

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Aumento de Produtividade em Impressora de Embalagens
Flexíveis Rotográfica**

Maria Aleksandra Pereira Durães

TCC-EP-43-2007

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Aumento de Produtividade em Impressora de Embalagens
Flexíveis Rotográfica**

Maria Aleksandra Pereira Durães

TCC-EP-43-2007

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientador: *Prof. Daily Morales*

**Maringá - Paraná
2007**

Maria Aleksandra Pereira Durães

**Aumento de Produtividade em Impressora de Embalagens Flexíveis
Rotográfica**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. Daily Morales
Departamento de Informática, CTC

Prof^a.: Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC

Maringá, outubro de 2007

DEDICATÓRIA

A minha mãe Aparecida Bertolo, a minha irmã
Joelma Durães a meus familiares e amigos
A Deus por me presentear com os citados
acima.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor orientador Daily Morales, por toda a atenção e dedicação, que foram essenciais desde o início até o fim deste trabalho.

A todos os professores, funcionários, colegas de curso, que fizeram parte desta longa caminhada.

Em especial aos amigos Wellinton Rodrigo de Melo e Manoel Messias Alvino de Jesus, pelo apoio e companheirismo.

RESUMO

Este trabalho visa estudar o programa TPM e as ferramentas da qualidade sob ótica da teoria e suas aplicações em um estudo de caso de uma impressora de embalagens flexíveis.

O TPM visa o aumento da produtividade global de uma operação industrial através da maximização da utilização dos ativos, e através de seus efeitos tangíveis combate todas as perdas envolvidas no processo produtivo. O programa ainda contribui para o desenvolvimento de lideranças internas na empresa além de promover o desenvolvimento de habilidades e técnicas junto aos operadores.

Inicialmente o programa foi criado e implementado no Japão, porém a facilidade da absorção do método fez com que o TPM se tornasse uma ferramenta amplamente utilizada ao redor do mundo.

Palavras-chave: TPM, Produtividade

SUMÁRIO

SUMÁRIO	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 <i>Sistema Toyota de Produção</i>	4
2.1.1 <i>Histórico do Sistema Toyota de Produção</i>	4
2.2 <i>Conceitos da Produção Enxuta</i>	6
2.3 <i>Ferramentas do STP</i>	9
2.3.1 <i>Just-in-Time</i>	9
2.3.2 <i>Automação</i>	10
2.3.3 <i>Troca rápida de ferramentas</i>	11
2.3.4 <i>TPM – Manutenção Produtiva Total</i>	13
2.3.4.1 <i>TPM no Japão</i>	15
2.3.4.2 <i>Objetivos do TPM</i>	17
2.3.5 <i>Etapas da Implementação da Manutenção Autônoma</i>	18
2.3.6 <i>Avaliando a implantação da manutenção autônoma</i>	28
2.3.6.1 <i>Gestão à Vista</i>	29
2.3.6.2 <i>LUP - Lição de Um Ponto</i>	29
2.4 <i>Gestão de Treinamento</i>	31
2.5 <i>Ferramentas da Qualidade</i>	34
2.5.1 <i>5 Porquês</i>	34
2.5.2 <i>Diagrama de Causa e Efeito</i>	35
2.5.3 <i>Brainstorming</i>	38
2.5.4 <i>5 S</i>	40
2.5.5 <i>Gráfico de Pareto</i>	41
2.5.6 <i>5 W 1 H</i>	43
2.5.7 <i>Ciclo PDCA</i>	43
3 A HISTÓRIA DA EMBALAGEM.....	46
3.1 <i>ROTOGRAVURA</i>	47
4 ESTUDO DE CASO	49
5 CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - TRIÂNGULO DA MANUTENÇÃO EFICIENTE	16
FIGURA 2 - EXEMPLO DE CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	29
FIGURA 3 - EXEMPLO DE GESTÃO À VISTA.....	30
FIGURA 4 - EXEMPLO DE LIÇÃO DE UM PONTO.....	31
FIGURA 5 - CAUSAS RAÍZES DOS DEFEITOS ATRAVÉS DOS 4M'S.....	33
FIGURA 6 - ANÁLISE DAS CAUSAS PELA RAIZ EFETUADA UTILIZANDO OS CINCO PORQUÊS.....	34
FIGURA 7 - ANÁLISE DOS 5 PORQUÊS.....	35
FIGURA 8 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	37
FIGURA 9 - QUADRO DE SIGNIFICADO DO 5S.....	40
FIGURA 10 - 5 W + 1 H PARA CADA ATIVIDADE.....	43
FIGURA 11 - CICLO PDCA DE CONTROLE DE PROCESSO.....	44
FIGURA 12 - CICLO PDCA PARA MELHORIAS.....	45
FIGURA 13 - ESQUEMA DO PROCESSO DE IMPRESSÃO POR ROTOGRAVURA	48
FIGURA 14 - ESQUEMA DE UMA IMPRESSORA ROTOGRAVURA.....	48
FIGURA 15 - CRONOGRAMA DE 25 SEMANAS.....	49
FIGURA 16 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA – APLICADO.....	50
FIGURA 17 - 5 PORQUÊS.....	51
FIGURA 18 - 5W 1H.....	52
FIGURA 19 - GRÁFICO DE ANTES DO INÍCIO DAS AÇÕES.....	52
FIGURA 20 - GRÁFICO APÓS AS MELHORIAS APRESENTADAS EM 1 MÊS.....	53
FIGURA 21 - CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	54
FIGURA 22 - CHECK-LIST DE LIMPEZA E INSPEÇÃO.....	55
FIGURA 23 - GRÁFICO DA LINHA DE PRODUTO 1 - ANTES DAS AÇÕES.....	56
FIGURA 24 - GRÁFICO DA LINHA DE PRODUTO 1 - DEPOIS DAS AÇÕES.....	56
FIGURA 25 - GRÁFICO DA LINHA DE PRODUTO 2 - ANTES DAS AÇÕES.....	57
FIGURA 26 - GRÁFICO DA LINHA DE PRODUTO 2 - DEPOIS DAS AÇÕES.....	58
FIGURA 27 - GRÁFICO DA LINHA DE PRODUTO 3 - ANTES DAS AÇÕES.....	59
FIGURA 28 - GRÁFICO DA LINHA DE PRODUTO 3 - APÓS AS AÇÕES.....	59
FIGURA 29 - GRÁFICO COMPARATIVO NO INÍCIO E NO TÉRMINO DO TRABALHO.....	60
FIGURA 30 - GRÁFICO COMPARATIVO DE TRÊS MESES	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CQ	Controle da Qualidade
EI	Engenharia Industrial
JIT	<i>Just-in-time</i>
JIFE	<i>Japan Institute of Plant</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Mainenance</i>
LUP	Lição de um ponto
MA	Manutenção Autônoma
O.E.E.	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
QFD	Desdobramento da Função Qualidade
SOP	<i>Standart operation procedure</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	Manutenção Produtiva Total
TQC	Controle da Qualidade Total
VA	Análise de Valor
VE	Engenharia de Valor
WIP	<i>Work-in-process</i>
6 M	Matéria-prima, Máquina, Medidas, Meio ambiente, Mão-de-obra, Método

5 S *Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitsuke*

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial dos séculos XVIII e XIX abriu caminho para a moderna Administração da produção e operações, mas a produção de máquina e bens de consumo dependia da habilidade manual dos artesões, ocasionando baixa produtividade e conseqüente aumento dos preços, tornando os produtos proibidos para a maioria da população.

Com os grandes avanços que se deram no século XX, com o surgimento da administração científica, onde os principais objetivos de Taylor o precursor da teoria da administração científica, era “máxima produção a mínimo custo”, as empresas atravessaram uma nova revolução industrial.

Henry Ford deu início a esta revolução, a produção em massa, redução dos custos e padronização, tornando acessível e popular o seu produto. Através de métodos simples, como a produção em linha, especialização da mão-de-obra, intercambialidade entre componentes, transformou a Ford em uma empresa classe mundial, sendo seguida pelas demais (WOMACK *et al* 1992).

Atualmente as empresas de produção em massa sofrem com as dificuldades enfrentadas pela sua forma de trabalho: incapacidade de atender a demanda, longos tempos de fabricação, custos operacionais elevados, estoques em excesso, dentre outros. Com isso fica evidente a necessidade de melhoria e redução de custos de toda a cadeia produtiva.

Nas últimas décadas, ocorreram profundas mudanças nos sistemas produtivos devido à globalização da economia, acirrando a concorrência, e a inovação tecnológica, propondo novas formas de fabricação e comunicação, forçando as empresas a repensar sua estrutura de produção. Com estas mudanças ocorrendo, indústrias vem sofrendo com a competitividade, e para se manter no mercado estão sempre buscando a qualidade de seus produtos, atendendo as necessidades e expectativas dos seus clientes.

Em um cenário onde produtividade e qualidade são fundamentais para a sobrevivência da empresa, surgem freqüentes mudanças internas, fazendo com que elas atendam as demandas

futuras, maximizando a produtividade, minimizando as perdas de ineficiência da máquina e alcançando o volume de produção solicitado.

Várias filosofias se entrelaçam para aumentar a flexibilidade da produção, no sentido de se ter um produto de excelente qualidade, personalizado e inovado a preços competitivos no mercado cada vez mais globalizado, buscando a evolução do homem, assim como, a melhoria contínua das pessoas e, máquinas e equipamentos.

Considerando fatores internos, como segurança e moral, o estabelecimento de um ambiente de trabalho mais agradável e seguro torna-se essencial para aquelas fábricas que desejam atingir alta produtividade e qualidade em seus produtos. Isto ocorre porque aumenta a satisfação dos colaboradores, fazendo com que estes sintam se orgulhosos de seus trabalhos.

Levando em conta todos os fatores, o TPM (Manutenção Produtiva Total), oferece uma maneira de gestão abrangente, que é capaz, através de seus efeitos tangíveis, combater todas as perdas envolvidas no processo produtivo. Os efeitos intangíveis do TPM fazem com que aumente o moral e segurança dos colaboradores. Conseguem-se isto através do aumento da limpeza, da satisfação por operar máquinas eficientes e confiáveis, pelos treinamentos recebidos, fatores estes que contribuem para um aumento do nível de qualidade de vida.

1.1 Objetivo geral

Promover um aumento da produtividade em impressora de embalagens flexíveis, através do método TPM com auxílio das ferramentas da qualidade.

1.1.2 Objetivos específicos

- a. Fazer uma revisão bibliográfica sobre o Sistema Toyota de Produção.
- b. Fazer uma revisão bibliográfica sobre o TPM.
- c. Fazer uma revisão bibliográfica sobre as ferramentas da qualidade.
- d. Aumentar a produtividade da máquina com a aplicação dos métodos TPM e ferramentas da qualidade.

e. Reduzir o refugo em 30%.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção também conhecido como sistema de produção enxuta, é um sistema que visa eliminação total das perdas. A criação do sistema se deve a três pessoas: O fundador da Toyota, Sakichi Toyoda, seu filho Kiichiro Toyoda e o engenheiro Taiichi Ohno.

2.1.1 Histórico do Sistema Toyota de Produção

Em 1937, a Toyota Motor Company foi fundada por Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi Toyoda, fundador da Toyoda Spinning and Weaving (Fiação e Tecelagem Toyota), inventor do tear automático e fascinado por carros a motor. A fábrica foi fundada na ilha de Nagoya. Nos anos trinta, a companhia foi impedida pelo governo militar, de fabricar carros de passeio, produzindo apenas caminhões com métodos artesanais.

Em 1945 o Japão perdeu a Segunda Guerra Mundial, e essa data também marcou um novo começo para a Toyota. O presidente da empresa na época Kiichiro Toyoda disse “Alcançaremos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá” (OHNO, 1997).

Os engenheiros da Toyota fizeram varias visitas as empresas americanas que durante décadas produziram em massa com baixos custos e poucos modelos de carros. Esse estilo americano foi utilizado e alcançado com sucesso em algumas áreas, mas sabiam que era arriscado pois não era o estilo japonês de produção. O problema segundo Ohno (1997) era cortar custos produzindo muitos tipos de carros em pequenas quantidades, e esse passou a ser o objetivo do Sistema Toyota.

No final de 1949, um colapso nas vendas forçou a companhia a dispensar grande parte de sua força de trabalho. A produção doméstica em 1949 foi de 25.622 caminhões e apenas 1.008 carros de passeio (OHNO, 1997). Mas, em 1950 com a deflagração da Guerra da Coréia, a indústria japonesa recuperou seu vigor, e com a onda de crescimento a indústria automotiva se

expandiu. Em 1950 após 13 anos de esforço, ela havia produzido 2.685 automóveis, em comparação com os 7.000 produzidos por dia pela fábrica da Ford localizada próximo do rio Rouge em Detroit. (WOMACK *et al*, 1992).

A realidade japonesa no ponto de vista de Eiji Toyoda presidente da Toyota Motor Company de 1967 a 1982, análise realizada após uma de suas visitas a fábrica da Ford em 1950, constatou que o mercado doméstico era limitado, não havia tecnologia disponível no Japão pós-guerra, e iniciava-se a adoção de novas leis trabalhistas visando estabilidade de força de trabalho. Além disso vários fabricantes de veículos buscavam atuar no mercado japonês.

Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota sabia que precisava de um novo enfoque. Teve a idéia de desenvolver técnicas simples de troca de moldes, e trocá-los com frequência – a cada duas ou três horas – usando carrinhos, para trazer os moldes para suas posições e tirá-los, e mecanismos de ajuste simples. Como as novas técnicas eram fáceis de dominar e os trabalhadores ficavam ociosos durante a troca de moldes, Ohno deixou que eles executassem também essa tarefa. Adquirindo algumas prensas norte-americanas de segunda mão no final dos anos 40, foi aperfeiçoando sua técnica de troca rápida e no final da década de 50 ele havia reduzido o tempo de um dia para três minutos. Descobriu também que o custo por peça prensada era menor na produção de pequenos lotes do que no processamento de lotes imensos, pois o primeiro eliminava o custo de imensos estoques de peças acabadas que o sistema de produção em massa exigia. E mais, produzir apenas poucas peças antes de montá-las num carro fazia com que os erros de prensagem aparecessem quase que instantaneamente, por isso o pessoal da estamparia se preocupou mais com a qualidade e eliminou o desperdício com o grande numero de peças defeituosas, que eram descobertas apenas depois de serem fabricadas (WOMACK *et al.*, 1992).

Mas, para fazer o sistema funcionar, seria necessário uma força de trabalho extremamente qualificada e altamente motivada. Os trabalhadores deveriam ser capazes de antecipar os problemas antes de ocorrerem e tomar iniciativa de solucioná-los. O primeiro passo foi agrupar os trabalhadores em equipes, com um líder no lugar do supervisor. Cada equipe era responsável por um conjunto de etapas de montagem e uma parte da linha, e se pedia que trabalhassem em grupo executando, o melhor possível, as operações necessárias. O líder além de coordenar também substituía trabalhadores eventualmente faltantes. O passo seguinte foi atribuir às equipes as tarefas de limpeza, pequenos reparos de ferramentas e controle de

qualidade. Como último passo, reservou um horário, periodicamente, para a equipe sugerir em conjunto, medidas para melhoramento do processo. Esse processo de aperfeiçoamento contínuo e gradual – em japonês, *kaizem* – dava-se em colaboração com os engenheiros industriais, que ainda existiam, mas em números menores (WOMACK, *et al.*, 1992).

Em relação ao retrabalho, Ohno percebeu que deixar passar erros para manter a linha funcionando fazia com que esses se multiplicassem, por isso foi colocado uma corda sobre cada estação de trabalho, instruindo os trabalhadores a imediatamente pararem toda a linha de montagem caso surgisse um problema que não conseguissem acertar, e assim toda equipe viria trabalhar naquele problema. Ohno também instituiu um sistema de solução de problemas, onde os trabalhadores remontavam sistematicamente cada erro até sua derradeira causa, e encontravam uma solução para que nunca mais ocorresse. À medida que o sistema ia se consolidando, a quantidade de reparos caiu continuamente, e a quantidade de carros expedidos aumentou (WOMACK, *et al.*, 1992).

A plena implementação desse conjunto de idéias – inclusive o *just-in-time* – custou a Eiji e Ohno mais de 20 anos de trabalho. Com isso, Ohno conseguiu criar um sistema próprio de produção para a Toyota, originalmente chamado de Sistema Toyota de Produção.

Em 1990, Womack, Jones e Roos, passou a denominar o sistema de *Lean Manufacturing*, ou Manufatura enxuta (WOMACK, *et al.*, 1992).

2.2 Conceitos da Produção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção é um método que visa a eliminação total do desperdício e o aumento de produtividade. O desperdício é conhecido como *muda* em japonês. Quando se considera o desperdício na produção, ele pode ser considerado como todos os elementos de produção que não agregam valor e aumentam os custos. A equação 1 pode ser utilizada para trabalhadores individuais ou para a linha inteira.

$$\text{Capacidade atual} = \text{trabalho} + \text{desperdício} \quad (1)$$

Todo desperdício se torna em custos diretos ou indiretos, como custos de mão-de-obra, de depreciação e de gastos administrativos, etc., e os elementos que geram aumento de custos não podem ser ignorados.

O verdadeiro aumento de eficiência surge quando se produz zero desperdício e com isso o aumento da porcentagem de trabalho para 100% (OHNO, 1997).

Segundo Ohno (1997), o desperdício divide-se em sete categorias:

1. Desperdício por produção em excesso ou superprodução – pode ser quantitativa quando se produz além do necessário, ou antecipada quando se produz antes do necessário;
2. Desperdício de tempo de espera - refere-se a qualquer espera para atividades ou processos;
3. Desperdício em transporte – movimentação de matéria-prima, componentes, produtos ao longo do processo produtivo que nunca geram valor agregado no produto;
4. Desperdício do processamento em si – ineficiência do processo, onde temos tempo ou esforço excessivo para o mesmo, ou resultam em um baixo índice de qualidade;
5. Desperdício de estoque disponível – podendo ser matéria-prima em excesso, estoque em processo (*WIP work-in-process*) ou de produto acabado;
6. Desperdício de movimento – movimentação de pessoas para executarem sua tarefa;
7. Desperdício de produzir produtos defeituosos (correção) – problemas com a qualidade do produto, quando se faz necessário um retrabalho, ou seja, esforço adicional para que o mesmo seja utilizado, ou a completa inutilização do produto (refugo) e também é realizada atividades de inspeção e seleção.

Womack e Jones (1998), divide o desperdício (*muda*) em dois tipos:

- a. Tipo I – Quando a atividade não agrega valor, mas é inevitável com as atuais tecnologias e ativos de produção;

- b. Tipo II – Quando a atividade não agrega nenhum valor e deve ser eliminada imediatamente.

Shingo (1996), determina que as técnicas mais eficientes para realizar melhorias fundamentais são a engenharia de valor (EV) e a análise de valor (AV). A Engenharia de Valor vai determinar se o produto pode ser reformulado para atender as características de qualidade necessárias ao cliente, através de melhoria no processo de fabricação e redução de custos de matéria-prima.

Womack *et al*, 1998 define a determinação do valor como o primeiro de cinco conceitos no processo de implantação da Mentalidade Enxuta:

1º Conceito – Definição de valor

O valor é definido pelo cliente final, mas criado pelo produtor, deve ser expresso em termos de um produto específico (bem ou serviço), que atenda as necessidades do cliente a um preço e um momento específico. As ferramentas que podem auxiliar nessa definição são: Análise de Valor (*Value Adding – VA/ Value Engineering – VE*) e a ferramenta de QFD (Desdobramento da Função Qualidade).

2º Conceito – Cadeia de Valor

A análise da cadeia de valor resulta na exposição dos desperdícios existentes ao longo do processo. Womack *et al* (1998) caracterizam a cadeia de valor como uma combinação de três tarefas gerenciais:

- Solução de problemas – que vai da concepção ao lançamento do produto;
- Gerenciamento de informação – do pedido a entrega;
- Transformação física – da matéria prima ao produto acabado, nas mãos do cliente.

Com isso, consegue identificar as atividades que agregam e as que não agregam valor e são consideradas perdas e desperdícios.

3º Conceito – Estabelecimento de Fluxo

Estabelecer o fluxo significa fazer com que o material flua pela empresa. Isso resulta em eliminação de filas, estoques em processo, peças aguardando operações ou conclusões do lote.

Com isso ocorre uma queda nos tempos de atravessamento (*lead time*), e os riscos de obsolescência e problemas da qualidade (devido à deterioração de estoque) praticamente desaparecem.

4º Conceito – Produção Puxada

A produção só deve ocorrer quando houver um pedido do cliente ou quando ocorrer o fim do processo de um produto específico, isso evita a superprodução e produção antecipada, gera menos estoque, conceito *just-in-time*, produzir os itens necessários no momento necessário. É uma das ferramentas que auxiliam a produção puxada é o *Kanban*.

5º Conceito – Buscar a Perfeição

Este conceito é estabelecido como o resultado dos conceitos anteriores. Uma vez que o desperdício é considerado infinito.

Outras atividades para a busca da perfeição além das já citadas são o *Kaizen*, que são processos de melhoria contínua, e o *Kaikaru*, para mudanças radicais de processos inteiros e em curto espaço de tempo.

2.3 Ferramentas do STP

2.3.1 Just-in-Time

Just-in-time é uma estratégia para atingir a produção sem estoque (estoque zero), significa itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário, ou seja, no tempo certo, sem geração de estoque, segundo Shingo (1996). Em japonês *just-in-time* significa “no momento certo” e “oportuno”, em inglês *in time* “a tempo”, no entanto, o termo sugere muito mais que se concentrar no tempo.

O termo estoque zero, implica em entregas frequentes em quantidades pequenas. A utilização desse método por toda a empresa irá ocasionar uma significativa redução de custos, como afirma Monden (1984) “Se o JIT é realizado em toda empresa, inventários desnecessários na

fábrica são completamente eliminados, tornando almoxarifados e depósitos desnecessários. O custo de manter estoques é reduzido e a rotatividade do capital de giro aumenta”.

O controle da programação e da carga são dois importantes itens do STP. O planejamento da produção para o JIT ocorre em três estágios, (SHINGO, 1996):

- a. Plano agregado de produção – longo prazo (anual, semestral, trimestral);
- b. Plano mestre de produção – mensal;
- c. Plano detalhado – seqüência prática de produção por uma semana, três dias ou um dia.

O planejamento para processos iniciais baseiam-se em pedidos feitos com antecedência, evitando a geração de estoque excessivo, vinculando os processos finais e montagem final com os pedidos reais.

Esse controle associado com a flexibilidade, são obtidos por meio do sistema *Kanban*.

2.3.2 Automação

A idéia de automação surgiu com a invenção de uma máquina de tecer auto-ativada de Toyoda Sakichi (1930-1967), fundador da Toyota. Havia um dispositivo que detectava quando qualquer fio da trama rompesse e o tear parava instantaneamente.

A automação são máquinas que podem evitar problemas automaticamente. Segundo Ohno (1997), também é conhecida como automação com um toque humano. “Na Toyota uma máquina automatizada com um toque humano é aquela acoplada com dispositivo de parada automática”.

Em uma máquina automatizada a produção de produtos defeituosos não podem ser evitados, pois não existe qualquer tipo de sistema automático de conferência embutido para evitar esses problemas. A Toyota dá ênfase à automação, que são máquinas que podem evitar tais problemas “autonomamente”.

Ohno (1997), diz que automação muda o significado da gestão. Um trabalhador pode atender várias máquinas ao mesmo tempo, só será necessária a atenção humana quando ocorrer alguma anormalidade e a máquina parar. Com a redução do número de operadores pode aumentar a eficiência da produção.

Shingo (1996), divide o processo de transferência progressiva do trabalho manual para a automação em seis estágios:

1. Trabalho manual – trabalhadores não utilizam qualquer ajuda das máquinas;
2. Alimentação manual com usinagem automatizada – somente a usinagem é feita por máquinas, os trabalhadores fixam e retiram os produtos, alimentam as ferramentas manualmente e detectam condições anormais e corrigem-nas;
3. Alimentação e usinagem automáticas – os trabalhadores fixam e retiram os produtos, detectam condições anormais e corrigem-nas, as máquinas executam a alimentação de ferramentas e a usinagem;
4. Semi-automáticos – fixação, remoção, alimentação e usinagem automatizadas, trabalhadores detectam e corrigem as condições anormais;
5. Pré-automação – todas as funções são executadas pela máquina, os trabalhadores corrigem os defeitos;
6. Automação – processamento, detecção e correção de problemas são realizados de forma automática.

2.3.3 Troca rápida de ferramentas

Em 1950, após análises realizadas por Shingo, dos tempos de produção, estabeleceu as premissas da troca rápida de ferramentas.

Segundo Shingo (1996), a maneira mais eficaz de melhorar o *setup* é a troca rápida de ferramentas (TRF) ou troca de ferramentas em um único toque – *One Touch Exchange of Die* (OTED). Ele divide o *setup* em dois tipos de operação, interno e externo:

- *Setup* interno (SI) – operações que podem ser realizadas apenas quando a máquina estiver parada.

- *Setup* externo (SE) – operações que podem ser realizadas enquanto a máquina estiver em funcionamento.

A distinção do trabalho que pode ser realizada com a máquina parada ou funcionando deve ser feita através da análise das operações de *setup*.

O tempo de *setup* pode ser compreendido em quatro funções, (SHINGO, 1996):

- Preparação da matéria-prima, dispositivos, acessórios e ajustes - 30%
- Fixação e remoção de matrizes e ferramentas - 5%
- Centragem e determinação das dimensões das ferramentas - 15%
- Processamentos iniciais e ajustes - 50%

As melhorias relativas ao *setup* são obtidas através de oito principais técnicas de TRF:

- a. Separação das operações de *setup* internas e externas;
- b. Converter *setup* interno em externo;
- c. Padronizar a função, não a forma;
- d. Utilizar grampos funcionais ou eliminar grampos;
- e. Usar dispositivos intermediários;
- f. Adotar operações paralelas;
- g. Eliminar ajustes;
- h. Mecanização;

Shingo, (1996), afirma que a TRF conduz à melhoria do *setup* de forma progressiva, passando por quatro estágios:

Estágio um – Nesse estágio inicial não é realizada nenhuma distinção entre *setup* interno e externo, ocasionado um alto tempo de preparação.

Estágio dois – Ocorre a separação de *setup* interno e externo, faz-se a identificação das operações que são realizadas com a máquina parada sem necessidade. Esse estágio é o mais importante na implementação da TRF.

Estágio três – Converter *setup* interno em externo, através de análises do *setup* atual

Estágio quatro – São realizada análises de *setup* interno e externo para possíveis melhorias. Eliminação dos ajustes melhoria nos sistemas de encaixa. Entre todas as melhorias obtidas com a TRF as mais efetivas são:

- Separação bem definidas dos *setups* interno e externo;
- Conversão total de *setup* interno em externo;
- Eliminação dos ajustes;
- Fixação dos parafusos.

A utilização desses métodos podem reduzir os *setups*, porem Shingo (1996, pag. 91) diz que “a maneira mais rápida de trocar uma ferramenta é não ter de trocá-la”.

2.3.4 TPM – Manutenção Produtiva Total

O TPM pode ser definido da seguinte forma

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

OU

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

M = Manutenção: em busca de “quebra -zero”, com melhoria de máquinas, equipamentos e mão de obra.

P = Produtiva: os equipamentos devem sempre produzir igual, ou melhor de quando novos.

T = Todos os equipamentos, sistemas e pessoas devem estar envolvidos.

TPM (ou MPT) é um programa de manutenção que envolve o conjunto de todos os empregados da organização, desde a alta administração até os trabalhadores da linha de produção.

Foi proposto para atender as necessidades do *Just-in-Time*. Alguns estudiosos afirmam que o TPM teve sua origem no TQM (*Total Quality Management*). Mas ele surgiu da necessidade de reverter o quadro econômico do Japão após a Segunda Guerra mundial, quando o país procurou apoio na Industrialização.

Observando os processos, as técnicas e metodologias, os sistemas gerenciais e muitos outros elementos dentro das indústrias do ocidente, muitos deles não foram aplicados, procurando estudá-los e aprimorá-los para então serem gradativamente introduzidos nas indústrias japonesas.

Desta maneira, o Japão aplicou toda a filosofia de eliminação de desperdícios, criou também técnicas simples de produção, reduzindo estoques, revendo os conceitos tradicionais de qualidade, alterando o *layout*, trabalhando as pessoas de forma diferente do ocidente, e encarando as máquinas e equipamentos com o enfoque de que as máquinas não foram feitas para quebrar, mas sim, para produzir quando necessário.

A manutenção autônoma é uma estratégia simples na prática de envolver as áreas de produção e manutenção, eliminando o distanciamento e ativando a cooperação entre elas. (XENOS, 2004). Este sistema integrado de produção, manutenção e engenharia garante às empresas maiores lucros, mais qualidade e prazos de entrega mais curtos, objetivando sempre maior produtividade.

Assim como o TQC, a Manutenção Produtiva Total, tem como enfoque o aspecto comportamental que é abordado com profundidade, pois depende dos esforços dos colaboradores de todas as áreas, principalmente das áreas de produção, de manutenção e de engenharia.

Pode-se dizer que a Manutenção Produtiva Total, tem 80% de seus fundamentos ligados aos aspectos comportamentais, e apenas 20% aos aspectos técnicos.

2.3.4.1 TPM no Japão

Manutenção Produtiva Total (TPM), largamente utilizada pela indústria japonesa pode ser definida como manutenção produtiva com a participação de todos os colaboradores através de pequenos grupos de atividades. A primeira empresa a implantar o TPM foi a *Nippondenso Co., Ltd.*, parte do grupo automotivo da *Toyota*, e maior fabricante de peças elétricas para a indústria automobilística no Japão. Esta empresa tem uma grande reputação por sua alta produtividade e qualidade.

A modernização da manutenção das fábricas no Japão, começou em 1951, quando a manutenção preventiva foi introduzida pelos EUA, e foi desenvolvida até a manutenção produtiva. A *Nippondenso* introduziu a manutenção produtiva em 1960, mas foi ao estilo da manutenção preventiva dos EUA. Isto é, os operadores se preocupavam com a produção, e o setor de manutenção era responsável pela manutenção.

A *Nippondenso* investiu alto na automação de sua produção, assim como na produção e montagem de peças. Como as operações foram automatizadas, a manutenção dos equipamentos de automação pela manutenção convencional tornou-se impossível. Por esta razão eles decidiram introduzir o TPM por volta de 1969. O primeiro passo, foi a divisão de tarefas dos operadores do equipamento automatizado de maneira que cada operador seria responsável pela manutenção de rotina. A empresa, foi premiada com o Prêmio *Deming*, e desenvolveu os círculos do Controle de Qualidade na qual todos os colaboradores participaram. Estas atividades de QC (*Quality Control*), ajudaram a empresa a desenvolver o TPM. De 1969 até 1971, o plano de TPM da *Nippondenso* se desenvolveu, e em 1971 a empresa foi premiada com o *Distinguished Plant Prize* pelos resultados obtidos.

O prêmio deu início a era da TPM no Japão. Em uma reunião do *Japan Institute of Plant Engineers (JIPE)*, o antecessor do *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)*, os integrantes decidiram disseminar o TPM entre as fábricas no Japão. O TPM se espalhou rapidamente.

O primeiro passo do TPM é mudar a atitude dos empregados, de modo que o operador se encarregue da manutenção do equipamento que ele utiliza (manutenção autônoma).

A manutenção autônoma é uma estratégia utilizada para envolver os operadores nas atividades de manutenção de suas máquinas, com o objetivo de reduzir o número de falhas evitando a deterioração dos equipamentos, detectando anomalias, como ruídos, vibrações, sobreaquecimento, dentre outras, e tratando-as num estágio inicial, e aumentar a eficiência das ações preventivas. As atividades de manutenção autônoma são conduzidas pelos operadores da produção e complementam as ações preventivas do departamento de manutenção. Existem três fatores para tornar a manutenção preventiva eficiente: o trabalho das equipes de manutenção, o trabalho dos operadores da produção e a cooperação entre as equipes de manutenção e produção, estes três elementos formam o triângulo da manutenção eficiente proposto por Masao Umeda mostrado na Figura 1. (XENOS, 2004).



Figura 1 - Triângulo da Manutenção Eficiente

Fonte: Xenos (2004)

É óbvio que treinar os operadores em manutenção é essencial. Melhorar as atitudes humanas só é possível quando há boa vontade quanto habilidade. Neste sentido segundo Xenos 2004, as habilidades dos operadores podem ser divididas em: habilidades para detectar anomalias, habilidades para relatar as anomalias e contribuir para seu tratamento, habilidade para estabelecer as condições ótimas de operação dos equipamentos, habilidade para manter as condições ótimas de operação dos equipamentos.

No TPM, as melhorias são conseguidas através do envolvimento da manutenção autônoma através de pequenos grupos de atividades, trazendo para a companhia os 5S's, eliminando as dezesseis grandes perdas, e otimizando a eficiência global dos equipamentos. Essas atividades desenvolvem tanto o operador, quanto seu equipamento, melhorando a companhia, os negócios e criando um ambiente de trabalho mais agradável.

2.3.4.2 Objetivos do TPM

Dentre os objetivos da TPM, destacam-se cinco principais, tais como:

1. Garantir a eficiência global das instalações, ou seja, deve-se operar em sincronia com a velocidade projetada, produzir na taxa planejada e fornecer resultados de qualidade em harmonia com velocidade e taxa.
2. Implementar um programa de manutenção para otimizar o ciclo de vida dos equipamentos, ou seja, instalar um programa que funcione de acordo com as mudanças que ocorram no desempenho do equipamento. Cada peça do equipamento, à medida que vai envelhecendo, exige diferentes tipos de cuidados e dedicação quanto ao atendimento da manutenção; um bom programa de manutenção preventiva (manutenção que se caracteriza no conceito de revisar antes de quebrar, onde se planeja revisões periódicas pelo pessoal de manutenção, interferindo na produção) e preditiva (manutenção que se caracteriza no conceito de prever quando vai quebrar, onde o próprio operador preenche diário de bordo, e o pessoal da engenharia e manutenção efetua análise dos sintomas através da observação de ruídos, vibrações, temperaturas, etc.) naturalmente leva em conta essas variações no tratamento das peças.
3. Solicitar o apoio dos demais departamentos envolvidos no plano da elevação da capacidade instalada garantirá total cooperação e compreensão dos departamentos afetados. Ao se incluir a manutenção de equipamento nas decisões de projeto/compra assegura-se que a padronização da máquina vai ser levada em consideração. A padronização reduz os níveis de estoque, as exigências de treinamento os tempos de partida. Outro procedimento importante é o apoio dado à manutenção pela a armazenagem, um bom atendimento logístico pode reduzir em muito o tempo em que

a produção fica interrompida, porém mais importante que isto é a otimização dos níveis de estoque, ou a menos, tentar evitar a existência de grandes estoques.

4. Solicitar dados e informações de todos os funcionários da empresa, ou seja, quando se pede aos empregados de todos os níveis que, com as suas aptidões e seus conhecimentos, colaborem na melhoria do processo de fabricação, além de se conseguir a integração alcança-se uma das condições mais importantes para um excelente ambiente numa empresa, a satisfação do cliente interno.
5. Incentivar o princípio de trabalho em equipe para consolidar ações de melhoria contínua, ou seja, quanto mais aberta for a gerência às idéias da força de trabalho, mais simples será para as equipes funcionarem. Essas equipes podem ser formadas por áreas, por departamentos, por linhas de produção, por processos ou por equipamentos. Elas podem ser constituídas por operadores, pelo pessoal de manutenção e inclusive pelo pessoal da gerência.

2.3.5 Etapas da Implementação da Manutenção Autônoma

Etapa 1 – Fazer a limpeza inicial

O objetivo desta etapa é limpar completamente o equipamento e áreas de adjacentes, eliminando a sujeira e o acúmulo de resíduos, pó, óleo, graxas em excesso. Durante a limpeza inicial, devem ser identificadas as anomalias, por exemplo, desgastes, trincas, folgas, danos superficiais, parafusos soltos ou faltantes, (XENOS 2004).

Segundo Xenos (2004), os pontos chave para esta etapa são:

- a. Reforçar o conceito de limpeza e inspeção;
- b. Não limpar somente por limpar, e sim para detectar as anomalias;
- c. Estabelecer critérios de limpeza que devem ser utilizados pelos operadores como referência durante a limpeza inicial;

- d. Registrar em fotos ou vídeos o progresso da limpeza inicial;
- e. Durante a limpeza inicial, fazer a identificação com etiquetas para que as anomalias sejam reparadas imediatamente;
- f. Quanto as anomalias que exigem assistência do setor da manutenção, marcá-las com etiquetas o outros meios para tratamento futuro, fazer um plano de ação (5W 1H), identificando o responsável e prazo de conclusão;
- g. É essencial o apoio do supervisores e gerentes durante a limpeza inicial.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) as principais atividades do passo são:

- a. Planejar a manutenção autônoma;
- b. Preparar e planejar a limpeza inicial e a colocação das etiquetas;
- c. Realizar as atividades de limpeza inicial;
- d. Retirar as etiquetas;
- e. Introduzir um padrão provisório;

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) os resultados esperados são:

- a. Retirada de 80% das etiquetas;
- b. Início do processo de etiquetagem contínua;
- c. Introdução e aplicação do padrão provisório de limpeza;
- d. Definição de uma lista das fontes de sujeira e das áreas difíceis de limpar;

Etapa 2 – Identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas

O objetivo desta etapa é eliminar as causas das anomalias detectadas na etapa 1, projetando contramedidas que evitem sua reincidência. Introduzir melhorias no projeto inicial da máquina, tornando-a mais fácil de ser limpa, inspecionada e lubrificada, (XENOS, 2004).

Segundo Xenos (2004), os pontos-chaves desta etapa são:

- a. Ensinar os operadores como identificar outras causas de deterioração;
- b. Redução de tempo necessário para a limpeza, inspeção e lubrificação;
- c. Buscar apoio dos setores de manutenção, engenharia para promover melhorias;
- d. Utilizar a “Gestão a Vista” para identificar áreas críticas do equipamento;
- e. Listar todos os pontos de lubrificação e identificá-los com cores idênticas às dos reservatórios de lubrificantes. Evitar a lubrificação em excesso;
- f. Fazer a substituição de peças danificadas, desgastadas ou faltantes.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) as principais atividades do passo são:

- a. Analisar as fontes de sujeira e as áreas difíceis de limpar;
- b. Implementar as soluções, atualizar o padrão de limpeza, monitorar os resultados;
- c. Melhorar as áreas difíceis de inspecionar.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) os resultados esperados são:

- a. Eliminação/contenção das fontes de sujeira.
 - i. Máquinas mais fáceis de limpar.
 - ii. Redução dos tempos de limpeza.
- b. Atualização do padrão provisório de limpeza.

- c. Máquinas mais fáceis para inspecionar.

Etapa 3 – Padronizar as atividades de manutenção autônoma

O objetivo desta etapa é evitar a deterioração dos equipamentos: limpeza, inspeção, lubrificação e reaperto, elaborando padrões provisórios de inspeção, limpeza e lubrificação. Essas ações mantêm as condições básicas do equipamento para evitar sua degradação acelerada, (XENOS, 2004).

Segundo Xenos (2004), os pontos chaves desta etapa são:

- a. Os operadores devem relacionar o que precisa ser feito no equipamento para evitar sua deterioração acelerada, preparar os padrões de procedimentos para evitar as rotinas básicas de manutenção autônoma, visando manter as condições ótimas do equipamento;
- b. Garantir que os operadores tenham a habilidade e motivação necessária para cumprir os padrões estabelecidos;
- c. Os operadores devem manter as condições que foram estabelecidas para os equipamentos nas etapas anteriores de limpeza e melhorias. Se as condições básicas não forem mantidas, todos os esforços serão desperdiçados;
- d. Treinar os operadores a elaborar padrões, tendo em mente o 5W1H;
- e. Estabelecer metas de tempo para as atividades de manutenção autônoma. Por exemplo, dez minutos a cada dia, uma hora a cada semana. Estas metas devem ser estabelecidas pelo gerente de produção juntamente com seus supervisores. Devem-se evitar o uso do papel - listas de verificação – nas inspeções diárias. Para isso identificar o pontos de inspeção no equipamento através da “Gestão à Vista”;
- f. Buscar soluções para aumentar a produtividade das atividades de manutenção autônoma, reduzindo o tempo necessário para realizá-las. Por exemplo, marcar porcas

e parafusos com marcas de afrouxamento, reposicionar os pontos de lubrificação, estender os intervalos de manutenção autônoma.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) as principais atividades do passo são:

- a. Criar e manter padrão de limpeza e inspeção;
- b. Estudar o sistema de lubrificação;
- c. Simplificar o sistema de lubrificação;
- d. Criar um sistema de lubrificação visual;
- e. Introduzir um programa de lubrificação;
- f. Formar os operadores;
- g. Monitorar os resultados.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) os resultados esperados são:

- a. Atualização e aplicação dos padrões de limpeza e inspeção;
- b. Simplificação do sistema de lubrificação;
 - i. Redução do tempo de lubrificação;
 - ii. Redução dos pontos de lubrificação;
 - iii. Redução do numero de lubrificantes;
- c. Definição e aplicação do padrão de lubrificação;
- d. Definição e manutenção do sistema de gestão da lubrificação;
- e. Operadores de produção em condições de desenvolver simples atividades de lubrificação.

Etapa 4 – Desenvolver habilidades de inspeção geral dos equipamentos

O objetivo desta etapa é inspecionar visualmente as partes principais dos equipamentos para detectar anomalias ou falhas ocultas, utilizando padrões previamente estabelecidos. Os operadores devem aprender a reconhecer as condições ótimas de funcionamento dos equipamentos e desenvolver habilidades de diagnosticar falhas através da “Gestão à Vista”. Modificar os equipamentos para facilitar sua inspeção, (XENOS, 2004).

Segundo Xenos (2004), os pontos chaves desta etapa são:

- a. Os operadores devem ser treinados a reconhecer os pontos críticos dos seus equipamentos através de treinamento no trabalho (OJT);
- b. Os operadores devem ser treinados nos mecanismos, funções e critérios de inspeção de seus equipamentos;
- c. Desenvolver manuais de treinamento com desenhos em corte, diagramas dos sistemas e identificação das partes;
- d. O treinamento dos operadores deve enfatizar não somente como, mas também o porquê de encontrar as anomalias;
- e. Os padrões de manutenção autônoma devem ser revisados continuamente, avaliar as habilidades dos operadores e retreiná-los nos pontos fracos;
- f. Utilizar as “lições de um ponto” para tornar o treinamento mais prático e interessante. Promover o treinamento junto à máquina durante quinze minutos;
- g. Buscar assistência da equipe de manutenção para preparar e ministrar parte do treinamento;

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) as principais atividades do passo são:

- a. Fazer com que os líderes das equipes estudem as máquinas;
- b. Providenciar a formação dos operadores;

- c. Colocar em pratica o que se aprendeu sobre as maquinas e evidenciar os problemas;
- d. Promover o controle visual;
- e. Definir os padrões de inspeção;
- f. Controlar os resultados;

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) os resultados esperados são:

- a. Definição e aplicação dos padrões de inspeção geral;
- b. Simplificação das atividades de inspeção;
 - i. Melhoramento das áreas difíceis de inspecionar;
 - ii. Facilidade de identificação das condições, introdução de controles visuais;
- c. Redução de perdas ligadas ao maquinário;
- d. Melhoramento das capacidades do pessoal de produção.

Etapa 5 – Promover a inspeção dos equipamentos

Nesta etapa os operadores devem utilizar as lisas de verificação e procedimentos operacionais (Padrões de Manutenção Autônoma) com máxima efetividade. Aperfeiçoar os padrões de manutenção autônoma – revisando os padrões provisórios elaborados na etapa 3 – sem o apoio da manutenção. O objetivo desta revisão é incorporar novos itens que surgiram na inspeção geral desenvolvida durante a etapa 4. Aprender a importância de registrar dados dos equipamentos de forma básica, (XENOS, 2004).

Segundo Xenos (2004), os pontos chaves desta etapa são:

- a. Sempre que forem encontradas anomalias, para as quais não há um item de inspeção específico, estudar a revisão dos padrões de manutenção autônoma para incluir itens de inspeção, limpeza e lubrificação específicos;

- b. Inserir nos padrões de manutenção autônoma, outros itens de inspeção proveniente da garantia da qualidade para evitar produtos defeituosos;
- c. Os operadores devem coletar e analisar dados simples sobre seus equipamentos tais como o número de interrupções por falha e o tempo de interrupção;
- d. Comparar os manuais de inspeção periódica e o de manutenção autônoma para verificar omissões ou sobreposições.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) as principais atividades do passo são:

- a. Integrar os padrões de limpeza e lubrificação com a inspeção geral;
- b. Preparar as listas de controle para a inspeção autônoma;
- c. Promover um sistema de reunião do grupo;
- d. Melhorar a “Gestão a Vista” e o nível operativo;
- e. Controlar os resultados.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) os resultados esperados são:

Equipamentos

- a. As atividades de inspeção estão bem visíveis (marcação clara no equipamento, onde, o que, quando, como);
- b. O percurso da inspeção é claro e visível;
- c. Os sintomas das falhas dos equipamentos são fáceis de detectar;
- d. As causas de falhas são identificadas e eliminadas antecipadas (ampliação da vida dos componentes);
- e. Redução dos custos de manutenção dos equipamentos.

Pessoal

- a. Aumento das habilidades:
 - i. Ser capaz de realizar controles de inspeção através dos padrões de inspeção de melhoramento;
 - ii. Ser capazes de reparar quebras simples e auxiliar a manutenção;
- b. Desenvolver a consciência sobre:
 - i. A necessidade de melhorar os padrões;
 - ii. Toda as perdas ligadas à execução dos padrões;
 - iii. Qualquer sintoma que permita a prevenção de ocorrências de falhas (condições de monitoramento);
 - iv. Ligação de uso de peças aos sintomas e aos métodos de detecção;
- c. Desenvolver o trabalho em equipe.
 - i. Reuniões do grupo eficazes sobre a gestão dos eventos anormais do equipamento.

Etapa 6 – Organizar e gerenciar o local de trabalho

Esta etapa visa aumentar a abrangência da manutenção autônoma através do melhor gerenciamento do local de trabalho. É preciso melhorar a organização das áreas para aumentar a eficiência do trabalho, melhorar a qualidade do produto e a segurança do ambiente. Padronizar o manuseio de materiais nas áreas. Padronizar a coleta de dados na área sobre o desempenho dos equipamentos, (XENOS, 2004).

Segundo Xenos (2004), os pontos chaves desta etapa são:

- a. Os operadores devem organizar o local de trabalho e padronizar atividades que desejam controlar. Estas atividades devem se dividem em três categorias distintas: (1)

- estabelecer itens de inspeção adicionais para os equipamentos; (2) organizar e gerenciar o manuseio de ferramentas de materiais e (3) estabelecer padrões para as responsabilidades individuais;
- b. Utilizar os princípios do 5S com a máxima eficácia, particularmente os dois primeiros sentidos (ordenação e utilização);
 - c. Utilizar com proficiência os princípios de “Gestão a Vista”. Tornar o ambiente de trabalho o mais visual possível;
 - d. Padronizar as operações dos equipamentos através de procedimentos ou padrões de operação;
 - e. Utilizar mecanismos ou sistemas “*fool-proof*” – à prova de bobeira – para evitar erros de operação dos equipamentos;
 - f. Consolidar a disciplina dos operadores no sentido de manterem organizado o seu local de trabalho.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) a principal atividade do passo é:

Padronizar os controles e organizar a gestão da manutenção

Etapa 7 – Consolidar a implantação da manutenção autônoma

Os operadores continuam a desenvolver suas próprias habilidades de diagnóstico e reparo dos equipamentos, auxiliando a manutenção na coleta de vários dados dos equipamentos. Desenvolver capacidade de analisar os dados coletados e propõem melhorias adicionais nos equipamentos para aumentar a confiabilidade, facilidade de operação e aumentar a vida útil dos equipamentos e estender seus intervalos de inspeção, (XENOS, 2004).

Segundo Xenos (2004), os pontos chaves desta etapa são:

- a. Os operadores devem estar plenamente treinados engajados em atividades de melhoria continua (kaizen), visando melhorar os equipamentos de acordo com os dados coletados, e devem saber girar o ciclo PDCA;
- b. Trabalhar em conjunto com a equipe da manutenção para localizar os pontos fracos dos equipamentos, para estender a vida útil do equipamento e os intervalos de inspeção;
- c. Os supervisores da operação devem promover treinamento e dar assistência técnica na melhoria dos equipamentos, e devem ser padronizadas as melhorias alcançadas.

Segundo ÉFESO CONSULTING, (2002) a principal atividade do passo é:

- a. Criar grupos autônomos e promover o melhoramento contínuo.

2.3.6 Avaliando a implantação da manutenção autônoma

Para assegurar que as melhorias se perpetuem, é necessário realizar algumas ações:

- a. Auditorias periódicas para avaliar a implantação da manutenção autônoma;
- b. Programa de avaliação e auditoria da consolidação de cada etapa da manutenção autônoma;
- c. Avaliação continua dos resultados obtidos em relação a capacidade de reduzir o numero de falhas e o tempo de interrupção dos equipamentos e aumentar sua disponibilidade.

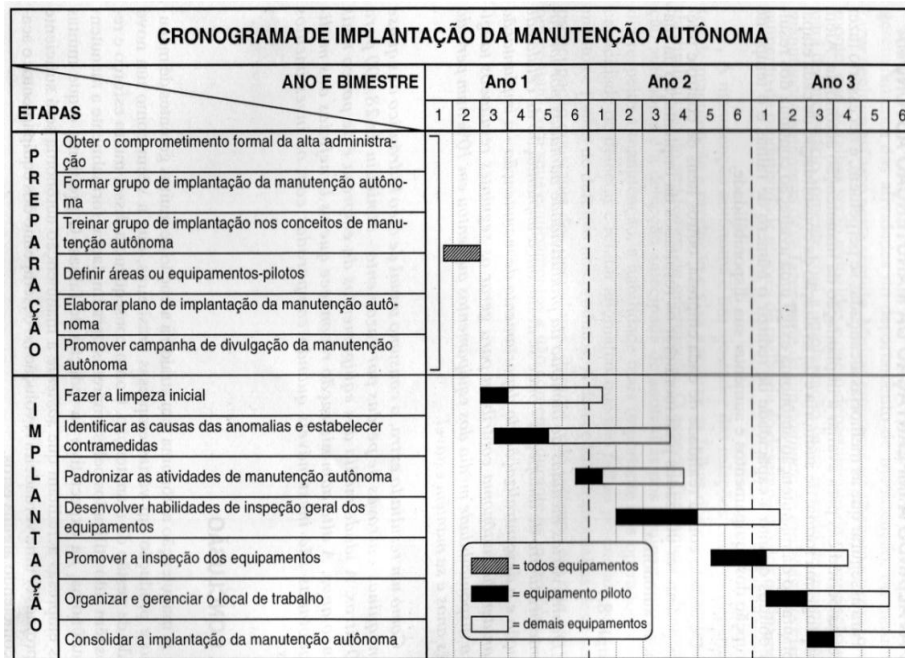


Figura 2 - Exemplo de Cronograma de Implantação da Manutenção Autônoma

Fonte: ÉFESO CONSULTING, (2004).

2.3.6.1 Gestão à Vista

Gestão à vista, aplicado a manutenção é utilizado para otimizar o tempo e aumentar a eficiência através da simplificação das tarefas e da melhor visibilidade de aspectos críticos.

Pode ser aplicado para identificação da fiação elétrica, marcação das tubulações, ferramentas, cabos de aço pontos de lubrificação com código de cores, identificação da posições das válvulas, instalações de tampas de acrílico para facilitar a inspeção de partes internas do equipamento (XENOS, 2004), (Figura 3).

2.3.6.2 LUP - Lição de Um Ponto

Lição de um ponto ou lição de um tema, é um método simples para transmitir as informações de maneira estruturada utilizando recursos visuais para o treinamento de operadores, tem baixo custo, são fáceis de produzir e pode ser utilizados diretamente no chão-de-fábrica, ao lado dos equipamentos, transmitindo conhecimento de forma eficaz e duradouro. (Figura 4)

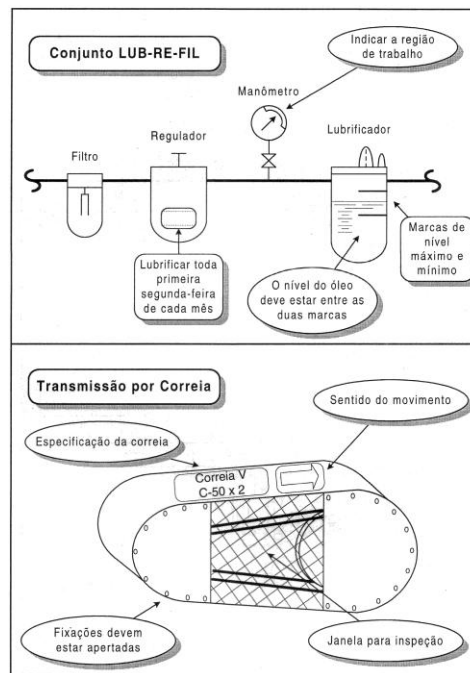


Figura 3 - Exemplo de Gestão à Vista

Fonte: Xenos (2004)

Uma LUP é caracterizada por:

- a. Um único assunto;
- b. Alto nível de comunicação;
- c. Tempo reduzido de compreensão: 5 – 10 minutos;

Sua função é de formar os operários e fornecer demonstrações claras das ações a serem tomadas, de modo a:

- a. Incrementar o conhecimento básico: ensinar como executar uma determinada atividade;
- b. Eliminar um problema: ensinar o que fazer para prevenir a repetição de um problema;
- c. Expandir os melhoramentos: utilizar como exemplo uma contramedida eficaz para promover a sua aplicação em outras situações.

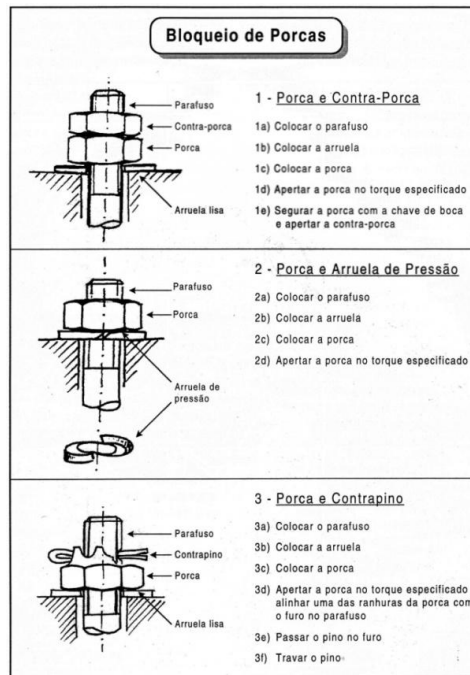


Figura 4 - Exemplo de Lição de Um Ponto

Fonte: Xenos (2004)

2.4 Gestão de Treinamento

O objetivo do treinamento dos operadores é desenvolver competência nos equipamentos. O treinamento deve ser detalhado e começar com os conhecimentos básicos sobre equipamentos: funções, princípios e mecanismos operacionais. A necessidade de treinamento aumenta continuamente devido as mudanças ambientais (demanda dos clientes, concorrentes, novas tecnologias).

A prática da manutenção autônoma exige dos operadores alguns conhecimentos técnicos básicos sobre as condições de ocorrências de falhas nos equipamentos e as anomalias que antecedem as falhas. Basicamente existem dois aspectos fundamentais sobre a relação dos operadores com seus equipamentos:

- a. Os operadores devem conhecer detalhadamente seus equipamentos, aprender e praticar métodos corretos de operá-los;

- b. Os operadores devem entender os princípios e causas relacionadas às falhas dos equipamentos para que possam tomar ações preventivas adequadas.

O treinamento deve evoluir em etapas, à medida que os operadores participam das tarefas reais de manutenção. O treinamento completo deve ensinar aos operadores:

- a. Nomenclatura das peças e componentes dos equipamentos;
- b. Funções destas peças e componentes e princípios de funcionamento;
- c. Quais as conseqüências das falhas destas peças e componentes;
- d. Como detectar e relatar anomalias no equipamento;
- e. Quais são as contramedidas no caso de anomalias e falhas.

A seleção e a apresentação do temas do treinamento devem ser feitas para garantir a máxima eficácia do treinamento. Para facilitar o treinamento, o supervisor deve preparar recursos visuais simples, tais como desenhos o fotografias do equipamento, diagramas esquemáticos, vistas em corte ou vistas explodidas.

O conhecimento e as habilidades dos operadores para lidar com os equipamentos devem ser constituídas ao longo do tempo para capacitá-los a praticar as ações preventivas necessárias. Segundo Xenos (2004), as habilidades dos operadores podem ser divididas em:

- a. Habilidade para detectar anomalias;
- b. Habilidade para relatar as anomalias e contribuir para o seu tratamento;
- c. Habilidade para estabelecer as condições ótimas de operação dos equipamentos;
- d. Habilidades para manter as condições ótimas de operação dos equipamentos.

O sistema atual de treinamento encontra diversas dificuldades para superar o *gap* (diferença) das habilidades.

A falta de habilidade e a inadequada comunicação dos padrões causam até 50% das perdas. Um exemplo é a causas raízes dos defeitos através dos “4M’s”, mostrado na figura. 5.

A falta de habilidade e a inadequada comunicação dos padrões causam perdas muito graves, como por exemplo:

- a. Os padrões e os procedimentos existem, mas somente para satisfazer os auditores da qualidade/ISO, são extremamente complicados de ler e seguir.
- b. Geralmente faltam sistemas de SOP (Procedimento Operativo Padrão) /OPL (Lição de um ponto) para guiar o treinamento sobre as atividades diárias.
- c. Não existe tempo suficiente, nem um sistema apropriado para a correta introdução de novos operadores.
- d. Nem sempre 100% dos operadores competentes estão disponíveis, devido a férias ou absenteísmo.

O treinamento ajuda na evolução da empresa através do modelo organização educacional. Através do desenvolvimento das habilidades há uma melhor compreensão e consciência do trabalho diário, conhecimento das técnicas de melhoramento, pessoas mais polivalentes e com maior nível de cultura, mudança comportamental e mental.

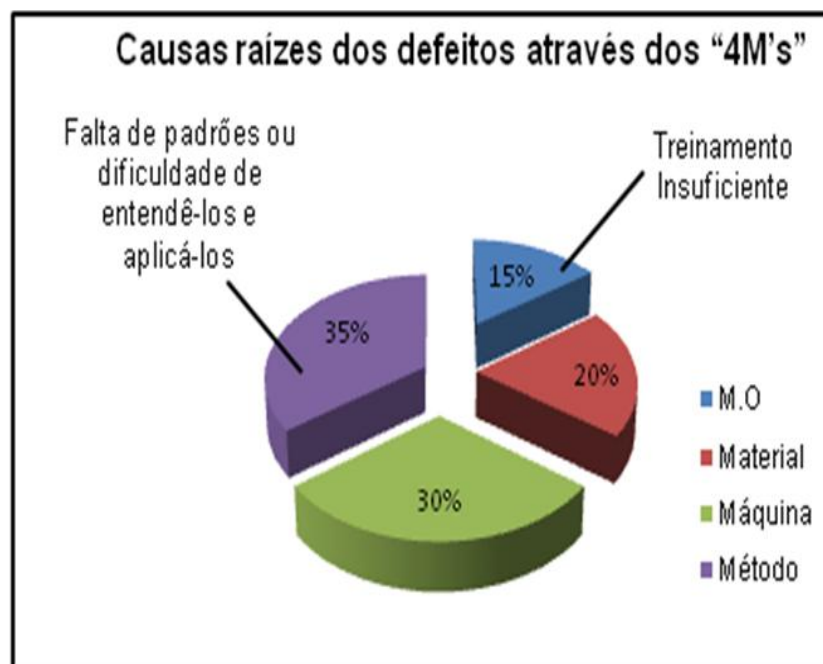


Figura 5 - Causas raízes dos defeitos através dos 4M's

Fonte: ÉFESO CONSULTING (2004).

2.5 Ferramentas da Qualidade

2.5.1 5 Porquês

A análise dos cinco porquês ajuda a encontrar as causas pela raiz. As causas pela raiz de um problema são a origem de uma cadeia de eventos que conduzem ao mesmo problema.

Esse método consiste em responder 5 vezes à pergunta “porque”, caminhando progressivamente e profundamente para definição das contramedidas eficazes, (Figura 6).

O STP tem sido construído com base na prática e na evolução desta abordagem científica. Ao fazer a pergunta e responder, pode-se chegar à verdadeira causa do problema, ou seja, a causa raiz do problema e corrigi-lo.

Segundo Ohno (1997), “se a busca pela causa do problema não for completa, as ações efetivadas podem ficar desfocadas”. É por isso que a pergunta de porquês tem que ser repetida várias vezes.

Partindo do problema deve-se perguntar “por que”, normalmente existem diversas respostas possíveis, procurar atacar e completar a parte mais idônea para depois atacar as outras partes.

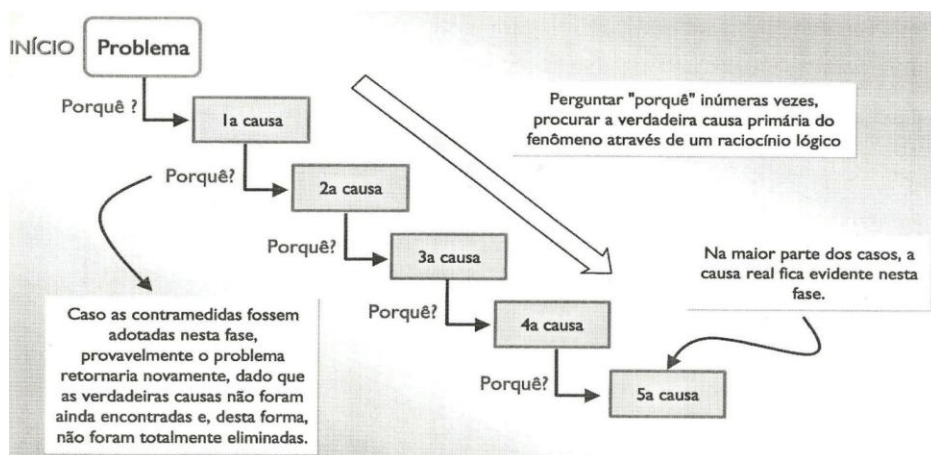


Figura 6 - Análise das causas pela raiz efetuada utilizando os cinco porquês

Fonte: ÉFESO CONSULTING, 2004.

Para definir as causas é necessário usar breves e simples frases, ser o mais preciso possível, tentar quantificar as informações, não parar se ainda é possível perguntar por que. Se encontrar uma causa raiz, quando possível ligar a causa, a uma ação para sua irradicação. As análises devem ser sempre baseadas em dados reais.

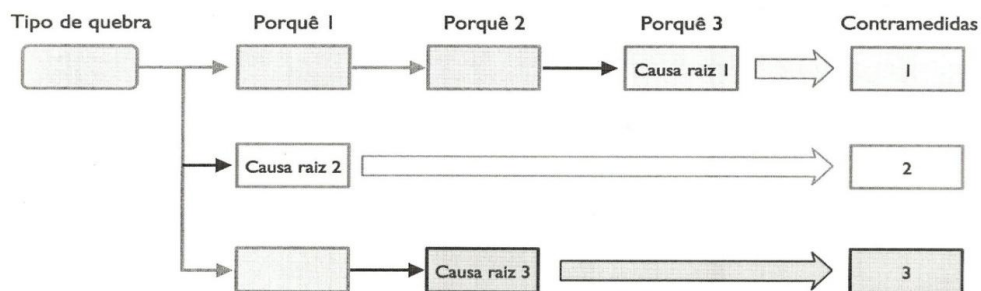


Figura 7 - Análise dos 5 porquês
Fonte: ÉFESO CONSULTING, 2004.

A análise pode ser considerada concluída, somente após a identificação de todas as causas pela raiz do problema. A partir deste ponto derivam uma série de contramedidas efetivas.

2.5.2 Diagrama de Causa e Efeito

Kaoru Ishikawa, foi quem desenvolveu o diagrama de causa e efeito. Nasceu em 1915 e se formou em Química Aplicada pela Universidade de Tóquio em 1939, morreu em 1989. O Dr. Ishikawa foi o primeiro a utilizar o termo Controle de Qualidade Total (*Total Quality Control*) e desenvolveu as "Sete Ferramentas". Recebeu muitos prêmios durante sua vida, incluindo o Prêmio *Deming* e a Segunda Ordem do Tesouro Sagrado, uma altíssima honraria do governo japonês.

O diagrama de causa e efeito, espinha-de-peixe ou diagrama *Ishikawa* é uma ferramenta gráfica utilizada pela administração para o gerenciamento e o controle da qualidade (CQ) em diversos processos. Originalmente proposto pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa em 1943, para facilitar o processo de pensamento. Em 1952 foi utilizado em todos os processos

da *Kawasaki Iron Fukiai Works*, apresentando resultados significativos passou a ser adotado por várias fábricas de todo o mundo.

Ishikawa (1981), relata que “o processo é um conjunto de fatores de causa, precisa ser controlado para que se obtenha bons produtos e efeitos”. E seu diagrama “mostra a relação entre as características e os fatores de causa”, ou seja, representa a relação entre um efeito e suas possíveis causas, daí o nome diagrama de causa e efeito.

O diagrama de Ishikawa serve para evidenciar, classificar e correlacionar as possíveis causas de um problema (efeito), para orientar, focalizar a conversão, discussão sobre o problema em questão, para suportar a análise, de modo que a construção do diagrama e a discussão do argumento ajudem na tomada de novas decisões.

Pode ser utilizado na abordagem de um problema, com a necessidade de identificar suas causas, definindo as causas mais prováveis, aquelas com maior incidência no problema, classificando-as por ordem de importância. Pode-se utilizar um diagrama de Pareto, ou em caso de ausência de dados específicos, recorrer ao *brainstorming*, para concluir-se com um dado.

O processo foi dividido em famílias de causas ou fatores de manufatura, diz Falconi (1999), também conhecida como 6 M's:

- Matérias-primas;
- Máquinas;
- Medidas;
- Meio ambiente;
- Mão-de-obra;
- Método.

Em qualquer trabalho ou qualquer processo, pode-se identificar inúmeros fatores de causa, e controlar todos seria impossível, e até mesmo inviável economicamente. Segundo Falconi

(1999), “nunca se deve estabelecer um item de controle sobre algo que não se possa exercer o controle”.

Etapas para a construção de um diagrama de causa e efeito, (Figura 8), segundo Werkema (1995):

- 1 Definir a característica da qualidade ou o problema a ser analisado;
- 2 Relacione dentro de retângulos, como espinhas grandes, as causas primárias que afetam a característica da qualidade ou o problema definido no item 1;
- 3 Relacione, como espinhas médias, as causas secundárias que afetam as causas primárias;
- 4 Relacione, como espinhas pequenas, as causas terciárias que afetam as causas secundárias;
- 5 Identifique no diagrama as causas que parecem exercer um efeito mais significativo sobre a característica da qualidade ou problema;
- 6 Registre outras informações que devam constar no diagrama.

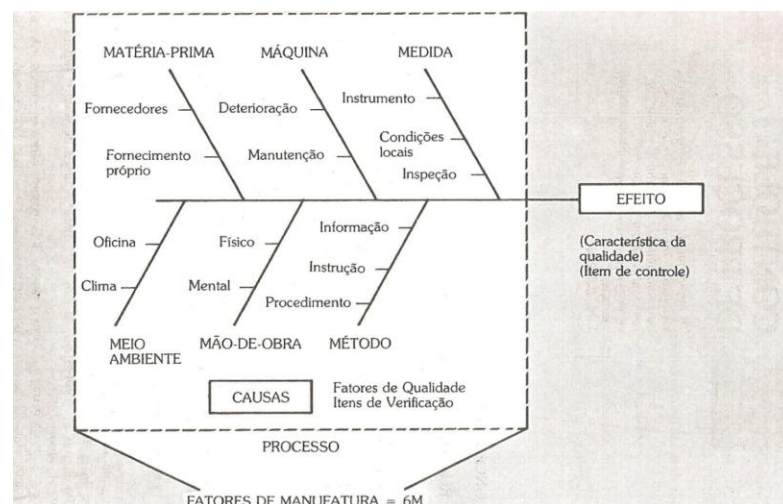


Figura 8 - Diagrama de Ishikawa

Fonte: Falconi 1999

As causas que realmente influenciarão nos efeitos não são muitos. Se o princípio estabelecido por Vilfredo Pareto for seguido, “poucas causas são vitais e muitas triviais”, ou seja, somente

é necessário padronizar dois ou três dos fatores de causa mais importantes e controlá-los. Mas primeiramente é necessário encontrar esses fatores de causas importantes.

Na busca pelos fatores de causas as pessoas envolvidas “precisam ser capazes de discutir o processo abertamente e francamente, e a sessão pode ser conduzida como uma sessão de *“brainstorming”*”, (ISHIKAWA, 1981).

2.5.3 Brainstorming

O *brainstorming* ou "tempestade de idéias", é uma técnica de exposição de idéias livremente “tem o objetivo de auxiliar um grupo de pessoas a produzir o máximo possível de idéias em um curto período de tempo”, relata Werkema (1995). Utilizado sempre que for necessário identificar uma série de parâmetros havendo a necessidade de respostas rápidas a questões relativamente simples.

O *brainstorming* pode ser dividido em 3 principais partes:

- Encontrar os fatos: Listar todos os eventos envolvidos com o tema;
- Geração da idéia: Listar todas as possibilidades de melhoria ou solução;
- Encontrar a solução: Definir quais as principais idéias, de acordo com os fatos levantados.

O *brainstorming* é baseado em dois princípios:

Criatividade em quantidade: os participantes devem sugerir qualquer idéia que lhe venha à mente, sem preconceitos.

Qualidade: Quanto mais idéias forem geradas, maior a possibilidade de encontrar uma boa idéia. Quantidade gera qualidade.

Pode ser:

Estruturado: cada um exprime as suas próprias idéias, um a um.

Não estruturado: cada um exprime suas idéias, sem uma ordem definida.

A maioria das más idéias são inicialmente boas idéias. Quando geramos idéias, é necessário ignorar as considerações à importância da idéia, à sua usabilidade, à sua praticabilidade.

Uma idéia pode levar a outra. Idéias más podem levar a boas idéias. *Brainstorming* dá-nos a hipótese de pôr as idéias que passam pela cabeça no papel, de maneira a conseguir obter as melhores delas.

Segundo *Ishikawa* (1996), deve-se escolher “pessoas que estão familiarizadas com o processo, tais como operários, engenheiros, pesquisadores”.

Regras gerais para a construção de um “*Brainstorming*”, segundo *Werkema* (1995):

- 1 Deve ser escolhido um líder para dividir as atividades do grupo: durante as reuniões, o líder deve incentivar a participação dos membros do grupo e o processo de geração de novas idéias;
- 2 Todos os membros do grupo devem dar sua opinião sobre as possíveis causas para o problema analisado: os participantes da reunião devem apresentar suas idéias naturalmente, à medida que elas vão surgindo, o que torna o ambiente mais informal;
- 3 Nenhuma idéia deve ser criticada: as críticas podem inibir a participação de alguns membros do grupo. Após a construção do diagrama de causa e efeito deve ser feita uma revisão para eliminar as causas consideradas pouco viáveis;
- 4 As idéias devem ser escritas em um quadro-negro: a exposição de idéias facilita o processo de enriquecimento da opinião inicial de um participante, por meio das sugestões das outras pessoas presentes à reunião;
- 5 A tendência de culpar pessoas deve ser evitada: esta é uma tendência destrutiva que desvia a atenção do objetivo da reunião, que consiste em descobrir as causas específicas do problema.

2.5.4 5 S

Segundo Falconi (1999), o programa 5S, visa mudar a maneira de pensar das pessoas na direção de um melhor comportamento para toda a vida.

Foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, no Japão após a Segunda Guerra Mundial, com o propósito de organizar o espaço.

A sigla provém de cinco palavras do japonês: *Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitsuke*. A Figura 9, relaciona o significado do 5S.

5 S	Produção	Administração
SEIRI (arrumação)	Identificação dos equipamentos, ferramentas e materiais necessários e desnecessários nas oficinas e postos de trabalho.	Identificação dos dados e informações necessárias e desnecessárias para decisões.
SEITON (ordenação)	Definição do local específico ou layout para os equipamentos serem localizados a qualquer momento.	Determinação do local de arquivo para pesquisa e utilização de dados a qualquer momento. Deve-se estabelecer um prazo de 5 minutos para se localizar um dado.
SEISOH (limpeza)	Eliminação de pó, sujeira e objetos desnecessários e manutenção da limpeza nos postos de trabalho.	Sempre atualização e renovação de dados para ter decisões corretas.
SEIKETSU (asseio)	Ações consistentes e repetitivas visando arrumação, ordenação e limpeza e ainda manutenção de boas condições sanitárias e sem qualquer poluição.	Estabelecimento, preparação e implementação de informações e dados de fácil entendimento que serão muito úteis e práticas para decisões.
SHITSUKE (autodisciplina)	Hábito para cumprimento de regras e procedimentos especificados pelo cliente.	Hábito para cumprimento dos procedimentos determinado pela empresa.

Figura 9 - Quadro de Significado do 5S

Fonte: Falconi (1999)

2.5.5 Gráfico de Pareto

Também conhecido como Diagrama de Pareto, é uma metodologia gráfica utilizada para definir e enfrentar os problemas de maneira sistemática, organizando-os por ordem de importância.

Segundo Werkema (1995), o Gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas variáveis de serem alcançada.

Pareto pode ser utilizado para:

- a. Classificar, por ordem de importância, a contribuição de cada componente sobre o efeito total;
- b. Evidenciar os problemas chaves e concentrar os esforços nas áreas onde o impacto do melhoramento, para alcançar o objetivo, será mais elevado. São estabelecidos, as temáticas e os objetivos por ordem e prioridade;
- c. Prever a eficácia das intervenções, ressaltando o impacto sobre cada área no problema em questão;
- d. Compreender a eficácia efetiva da intervenção, analisando os diagramas de Pareto realizados antes e depois do melhoramento. Utilizando cores diferenciadas para cada uma das categorias, é possível observar o impacto através do diagrama.

Pode ser aplicado quando diante de um problema, não existir nenhuma prioridade ou para confrontar duas representações do mesmo fenômeno em tempos diferentes e evidenciar os resultados da ação de melhoramento afetado.

Etapas para a construção de um Gráfico de Pareto, segundo Werkema (1995):

1. Defina o tipo de problema a ser estudado
2. Liste os possíveis fatores de estratificação (categorias) do problema escolhido;
3. Estabeleça o método e o período de coleta de dados.

4. Elabore uma lista de verificação apropriada para coletar os dados.
5. Preencha a lista de verificação e registre o total de vezes que cada categoria foi observada e o número total de observações.
6. Elabore uma planilha de dados para o gráfico de Pareto, com as seguintes colunas: categorias, Quantidades (Totais Individuais), Totais acumulados, Porcentagens do total geral, Porcentagens acumuladas.
7. Preencha a planilha de dados, listando as categorias em ordem decrescente de quantidade.
8. Trace dois eixos verticais de mesmo comprimento e um eixo horizontal.
9. Marque o eixo vertical do lado esquerdo (ou direito) com a escala de zero até o total da coluna Quantidade (Q) da planilha de dados. Identifique o nome da variável representada neste eixo e a unidade de medida utilizada, caso seja necessário.
10. Marque o eixo vertical do lado direito (ou esquerdo) com uma escala de zero até 100%. Identificando o eixo como “Porcentagem Acumulada (%)”.
11. Divida o eixo horizontal em um número de intervalos igual ao número de categorias constantes na planilha de dados.
12. Identificar cada intervalo de eixo horizontal escrevendo os nomes das categorias, na mesma ordem em que eles aparecem na planilha de dados.
13. Construa um gráfico de barras utilizando a escala do eixo vertical do lado esquerdo.
14. Construa a curva de Pareto marcando os valores acumulados (Total Acumulado ou Porcentagem Acumulada), a acima e no lado direito (ou no centro) do intervalo de cada categoria, e ligue os pontos por segmento de reta.
15. Registre outras informações que devam constar no gráfico, como por exemplo, título, período de coleta de dados, número total de itens inspecionados, objetivo do estudo realizado.

2.5.6 5 W 1 H

É uma ferramenta de análise utilizada para melhorar os métodos de trabalho. A expressão deriva da primeira letra das palavras usada para descrever a metodologia: *What, Why, Who, Where, When, How*.

<i>What</i> (O que)	Qual atividade está sendo executada
<i>Why</i> (Porque)	Porque a atividade está sendo executada
<i>Who</i> (Quem)	Quem executa a atividade
<i>Where</i> (Onde)	Onde a atividade é executada
<i>When</i> (Quando)	Quando e com que frequência
<i>How</i> (Como)	Como, de acordo com quais procedimentos, informações e documentos solicitados

Figura 10 - 5 W + 1 H para cada atividade

Fonte: ÉFESO CONSULTING (2004)

O método 5W + 1 H é utilizado para identificar os espaços potenciais de recuperação da produtividade através de ações de melhoramento organizativo e metodológico.

2.5.7 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, ciclo de *Shewhart* ou ciclo de Deming, foi introduzido no Japão após a guerra, idealizado por *Shewhart* e divulgado por Deming. O ciclo PDCA segundo Falconi (1999) “é um método para a prática de controle”. O ciclo tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão, como por exemplo na gestão da qualidade, dividindo-a em quatro principais passos.

Os passos são:

Plan (planejamento): estabelecer missão, visão, objetivos (metas), procedimentos e processos (metodologias) necessárias para atingir os resultados.

Do (execução): realizar, executar as atividades.

Check (verificação): monitorar e avaliar periodicamente os resultados, avaliar processos e resultados, confrontando-os com o planejado, objetivos, especificações e estado desejado, consolidando as informações, eventualmente confeccionando relatórios.

Action (agir): Agir de acordo com o avaliado e de acordo com os relatórios, eventualmente determinar e confeccionar novos planos de ação, de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.

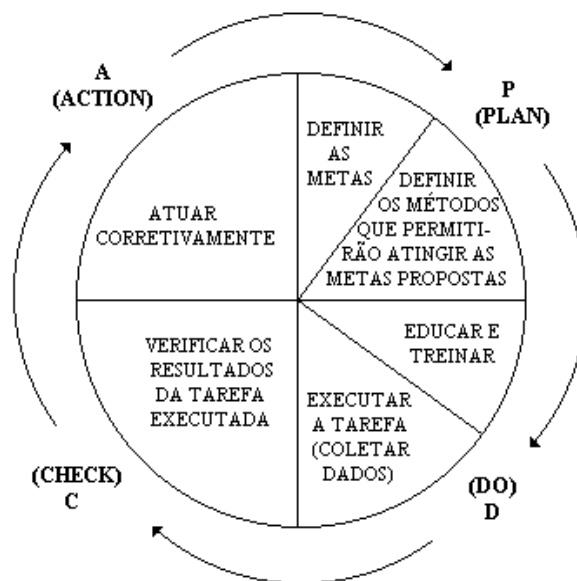


Figura 11 - Ciclo PDCA de Controle de Processo
Fonte: Falconi (1999)

O ciclo PDCA pode ser dividido em:

- 1 PDCA na manutenção e melhorias: O ciclo PDCA na manutenção é o cumprimento do procedimento padrão de operações (“*Standart operation procedure*”, SOP). O PDCA de melhoria é utilizada para melhorias do nível de controle e tem uma meta que é valor definido.

- 2 PDCA para manter resultados: Também mantidas pelo SOP.
- 3 PDCA para melhorar resultados: Segundo Falconi (1999), “este método é possivelmente o mais importante dentro do TQC”. A Figura 12 mostra a utilização do PDCA para melhoria, que se constitui no “método de solução de problemas.

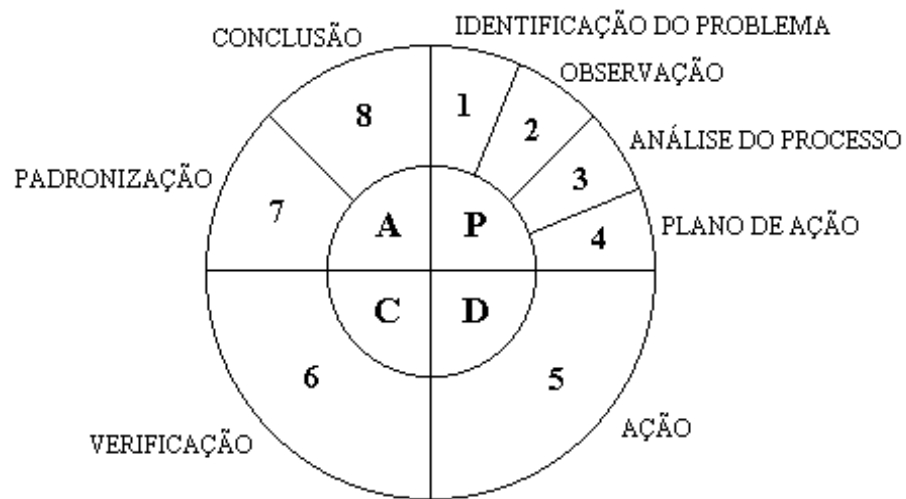


Figura 12 - Ciclo PDCA para melhorias
Fonte: Falconi (1999)

3 A HISTÓRIA DA EMBALAGEM

Na antiguidade a necessidade da sociedade era só de transporte de alimentos. Com a necessidade de estocar surgiram formas de conservar. As viagens e caravanas estimularam uma melhor proteção dos produtos para a resistência às longas distâncias.

Outra evolução da embalagem se deu com a globalização, com as novas rotas marítimas e comerciais, as embalagens precisavam ser ainda melhores, mais resistentes e que conservassem por mais tempo os produtos. Com a falta de tecnologia o barro e o tecido foram usados por milhares de anos, após foi utilizado a madeira para caixotes e barris permitindo o transporte de líquidos.

No início do século XIX duas invenções deram um impulso no setor de embalagem. Em 1810 o rei da Inglaterra atribuiu a patente da lata de aço a Peter Durand, que deu origem a indústria de conservas alimentícias enlatadas. A outra invenção foi de François Appert que venceu o concurso premiado lançado por Napoleão Bonaparte que precisava prover seus exércitos na Europa com alimentos que chegassem às linhas de frente, François venceu o concurso dando início a indústria de processamento de alimentos.

Com a intensificação do comércio surgiu a necessidade de identificação dos produtos. Os rótulos eram utilizados desde o século XV e escritos a mão, depois foram impressos em tipografia, que foi inventada por Gutenberg. Em 1798 surge na França a máquina de fazer papel inventado por Nicolas Lois Robert e na Bavária foi criado por Alois Senefelder o princípio da litografia que permitiu a impressão em cores. Em 1830 os rótulos coloridos já eram muito utilizados, utilizando-se a arte gráfica e fazendo com que as embalagens aumentassem ainda mais seu poder de atração.

Com a revolução industrial chega uma onda de progresso, com isso as máquinas começaram a produzir em tempo e escala que antes era inimaginável. Com a migração de pessoas do campo para a cidade para trabalhar nas fábricas ocorreu o crescimento das cidades e a necessidade de embalagens para o comércio de alimentos aumentou. As máquinas permitiram a fabricação de mais e melhores embalagens e os processos industriais se aperfeiçoaram. Em 1920 Dupont criou o celofane dando início a utilização dos plásticos.

Em 1930 Michael Kullen criou o conceito do supermercado. Com a quebra da bolsa de Nova York os trabalhadores ficaram sem dinheiro, ele eliminou os balconistas para reduzir os custos, fazendo com que os consumidores apanhassem os produtos das prateleiras. Devido ao grande sucesso, sua loja foi copiada.

A substituição do balconista obrigou a uma alteração radical na rotulagem das embalagens que tiveram de assumir a tarefa de informar o consumidor e de vender o produto. Esta necessidade deu início à embalagem moderna onde as funções mercadológicas ganharam cada vez mais espaço e importância.

A partir da Segunda Guerra Mundial, quando os supermercados se instalaram nas grandes cidades, surgiram inúmeras inovações na produção de embalagens, que deveriam permitir que os produtos fossem transportados dos locais onde eram fabricados, ou colhidos, para os grandes centros consumidores, mantendo-se estáveis por longos períodos de estocagem.

Na fase do supermercado, impulsionados pela popularização do automóvel que permitia levar grandes quantidades de compras para casa, ocorre uma explosão de consumo de embalagens: além de conter, ela teve de começar a vender, é o que se chama de “*Sales appeal*” (apelo de vendas). A embalagem assumiu o papel do vendedor.

Hoje a embalagem se sofisticou em todos os sentidos. Existem mais de 10 mil itens diferentes envolvendo uma ampla gama de materiais, processos e tecnologias.

O aparecimento do código de barras foi um desafio para as embalagens, a impressão deste código deveria ser precisa para que os caixas fizessem a leitura automática. Mas uma nova tecnologia vem para substituir o código de barras é o *Smart Tag* RFID (etiqueta de identificação por radiofrequência), que não precisa registrar cada item, apenas passar o carrinho todo pelo caixa para fazer uma única leitura.

3.1 ROTOGRAVURA

Rotogravura é um sistema de impressão que utiliza como matriz um cilindro metálico com gravação em baixo relevo e a impressão é feita diretamente da matriz para o substrato, desde que seja flexível (papel, alumínio, PE,PP).

A gravação dos cilindros pode ser gravação química ou física. Nesse processo são feitas incisões na superfície do cilindro chamado de alvéolos. As gravações físicas podem ser eletromecânicas, a laser e por feixe de elétrons.

Para que o processo de impressão ocorra o cilindro gravado fica girando e é parcialmente imerso em uma banheira com tinta. A tinta, então, preenche as células em baixo relevo (alvéolos) e uma espécie de faca de aço flexível tangencia o rolo, retirando o excesso de tinta (Figura 13). O substrato a ser impresso passa entre o cilindro gravado e o rolo de pressão, onde a tinta é transferida diretamente.

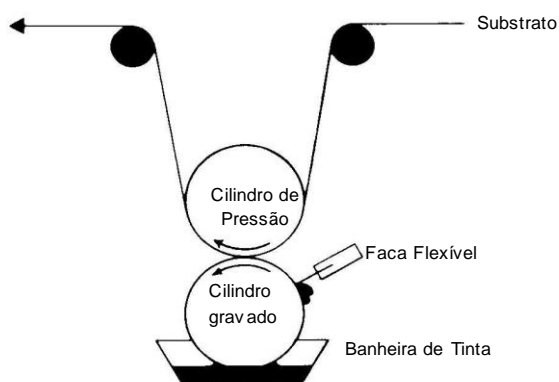


Figura 13 – Esquema do Processo de Impressão por Rotogravura

Fonte: Bobst

As impressoras utilizadas para impressão podem possuir várias unidades de impressão (Figura 14), também camadas de colunas, onde cada coluna é responsável pela aplicação de uma cor. As cores formadas pela combinação de mais de duas ou mais cores também são chamadas de cromias

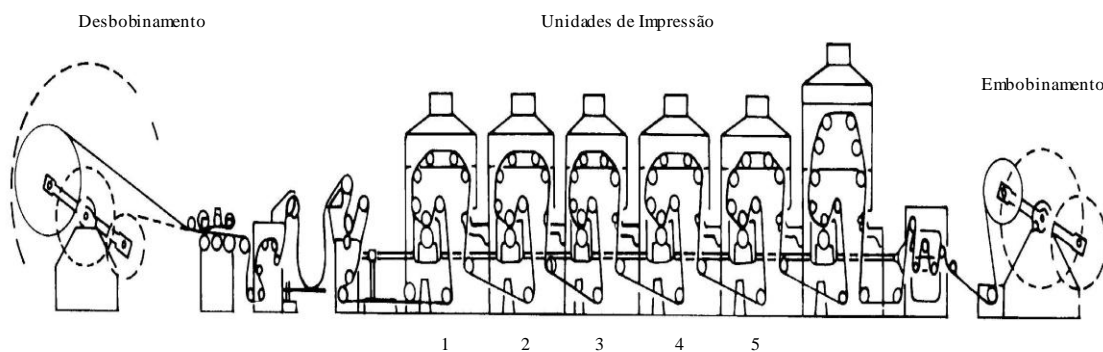


Figura 14 - Esquema de uma impressora rotogravura

Fonte: Bobst

4 ESTUDO DE CASO

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso aplicando a metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total), visando a eliminação de perdas, através de 7 etapas da manutenção autônoma e auxílio das ferramentas da qualidade.

O estudo foi realizado em uma impressora de embalagens, que apresentava um índice de refugo elevado para sua produção.

Para tentar solucionar esse problema foi iniciado um projeto de 25 semanas, com reuniões semanais entre representantes da engenharia, supervisão, manutenção e operação, formando uma equipe de 10 pessoas, com uma estrutura de líder, vice-líder e colaboradores.

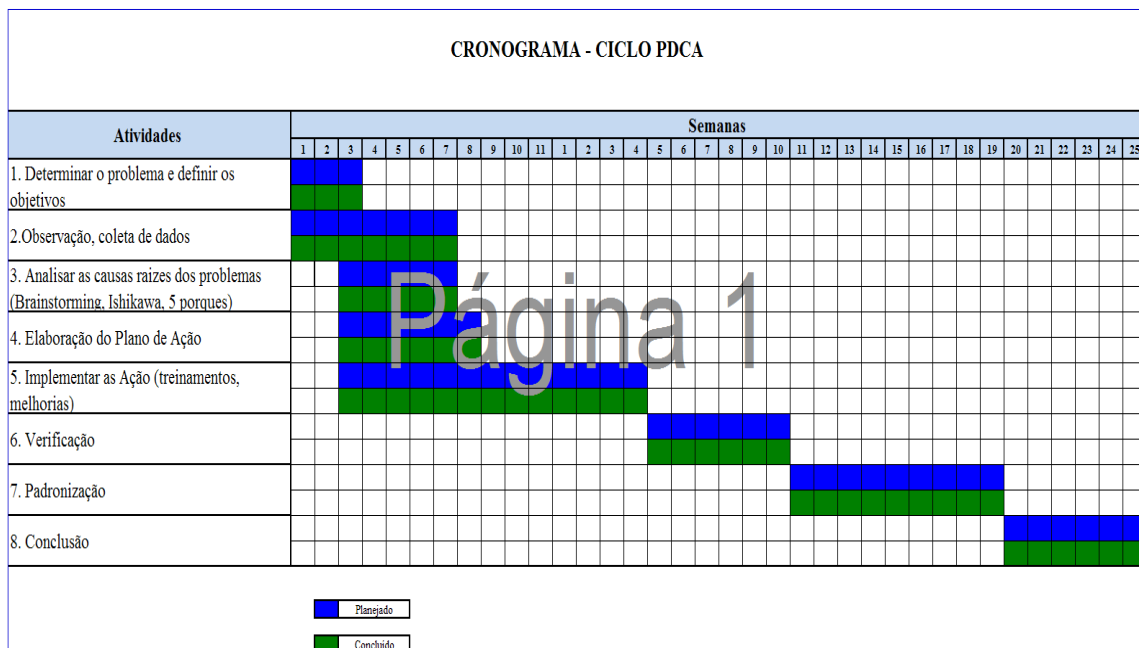


Figura 15 - Cronograma de 25 semanas

Seguindo as etapas propostas pelo ciclo PDCA, foi definido o problema, observado as condições atuais de máquina e produção.

Durante as reuniões foram analisados os problemas identificados nas fases de observação, coleta de dados e alguns problemas apresentado por operadores que não haviam sido identificados anteriormente. Paralelo a esta análise foi realizado o *brainstorming*, construído o

diagrama de *Ishikawa*, classificados com os 4M's respectivos, como pode ser observado na Figura 16.

Após essas análises citadas, iniciou-se a construção da planilha 5 porquês, fig.17, baseada nas causas identificadas no *braisntorming* e diagrama de *Ishikawa*, com o objetivo de melhor identificar as causas raízes dos problemas.

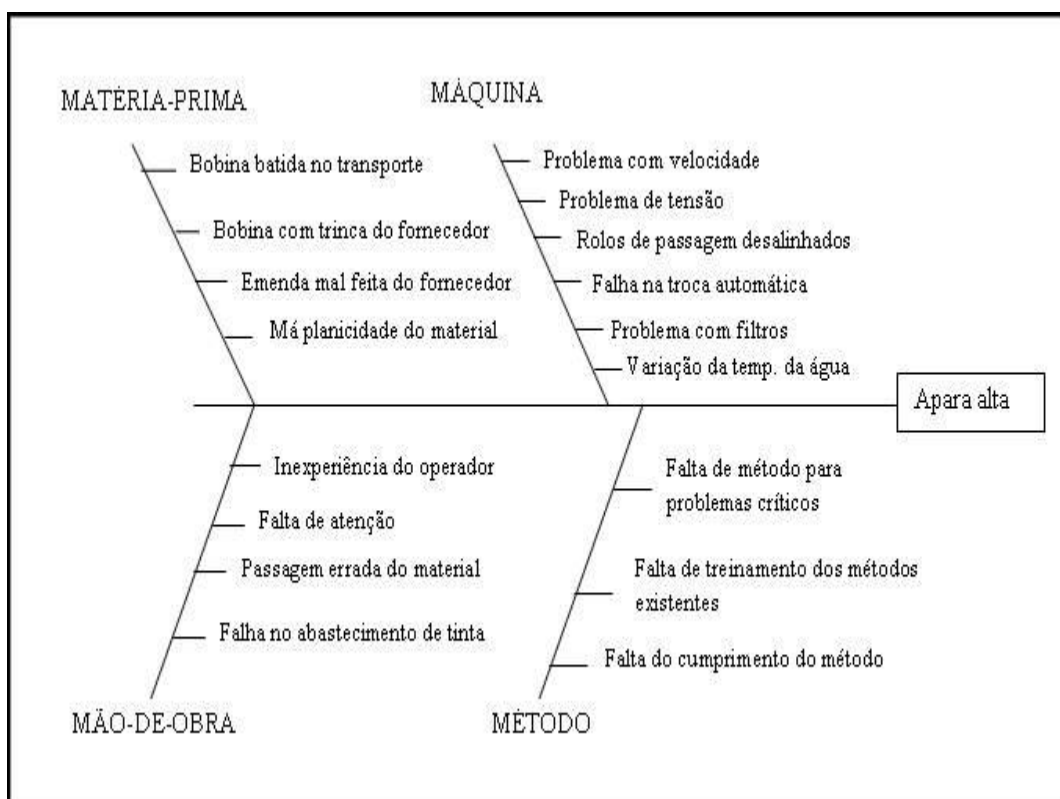


Figura 16 - Diagrama de Ishikawa – Aplicado

O objetivo da identificação das causas raízes dos problemas é a melhor eficiência da solução, pois podem ser tomadas medidas definitivas sem a necessidade de tempo excessivo para as tentativas de solucionar o problema. Mas em alguns casos, medidas definitivas não eram viáveis devido ao tempo de confecção ou implantação ou custos elevados, por isso foram providenciadas medidas provisórias.

Essas ações definitivas ou provisórias foram relacionadas através do 5W 1H, que defini qual atividade está sendo executada, porque, quem irá executar, onde será realizada, quando, e procedimentos utilizados para a correta execução do problema, (Figura 18).

	1º PORQUE	2º PORQUE	3º PORQUE	4º PORQUE	5º PORQUE	
A	1 - Aparar gerada no momento do acerto do registro	1 - Velocidade baixa gera menos aparar				
	2 - Aparar gerada no momento do acerto de cor	1 - Padrão max/min exigido pelo cliente	1 - Padronização da embalagem			
B	1 - Rolo de borracha sujo	1 - Tinta solta no rolo	1 - Baixa viscosidade da tinta	1 - Para melhorar o aspecto	1 - Falta de manutenção preventiva	
			2 - Rolo refrigerado fechado	2 - O viscosímetro estava quebrado		
		1 - Falta de atenção do operador				
		2 - Inexperiência do funcionário				
				3 - Falta de método		
	2 - Cilindro de impressão sujo ou entupido	1 - Lavagem incorreta	1 - Acumulo de peças na lavagem			
			2 - Inexperiência do funcionário			
			1 - Falta de observação do operador			
		alvéolos	2 - Tinta com baixa qualidade			
		3 - Cilindro mal gravado com alvéolos com pouca profundidade	1 - Falta de método			
3 - Cilindro de impressão batido ou com o cromo atado	1 - Falta de cuidado no manuseio do cilindro	2 - Cilindro muito usado				
		3 - Baixa qualidade do cromo	1 - Má qualidade do fornecedor			
			2 - O comprador não sabia qual marca ideal			
		3 - Custo benefício				
4 - Tinta fora de cor	1 - Erro do fornecedor	1 - Falta de procedimento padrão				
		2 - Não foi acertado pelo colorista				
C	1 - Ponta de cilindro solta	1 - Problema na fabricação				
		1 - Por atrito	1 - Falta de lubrificação			
		3 - Falta ou aperto insuficiente				
	2 - Rolos passantes presos	1 - Falta de lubrificação				
		2 - Rolamento quebrado	1 - Por falta de lubrificação			
			2 - Por falta de manutenção			
3 - Rolo refrigerado sujo	1 - Tinta solta no rolo	1 - Temperatura baixa	1 - Inexperiência do operador			
		2 - Tinta muito retardada				
		2 - Muito tempo sem parada				
D	1 - Perda técnica (10 mm)	1 - Área de tolerância para o alinhador da máquina				
	2 - Aproveitamento de matéria-prima					
E	1 - Emenda de fornecedor					
	2 - Troca de bobina	1 - Rejeitada pelo operador	1 - Defeito do fornecedor			
	3 - Emenda de impressão					
	4 - Emenda devido a retirada de campeão	1 - Para conferência de padrão max/min				
	5 - Emenda de laminação					
F	1 - Passagem errada do material	1 - Inexperiência do operador				
		2 - Desatenção do operador				
	2 - Falha na troca automática	1 - Durex da emenda não foi cortado	1 - Falta de atenção do operador			
		2 - Falha da impressora				
		3 - Erro de programação do operador na troca	1 - Inexperiência do operador			
			2 - Falta de método			
	3 - Excesso de tensão na máquina	1 - Operador aumentou a tensão	1 - Por descuido			
			2 - Por falta de método			
			3 - Para arrumar o passo da fotocélula	1 - Rolo refrigerado desligado	1 - Falta de atenção do operador	
				2 - Tensão muito baixa	1 - Falta de atenção do operador	
				2 - Aparelho quebrado		
4 - Retirada de amostra	1 - Falta de método					
G	1 - Sujieira na tinta	1 - Tinteiro sujo	1 - Tinteiro mal lavado	1 - Falta de atenção na lavagem de peça		
			2 - Reaproveitado da produção anterior	2 - Falta de método		
			2 - Tinta mal filtrada			
		3 - Sem filtro	1 - Montador esqueceu de colocar na hora da montagem			
			2 - Não tinha filtro disponível na montagem			
	2 - Acumulo de sujeira embaixo da faca	1 - Filtro ineficiente	1 - Porque a malha do filtro esta gasta	1 - Filtro gasto com a malha mais aberta		
			2 - Porque o filtro estava sujo	1 - Lavagem incorreta	1 - Desatenção do funcionário	
				2 - Falta de método		
		2 - Sem filtro	1 - Falta de atenção do montador			
			2 - Falta de filtro na empresa			
		2 - Sujieira que caiu na contra bacia				
I	1 - Antecipação do pedido do cliente					
	2 - Atraso na entrega do fornecedor de M.P.					
	3 - Cancelamento de um pedido, obrigando a utilização de outro lote					

Figura 17 - 5 Porquês

ITEM	O QUE	PORQUE	QUEM	ONDE	QUANDO	COMO
1	Alinhamento dos rolos passantes	Desalinhados	Manutenção	Máquina	Máquina parada	Seguindo procedimento padrão
2	Regular as tensões (enroladeira e desenroladeira)	Desregulados provocando quebras	Manutenção	Máquina	Máquina parada	Seguindo procedimento padrão
3	Regular troca automática	Falhando a troca	Manutenção	Máquina	Máquina parada	Seguindo procedimento padrão
4	Verificação do rolo refrigerado	Temp. da água com variações	Manutenção	Máquina	Máquina parada	Seguindo procedimento padrão
5	Retificar os rolos	Eliminar rugosidade	Torneiros	Manutenção	Máquina parada	Seguindo procedimento padrão
6	Testar filtros com malhas de micras menores	Eliminar problemas de risco/fiapo	Maria	Máquina	Todas as produções	Analisando o desempenho dos filtros nas produções
7	Criar procedimentos/métodos	Evitar erros devido a falta de metodologias	Maria	Nos pontos críticos	Imediato	Através de análise de pontos críticos
8	Treinar operadores (procedimentos)	Evitar erros devido a falta de conhecimento	Maria	Sala de treinamento	Imediato	Com a elaboração de treinamento
9	Revisar procedimento de análise/rejeição de matéria-prima	Evitar problemas relacionados à matéria-prima	Maria		Imediato	Através do procedimento já existente
10	Treinar operadores (TPM e ferramentas da qualidade)	Conhecimento das teorias utilizadas em máquina	Maria/Silvio	Sala de treinamento	Quando iniciar implantação do método	Com a elaboração de treinamento
11	Iniciar a Manutenção Autônoma	Para a máquina voltar as suas condições iniciais	Maria	Máquina	Após a realização do treinamento	Com a preparação dos materiais necessários

Figura 18 - 5W 1H

Através dos problemas apresentados, foram tomadas várias ações, de melhorias em máquina, melhorias de acessórios, manutenção nos pontos críticos e criação de procedimentos. A maioria das ações delegadas a manutenção necessitavam de máquina parada e foram realizados com aproveitamento do tempo de máquina sem produção.

A Figura 19, mostra o gráfico de Pareto com a situação no momento inicial do estudo realizado. As informações foram coletadas através do programa específico da empresa, para controle do processo de produção e suas perdas mensais. O gráfico estratifica o refugo por modos de defeitos e suas respectivas porcentagens.

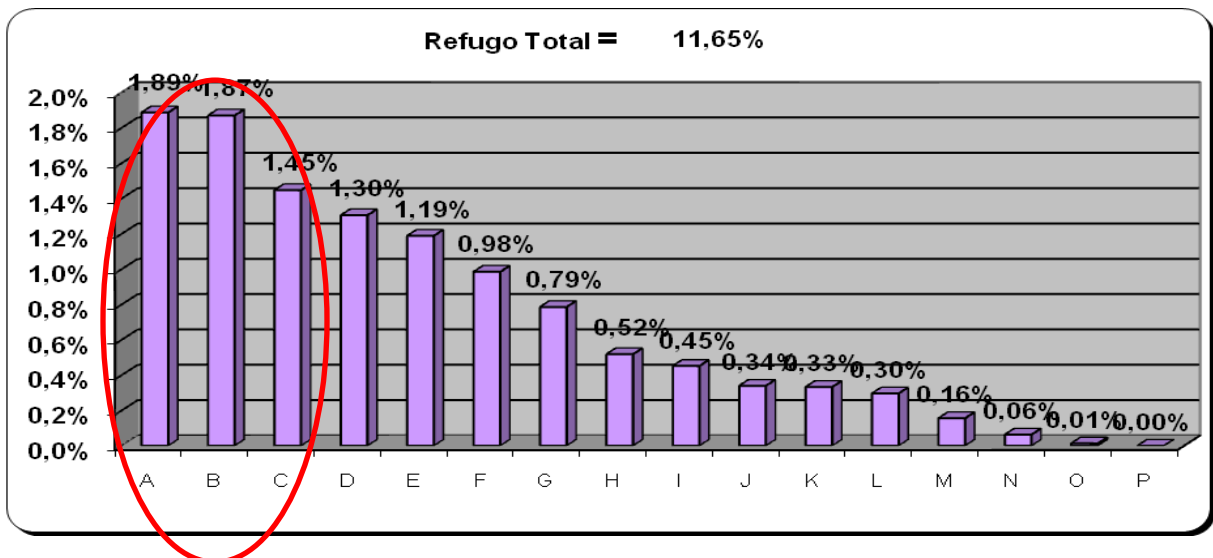


Figura 19 - Gráfico de Antes do Início das Ações

Os círculos no gráfico destacam as maiores perdas, ou seja, os pontos A, B e C que mais impactavam na produção.

Após as ações realizadas, houve uma melhora de seus resultados, essa melhora pode ser notada no primeiro mês de controle. Como pode ser observado no gráfico, Figura 20, que mostra a redução significativa dos valores de A, B e C que foram atacados e também a redução de outros itens que apresentaram redução devido ao impacto das melhorias de máquina.

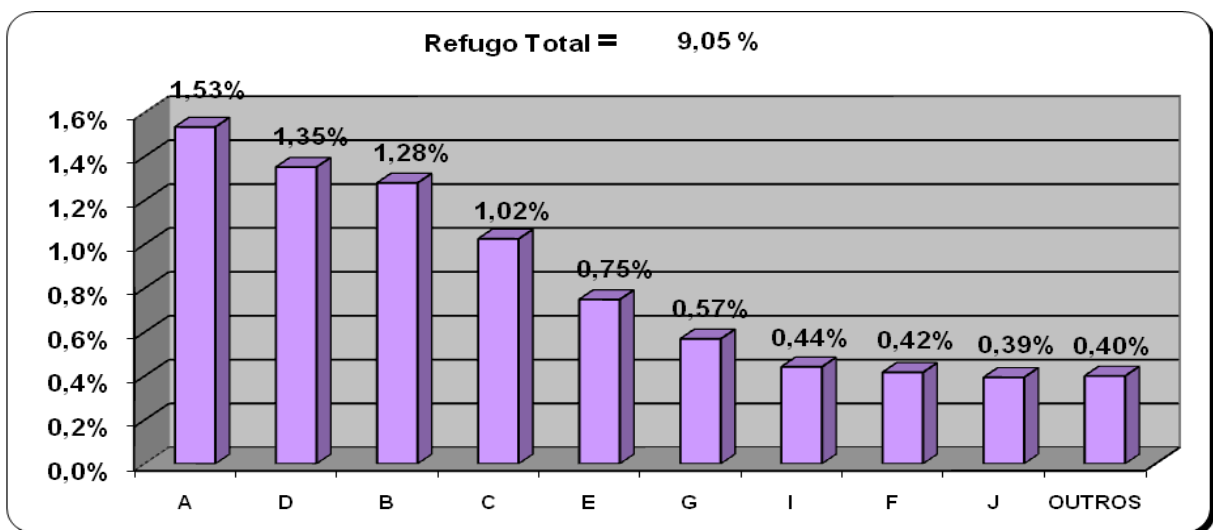


Figura 20 - Gráfico Após as Melhorias Apresentadas em 1 Mês

Como na análise inicial as observações foram feitas em máquina e em seus produtos. Pode-se observar que ainda havia muito a ser feito em relação a melhorias de máquina, e havia um potencial de ganho em relação a melhorias de produtos, que poderia reduzir o refugo ainda mais.

Com isso foi estratificado o gráfico de perdas e realizadas melhorias em três linhas de produtos que estavam com o refugo alto e as melhorias realizadas teriam retorno rápido, ou seja, as melhorias poderiam ser aplicadas nas próximas produções.

Com isso foi programado o início das etapas 1 e 2 de manutenção autônoma, iniciou-se o treinamento do TPM para os operadores e pessoas envolvidas na produção, treinamento de procedimentos novos ou já existentes e criado o cronograma de implantação das etapas 1 e 2, Figura 21.

A etapa 1, limpeza inicial, tem como objetivo melhorar a máquina, fazendo com que ela volte a sua condição inicial através da identificação dos problemas detectados na limpeza.

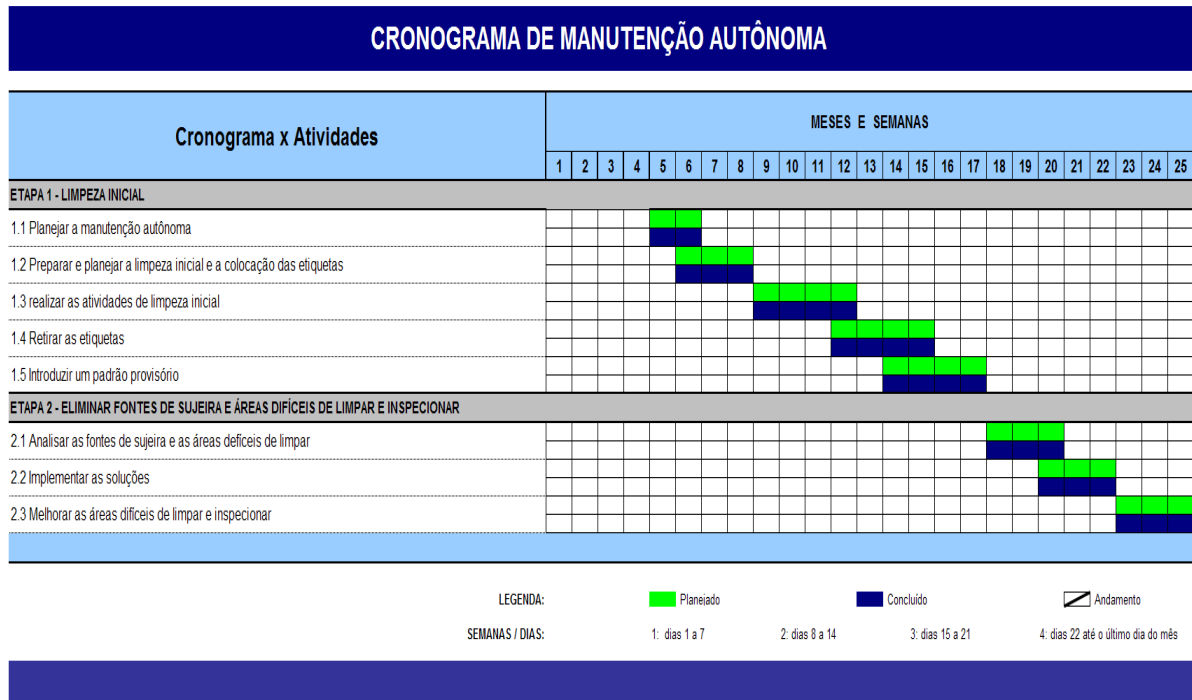


Figura 21 - Cronograma de Manutenção Autônoma

A etapa 1, a limpeza inicial da máquina foi realizada pelos operadores, na limpeza foram eliminados o acúmulo de sujeira, resíduos, pó, excesso de graxas, identificadas as anomalias como desgastes, folgas, e demais problemas que puderam ser identificados visualmente. Todo o trabalho foi registrado com fotos.

Após o início da etapa 1, foram criadas LUP's, dos pontos críticos e realizados treinamentos das mesmas, definido o padrão provisório de limpeza, listado as áreas difíceis de limpar e inspecionar e implantado o *check-list* de limpeza e inspeção, Figura 22.

Na etapa 2 foram eliminadas as anomalias detectadas na etapa 1, realizadas melhorias em máquina para facilitar a limpeza, inspeção e lubrificação, eliminação ou contenção da fonte de sujeira e a utilização de Gestão à Vista para a identificação das áreas críticas do equipamento.

As etapas posteriores da manutenção autônoma não estão previstas pois a etapa 3, padronizar as atividades de manutenção autônoma, requer grande envolvimento da manutenção nos pontos de lubrificação.

CHECK LIST DE LIMPEZA e INSPEÇÃO																																
TURNO A																																
Local / Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Enroladeira																																
Verificação																																
Coluna 8																																
Verificação																																
Coluna 9																																
Verificação																																
Carrinhos																																
Verificação																																
Piso (limpeza e arrumação)																																
Verificação																																
TURNO B																																
Local / Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Coluna 3																																
Verificação																																
Coluna 4																																
Verificação																																
Coluna 5																																
Verificação																																
Coluna 6																																
Verificação																																
Coluna 7																																
Verificação																																
Carrinhos																																
Verificação																																
Piso (limpeza e arrumação)																																
Verificação																																
TURNO C																																
Local / Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Desenrol.																																
Verificação																																
Coluna 1																																
Verificação																																
Coluna 2																																
Verificação																																
Carrinhos																																
Verificação																																
Piso (limpeza e arrumação)																																
Verificação																																

Página 1

	→ Sujou limpou
	→ Limpeza (etiquetagem)
V	→ Verificação

Limpar e anotar com "X" o campo referente ao local verificado

Figura 22 - Check-list de Limpeza e Inspeção

As melhorias obtidas através da implantação das etapas 1 e 2 de manutenção autônoma tiveram um grande impacto em máquina. Paralelamente as essas ações foram tomadas ações para melhorar as linhas de produtos individualmente.

Em todos os gráficos a linha vermelha destaca os itens que mais impactavam na produção.

Linha de produto 1:

Na linha de produto 1, foram atacados os problemas, que tinham soluções simples e rápidas. As ações tomadas foram:

Mudança de procedimentos de tinta, mudança de malhas dos filtros, redução de velocidade, utilização de bobina de acerto.

O resultado foi uma redução de 32,7% no refugo.

O gráfico, Figura 24, mostra a redução dos itens. As soluções implantadas foram de grande impacto e de baixo custo, necessitando apenas de algumas mudanças de máquina.

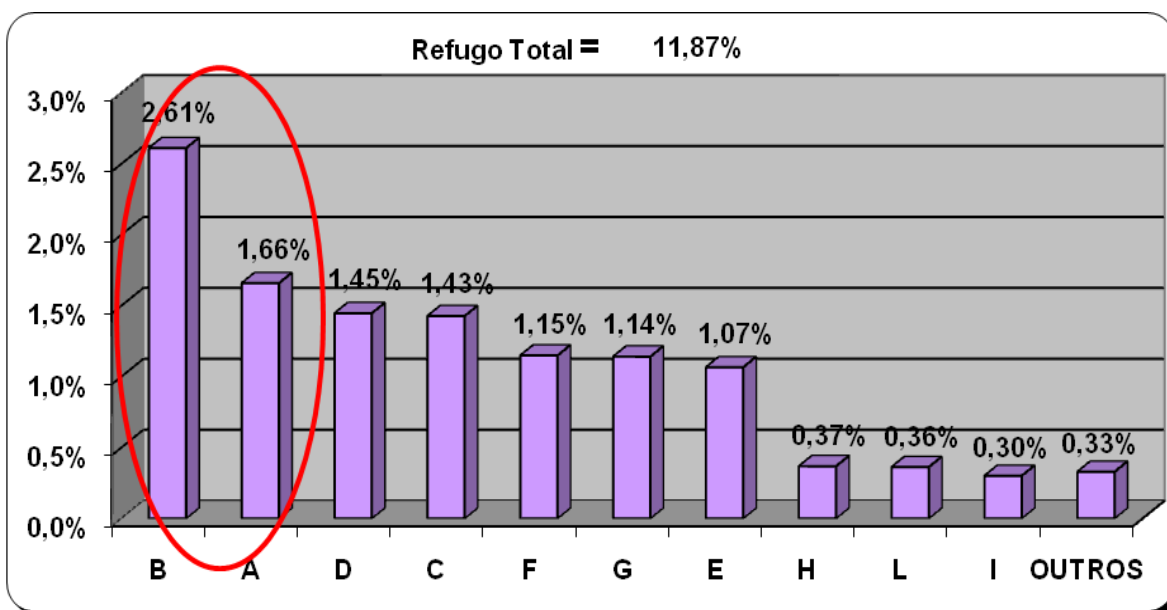


Figura 23 - Gráfico da Linha de Produto 1 - Antes das Ações

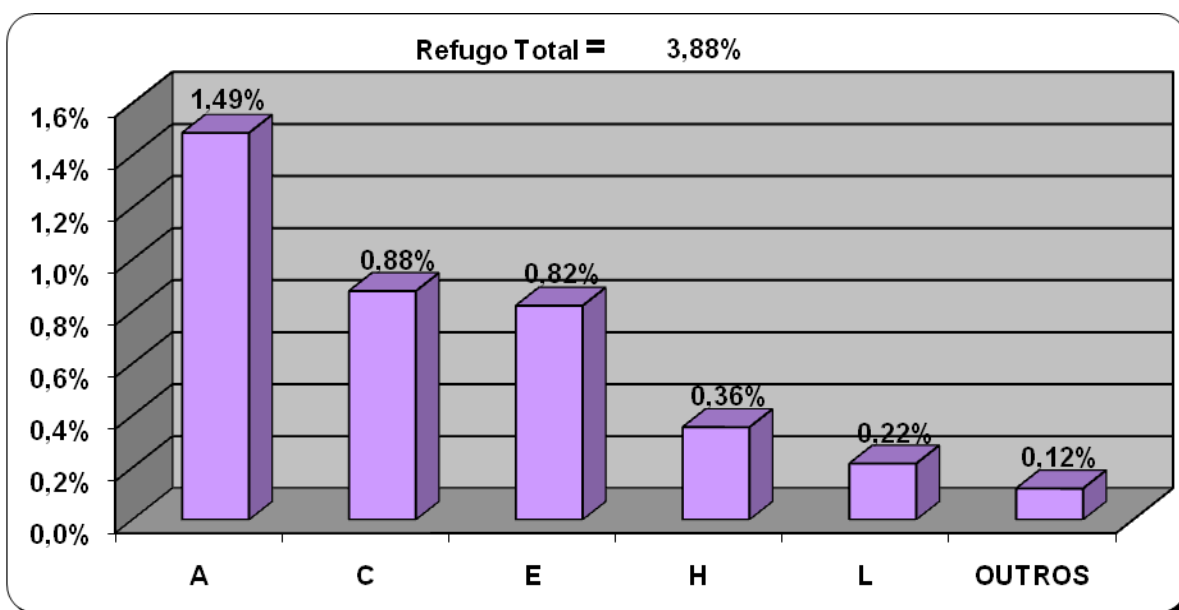


Figura 24 - Gráfico da Linha de Produto 1 - Depois das Ações

Linha de produto 2

Na linha de produto 2, as ações tomadas no item 1 também foram utilizadas para essa linha de produto, como: mudança de alguns procedimentos de tinta, redução de velocidade de máquina, ajuste e padronização das variáveis de máquina, análise e rejeição de matéria-prima não conforme.

O resultado foi uma redução de 56,9% no refugo. Como pode ser visto nos gráficos de antes e depois, Figuras 25 e 26.

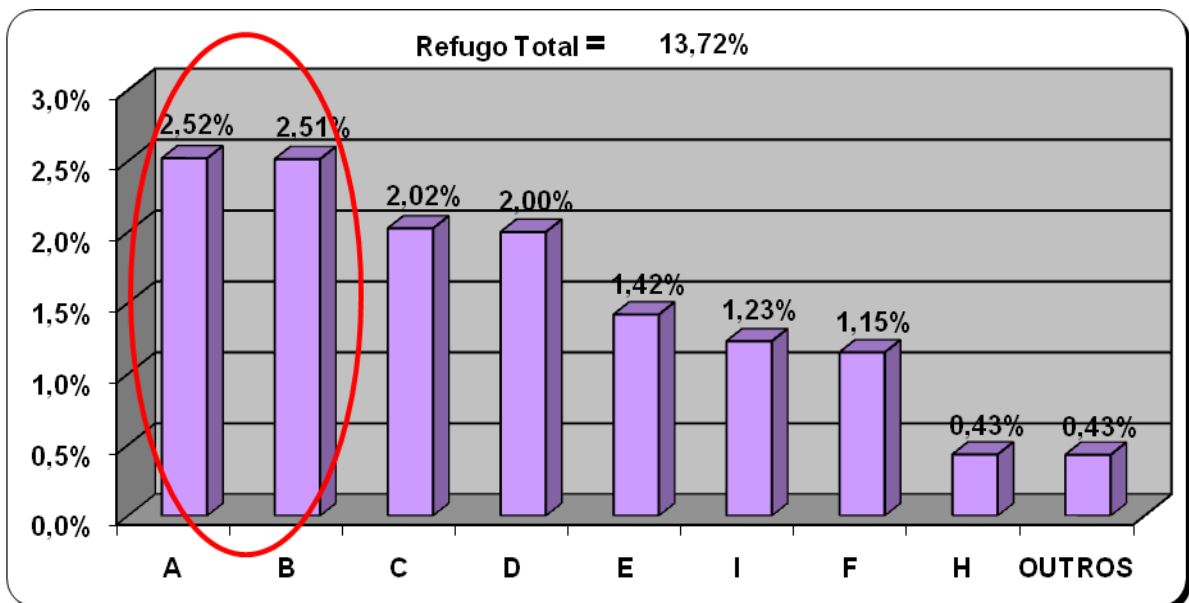


Figura 25 - Gráfico da Linha de Produto 2 - Antes das Ações

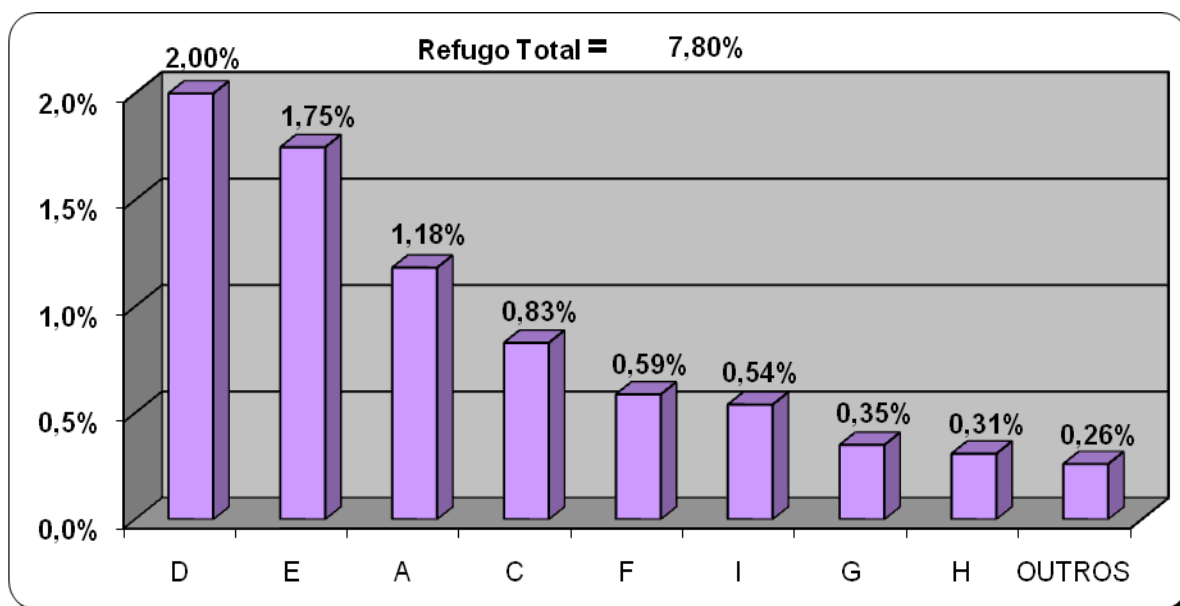


Figura 26 - Gráfico da Linha de Produto 2 - Depois das Ações

Linha de produto 3

Nessa linha de produto para solucionar o problema, foi tomada uma ação conjunta com o especialista em artes. Foi realizada uma melhoria da arte mas a mudança foi visível e necessitou da autorização do cliente.

As ações tomadas foram: mudança de arte, análise e rejeição de matéria-prima não conforme, ajuste e padronização das variáveis de máquina.

As ações tomadas tiveram um resultado de 42,8 % de redução de refugo, como pode ser visto no gráfico, Figuras 27 e 28.

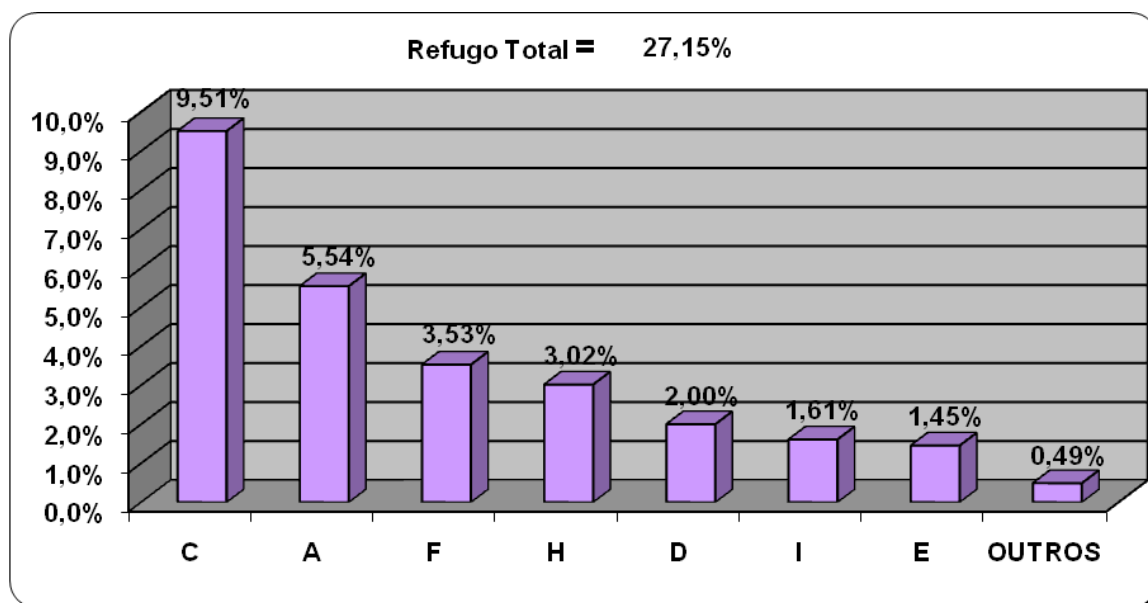


Figura 27 - Gráfico da Linha de Produto 3 - Antes das Ações

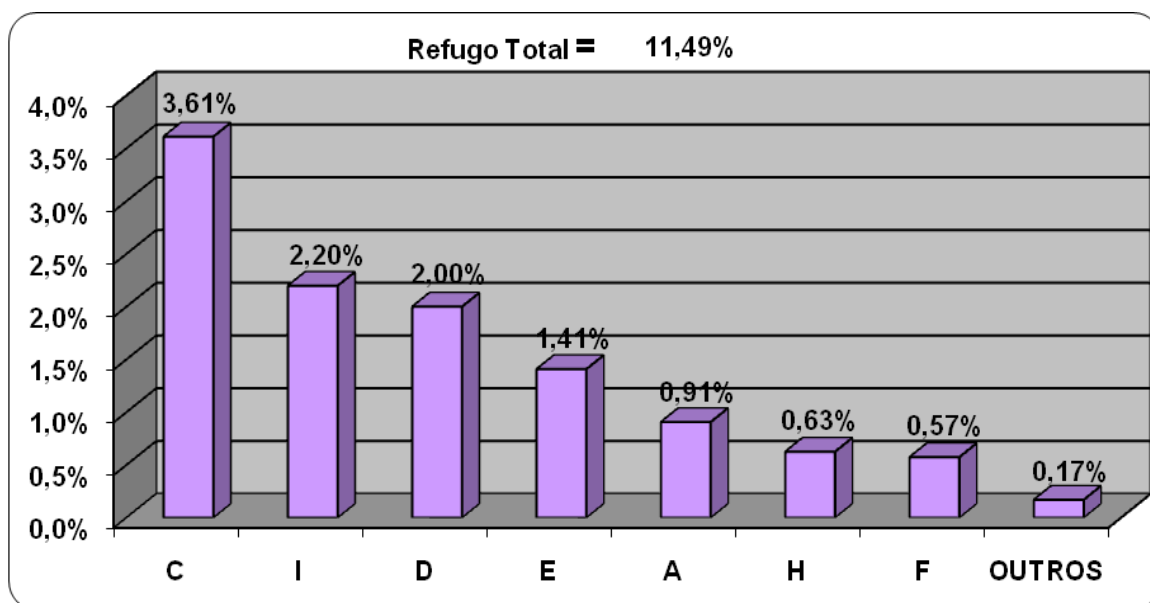


Figura 28 - Gráfico da Linha de Produto 3 - Após as Ações

O gráfico, Figura 29 relaciona os valores de antes e depois da realização do trabalho, apresentando uma redução do refugo de 58,23%, considerando a produção total do mês (todas as linhas de produto) da máquina.

Após a aplicação das ferramentas da qualidade, TPM, e melhoras específicas para cada linha de produto, a impressora apresentou melhora significativa, o resultado mais considerável foi o

obtido pelo item B que obteve redução de 6,4%, ele está relacionado com problemas de impressão, esse item foi identificado com o 5 porquê, e teve essa grande redução principalmente devido a implantação dos passos 1 e 2 do TPM, onde alguns problemas foram eliminados com a manutenção e inspeção da máquina e acompanhamento de produção, melhorando e padronizando as variáveis de processo.

Mas devido ao não cumprimento dos procedimentos padronizados e a não realização das melhorias em todas as linhas de produto da máquina, houve um aumento dos itens A, E, e I, quando comparados ao momento de início do trabalho.

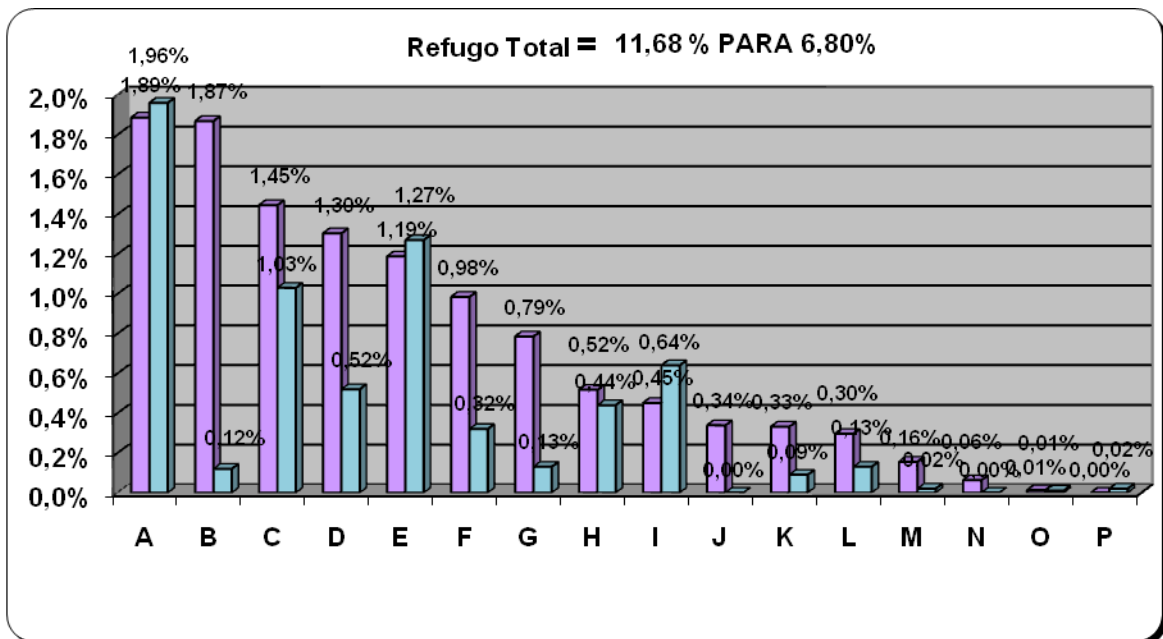


Figura 29 - Gráfico Comparativo no Início e no Término do Trabalho

Mesmo com o cronograma encerrado houve a realização de novos treinamentos dos procedimentos criados e a correta padronização do método, com isso os operadores passaram a cumprir os procedimentos, o que não havia sido feito antes, com isso pode-se notar no gráfico, Figura 30, a estabilidade dos problemas tratados, comparando os três meses seguintes.

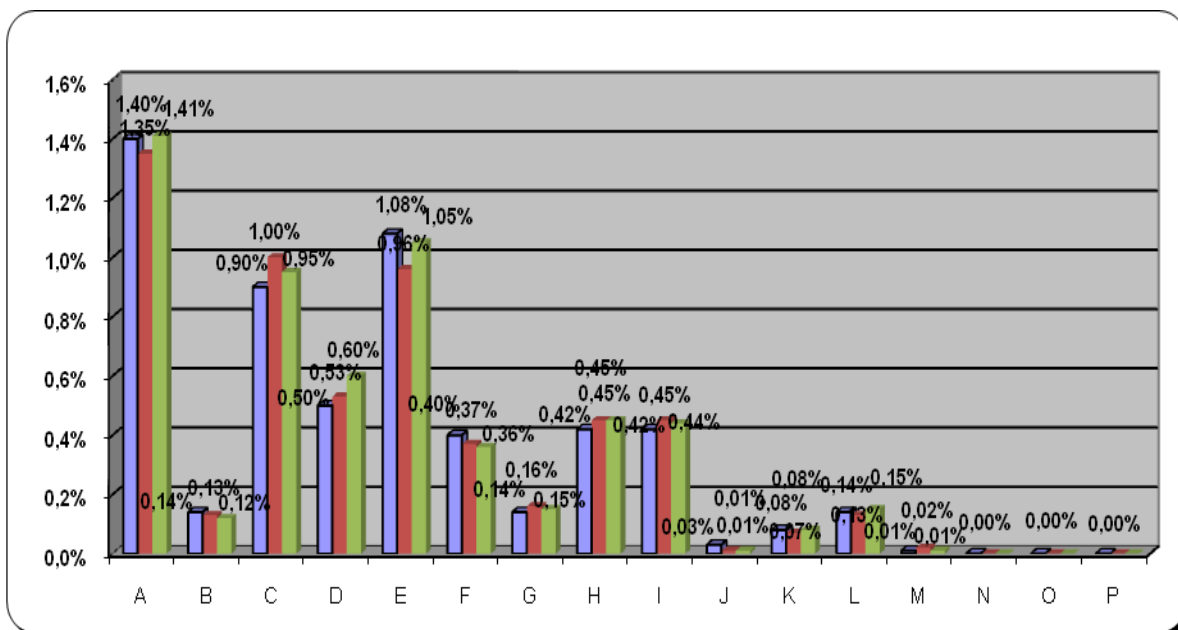


Figura 30 - Gráfico Comparativo de três Meses

5 CONCLUSÃO

O TPM é um método japonês com 38 anos, que pode ser utilizado ao longo de toda cadeia produtiva e tem se difundido por todo o mundo devido a sua eficiência.

Com o presente trabalho pode-se comprovar a eficiência do método, pois os resultados alcançados superaram as expectativas, onde a meta inicial era a redução do refugo em 30%, mas com a correta aplicação do método e a mudança comportamental proposta pelo TPM, houve a redução de 58,23% do refugo, ou seja, quase o dobro do valor desejado.

O que foi observado durante o estudo, é que com um baixo custo de implantação, tem-se resultados expressivos. E os itens que tiveram aumento, propõe uma continuidade do trabalho, e a implantação das demais etapas do TPM, para assim obter a condição ideal de trabalho e a melhoria contínua proposta pelo método.

Analisando os resultados obtidos, pode-se afirmar que o TPM é um excelente método para aumentar a produtividade e pode ser implantado nas indústrias para que se torne uma fonte de melhorias contínuas, aprimoramento dos recursos humanos e desenvolvimento das lideranças.

REFERÊNCIAS

BOBST GROUP. Disponível em <http://www.bobst.com/Global/Corporate>. Acesso em 30/10/2007

CAVALCANTI, Pedro e Carmo CHAGAS . **História da Embalagem no Brasil**. São Paulo: Grifo Projetos Históricos e Editoriais, 2006. 1ª Edição

ÉFESO CONSULTING. **Treinamento**: pilar gestão autônoma, 2002. Apostila.

ÉFESO CONSULTING. **Treinamento**: MASP, 2004. Apostila.

FALCONI, Vicente Campos. **Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Editora DG, 1999. 8ª Edição, 230 p.

GAITHER, Norman e Greg FRAZIER. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Editora Thomson, 2002. 8ª Edição.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle da Qualidade à Maneira Japonesa**. Editora Campos, s.d, 1981. 6ª Edição.

MONDEN, Yasuhiro. **Produção sem Estoques, Uma Abordagem Prática do Sistema de Produção Toyota**. São Paulo: IMAM, 1984.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção - do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1996. 2ª Edição.

SLACK, Nigelet al. **Administração da Produção** . São Paulo: Editora Atlas, 2002. 2ª Edição.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997. 2ª Edição.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Editora Atlas, 2004. 5ª Edição.

WERKEMA, Maria Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Editora Werkema, 1995. 1ª Edição.

WOMACK, James, Daniel T. JONES e Daniel. ROOS. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 10ª Edição.

WOMACK, James, Daniel T. JONES e Daniel ROOS. **A Mentalidade Enxuta - Elimine o Desperdício e Crie Riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Prodvtiva**. Minas Gerais: Editora: INDG, 2004, 1ª Edição.