removendo o material através do esforço realizado a tangente da peça em movimento.

O processo conhecido como estamparia é tecnicamente parte do processo de conformação e corte onde a transformação da matéria prima se da por meio de uma força externa aplicada sobre a mesma obrigando a adquirir a forma desejada por deformação. Neste

caso a vantagem esta na conservação do volume e da massa da matéria prima que são quase mantidos por inteiro, com poucas aparas de processo. Entretanto as matrizes e os estampos, ou punções, ferramentas deste processo, são demasiadamente caros restringindo seu uso a produção de grandes lotes.

O processo de injeção termoplástica é muito semelhante ao processo de estamparia devido a similaridade das ferramentas, porém os equipamentos utilizados tem tecnologias diferentes. O processo de injeção termoplástica consiste na compressão da matéria prima polimérica em alta temperatura e estado físico entre semi-liquido e pastoso para dentro da ferramenta fechada, isso por meio de um ou vários pequenos orifícios, obrigando o a matéria prima a tomar a forma das cavidades internas formadas pela ferramenta fechada. A ferramenta deste processo é chamada comumente de molde. A matéria prima altera seu estado físico solidificando devido ao resfriamento das paredes internas da ferramenta, este processo de queda de temperatura pode ser simplesmente pelo tempo do processo, ou por sistemas mais complexos de arrefecimento do molde. As vantagens e desvantagens são praticamente as mesmas do processo de estamparia, já a aplicabilidade pode ser compreendida como muito maior.

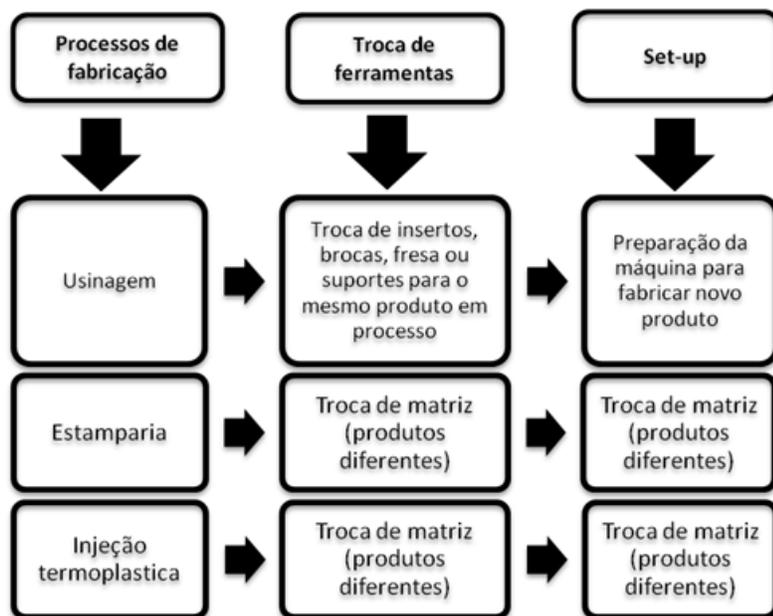


Fig 08: Relação entre os processos de transformação e o conceito TRF.

Fonte: adaptado pelo autor de MILEHAM, et al (1999)

## 7.9 Observar a operação de set-up do item “M”

Para as anotações durante a técnica de observação a equipe elaborou uma folha de acompanhamento de *setup* conforme a tabela 03, onde além de um cabeçalho com as informações referentes ao produto consta a descrição da operação, tempo da operação, classificação das operações e espaço destinado a notas do observador (observações).

Paralelamente a equipe também providenciou o desenho do *layout* da área que envolve o equipamento e os setores de apoio para a aplicação do diagrama de *spaghetti* para analisarem a locomoção do(s) colaborador(es) durante as operações.

Com os documentos elaborados a equipe procurou a coordenação de produção e verificou quando aconteceria a próxima preparação do produto “M” e em qual equipamento, dentre todos, isso aconteceria. A partir daí a equipe se posicionou e deu seqüência ao trabalho, observando todo o processo de preparação do produto “M”.

Acompanhamento de Setup					
ordem	descrição da operação	duração	total	tipo de operação	observação
1	buscar a ordem de produção na coordenação de produção.	00:01:30	00:01:30		
2	buscar material no almoxarifado.	00:00:25	00:01:55		
3	aguardar liberação do material pelo almoxarife.	00:01:15	00:03:10		
	...				
10	chamar o próximo programa pelo DNC	00:00:30	00:13:00		
11	visualizar o programa CNC no monitor	00:01:00	00:14:00		
	...				
55	usinar a primeira fase da peça (terceira vez)	00:05:45	01:48:13		
56	abrir a maquina e pegar a peça semi-pronta	00:00:15	01:48:28		
	...				
88	usinar a segunda fase da peça (sexta vez)	00:07:45	04:05:43		
89	abrir a maquina e pegar a peça pronta	00:00:15	04:05:58		
90	deslocar-se e medir a peça na bancada de qualidade	00:05:00	04:10:58		
	...				
92	auditor mede a peça e preenche o plano e libera o operador para produzir	00:11:00	04:24:28		
	produção liberada		04:24:28		

Tabela 03: Folha de acompanhamento do *setup*.

Fonte: o Autor.

## 7.10 Identificação das operações

Com as anotações feitas totalizaram-se noventa e duas operações realizadas durante o *setup* do produto “M” que durou 04h40m28s. A equipe analisou as operações e classificou três tipos de operação: de desperdício, *setup* interno e *setup* externo. O diagrama de *spaghetti* também mostrou uma locomoção muito grande do colaborador durante todo o *setup*, foram aproximadamente 870m.

## 7.11 Converter *setup* interno em externo

A equipe de TRF eliminou imediatamente as operações de desperdícios, e deu início ao estudo de transformação do *setup* interno para externo a partir do estudo da locomoção. A locomoção agregou muito tempo e fez parte da maioria das operações de *setup* externo, algo não pensado no início do trabalho. Assim foram tomadas algumas ações:

- Adquiridos carrinhos de ferramentas equipados com todas as ferramentas e instrumentos de medição necessários para o *setup* de todo os itens do setor de usinagem com a listagem atualizada. Os carrinhos foram disponibilizados no setor de usinagem entre os corredores formados pelos equipamentos, diminuindo significativamente a locomoção de busca e devolução do mesmo no local de origem (em tempo: a esta locomoção de busca e devolução no local determinou-se ação externa). Antes a organização possuía apenas dois carrinhos e ampliou esse número para nove unidades.

- Criado método de fornecimento e controle onde algumas ferramentas de maior fragilidade e com muitos relatos de quebra durante a preparação do equipamento são disponibilizadas como sobressalentes ao colaborador que fará a preparação, eliminando grande parte do deslocamento do colaborador para adquirir outra, as ferramentas que não forem utilizadas são devolvidas após o término do *setup*.

- A organização capacitou e ampliou o número de colaboradores voltados a preparação dos equipamentos da linha de usinagem, chamados preparadores CNC, eliminando os tempos em que o preparador interrompia a preparação para executar outras tarefas na linha, ou se obrigava a envolver em duas preparações simultaneamente.

- As ferramentas passaram a ser pré-montadas por uma equipe designada, chamada preparadores de ferramentas. Esta equipe também fica responsável por disponibilizar e

encaminhar a matéria prima, as ferramentas já dimensionadas, ordem de produção e desenho do produto antecipadamente ao preparador do equipamento.

### 7.12 Evitar os ajustes durante o *setup*

Como citado anteriormente, os ajustes segundo Yasuhiro Mondem (1984, p.77), são responsáveis por cinquenta a setenta por cento do tempo de *setup* interno. Isto ficou comprovado na prática no caso de *setup* do produto “M”. Os ajustes do produto para ficar dentro das dimensões estabelecidas somaram mais de 70% do tempo total.

A equipe analisou os fatores de maior impacto e tomou as seguintes ações:

As ferramentas mais comuns entre os componentes deveriam ser mantidas no equipamento, já montadas e dimensionadas, passando de um para o outro produto sem necessidade de ajustes. Para isso foram estudados todos os itens (produtos) que eram processados na área e listadas as ferramentas mais comuns entre eles. De acordo com o número de máquinas e a quantidade de suportes ou portas-ferramenta que a organização já possuía, foi necessário o investimento em mais suportes para atender completamente.

Desenvolvidos limitadores para a montagem das ferramentas, levando em consideração sua posição durante o processo de usinagem para que todas as ferramentas mantivessem os mesmos parâmetros métricos quando trocadas ou substituídas. Além disso os limitadores possuíam cores diferentes de acordo com a função ou geometria das ferramentas, exercendo a identificação da ferramenta apenas pelo padrão visual.

A organização também é responsável pela fabricação de aproximadamente setenta e cinco por cento das ferramentas utilizadas no processo de usinagem com equipamentos próprios e mão de obra interna. A razão é que muitas das ferramentas têm dimensões especiais e fora do padrão do mercado, tornando a aquisição somente em fornecedores especializados com o custo extremamente alto. Assim a equipe de TRF deu início a um processo de melhoria tanto na engenharia das ferramentas fabricadas e redefiniu também as adquiridas de terceiros objetivando uma melhora na vida útil das mesmas, diminuindo a troca e os ajustes decorrentes.

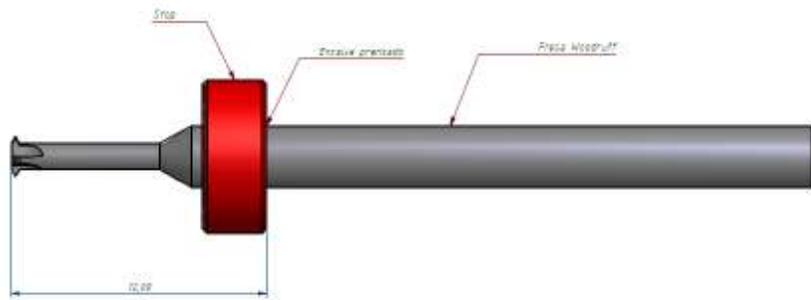


Fig: 09: Ferramenta com limitador

Fonte: o Autor

Uma característica especial do produto “M” é a usinagem de um polígono interno que deve ser conferido por um calibrador certificado. O ajuste deste polígono tomou aproximadamente 45% do tempo de ajustes do *setup* observado. A equipe de TRF alterou a geometria da ferramenta responsável por esse detalhe e criou um novo porta-ferramenta com ajuste fino para a mesma e transformou-a em uma ferramenta de troca rápida e intercambialidade assegurada reduzindo percentualmente estes ajustes.

Alguns suportes, os portas-ferramenta, eram retirados entre uma preparação e outra e desmontados, eram apenas limpos e guardados sem referência alguma. A equipe reformulou o processo de armazenagem destes criando uma etiqueta que deveria ser colada no porta-ferramenta após tê-lo limpo e antes de guardá-lo. A etiqueta deve constar as informações dimensionais da ferramenta quando retirada do equipamento, a máquina (equipamento) e origem e a data da retirada. Isso favorece a equipe de montagem da ferramenta antes da preparação, pois se mantém o dimensional exato da ferramenta o que também ajuda o preparador no momento do *setup*.

Outro ponto positivo na redução de ajustes foi a redução da perda de tempo pelo processo de tentativa e erro durante o *setup*. O processo de tentativa e erro consiste em se fazer alterações ou correções na peça e executar a operação esperando o resultado (tentativa), que pode ser positivo e resultar em uma peça boa e finalizar o *setup* ou não (erro) e exigir a repetição do processo até o sucesso. Como o produto “M” estudado possuía um tempo elevado, a cada tentativa de produção da peça boa que não se alcançava os parâmetros de qualidade exigidos, somava-se o tempo de usinagem da peça ao tempo de duração da preparação do equipamento.

### 7.13 Padronização

A equipe de TRF trabalhou na padronização do *setup* tomando ações como:

Padronizar os diâmetros dos materiais para os produtos com demanda baixa, para evitar a troca dos conjuntos de dispositivos para se trabalhar com diâmetros diferentes: a matéria prima é alterada, no máximo para o próximo diâmetro cadastrado no sistema interno (ERP), por exemplo: um produto que solicita material de Ø3,00mm é alterado para Ø3,5mm se a máquina já estiver trabalhando com este diâmetro de material. A matéria prima somente é alterada quando seqüenciada ao equipamento, antes da ordem de produção ser encaminhada a preparação.

Padronizar as dimensões de montagem dos porta-ferramenta utilizados principalmente nos produtos familiares ao produto “M”: o processo é monitorado com um *check-list* contendo o modelo de porta-ferramenta usado e as dimensões de montagem corretas.

Padronizar o formato e as dimensões das chaves e ferramentas dos carrinhos de ferramentas de preparação para todos os equipamentos: foram criados moldes internos para as gavetas para que chaves e ferramentas diferentes não pudessem ser guardadas erroneamente e para que cada chave ou ferramenta tivesse seu lugar, ficando fácil notar a ausência de alguma antes de se começar a preparação.

Os programas de funcionamento e operação das máquinas CNC, chamados os programas CNC, foram padronizados e utilizaram de variáveis lógicas de programação para que o mesmo programa atendesse todo um conjunto de produtos: os programas foram reformulados de forma que a alteração de alguns dígitos, chamados de variáveis de programação, fosse capaz de alternar todo o programa para o produto a ser preparado. Assim, com a padronização das ferramentas e portas-ferramenta, e o programa sendo do mesmo segmento ou “família”, o *setup* reduzia a praticamente ao tempo de usinagem da primeira peça boa.

Alteração de processos de usinagem buscando o a fabricação no mesmo sentido em todos os itens, começando e terminando os produtos na mesma direção de processo: neste caso buscou-se utilizar o equipamento da mesma forma para todos os produtos, sem inversões de sistemas ou posições das ferramentas, familiarizando o preparador ao produto.

Criar um procedimento interno de *setup* de máquinas mais dinâmico e eficiente do que o anterior e ministrar treinamentos a todos os colaboradores da área sobre o SMED: esse passo da padronização faz-se ressaltando a importância de todos para o programa e ao sucesso

da organização ajuda a criar um ambiente de padronização de movimentos e ações referentes ao *setup*.

#### 7.14 *Setup zero*

A equipe de TRF junto à engenharia e a coordenação de produção da organização trabalharam juntos para alcançar o *setup zero* agindo principalmente na eliminação deste com uso da tecnologia de grupo, favorecendo as dimensões similares, perfis especiais e características comuns entre eles. Na indústria de componentes odontológicos é importante o encaixe e concordância entre todas as peças, isso impulsionou a equipe a buscar a padronização das ferramentas e do sentido de processo, todavia detalhes precisaram ser revistos e o dimensional dos produtos precisaram ser estudados e divididos em famílias considerando tais características. Alguns foram modificados favorecendo o uso das ferramentas e também dos equipamentos.

Primeiramente a organização dividiu a área de usinagem e posteriormente todas as áreas em grupos de máquinas, onde as máquinas de mesmo modelo, características técnicas e quantidades de recursos ficariam agrupadas. As máquinas do setor de usinagem onde acontecem os estudos de TRF, aproximadamente cinquenta equipamentos, formaram onze grupos. O maior grupo ficou com dez máquinas e os menores com uma máquina apenas.

Em seguida foram revistos todos os itens em que o roteiro de fabricação passava pelo setor de usinagem, analisando a similaridade dentre eles e os recursos necessários para processá-los, e assim identificar o melhor grupo para que isso ocorra.

Após a divisão os mesmos foram alocados via sistema para o grupo máquina que mais adequasse a necessidade de recursos para o processo de transformação. Assim os produtos mais simples foram direcionados para máquinas mais simples e os mais complexos para máquinas com maior número de opcionais. Dessa maneira sempre que houver a necessidade de fabricação de algum item, a ordem de produção é gerada via sistema (ERP) e automaticamente este já a direciona-a para o “grupo máquina” correto, organizando uma fila sistêmica de itens similares para cada grupo.

Esse processo trouxe muitas vantagens como a criação de um ambiente mais dinâmico, onde os preparadores de máquinas e os operadores sabiam onde e como o item seria produzido, e com quais ferramentas; também rendeu um sistema produtivo mais flexível

e nivelado aproveitando melhor os recursos com o conceito do uso do equipamento correto para cada produto e aproveitando as ferramentas que permaneciam no equipamento mesmo com a troca do produto utilizando-as até o fim da vida útil.

### 7.15 Resultados

Após os doze meses de início do processo a organização os resultados foram os seguintes:

- O *setup* do item “M”, carro chefe dos estudos chegou a: 01h:05min
- O tempo disponibilizado para *setups* alcançou o índice de 2,53%, com índice de 2,21 % no último mês desta primeira etapa e máximo de 3,04% alcançados nos primeiros meses. O ganho representou para a produção o mesmo que uma máquina trabalhando por sete dias;
- Aumento do número de preparações para 259 ao mês, um aumento de aproximadamente 73% no número de preparações aliado a redução de tempo no indicador mensal citado anteriormente;
- O número de ordens de produção, ou lotes produzidos na área de usinagem chegou a média de 1084 por mês, chegando a ter 1221 ordens de produção produzidas em um único mês, isso representa uma redução média de 22% nos tamanhos dos lotes;
- Implantação do programa para mais duas áreas da organização, estes ainda em fase inicial.

A revisão das metas da área de usinagem CNC para o próximo período ainda não haviam sido determinadas até a conclusão deste trabalho, contudo a equipe de TRF estimava reduzir para 2,00% do tempo disponível gasto com preparações dos equipamentos além também de dar a continuidade à expansão com resultados satisfatórios em todas as demais áreas produtivas da empresa.

Um retorno positivo da aplicação dos programas TRF, 8S e TPM foi que apesar do número de ordens de produção ter aumentado e a produção não ter sido afetada, os equipamentos começaram a demonstrar momentos de ociosidade. Essa ociosidade, em alguns momentos, não chegou a ser mensurada, mas entende-se que a ociosidade no ambiente representa a não necessidade de investimentos em equipamentos para a área, e os recursos

financeiros podem ser direcionados a melhoria de outras áreas e/ou departamentos da organização.

Um Mapa de Fluxo de Valor com base no produto “M” foi gerado mostrando isoladamente o processo anterior (atual) e o após (futuro) da melhoria no *setup*. Através do mapeamento de fluxo de valor percebe-se o impacto do programa principalmente na redução do tamanho do lote. O lote inicial para o item “M” era de 500 unidades, com a redução do tempo de *setup* o planejamento da produção começou a trabalhar com lotes reduzidos de 150 unidades, pouco menos de 1/3 do lote inicial. Adequando os processos seguintes ao novo tamanho do lote houve também a redução dos estoques intermediários e aumento da variedade de produtos processados pelo equipamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre a proposta de aplicação das três ferramentas (8S, TPM e SMED) como base de uma organização com flexibilidade e um principalmente um chão de fábrica dinâmico, é correto afirmar que se mostra uma opção de fácil administração e baixo investimento para todas as empresas que desejam manter-se no mercado, e ter competitividade. Todas as ferramentas trabalham o ambiente motivacional e participativo; e com a evolução dos programas a redução de desperdício e custos operacionais é introduzida e começa a fazer parte do ambiente organizacional e altera a rotina dos colaboradores de maneira positiva, tornando a melhoria continua parte do dia-a-dia da organização. Podemos descrever a abordagem conjunta atuando da seguinte forma:

8S: organizando as áreas eliminando o desnecessário, torna perceptível a ausência do que realmente é necessário e cria um ambiente positivamente melhor;

TPM: mantendo os equipamentos funcionando corretamente e com qualidade, agindo e trabalhando a motivação e o envolvimento dos colaboradores;

SMED: reduzindo o tempo de preparação e possibilitando a produção de pequenos lotes e melhorando a utilização dos recursos disponíveis.

Quanto à ação sobre o comportamento organizacional, principalmente gerencial, podemos afirmar que tornar-se uma organização flexível e competitiva não é transformar-se na mais eficiente das empresas em alguns poucos dias, mas sim estar disposta a ser a mais eficiente das organizações um dia. Se a organização estiver disposta, a flexibilidade não é impossível e torna-se proporcional a dedicação e esforço dos envolvidos. Alcançar a flexibilidade organizacional sendo uma empresa reconhecida e competitiva deve ser o pensamento de todos os colaboradores da organização, mas principalmente da gestão e dos níveis hierárquicos maiores que devem buscar formas de gestões de recursos e processos de manufatura que visem uma resposta rápida e com pouca penalidade de tempo, esforço, custo ou desempenho (UPTON, 1994). As ferramentas apresentadas, o 8S, a TPM e o SMED, segundas suas definições são dinâmicas e podem ser aplicadas em qualquer ambiente fabril, ou comercial e todos podem praticá-las desde que tenham treinamento e incentivo; é preciso tomar conhecimento de que os benefícios são para todos.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMAN, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **Situação da Manutenção no Brasil** – Documento Nacional. Rio de Janeiro: Abraman, 2003.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas da qualidade: artigos médicos: requisitos particulares para aplicação da NBR ISO 9001 : NBR ISO 13485**. Rio de Janeiro, 2000.
- CAIÇARA JUNIOR, Cícero. **Sistemas Integrados de Gestão - ERP**. Curitiba: IBPEX, 2008.
- CARDOSO, Alexandre. **Aplicando o lean em indústrias de processo**. Disponível em: <http://www.lean.org.br/artigos/117/aplicando-lean-em-industrias-de-processo.aspx>. Acesso em 18/02/2012
- CORREA, Henrique L. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- DEMING, W. Edwards. **Qualidade: A Revolução da Administração**: tradução por Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro: Saraiva , 1990.
- FOGLIATTO, F.S. & FAGUNDES, P.R.M.. **Troca Rápida de Ferramentas**: proposta metodológica e estudo de caso. *Gestão e Produção*, v.10, n.2, p.163-181, ago. 2003
- GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A Meta**. 2º ed. São Paulo: Educator, 1992.
- JIPM. **Manual II curso Internacional para formação de Instrutores TPM**. São Paulo JIPM/IMC, 2000
- KNAPIK, Janete. **Gestão de pessoas e talentos**. 2º ed. Curitiba: IBPEX, 2008.
- KUSIAK, A. **Intelligent manufacturing systems.Series in Industrial and Systems Engineering**. USA: Prentice Hall International, 1990,441 p.

LEAN INSTITUTE DO BRASIL. 2003. **Léxico Lean**: glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. São Paulo, Lean Institute Brasil, 98 p.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 7. Ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

MELLO, Carlos H. P. **Auditoria Contínua**: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000. Tese de Mestrado, Itajubá: EFEI, 1998.

MILEHAM, A.R.; CULLEY, S.J.; OWEN, G.W.; McINTOSH, R.I. **Rapid changeover** - a pre-requisite for responsive manufacture, International Journal of Operations & Production Mangement, 1999, Vol. 19, No 8, p. 785-796

MONDEN, Y. **Produção sem estoques**: uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota. São Paulo: IMAM, 1984.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

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

SATOLO, E. G.; CALARGE, F.A. **Troca Rápida de Ferramentas**: estudo de casos em diferentes segmentos industriais. São Paulo: Exacta, v.6, n. 2, p.283-296, jul./dez. 2008.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade**: as ferramentas essenciais. Curitiba: IBPEX, 2008.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos.trad. Eduardo Schaan e Cristina Schumacher. - Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA, João Martins da. **5 “S”: o ambiente da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, 1993.

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

SUZUKI, Tokutaro. **TPM in Process Industries**. USA, Portland: Productivity Press, 1995.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção: a produtividade no chão da fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999. 180 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. **Normas para apresentação de trabalhos**. 2. ed. Curitiba: Ed. da UFPR: Governo do Paraná, 1992

UPTON, David M. **Designing, managing, and improving operations**. Michigan University: Prentice Hall, 1998

WIREMAN, Terry. **Total Productive Maintenance**. 2<sup>nd</sup> ed. New Yourk: Industrial Press, 2004.

WOMACK, James D; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A Máquina que mudou o mundo**. 2º ed. Rio de Janeiro: Campus: 1992.

YOSHIMOTO, Tsikara. **Qualidade, produtividade e cultura**. São Paulo: Saraiva, 1992

Anexo 01: MFV – Aplicação prática

