



ESCOLA POLITÉCNICA  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ALEXANDRE JOLHCHIEN WU  
DENYS LIMA DE CASTILHO

**MÉTODOS DE MANUFATURA ENXUTA  
APLICADOS A INDÚSTRIAS DE MÉDIO  
PORTE**

Professor Orientador: Adherbal Caminada Netto

São Paulo  
Novembro  
2009

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**MÉTODOS DE MANUFATURA ENXUTA  
APLICADOS A INDÚSTRIA DE MÉDIO PORTE**

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de Graduação em Engenharia

Alexandre Jolhchien Wu  
Denys Lima de Castilho

Orientador: Adherbal Caminada Netto

Área de Concentração:  
Engenharia Mecânica

São Paulo  
2009

Figura 1 – Resultados da implementação da ME na GM .....	9
Figura 2 – Kanban do tipo A.....	30
Figura 3 – Esquematização do Controle de Produção com Kanban .....	31
Figura 4 – Desenho das linhas de produção Fluxo tradicional x Fluxo contínuo .....	32
Figura 5 – Componentes de uma operação padronizada .....	33
Figura 6 – Exemplo de um Mapa de Fluxo de Valor .....	35
Figura 7 – Fluxo de materiais e informações .....	36
Figura 8 – Exemplo de tabela com a família de produtos.....	37
Figura 9 – Kaizen com o conceito “guarda-chuva”.....	44
Figura 10 – Fluxo de desenvolvimento de produtos e serviços .....	47
Figura 11 – Sistema de pesquisa de marketing .....	48
Figura 12 – Etapas da pesquisa de marketing .....	48
Figura 13 – Chave de Impacto RP9545 .....	49
Figura 14 – Centro automatizado de aperto de rodas .....	50
Figura 15 – Esmerilhadeira .....	50
Figura 16 – Mapa de Fluxo de Valor Atual .....	54
Figura 18 – Fluxo de pedidos atual .....	57
Figura 19 – Diagrama de Ishikawa para as falhas no atendimento .....	58
Figura 20 – Mapa de Fluxo de Valor Futuro.....	59
Figura 21 – Volume de vendas nos últimos dois anos.....	61
Figura 22 – Diagrama de Pareto.....	63
Figura 23 – Programa BPCS .....	64
Figura 24 – Novo fluxo de pedidos .....	65
Figura 25 – Tela inicial do E-Connect.....	67
Figura 26 – Consulta de preço e disponibilidade de peças .....	67

## FICHA CATALOGRÁFICA

Castilho, Denys Castilho

Wu, Alexandre Jolhchien

Métodos de manufatura enxuta aplicados a indústrias de médio porte, por  
D. L. e A. J.

Castilho, Wu e A. Caminada Netto. São Paulo: EPUSP, 2009.

68 p.

Trabalho de formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.  
Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Manufatura enxuta 2. Sistema Toyota de produção 3. Pensamento enxuto  
4. Estoque de segurança I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.  
Departamento de Engenharia Mecânica II.t.

## **Resumo**

Este projeto mostra uma estratégia de redução das perdas provenientes da ineficiência de alguns processos fabris. Utilizando-se da metodologia Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*) é possível determinar os processos críticos responsáveis pelas perdas e prover uma solução para os mesmos.

Manufatura Enxuta consiste em um sistema de negócios, uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz, ou seja, fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço. Podendo oferecer aos clientes finais o que eles desejam, no tempo certo.

O objetivo deste trabalho será apresentar o conceito da Manufatura Enxuta, aplicando estes conceitos em uma indústria de médio porte, visando diminuir desperdícios, através de um estudo do controle dos níveis de estoque, da melhor organização dos fluxos de pedidos e da administração geral das atividades.

1.	INTRODUÇÃO .....	7
2.	CASOS DE SUCESSO .....	9
3.	MANUFATURA ENXUTA .....	11
4.	AS SETE PERDAS.....	12
4.1.	PERDA POR SUPERPRODUÇÃO.....	12
4.2.	PERDA POR TEMPO DE ESPERA .....	13
4.3.	PERDA POR TRANSPORTE.....	13
4.4.	PERDA POR PROCESSAMENTO.....	14
4.5.	PERDA POR MOVIMENTAÇÃO NAS OPERAÇÕES.....	14
4.6.	PERDA POR RETRABALHO.....	14
4.7.	PERDA POR ESTOQUE .....	14
5.	OS CINCO PRINCÍPIOS.....	17
5.1.	ESPECIFICAÇÃO DO VALOR .....	17
5.2.	IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE VALOR.....	18
5.3.	FLUXO DE VALOR.....	18
5.4.	PRODUÇÃO PUXADA.....	20
5.5.	BUSCA DA PERFEIÇÃO .....	20
6.	FERRAMENTAS LEAN.....	21
6.1.	MÉTODO DO 5S.....	21
6.2.	JUST-IN-TIME (JIT) .....	24
6.3.	KANBAN .....	27
6.5.	FLUXO CONTÍNUO.....	31
6.7.	TRABALHO PADRÃO.....	33
6.8.	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	34
6.8.1	ESCOLHA DA FAMÍLIA DE PRODUTOS .....	36
6.8.2	MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL .....	37
6.8.3	MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO.....	40
6.8.5	KAIZEN – MELHORIA CONTÍNUA .....	43
7.	PESQUISA DE MARKETING.....	46
8.	CHICAGO PNEUMATIC .....	49
8.1.	FERRAMENTAS INDUSTRIAIS .....	49
9.	MOTIVAÇÃO.....	51
10.	PROBLEMAS ENCONTRADOS .....	54
11.	PLANO DE AÇÃO.....	59
11.2.	DIAGRAMA DE PARETO.....	62
11.3.	DEFINIÇÃO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA.....	63
11.4.	KANBAN .....	64
11.5.	FLUXO DE PEDIDOS.....	65
11.6.	E-CONNECT .....	66
12.	CONCLUSÃO .....	68
13.	BIBLIOGRAFIA .....	69

## 1. INTRODUÇÃO

As empresas estão vivendo um período de profundas transformações em seus ambientes econômicos e tecnológicos. Em termos econômicos, estão inseridas em um processo de globalização e unificação de mercados. Neste contexto, de concorrência acirrada e batalha por preços competitivos, as organizações convivem com a demanda por produtos e serviços com cada vez maior valor agregado percebido pelos clientes, tanto quanto ao atendimento de suas necessidades como em termos de qualidade total assegurada. Todos esses fatores levaram as empresas a um ambiente onde a mudança é permanente, exigindo flexibilidade e adaptação às exigências de mercado.

Para se adaptarem a esse ambiente competitivo, as empresas de manufatura, seguindo os passos da indústria automobilística, estão cada vez mais utilizando os conceitos e técnicas de Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*). Suas metas passaram a ser produzirem em resposta a demandas específicas, somente quando necessário, controlando a qualidade do produto e do prazo de entrega, e ao mínimo custo.

A Manufatura Enxuta, também conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP), teve início na década de 1950, no Japão. De acordo com Womack *et al.* (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, que perceberam que a manufatura em massa não funcionaria no Japão e, então, adotaram uma nova abordagem para a produção, a qual objetivava a eliminação de desperdícios. Para alcançar esse objetivo, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de *set up*, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras, eram utilizadas. Essa nova abordagem passou a ser conhecida, então, como Sistema Toyota de Produção. Apesar de o STP muitas vezes ser entendido como algo novo, na verdade, muitos de seus princípios são trabalhos de pioneiros como Deming, Taylor e Skinner (James-Moore & Gibbons, 1997). O STP foi popularizado no ocidente por Womack *et al.* (1992). Esses autores denominam o STP de Manufatura Enxuta.

Atualmente coexistem várias definições para a Manufatura Enxuta (ME). Womack & Jones (1998), por exemplo, definem ME como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo

a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.). Segundo Shah & Ward (2003), a abordagem da ME engloba ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo *just in time*, sistemas de qualidade, manufatura celular, entre outros. Ainda de acordo com esse autor, o ponto fundamental da ME é que essas práticas devem trabalhar de maneira sinérgica para criar um sistema de alta qualidade que fabrica produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios. A partir de características da ME citadas por diversos autores sobre o tema e no intuito de fornecer uma definição mais precisa para a Manufatura Enxuta, Godinho Filho (2004) apresenta a ME como um Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura (PEGEM), ou seja, define a Manufatura Enxuta como um modelo estratégico e integrado de gestão, direcionado a certas situações de mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar determinados objetivos de desempenho (qualidade e produtividade); paradigmas esses compostos por uma série de princípios (idéias, fundamentos, regras que norteiam a empresa) e capacitadores (ferramentas, tecnologias e metodologias utilizadas).

## 2. CASOS DE SUCESSO

Para comprovar a eficácia da implementação da Manufatura Enxuta, alguns casos de sucesso podem ser demonstrados.

**General Motors:** A figura 1 representa os resultados da implementação da metodologia de Manufatura Enxuta na planta que fabrica S-10 em São José dos Campos.

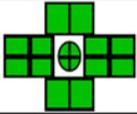
CATEGORIAS DO BPD		INDICADORES	ANTES	APÓS	VARIAÇÃO PERCENTUAL	SITUAÇÃO
SEGURANÇA		NA (nº de acidentes)	0,63	0,13	-79,4	MELHOROU
		NEAR MISS	21,38	42,50	+98,8	MELHOROU
QUALIDADE		GCA (DPV)	0,77	0,55	-28,6	MELHOROU
		DIRECT RUN (% OK)	93,84	93,98	+0,2	MELHOROU
CAP. RESPOSTA		PRODUTIVIDADE (UN / HOM X MÊS)	188,56	224,25	+18,9	MELHOROU
		DOWN TIME (% Paradas)	7,36	4,79	-34,9	MELHOROU
CUSTOS		MAT. DIRETO (R\$ / unidade)	68,88	53,25	-22,7	MELHOROU
		SCRAP (R\$ / unidade)	0,57	0,32	-43,9	MELHOROU
DES. PESSOAS		ABSENTEÍSMO (%)	1,83	1,34	-26,8	MELHOROU
		PMC	7,63	15,13	+98,3	MELHOROU

Figura 1 – Resultados da implementação da ME na GM

É possível observar na figura que os 5 itens de avaliação da GM apresentaram melhoras em seus índices. Isso possibilitou a implementação do ME também em plantas mais antigas da montadora.

**Becton Dickison:**

“Pode-se perceber que, com a aplicação de ferramentas como, *LDMS* (Gerenciamento Diário do *Lean*) e seus componentes - Reuniões de Início de Turno (SSU), Quadros de Resultados e Métricas (PVD), Formulários de Melhoria Contínua (*KAS*), 20 Pontos-Chave e os indicadores de performance das células, *Kaisen Blitzes* (evento com duração de uma semana para melhoria contínua) e o *VSM* (mapeamento do fluxo de valor), a Fábrica de Cânulas, e assim, a BD, conseguiu atingir resultados muito positivos, em um processo de evolução a cada ano, na medida em que a filosofia *Lean* fica mais forte e evidente no comportamento das pessoas.” (RIANI, 2006, p. 50).

### 3. MANUFATURA ENXUTA

A base da manufatura enxuta (Lean manufacturing) é a combinação de técnicas gerenciais com as máquinas a fim de produzir mais com menos recursos. A produção enxuta é uma mescla do sistema produtivo artesanal e em massa, no qual une as principais vantagens dos dois processos.

Os focos desse sistema de manufatura são: otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios e eliminar atividades que não agreguem valor na visão do cliente. Eliminação de componentes desnecessários e excesso de inventário entre as estações de trabalho são exemplos claros do foco do sistema. As estratégias desenhadas para sustentar esse sistema são:

**Otimização e a Integração do sistema de manufatura:** é preciso integrar todas as partes do sistema de manufatura, buscando sempre a otimização do sistema como um todo. Qualquer processo ou atividade que não agrega valor ao produto é desperdício e precisa ser eliminado.

A integração e otimização de um sistema de manufatura é um processo contínuo de redução do número de etapas estanques, necessárias para completar um processo em particular.

**Qualidade:** Cada processo de produção deve passar produtos com qualidade para a etapa seguinte, ou seja, a qualidade deve ser assegurada ao longo de todo o processo. A Manufatura Enxuta exige que cada pessoa envolvida no processo produtivo seja educada e treinada para aceitar a responsabilidade pelo nível de qualidade do seu trabalho.

**Flexibilidade:** Minimizar os fatores de restrição na produção, ou seja sempre trabalhar para diminuir o tempo da cadeia de produção. Ser flexível é a capacidade de suportar variações na demanda sem afetar o seu nível de serviço e o custo do produto.

**Manter o compromisso com clientes e fornecedores:** manter os compromissos é o elo final que permite que as empresas fabricantes individuais se juntem em um processo industrial contínuo. Os fornecedores, clientes e funcionários precisam de uma posição clara da alta administração de que a empresa pretende permanecer competitiva no mercado. Planejar para manter os compromissos é um processo de determinar as etapas necessárias para atender aos planos de entrega, níveis de qualidade e margens de lucro.

**Redução do custo de produção:** Reduzir e evitar o desperdício e buscar de forma determinada e contínua a redução dos custos do processo de manufatura como um todo.

Todos os objetivos acima foram estabelecidos visando ampliar a capacidade de produção de uma empresa para que ela possa competir neste cenário globalizado. As metas colocadas pela Manufatura Enxuta em relação aos vários problemas de produção são: zero defeitos, tempo zero de preparação (*setup*), estoque zero; movimentação zero, quebra zero lote unitário (uma peça) e lead time zero, ou seja uma mentalidade na busca de “zeros”. Baseada nessa mentalidade de “zeros”, são definidas as setes principais perdas numa manufatura.

#### **4. AS SETE PERDAS**

Na visão de OHNO (1997), a Manufatura Enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios, também denominado de perdas, existentes dentro de uma empresa.

##### **4.1. PERDA POR SUPERPRODUÇÃO**

A perda por superprodução é devido a produção além do volume programado (sobram peças), ou por antecipação, que é a perda por produzir antes do momento necessário, nos quais os produtos fabricados ficarão estocados aguardando a ocasião de serem consumidos ou processados por etapas posteriores.

Essa perda cria um incontável número de outras perdas, como por exemplo: área de estoque, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos, escamoteamento de problemas operacionais e administrativos através de “estoques de segurança”.

Desse modo, a filosofia Enxuta diz que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, que se reduzam os tempos de *setup*, sincronizem a produção com a demanda e compactem o *layout* da fábrica, e assim por diante.

#### **4.2. PERDA POR TEMPO DE ESPERA**

Este tipo de perda consiste no tempo em que nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. Existem três tipos de perda por espera: no processo, quando ocorre a falta ou atraso na matéria-prima e um lote inteiro fica aguardando a operação da máquina para iniciar sua produção; do lote, quando peças já passaram por determinado processo e tem que esperar todas as outras peças do lote para poder seguir a próxima etapa; e do operador, quando o operário permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação.

Algumas ferramentas são utilizadas para eliminar a perda por espera, como, por exemplo, a Troca Rápida de Ferramentas, desenvolvida por SHINGO (1996) e a técnica *Kanban* para a sincronização da produção. Além disso, a versatilidade dos funcionários também contribui para a minimização deste tipo de perda.

#### **4.3. PERDA POR TRANSPORTE**

Perda por transporte é aquela que ocorrem devido aos deslocamentos desnecessários ou estoques temporários. Encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso.

#### **4.4. PERDA POR PROCESSAMENTO**

Perda por processamento consiste em máquinas ou equipamentos usados de modo inadequado quanto à capacidade ou habilidade de desempenhar uma operação. Nesse sentido, torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que são importantes ferramentas para minimizar este desperdício, que não afetam as funções básicas do produto.

#### **4.5. PERDA POR MOVIMENTAÇÃO NAS OPERAÇÕES**

Esta perda acontece pela diferença entre trabalho e movimento. Relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. Por exemplo, é a ação de quem realiza algum tipo de seleção ou procura peças sobre a bancada de trabalho ou qualquer movimento de um membro de time ou máquina o qual não adiciona valor. As técnicas de estudo de tempos e métodos, são importantes para eliminar este desperdício. A racionalização dos movimentos nas operações é obtida também através da automação de operações. Porém, vale ressaltar que a mecanização de operações é recomendada depois de terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário e nas rotinas das operações.

#### **4.6. PERDA POR RETRABALHO**

A perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da geração de produtos com alguma característica de qualidade fora do especificado. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. Técnicas para solucionar este desperdício estão muito relacionadas com métodos de controle de qualidade na fonte do causador do problema.

#### **4.7. PERDA POR ESTOQUE**

É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. É o recurso financeiro “aprisionado” no sistema produtivo. Significam desperdícios de investimento e espaço. O combate às perdas por estoque torna-se uma barreira a partir do momento que é considerado uma vantagem, quando se trata de aliviar os problemas de sincronia entre os processos.

A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduz-se, por consequência, os desperdícios de estoque. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e os *lead times* de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos.

Segundo OHNO (1997), no sistema de Manufatura Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo.

Dessa forma, a essência do Sistema Toyota de Produção é a busca incessante da eliminação de toda e qualquer perda. Na Toyota se conhece esse princípio como “princípio do não-custo”. Pela lógica tradicional, o preço era estabelecido pela empresa em que se somava o custo de produção ao lucro estimado ( $\text{Preço} = \text{Custo} + \text{Lucro}$ ). Entretanto, com a concorrência cada vez mais acirrada e consumidores cada vez mais exigentes, o preço passa a ser determinado pelo mercado ( $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$ ). Analisando a segunda fórmula, chega-se a conclusão que a única maneira de se aumentar ou manter o lucro é reduzindo-se os custos.

Para suportar a estratégia desenhada pelo sistema de Manufatura Enxuta, utilizam-se ferramentas como o *Kanban*, o Mapa do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*), dentre outras. Um dos conceitos fundamentais que sustentam a estratégia de Manufatura Enxuta é a melhoria contínua (chamado de *Kaizen*), considerada a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção. A cultura industrial japonesa tem como um dos seus vários princípios: encorajar mudanças e aperfeiçoamentos constantes, como parte das operações diárias. Para realizar os Kaizens, a organização aproveita a

experiência coletiva de todos os seus trabalhadores e valoriza a solução de problemas em conjunto.

## **5. OS CINCO PRINCÍPIOS**

Na Manufatura Enxuta, cinco princípios são definidos como fundamentais na eliminação das perdas, resumindo todo o pensamento enxuto. Esses princípios são ensinamentos que orientam as empresas que queiram adotar esta filosofia, mostrando o que deve ser realizado para alcançar seus objetivos.

Antes de conceituar os cinco princípios, é necessário ter a noção do significado de “Valor Agregado”, ou simplesmente “Valor”. O valor real de um produto, processo ou sistema é o grau de aceitabilidade de um produto pelo cliente, ou seja, é o índice final do valor econômico. Quanto maior é o valor real de um item sobre outro com a mesma finalidade, maior será a probabilidade de vencer a concorrência. Assim, o que agrega valor ao produto, é a operação produtiva que é realizada para cumprir os requisitos do cliente ou consumidor final. A empresa deve visar fornecer produtos ou serviços valorizados a partir da perspectiva do cliente e não a partir da visão interna da organização, pois o mercado está cada vez menos disposto a aceitar produtos que não atendem às necessidades do cliente. WOMACK e JONES (1998) definiram com precisão cinco princípios do pensamento enxuto que oferecem uma valiosa colaboração para a gestão de processos:

### **5.1. ESPECIFICAÇÃO DO VALOR**

Definir o que é valor é o ponto de partida para a Mentalidade Enxuta. O valor do produto deve ser especificado pelo cliente final, e não pela empresa. E para isso, este produto deve ter requisitos que atendam às necessidades do cliente, com um preço específico e entregue em um prazo adequado à ele. Quaisquer características ou atributos do produto ou serviço que não atendam as percepções de valor dos clientes representam oportunidades para racionalizar. A empresa cria este valor que concebe, projeta, produz, vende e entrega o produto ao cliente final.

## **5.2. IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE VALOR**

Cadeia ou fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio:

- Tarefa de solução de problemas: vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia de processo;

- Tarefa de gerenciamento da informação: vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um cronograma detalhado;

- Tarefa de transformação física: vai da matéria prima ao produto acabado nas mãos do cliente (WOMACK e JONES, 1998).

Identificar e mapear com precisão o fluxo de valor completo do produto é tarefa fundamental para enxergar os desperdícios em cada processo e implementar ações para eliminá-los, criando assim um novo fluxo de valor otimizado (ROTHER e SHOOK, 1998).

Assim a identificação da cadeia de valor consiste em mapear o conjunto de todas as atividades. Nesta fase é importante separar os processos em três categorias: os que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados.

## **5.3. FLUXO DE VALOR**

Após a identificação do valor de acordo com o primeiro princípio, mapeada a cadeia de valor do produto e eliminados os desperdícios de acordo com o segundo princípio, o passo seguinte do pensamento enxuto é fazer com que o fluxo otimizado de

valor flua até a chegada do produto ao cliente final, redefinindo-se as funções e os departamentos, permitindo que estes contribuam para a criação de valor para o cliente.

#### **5.4. PRODUÇÃO PUXADA**

WOMACK e JONES (1998), em “A Mentalidade Enxuta nas Empresas” ressaltaram para não fabricar nenhum produto, a menos que seja necessário, e neste caso, fabrique o produto rapidamente. Este conceito consiste em produzir apenas aquilo que é necessário quando for necessário. Visa evitar a acumulação de estoques de produtos mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente deseja quando o cliente precisar, nem antes nem depois. Ou seja, o cliente "puxa" a produção, eliminando estoques, dando valor ao produto e acarretando ganhos em produtividade.

#### **5.5. BUSCA DA PERFEIÇÃO**

A Perfeição deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. Após a implementação dos quatro princípios anteriores, especificando o valor do produto a partir do cliente, identificando a cadeia de valor como um todo, fazendo com que o fluxo de valor flua e com que os clientes puxem o valor da empresa, a produtividade empresarial conseqüentemente aumenta e os custos diretos e indiretos diminuem. Ao intensificar a aplicação dos quatro princípios de forma interativa, surgem novos desperdícios e novos obstáculos ao fluxo de valor, criando-se oportunidades de melhoria e permitindo sua eliminação. Trata-se de um processo contínuo de aumento de eficiência e eficácia, em busca da perfeição. Para isso, a empresa pode contar com metodologias de melhoria contínua (*Kaizen*), como ciclo PDCA, entre outras.

A partir do conceito dos cinco princípios descritos acima, observa-se que a força de transformação da iniciativa enxuta está na especificação correta do valor para o cliente final, acabando com a tradicional forma de cada membro da cadeia de valor especificar de forma diferente; na identificação de todas as ações que levam um produto da concepção ao lançamento, do pedido a entrega, da matéria-prima às mãos do cliente. Além disso, o pensamento enxuto está focado na eliminação das atividades que não agregam valor e na estimulação de ações que adicionam valor a ocorrerem em um fluxo contínuo e puxado pelos clientes; e finalmente na análise dos resultados e na criação de um novo processo.

## 6. FERRAMENTAS LEAN

O sistema de produção enxuta tem procurado encontrar maneiras de fazer com que as pessoas pensem em fluxo, em lugar de pensar em processos discretos de produção, fazendo com que seja implementado o sistema enxuto, em vez de processos isolados de melhoria.

Dessa forma, as melhorias ocorreram de forma sistêmica e permanente, e eliminaram, não só os desperdícios, mas também as respectivas fontes geradoras, que nunca deveriam retornar. Para isso, encontra-se, um pacote das principais ferramentas que foram utilizadas para suportar o sistema, podendo-se citar: 5S, TPM (Manutenção Preventiva Total), Just-In-Time e Sistema de Puxar (Kanban), Trabalho Padrão, Fluxo Contínuo, Troca Rápida de Ferramentas e outras complementares.

### 6.1. MÉTODO DO 5S

O método "5S" foi a base de implementação da Qualidade Total nas empresas, e também deve ser considerado como a base para a sustentação da Manufatura Enxuta. É possível principiar a eliminação de desperdícios em cinco fases, com base no método "5S", surgido no Japão no fim da década de 60, método este que foi um dos fatores para a recuperação das empresas japonesas e base para a implantação dos métodos da Qualidade Total naquele país.

Apresentar-se-á, a seguir, em detalhes, cada uma das fases desse programa que produz excelentes resultados e representa um passo importante na implementação de uma empresa enxuta. Segundo Osada (1992), os passos estão divididos em palavras japonesas iniciadas com a letra "S" que compõem os "5S": Seiri, Seiton, Seiketsu, Seiso e Shitsuke. Cada uma dessas fases será detalhada, para melhor entendimento:

**Seiri - (Descarte)** - Tenha só o necessário, na quantidade certa. Cada pessoa deve saber diferenciar o útil do inútil, e o que tem utilidade certa deve estar disponível. Descartando o que é desnecessário, será possível concentrar-se apenas no que é necessário. As vantagens do descarte são:

- Reduz as necessidades de espaço, estoques, gastos com sistema de armazenamento, transporte e seguros;
- Facilita o transporte interno, o arranjo físico, o controle de produção, a execução do trabalho no tempo previsto;
- Evita compras de componentes em duplicidade;
- Aumenta o retorno do capital empregado, e outros.

A prática dessa fase deve ser feita por meio da escolha de um local de trabalho para uma experiência de descarte. Fotos devem ser tiradas, com a finalidade de se caracterizar a condição encontrada, antes da implementação da sistemática, e um grupo deve ser devidamente instruído, no que diz respeito às responsabilidades para a execução das atividades.

Tudo o que fizer parte do ambiente deve ser analisado e, o que for considerado como desnecessário, deverá ser devidamente identificado e ter um destino (descarte, alocação em outro setor, conserto ou venda).

É importante que, antes do descarte, pessoas de outro setor sejam convidadas a avaliar o material, pois pode haver alguma coisa de seu interesse.

**Seiton - (Arrumação)** - Cada coisa tem o seu único e exclusivo lugar. Cada coisa, após ser usada, deve estar em seu lugar. Tudo deve estar sempre disponível e próximo do local de trabalho, o qual deve ter tudo o que é necessário, na quantidade certa, na qualidade certa, na hora e no lugar certo, o que propiciará vantagens no ambiente de trabalho, como, por exemplo, a redução do tempo de procura de ferramentas para a execução de uma Troca Rápida de Ferramentas, dentre outras.

Essa fase implica um estudo de eficiência e depende da velocidade necessária para pegar as coisas e colocá-las em seus devidos lugares. Os itens devem ser organizados e alocados em áreas devidamente demarcadas, de acordo com a sua frequência de uso, devendo estar devidamente identificados, para facilitar a sua localização, quando necessário (ex. Quadro de Ferramentas sombreado).

**Seiso - (Limpeza)** - Todos devem estar conscientes da importância de estar em um ambiente limpo e da necessidade de manter essa limpeza. Dentre as vantagens de se trabalhar em ambientes de trabalho limpos são citadas:

- Boa imagem da empresa, aumentando a confiabilidade do cliente;
- Possibilidade de identificação de pontos causadores de contaminação;
- Maior satisfação do funcionário dentro de seu local de trabalho;
- Maior produtividade.

Na fase inicial de implementação, as pessoas de liderança devem participar da prática da limpeza, com a finalidade de estimular os funcionários. A atividade de limpeza colocará em evidência uma melhor aparência, que deve ser ressaltada como ponto positivo, para que se consiga sua manutenção.

Durante a limpeza serão identificadas as fontes geradoras de sujeira e contaminação, que devem ser devidamente avaliadas, para que as causas "raízes" sejam eliminadas. Para isso, recomenda-se a utilização dos "5 Porquês". O diagrama dos "5 Porquês" é aplicado quando são definidas as causas potenciais do problema. Esse diagrama toma uma das raízes possíveis do problema e tenta explicá-la por meio das respostas dadas aos "Porquês" efetuados.

**Seiketsu – (Padronizar)** – Após cumpridas as fases anteriores, rotinas e práticas padrão devem ser estabelecidas para a repetição regular e sistemática dos "5s" anteriores. Para isso deverão ser criados procedimentos e formulários de avaliação regulares, em que a opinião de todos deve ser considerada para a elaboração dos padrões, o que ajudará a manutenção do sistema. Alguns exemplos de padrões podem ser citados:

- Quadro de ferramentas devidamente sombreado;
- Área demarcada para avaliação de produto segregado;
- Marcações visuais para monitoramentos (ex.: nível de tanques, etc.);
- Criação de Planos Diários de Manutenção.

**Shitsuke – (Disciplina)** – Esta fase está ligada à manutenção sistêmica, de forma que atividades anteriormente explicadas se tornem habituais, para que todos as executem diariamente e assim garantam que altos padrões sejam alcançados. Para tanto, deve ser criado e assumido um compromisso rígido dos funcionários com todo o processo, vinculando-o com outras atividades enxutas (TPM, Redução de Tempos de Set Up, Kanbans, etc.).

A mudança de hábito deve ser fortemente trabalhada pelos líderes, para que os funcionários se comprometam com o sistema.

Uma equipe de gerenciamento também deve ser criada, para auditorias, com a finalidade de verificar a adesão à Padronização e Manutenção do Padrão, fazendo uso de formulários devidamente elaborados. Posteriormente, os resultados devem ser divulgados, para que as pessoas tenham conhecimento dos pontos fortes e fracos, de forma que as aplicações de melhorias contínuas possam ser implementadas.

## **6.2. JUST-IN-TIME (JIT)**

Segundo Yamashina (1988), a técnica, meta ou filosofia de gestão *Just-In-Time* tem merecido, recentemente, grande destaque em todo o mundo, em virtude da grande necessidade de redução de custos na área de produção. Essa filosofia pode ser traduzida em: produção sem estoques, eliminação dos desperdícios, sistema de melhoria contínua do processo, entre outras. Enfim, esse sistema da cultura japonesa (berço do *Just-In-Time*, nos anos 70) é composto de práticas gerenciais que podem ser aplicadas em qualquer parte do mundo e em qualquer empresa, tendo por objetivo a melhoria contínua do processo produtivo.

O *Just-In-Time (JIT)* surgiu no Japão em meados da década de 70, sendo sua idéia básica e desenvolvimento creditados à *Toyota Motor Company*, que buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos, com um mínimo atraso.

O sistema de puxar a produção a partir da demanda, produzindo somente os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário, ficou conhecido no Ocidente como sistema *Kanban*. Contudo, o *JIT* é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerado como uma completa “filosofia”, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

O sucesso do *JIT*, no entanto, depende, dentre outros fatores, de uma mão-de-obra altamente motivada e, principalmente, “multifuncional”. Segundo Schonberger (1988) e Monden (1984), a implementação do *JIT* provoca uma redução gradual no nível de estoques, o que revela mais problemas, e força os trabalhadores a buscarem soluções rapidamente, tornando a multifuncionalidade uma qualificação essencial.

Embora haja opiniões que defendam que o sucesso do sistema de administração *JIT* esteja calcado nas características culturais do povo japonês, mais e mais gerentes e acadêmicos têm-se convencido de que essa filosofia é composta por práticas gerenciais que têm aplicabilidade em qualquer parte do mundo. Algumas expressões são geralmente usadas para traduzir aspectos da filosofia *Just-In-Time*: eliminação de estoques, eliminação de desperdícios, manufatura de fluxo contínuo, esforço contínuo na resolução de problemas, melhoria contínua dos processos.

O sistema *JIT* é mais do que um conjunto de técnicas, sendo considerado como uma filosofia de trabalho. Seus objetivos fundamentais são: qualidade e flexibilidade do processo. Essa filosofia diferencia-se da abordagem tradicional de administrar a produção. As metas colocadas pelo *JIT*, em relação aos vários problemas de produção, são:

- zero defeito;
- tempo zero de preparação (*Set Up*);
- estoque zero;
- movimentação zero;
- quebra zero;
- *Lead time* zero;

- lote unitário (uma peça).

O sistema de produção que adota a filosofia *JIT* deve ter determinadas características, as quais formam um corpo coerente com os princípios do *JIT*. Dentre suas várias características, são citadas:

a) A não adaptação à produção de muitos produtos diferentes, o que requer extrema flexibilidade de faixa do sistema produtivo, em dimensões que não são conseguidas com filosofia *JIT*.

b) O *layout* do processo de produção deve ser celular, dividindo-se os componentes produzidos em famílias, o que promove maior produtividade.

c) O envolvimento da gerência da linha de produção na não aceitação de erros, paralisando-se a linha até que os erros sejam eliminados.

d) A produção é responsável pela qualidade na fonte. A redução de estoque e a resolução dos problemas de qualidade formam um ciclo positivo de aprimoramento contínuo.

e) A ênfase na redução dos tempos do processo de manter o foco no valor agregado ao produto, de forma a maximizar a qualidade dos produtos.

f) O fornecimento de materiais no sistema *JIT* deve ser uma extensão dos princípios aplicados dentro da fábrica, tendo como principais objetivos os lotes de fornecimento reduzido, recebimentos frequentes e confiáveis, *lead times* de fornecimento reduzidos e altos níveis de qualidade.

g) O planejamento da produção deve garantir uma carga de trabalho diária estável, que possibilite o estabelecimento de um fluxo contínuo de material. O sistema de programação e controle de produção está baseado no uso de cartões (*Kanban*), para a transmissão de informações entre os centros produtivos.

### 6.3. KANBAN

Os estudos de métodos de programação e controle da produção desenvolvidos e aplicados pela dupla Ford-Taylor enfatizavam o processo de manufatura em massa, isto é, o fator importante era a divisão das tarefas e a determinação, por meio dos estudos dos movimentos, de tempos-padrão de fabricação reduzidos. Homens e máquinas deveriam produzir o máximo possível nesse sistema, e não deveriam permanecer em ociosidade, mesmo que o destino dos produtos fossem os armazéns. Depois, o setor de marketing (incluindo as vendas) deveria se encarregar de colocar esses produtos para o mercado consumidor.

De acordo com Schonberger (1988), esse processo de produção em massa, também conhecido como processo de empurrar a produção, funciona da seguinte maneira: a Direção da empresa resolve pelo lançamento de um novo produto, comunica a decisão à Engenharia de Produto, que desenvolve a idéia, projeta o bem e envia a documentação para a Engenharia Industrial, que, por sua vez, desenvolve o processo, os dispositivos, e remete as ordens para o Setor de Produção, que fabrica o novo produto; o produto final é transferido para o armazém, de onde o Setor de Marketing se esforça para enviá-lo ao consumidor.

A produção em massa serviu aos interesses dos produtores, principalmente após a II Guerra, quando a disponibilidade de recursos financeiros norte-americanos era grande. Ocorreu um acentuado crescimento demográfico, o qual foi acompanhado por uma carência de bens; o mercado era altamente demandante, a população havia sofrido com a retração do consumo devido à catástrofe mundial e queria recuperar o "tempo perdido".

Nessa época, início da década de 50, o Japão buscava sua reconstrução. Tudo estava destruído e era necessário direcionar todos os esforços para a recuperação econômica da nação, implantar e desenvolver novamente a indústria. Foi quando um grupo de executivos da Toyota foi para os Estados Unidos para observar e estudar os fabricantes de automóveis e de autopeças. Por curiosidade, ou motivados por necessidades individuais, tiveram contato com o sistema de atendimento ao varejo por meio dos supermercados. Motivados também pelo plano de reconstrução da nação e

pelo hábito da autodisciplina, aqueles técnicos observaram e estudaram todos os aspectos, e traçaram comparações entre o sistema de trabalho das indústrias e o dos supermercados, notando que este último era completamente distinto do primeiro.

Num supermercado, os clientes desejam o atendimento de suas necessidades, e determinam, assim, como deve ser o serviço de reposição de mercadorias em relação às marcas, quantidades e períodos, principalmente num regime econômico estável, em que é desnecessário manter estoques de produtos em casa, o que equivale a dizer que o consumidor é quem "puxa" pelas atividades daquele tipo de estabelecimento.

O sistema de produção puxada é uma maneira de conduzir o processo produtivo de tal forma que cada operação requisite a operação anterior, e os componentes e materiais para sua implementação, somente para o instante exato e nas quantidades necessárias.

Esse método choca-se frontalmente com o tradicional, no qual a operação anterior empurra o resultado de sua produção para a operação posterior, mesmo que esta não necessite ou não esteja pronta para o seu uso.

Estendendo-se esse conceito a toda a empresa, conclui-se que é o cliente quem decide o que se vai produzir, pois o processo de puxar a produção transmite a necessidade de demanda específica a cada elo da corrente.

Retornando ao seu país, aqueles técnicos japoneses procuraram adaptar tudo o que tinham visto nas indústrias e nos supermercados americanos à sua tecnologia de gerenciamento de produção inventada havia um século, desde que se lançaram ao mundo moderno.

Esses estudos determinaram a criação do sistema de administração da produção "puxada", controlada por meio de cartões – Kanban. Dentre outros propósitos, o mais importante, no sistema de administração da produção por meio de Kanban, assim como em qualquer outro sistema, é o de aumentar a produtividade e reduzir os custos por meio da eliminação de todas as funções desnecessárias ao processo produtivo.

O método é basicamente empírico, e consiste em identificar as operações que não agregam valor, investigá-las individualmente, e, por meio da técnica da tentativa e erro, chegar a uma nova operação, que apresente resultados considerados satisfatórios para aquele determinado problema ou para aquela empresa específica. O sistema Kanban não é uma receita pronta que possa ser aplicada indistintamente em qualquer empresa, pois, mesmo dentro de uma única empresa, poderão ser apresentadas soluções diversas para cada uma das funções desnecessárias.

O conceito básico do sistema é fabricar bens com a completa eliminação de funções desnecessárias à produção, na quantidade e tempo necessários, nem mais nem menos, eliminando-se estoques intermediários e de produtos acabados, com a conseqüente redução dos custos e o aumento da produtividade.

O Sistema Kanban é uma ferramenta para administrar o método de produção JIT, ou seja, é um sistema de informação por meio de cartões (tradução de Kanban para o português), para controlar as quantidades a serem manufaturadas pela empresa.

Segundo Shingo (1996), no sistema Kanban da Toyota, cada tipo de peça, ou cada número de peça tem sua caixa especial, destinada a conter determinada quantidade (exata) de peças daquele número, de preferência uma quantidade bem reduzida. Dois são os cartões correspondentes a cada caixa, chamados Kanban, que informam o número da peça, a capacidade da caixa e alguns outros dados.

Um dos tipos de Kanban, o da produção, destina-se ao centro produtor que fabrica a peça daquele número; o outro, o de transporte, destina-se ao centro usuário. Cada caixa caminha a partir do centro produtor (e seu ponto de estocagem) para o centro usuário (e seu ponto de estocagem), e depois volta, ocorrendo no caminho a troca de um Kanban pelo outro.

Existem diversos tipos de sistema Kanban; o sistema representado na Figura 2 é o sistema de dois cartões, também conhecido como Kanban do Tipo A.

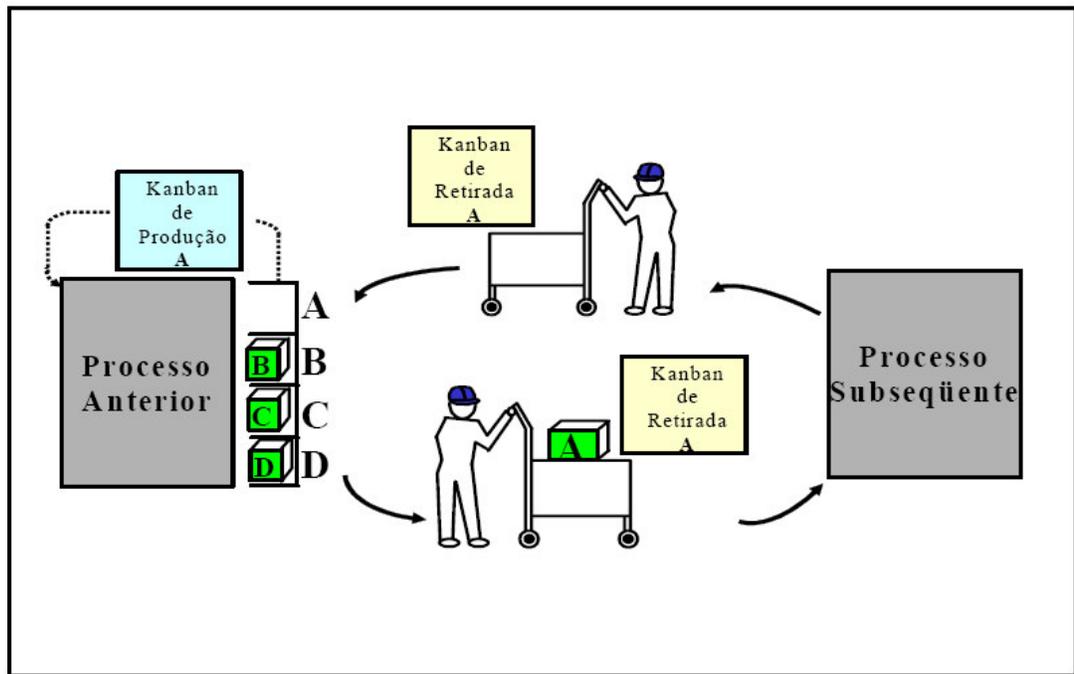


Figura 2 – Kanban do tipo A

Por meio do sistema Kanban, o processo subseqüente (cliente) vai até o supermercado (estoque) do processo anterior (fornecedor), de posse do Kanban de retirada, o que lhe permite retirar desse estoque exatamente a quantidade do produto necessária para satisfazer a suas necessidades.

O Kanban de retirada, então, retorna ao processo subseqüente, acompanhando o lote de material retirado. No momento da retirada do material pelo processo subseqüente, o processo anterior recebe o sinal para iniciar a produção desse item por meio do Kanban de produção, que estava anexado ao lote retirado.

O sistema de controle da produção pelo sistema de Kanban deve funcionar, por meio dos diversos centros produtivos da empresa, como se fosse uma corrente contínua fechada. O resultado será que todos os centros de fabricação do sistema produtivo receberão, no momento exato, os itens necessários para que se cumpram os objetivos do programa de produção, como se pode ver na Figura 3.

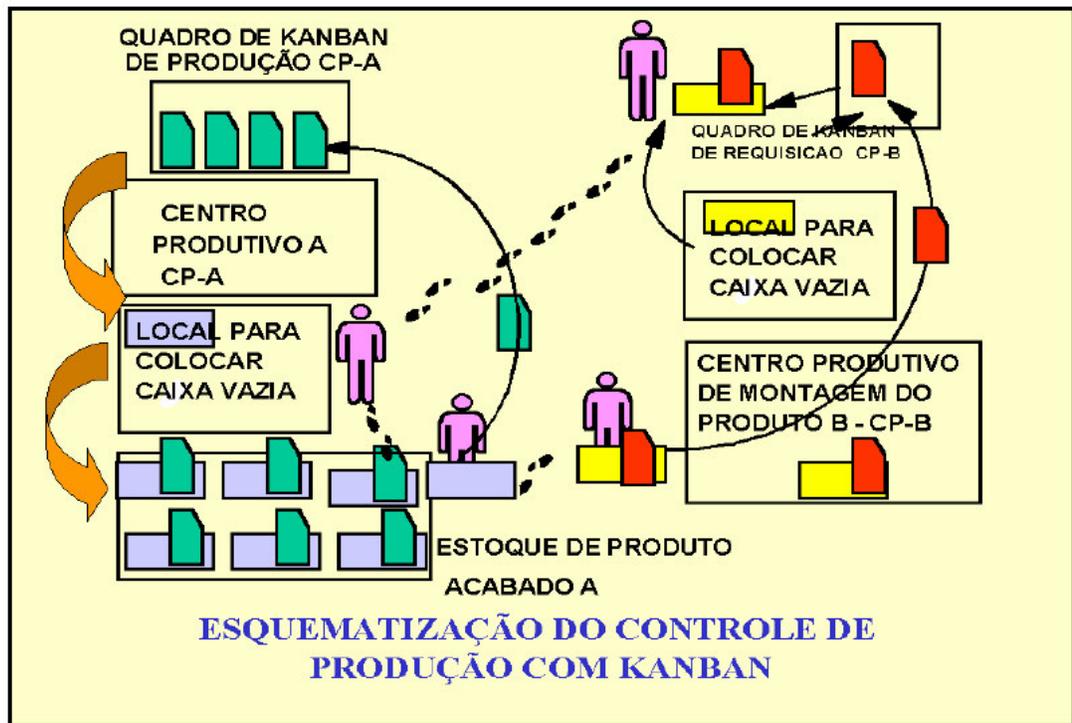


Figura 3 – Esquematização do Controle de Produção com Kanban

## 6.5 FLUXO CONTÍNUO

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção. A implementação de um fluxo contínuo na cadeia de agregação de valor normalmente requer a reorganização e rearranjo do *layout* fabril, convertendo os tradicionais *layouts* funcionais (ou *layouts* por processos) – em que máquinas e recursos estão agrupados de acordo com seus processos (ex: grupo de fresas, grupo de retíficas, grupo de prensas, etc.) – em células de manufatura compostas dos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos.

A conversão das linhas tradicionais de fabricação e montagem em células de manufatura é somente um pequeno passo em direção à implementação da produção enxuta. O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de implementação de um fluxo unitário (um a um) de produção, caso em que, no limite, os estoques entre processos sejam completamente eliminados, conforme mostra a Figura 4. Dessa forma, garante-se a eliminação das perdas por estoque e perdas por espera, e obtém-se redução do *lead time* de produção.

Segundo Shingo (1996), a sincronização do fluxo de peças unitárias pode acabar com as esperas interprocessos. A implementação de um fluxo contínuo de produção necessita de um perfeito balanceamento das operações ao longo da célula de fabricação e montagem. A abordagem da Toyota para o balanceamento das operações difere diametralmente da abordagem tradicional.

O balanceamento tradicional procura nivelar os tempos de ciclo de cada trabalhador, de forma a fazer com que ambos trabalhadores recebam cargas de trabalho semelhantes. O tempo de ciclo é o tempo total necessário para que um trabalhador execute todas as operações alocadas a ele.

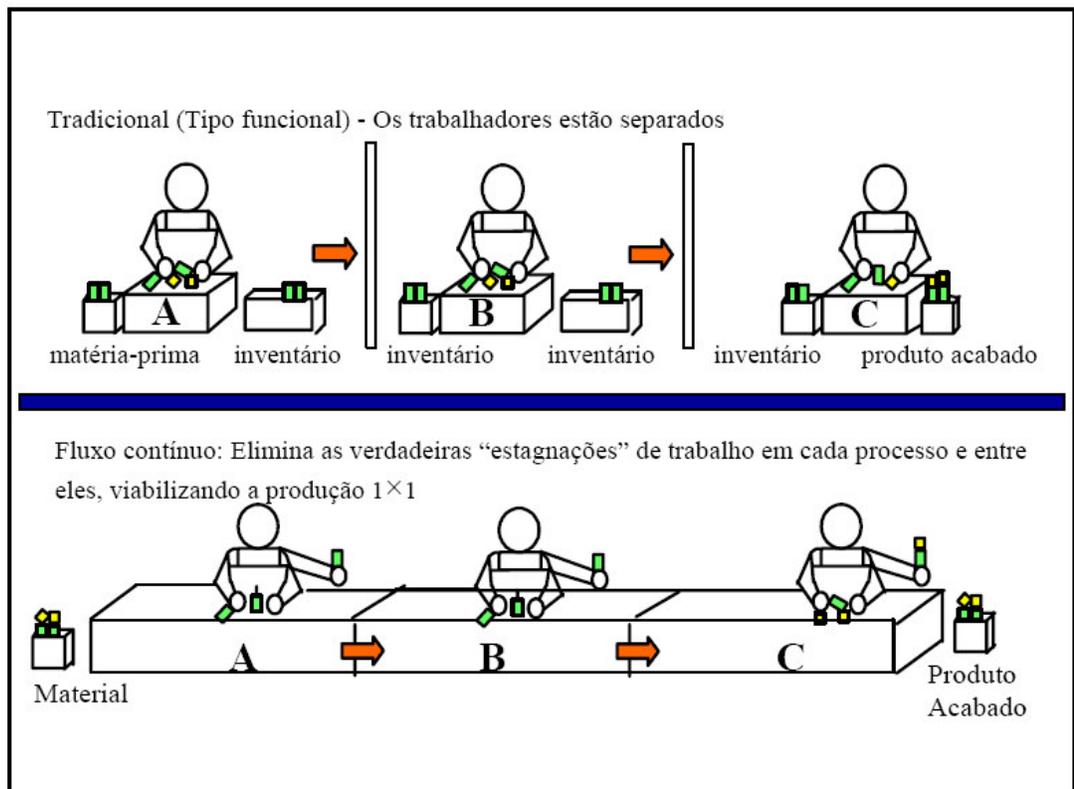


Figura 4 – Desenho das linhas de produção Fluxo tradicional x Fluxo contínuo

Na Manufatura Enxuta, o balanceamento das operações está fundamentalmente ligado ao conceito do *Takt time*. O *Takt time* (TKT) é o tempo necessário para produzir um componente ou um produto completo, com base na demanda do cliente. Em outras palavras, o *Takt time* associa e condiciona o ritmo de produção ao ritmo das vendas. Na

lógica da “produção puxada pelo cliente”, o fornecedor produzirá somente quando houver demanda de seu cliente.

## 6.7 TRABALHO PADRÃO

O trabalho padrão pode ser definido como um método efetivo e organizado de produzir sem perdas. A padronização das operações procura obter o máximo de produtividade por meio da identificação e padronização dos elementos de trabalho que agregam valor e eliminação das perdas. O balanceamento entre os processos e a definição do nível mínimo de estoque em processamento também são objetivos da padronização das operações.

Segundo Monden (1984), são três os componentes da operação padronizada: o *Takt time*, a rotina padrão de operações e a quantidade padrão de inventário em processamento, conforme demonstrado na Figura 5.

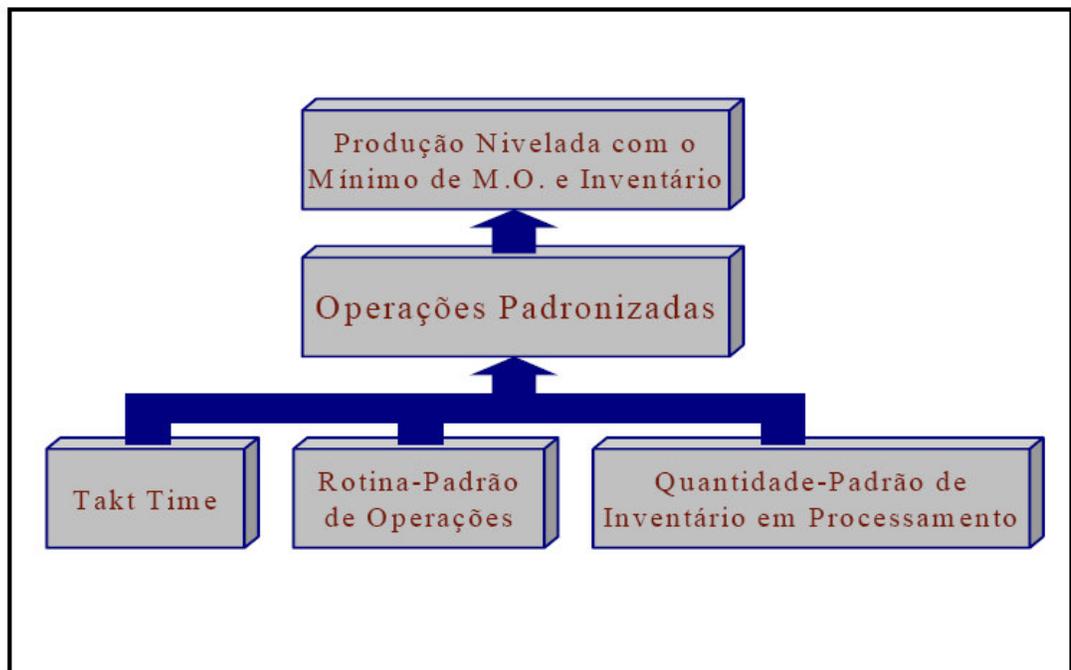


Figura 5 – Componentes de uma operação padronizada

A rotina-padrão de operações é um conjunto de operações executadas por um operador em uma seqüência determinada, permitindo-lhe repetir o ciclo de forma

consistente, ao longo do tempo. A determinação de uma rotina-padrão de operações evita que cada operador execute aleatoriamente os passos de um determinado processo, reduz as flutuações de seus respectivos tempos de ciclo e permite que cada rotina seja executada dentro do *Takt time*, de forma a atender à demanda.

A quantidade-padrão de inventário em processamento é a mínima quantidade de peças em circulação necessária para manter fluxo constante e nivelado de produção. Esse nível pode variar de acordo com os diferentes *layouts* de máquina e rotinas de operações. Se a rotina de operações segue a mesma ordem do fluxo do processo, é necessária somente uma peça em processamento em cada máquina, sendo dispensável manter qualquer estoque entre as máquinas. Se a rotina é executada em direção oposta à seqüência de processamento, é necessário manter no mínimo uma peça entre as operações.

Na determinação da quantidade-padrão de inventário em processamento, devem ser considerados os pontos de teste e verificação do produto. Pequenas quantidades podem ser requeridas, nesses pontos.

## **6.8 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR**

Para que seja feito o mapeamento da cadeia de valores, ou *Mapeamento do Fluxo de Valor* (MFV), torna-se necessária a definição de valor, que, segundo Womack (1998), é feita pelo cliente e só é significativa quando expressa em termos de produto específico (bens ou serviços), que atenda às necessidades do cliente a um preço e momento específicos.

Para Shingo (1996), a produção consiste em um grande fluxo de processos e operações, sendo cada processo um fluxo de material. O processo é a transformação da matéria-prima em produtos semi-acabados, e as operações são os trabalhos realizados para efetivar essa transformação – a interação do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço.

Segundo Rother Shook (1999), fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto manufaturado, desde que possua etapas de fabricação:

1) O fluxo de produção desde o recebimento da matéria-prima até o consumidor final;

2) O fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento. Para a correta abordagem da técnica, o fluxo de produção deve ser coberto porta-a-porta dentro da planta, incluindo a entrega na planta do cliente e o recebimento dos insumos de matéria-prima. Considerando o fluxo de produção, o que normalmente vem à mente é o fluxo de material dentro da fábrica. Mas há outro fluxo – o de informação – que diz para cada processo o que fabricar ou fazer em seguida. Os fluxos de material e de informação devem ser mapeados juntos (Rother e Shook, 1999).

Nessa abordagem é traçada uma visão do estado atual e projetada uma idéia do estado futuro desejado. A partir daí, empregam-se várias ferramentas, que são aplicadas sobre pontos críticos levantados pelo mapeamento do fluxo do processo.

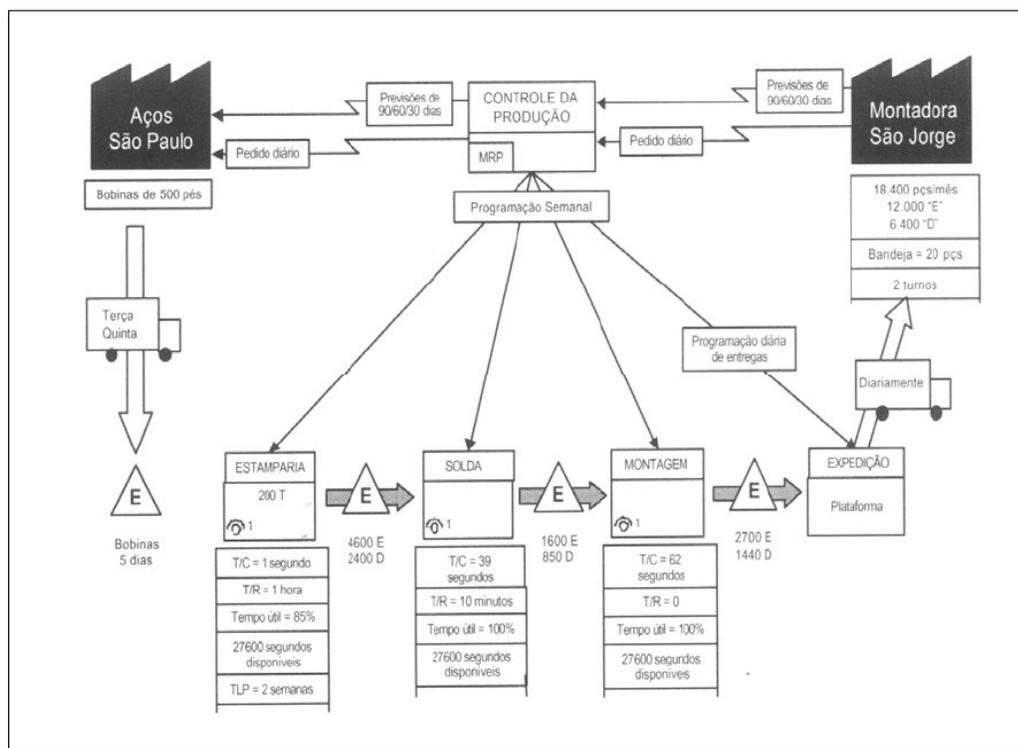


Figura 6 – Exemplo de um Mapa de Fluxo de Valor

Os mapas tiveram a finalidade de mostrar o formato físico da produção antes da implementação dos resultados propostos pela ferramenta que, por sua vez, puderam ser vistos no mapa do estado futuro implementado.

Na realização de um mapeamento, tanto o fluxo de processo, quanto o de informações, devem ser trabalhados com a mesma importância, pois anteriormente havia um foco somente na produção, não sendo considerado o desperdício do fluxo de informações, o qual pode aumentar ou reduzir o valor agregado, dependendo da sua estrutura. Desta forma observa-se na Figura 7, que os fluxos são contrários porém de mesma relevância.



Figura 7 – Fluxo de materiais e informações

### 6.8.1 ESCOLHA DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Antes de fazer o mapeamento do fluxo do valor, deve-se identificar adequadamente a área que vai ser mapeada. Essa área normalmente é chamada de linha de produtos, família de produtos ou grupo de produtos.

Uma família é um grupo de produtos que passa por etapas semelhantes de processamento e utiliza equipamentos comuns nos processos anteriores, conforme Figura 8.

PEÇA N.	Processo Principal e Equipamento					
	MATRIZ	SAND	MONT.	TESTE	ESTOQUE	EXPEDIC.
A	X		X			X
B	X	X		X		X
C	X	X	X	X		X
D	X	X	X	X		X
E	X	X	X	X		X
F	X	X		X		X
G				X		X

Figura 8 – Exemplo de tabela com a família de produtos

## 6.8.2 MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL

Cabe fazer uma análise do estado corrente da produção a ser estudada, para ter melhorias implementadas, garantindo, assim, a eliminação de desperdícios. O mapeamento deve ser inicializado dentro do conceito porta-a-porta, desenhando o processo de fabricação por meio da utilização dos ícones sugeridos, ou por meio de ícones adicionais, que possam ser entendidos por todos da empresa, durante a interpretação.

Quando necessário, o nível da amplitude poderá ser mudado, focalizando o mapeamento de cada etapa individual em um tipo de processo, ou ampliando para abarcar o fluxo de valor externo à planta.

Na realização de um mapeamento, tanto o fluxo de processo, quanto o de informação, deve ser trabalhado com a mesma importância, pois, antecedendo a utilização dos conceitos de Manufatura Enxuta, havia foco somente na produção, não

sendo considerado o desperdício do fluxo de informações, que pode aumentar ou reduzir o valor agregado, dependendo da sua estrutura. De acordo com Rother e Shook (1999), é eficiente a utilização de “dicas” para este mapeamento:

- As informações de estado atual, quando possível, devem ser coletadas junto dos fluxos reais de materiais e informação.

- Uma caminhada geral ao longo do fluxo deve ser feita, para a compreensão do processo. Posteriormente, informações de cada fase deverão ser reunidas.

- O trabalho de mapeamento deve começar pela expedição, ou seja, do ponto mais próximo do cliente para o início da cadeia.

- Os dados teóricos, como tempo de ciclo, devem ser medidos para evitar falhas por falta de atualização de documentações.

- O desenho do mapa deverá ser feito à mão e a lápis, para facilitar as anotações e modificações necessárias, em campo.

Durante a observação na planta estudada, dados importantes poderão ser coletados, para definir como será o estado futuro. Para isso, a utilização dos ícones deve ser considerada como fundamental, nessa coleta, como: tempo de ciclo (tempo entre a saída de um componente e do próximo, no mesmo processo); o tempo de troca (tempo para mudar a produção de um tipo de produto para o outro); número de pessoas necessárias para operar o processo, que pode ser indicado com um ícone de operador; tempo disponível no turno naquele processo; e outros dados que devem ser considerados, se julgados relevantes para o estudo.

Ainda durante o trabalho de mapeamento, provavelmente serão encontrados lugares onde o estoque se acumula. Esses pontos deverão ser devidamente representados, para serem avaliados, pois estoque representa "dinheiro parado".

Posteriormente, um segundo aspecto deverá ser considerado no mapeamento: o fluxo de informação, por meio do qual é dito o que fabricar e quando, em cada processo. Nessa fase é importante um levantamento de como as informações caminham pela fábrica, pois sua distorção ou falta pode acarretar uma produção empurrada e ocasionar perdas.

Após a elaboração de um mapa de estado atual, poderão ser facilmente observados os diversos desperdícios correntes, tendo-se oportunidades de melhorias, para a elaboração do mapa futuro.

Para combater os potenciais desperdícios apresentados acima, utilizam-se algumas técnicas, descritas a seguir:

- Eficiência sistêmica: ser uma empresa enxuta não significa necessariamente ter uma linha de produção em forma de célula geralmente operando por meio de *Kanban*. Uma empresa enxuta necessita ter toda sua estrutura enxuta, desde os meios para se produzir, até as ferramentas para que se possa produzir.

- *Takt time*: se o objetivo é combater o excesso de produção, deve-se produzir essencialmente o que será utilizado pelos clientes. Para isso, deve-se produzir à velocidade em que o cliente utiliza o produto. E isso configura o *Takt time*, que é a velocidade em que o cliente utiliza uma unidade do produto fabricado pelo fornecedor.

- Manufatura celular: apresenta o conceito de se produzir voltado para produto, e não por máquinas. Antes da introdução da manufatura celular, as empresas trabalhavam em linhas de montagem ou em agrupamento de máquinas, com várias máquinas do mesmo modelo que efetuavam o mesmo trabalho no mesmo espaço físico. Com a introdução da manufatura celular, as linhas viraram células com diferentes tipos de máquina e de onde o produto pode sair semiacabado ou já pronto para entrega ao cliente.

A vantagem da manufatura celular está no fato de não haver excesso de estoques entre operações intermediárias, uma vez que a peça entra e sai numa seqüência de operações. Outro grande benefício é que um problema relacionado à qualidade pode ser rapidamente diagnosticado, evitando, assim, a contaminação de um lote inteiro.

Na manufatura celular existe, ainda, a necessidade de um operador com postura multifuncional, ou seja, é necessário que conheça e esteja habilitado a operar vários tipos de equipamentos diferentes dentro da mesma célula de produção.

- Equipamentos adequados: é extremamente importante que os equipamentos à disposição dos operadores sejam os mais adequados possível às necessidades de produção do produto em questão. As “improvisações” que comumente estão presentes no dia-a-dia da produção devem ser identificadas e eliminadas, no sentido de prover aos operadores as melhores condições de trabalho, eliminando assim possíveis perdas de tempo com procura de dispositivos, ajustes, etc.

- Fluxo Contínuo: um fluxo contínuo de processo é importante, por evitar excesso de produção, como altos estoques entre operações, que muitas vezes escondem diversos tipos de desperdício, como má qualidade, tempos de troca de produto (*set-up*), alta e baixa produtividade do equipamento ocasionada por algum motivo de quebra constante, falta de manutenção, entre outros.

- *Kanban*: segundo Rother & Shook (1999, p. 43), “[...] a mais importante fonte de desperdício é o excesso de produção, que significa produzir mais, antes, ou mais rápido do que é requerido pelo processo seguinte”. O *Kanban* atua exatamente nesse ponto, limitando a produção de itens e quantidades desnecessárias, por meio do uso de cartões sinalizadores de produção e disciplinas dos operadores que recebem autoridade para conduzir a produção.

### 6.8.3

### MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO

Por meio do mapeamento do fluxo de valor, os desperdícios podem ser destacados e eliminados, e esse ganho potencial é projetado no mapa do estado futuro, que pode se tornar real em pequenos intervalos de tempo, dependendo diretamente de decisões estratégicas.

O mapa do estado futuro visa à construção de uma cadeia de produção em que os processos individuais sejam articulados aos seus clientes por meio de fluxo contínuo ou puxado, sendo produzido apenas aquilo de que o cliente precisa, no momento certo. Para isso, adotam-se algumas regras para que o sistema obtenha êxito em sua implantação:

- Encontre o *Takt time* para a cadeia de valor, pois ele mostrará o ritmo em que a fábrica deverá trabalhar para a obtenção de peças focadas ao fluxo contínuo, produzindo de acordo com a demanda do cliente. Dessa forma, muitos dos inventários de processo poderão ser minimizados ou até mesmo eliminados.

- Defina onde será usado sistema de puxadas, geralmente com a utilização de supermercados e *kanban* e a metodologia de trabalho do mesmo. Essa definição dependerá de fatores como os padrões de compra do cliente (interno ou externo), da confiabilidade dos processos e das características do produto.

- Introduza o nivelamento das atividades, permitindo que o operador atue de forma multifuncional, executando sempre um trabalho padrão.

- Desenvolva, ainda, o comprometimento dos operadores para com os cuidados de seu equipamento, incluindo lubrificação e algumas pequenas manutenções (*TPM*). Esse ponto é tido como base para o sucesso do sistema, pois um sistema enxuto está diretamente relacionado com as condições de seus equipamentos.

- Projete/opere usando times multifuncionais, para assegurar que o sistema (não apenas o processo) seja otimizado. O maior desperdício é não usar o raciocínio de uma equipe de trabalho. Se o desejo é assegurar que o sistema seja otimizado, é necessário envolver todas as pessoas que dão suporte ao sistema.

- Mantenha a simplicidade das atividades, evitando soluções aparentemente fantásticas, mas extremamente complexas. Isso mantém as pessoas comprometidas com o processo e capazes de melhorar o sistema e de mantê-lo, e facilita o treinamento e o tempo de respostas às mudanças.

- Use os recursos de informática para auxiliar em simulações. Uma simulação pode avaliar vários *layouts* de processos e pode ajudar a determinar qual projeto satisfaz melhor a necessidade do seu cliente.

Fluxos de processos, tempos de ciclo estimados, taxas de rejeição, tempo de conserto e *downtime* de máquina fornecem a base para todos os modelos de simulação utilizados nesse processo.

- Pratique as melhorias contínuas (*Kaizen*) para eliminar desperdícios, que possam ser observados somente após a instalação da planta, pois o mapeamento da cadeia de valor é um documento “vivo” que pode ser constantemente melhorado.

A representação do estado futuro também é feita com utilização de ícones que desenham uma nova cadeia de valor esperada, a qual foi projetada a partir da identificação dos desperdícios do mapa de estado atual.

A seqüência de abordagem das regras para a projeção do estado futuro varia de caso a caso, e a distinção entre as etapas pode parecer muito sutil, pois elas acontecem praticamente ao mesmo tempo. Ainda assim, é necessário ter em mente um modelo de regras que, durante a progressão dos trabalhos, se apoiem mutuamente.

Para que se crie maior impacto financeiro por meio da utilização do mapeamento, é sugerido que a implementação seja feita por meio da utilização do fluxo contínuo, devido a sua simplicidade de execução e facilidade na identificação de desperdícios. Outras ferramentas podem ser utilizadas para se definir quais melhorias de processo serão necessárias para o fluxo de valor fluir, conforme especifica o projeto do estado futuro.

Desenvolver fluxos contínuos, puxados e nivelados exige esforços diferenciados de trabalho de preparação. Por exemplo, antes de se alcançar um alto grau de nivelamento, pode ser necessário maior aprofundamento em troca rápida. Ou, antes de se esperar que os processos operem eficientemente no *Takt time*, pode ser necessária uma revisão dos equipamentos, para aumentar sua confiabilidade.

Quando houver dúvidas sobre a priorização de ferramentas, recomenda-se que sejam implementados os pontos mais evidentes, identificados no mapeamento do estado atual, que apresentem maior facilidade em sua realização. Essa decisão motiva a equipe envolvida, devido à visualização de pontos concretizados. A projeção do estado futuro

permitirá à equipe envolvida uma visualização rápida dos potenciais ganhos; porém, para obter uma mensuração exata, torna-se necessária sua efetivação, pois as previsões podem ser muitas vezes otimistas ou pessimistas em excesso.

### 6.8.5 KAIZEN – MELHORIA CONTÍNUA

*Kaizen* é um termo japonês que pode ser interpretado como melhoria contínua do homem; no entanto, quando aplicado à empresa, é interpretado, também, como melhoria continuada dos processos de produção e administrativos, buscando a perfeição do processo produtivo, uma vez que esse não acaba, ou seja, após um *kaizen*, sempre haverá outros futuros, mantendo sempre “aceso” o sistema.

Segundo Imai (1988, p. 21), “*Kaizen* significa melhoria contínua. Mais do que isso, significa continuar melhorando na vida pessoal, na vida do lar, na vida social, na vida profissional. Quando aplicado ao local de trabalho, *kaizen* significa melhoria continua envolvendo a todos, desde gerentes até funcionários por igual.”

Com o direcionamento para custeio, o *kaizen* pode ser tratado como uma melhoria contínua aplicada à redução de custos no estágio de produção de um produto. De acordo com Brimson (1996), melhoria contínua significa que a excelência empresarial necessita de melhoria em todas as atividades da empresa, o que requer a gerência das atividades para minimizar os desperdícios, estando constantemente na busca da perfeição em todas áreas.

*Kaizen* é um conceito de guarda-chuva, que abrange a maioria das práticas “exclusivamente japonesas” que recentemente atingiram fama mundial. O recado da estratégia do *kaizen* é que nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoramento tenha sido feito em algum lugar da empresa.

Na Figura 9, pode-se observar o conteúdo do conceito citado acima como “guarda-chuva”:



Figura 9 – Kaizen com o conceito “guarda-chuva”

O *kaizen* também é um processo de resolução de problemas, pois exige o uso de várias ferramentas de solução de problemas. O melhoramento atinge novas alturas, a cada problema resolvido. No entanto, para consolidar o novo nível, o melhoramento deve ser padronizado.

Quando relacionado à aplicação de mapeamento do fluxo de valor, o *kaizen* tem como objetivo identificar os focos de desperdícios e definir a melhor ferramenta para suportar um trabalho para a sua eliminação. Normalmente, no mapa do estado atual, utilizam-se ícones para ilustrar o ponto de geração de desperdícios,

- Orientação para o consumidor
- CTQ (Controle total da Qualidade)
- Robótica
- Círculo de CQ (Controle de Qualidade)
- Sistema de sugestões
- Automação

- Disciplina no local de trabalho
- *Kanban*
- Melhoramento da qualidade
- *Just-In-Time*
- Zero defeito
- Atividades em grupos pequenos
- Relações cooperativas entre administração e mão-de-obra
- Melhoramento da produtividade citando-se a ferramenta a ser aplicada para solucioná-los e demonstrando uma projeção de estado futuro após a minimização ou eliminação dos desperdícios.

O *kaizen* deve ser uma rotina nas empresas, visando à busca da excelência dos processos produtivos. O primeiro pilar do *kaizen* é o orientado para a administração. Ele é o pilar crucial, já que se concentra nas mais importantes questões logísticas e estratégicas e oferece o incentivo para manter o progresso e o moral. Os tipos de projetos de *kaizen*, estudados pela administração, exigem experiência sofisticada em resolução de problemas, bem como conhecimento profissional e de engenharia, embora as simples ferramentas estatísticas possam ser suficientes, às vezes.

Os projetos de *kaizen* normalmente se manifestam em forma de sugestões. Portanto, a atenção e a receptividade da administração para com o sistema de sugestões é essencial, se deseja ter “operários pensantes”, que procurem por maneiras melhores de realizar o seu serviço. Dessa forma, a administração deve implantar um plano bem projetado, para assegurar que o sistema de sugestões seja dinâmico. Esses sistemas de sugestões estão em operação na maioria das grandes empresas de manufatura e em cerca da metade das pequenas e médias empresas.

Segundo a Associação Japonesa de Relações Humanas, os principais temas das sugestões, nesse sistema das empresas japonesas, são:

- Melhoramentos no próprio trabalho
- Economia de energia, de materiais, e outros recursos
- Melhoramentos no ambiente de trabalho
- Melhoramentos nas máquinas e processos

- Melhoramentos nos dispositivos e ferramentas
- Melhoramentos no trabalho de escritório
- Melhoramentos na qualidade do produto
- Idéias de novos produtos
- Serviços e relações com o consumidor

## **7. PESQUISA DE MARKETING**

O mercado atual é muito competitivo e uma das formas mais conhecidas de se manter nele, ou melhorar seus processos é através da realização de pesquisas de marketing.

De acordo com a apostila do SEBRAE, pesquisa de marketing é: “A coleta sistemática e o registro, classificação, análise e apresentação objetiva de dados sobre hábitos, comportamentos, atitudes, valores, necessidades, opiniões e motivações de indivíduos e organizações dentro do contexto de suas atividades econômicas, sociais, políticas e cotidianas”.

Nos dias de hoje, toda a estrutura da empresa deve funcionar de forma a atender da melhor maneira possível o seu cliente, então é válido dizer que todo este processo está voltado diretamente para ele, onde ele inicia apontando suas necessidades e termina fornecendo o melhor produto com as melhores condições de prazo e qualidade. O que torna a pesquisa de marketing o início de todo este processo.



Figura 10 – Fluxo de desenvolvimento de produtos e serviços

Quando realizada corretamente, a pesquisa oferece informações consistentes, que tornam a tomada de decisão mais rica e precisa. A importância da pesquisa reside em verificar a validade e viabilidade de uma hipótese, antes de sua real execução, que geraria muitos custos com poucos resultados.

A figura 11 mostra a importância da realização de pesquisas de marketing para a coleta e distribuição de informações, com estas informações é possível posicionar a sua empresa no mercado e definir suas estratégias.



Figura 11 – Sistema de pesquisa de marketing

No mundo globalizado, a captação e interpretação de informações são fatores decisivos para se manter no mercado. Uma das grandes dificuldades encontradas nas empresas durante a realização da pesquisa é direcioná-la corretamente com o público alvo, fazendo com que as informações obtidas sejam de fato úteis para a tomada da decisão.

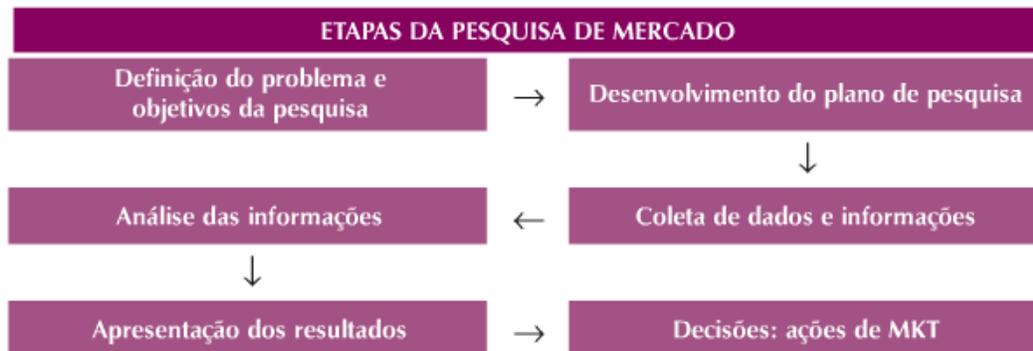


Figura 12 – Etapas da pesquisa de marketing

## **8. CHICAGO PNEUMATIC**

Fundada em 1901 a Chicago Pneumatic se especializou na produção de equipamentos para mineração e construção. A partir de então vem desenvolvendo produtos em diversas áreas.

A Chicago Pneumatic está dividida em 2 grandes áreas de negócio: Compressores e Ferramentas Industriais. Neste relatório será abordado os trabalhos implementados na área de Ferramentas Industriais.

### **8.1. FERRAMENTAS INDUSTRIAIS**

A Chicago Pneumatic se especializou na parte de ferramentas industriais ao longo do tempo, pois percebeu que existia uma grande necessidade das indústrias em melhorar seus processos de aperto e remoção de material.

Hoje em dia a Chicago Pneumatic possui uma ampla gama de ferramentas que atendem estas indústrias, os seus produtos são divididos em algumas famílias de ferramentas, como:

Ferramentas para aperto: Esta família possui uma grande variedade de ferramentas voltadas para o aperto e união de peças, aqui são encontrados produtos que vão desde chaves de impacto até grande centros de montagem altamente sofisticados.



Figura 13 – Chave de Impacto RP9545

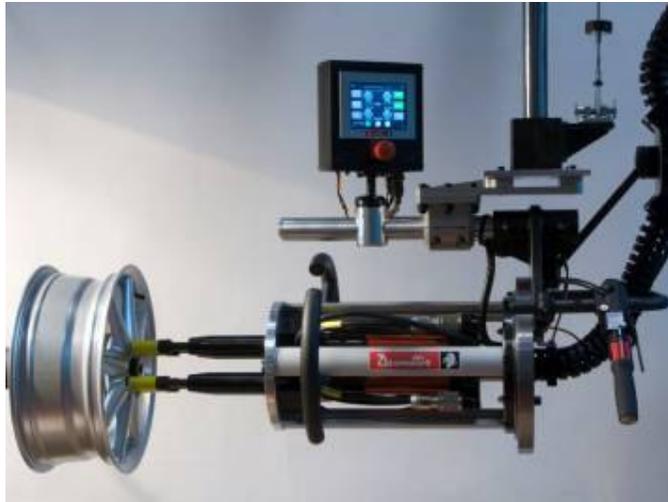


Figura 14 – Centro automatizado de aperto de rodas

As ferramentas para aperto são amplamente utilizadas em montadoras de veículos, montagem de equipamentos para a linha branca e implementos rodoviários.

Ferramentas para Remoção: Esta família reúne vários tipos de ferramentas especializadas em remover, desgastar ou furar um material. Ferramentas como retílicas, esmerilhadeiras, politrizes e furadeiras estão nesta classificação.



Figura 15 – Esmerilhadeira

As ferramentas desta família são muito utilizadas em indústrias pesadas, como Caldeiraria, grandes estaleiros e Petroquímicas.

## 9. MOTIVAÇÃO

A motivação encontrada para a realização do trabalho de Manufatura Enxuta aplicada na empresa Chicago Pneumatic foi à identificação da insatisfação do cliente em relação ao atendimento que estava recebendo.

Para encontrar as causas do problema observado, recorreu-se a implementação de uma pesquisa de marketing com os clientes, esta pesquisa tinha como objetivo direcionar os planos de ação futuros. Os alvos da pesquisa foram a rede de distribuição de peças e ferramentas Chicago Pneumatic e os clientes finais mais importantes.

Todas as pesquisas foram realizadas individualmente e durante visitas não comerciais com setor técnico e de compras. O estudo foi realizado de modo qualitativo, seguindo uma diretriz pré-estabelecida. Durante as conversas não foram dadas opções ao entrevistado, permitindo que ele expressasse a sua verdadeira opinião. Ao final, todas as respostas foram reunidas e um critério foi estabelecido para agrupar as diferentes opiniões.

Após a coleta das informações, foi realizado o seu processamento, agrupando idéias similares que surgiram e apresentado os resultados abaixo.

### O que faz você comprar ferramentas CP?

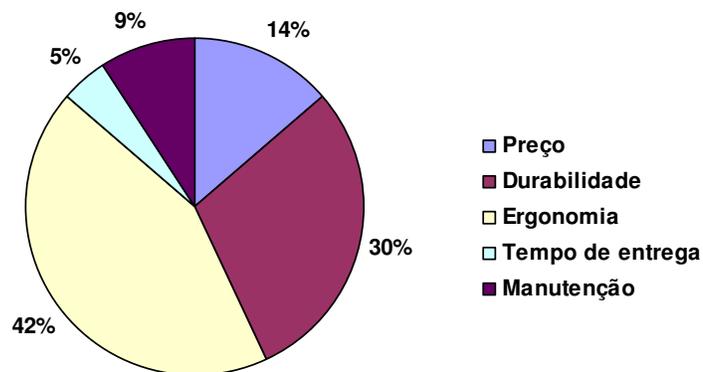


Gráfico 1 – Resultado da pesquisa de marketing

Deste resultado podemos avaliar que grande parte dos clientes procura a marca Chicago Pneumatic porque ela é sinônimo de Qualidade (demonstrado pela Durabilidade e Ergonomia), não se importando em pagar um preço maior por este tipo de ferramenta, o que justifica o baixo índice do quesito preço.

Durante a conversa notou-se que dois fatores incomodam muito na hora da escolha da marca, eles são: Manutenção e Tempo de entrega. Tendo esses dois itens em mente, foi possível direcionar a pesquisa de forma a achar a raiz do problema em cada um deles.

### O que poderia melhorar na manutenção?

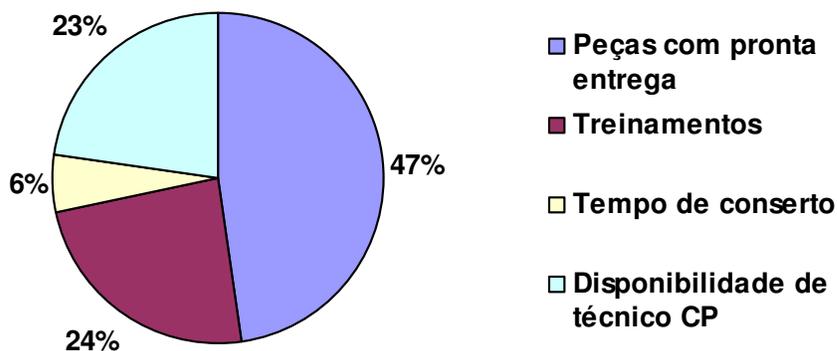


Gráfico 2 – Resultado da pesquisa de marketing

Percebendo que a manutenção era um problema recorrente na insatisfação dos clientes, foi necessário identificar qual a real causa desta insatisfação e percebeu-se que os clientes estavam descontentes com a demora para a entrega da peça de reposição. Este período de espera chegava a ser de até 35 dias. A indisponibilidade de técnicos Chicago Pneumatic não chega a ser um fator tão agravante pois os próprios distribuidores possuem centros técnicos capazes de efetuar o reparo.

A intenção ao final da pesquisa era a de fazer uma pergunta fechada, mostrando quatro opções para o cliente para que ele dissesse qual a maior dificuldade encontrada atualmente.

## Problemas encontrados

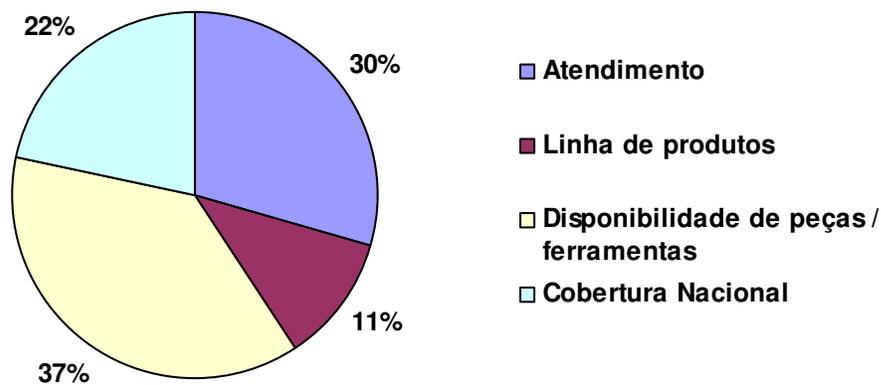


Gráfico 3 – Resultado da pesquisa de marketing

A cobertura nacional representa a área de atuação da empresa e infelizmente a Chicago Pneumatic não cobre as regiões Norte e Nordeste do país, onde grandes indústrias estão presentes.

Para a linha de produtos não foi encontrado nenhum problema, pois a linha da Chicago Pneumatic é muito ampla, atendendo diversas aplicações.

O quesito atendimento foi apresentado como um dos principais problemas que iam contra a compra da marca. Informações como consulta de preços e estoque demoravam a ser repassadas para o distribuidor, assim como o envio dos itens já faturados.

Além do problema com o atendimento, os distribuidores mostraram insatisfação com a falta de itens para a pronta entrega. Nenhum item consultado tinha venda imediata, o prazo mínimo para recebimento era de 20 dias, o que dificultava sua venda junto ao cliente final.

A pesquisa durou aproximadamente um mês e gerou resultados interessantes, permitindo definir a estratégia de trabalho (próximo passo do planejamento de marketing). O plano de ação com base nestas informações será detalhado posteriormente.

## 10. PROBLEMAS ENCONTRADOS

Com a coleta e processamento das informações obtidas através da pesquisa de marketing, é necessário realizar um mapa de fluxo de valor para podermos priorizar dois tópicos que são mais importantes e criar planos de ação para cada um deles, seguindo a metodologia mostrada na figura 3.

No Mapa de Fluxo de Valor atual, escolheu-se a família dos itens com o maior giro na empresa, o que corresponde a 20% do portfólio da Chicago Pneumatics.

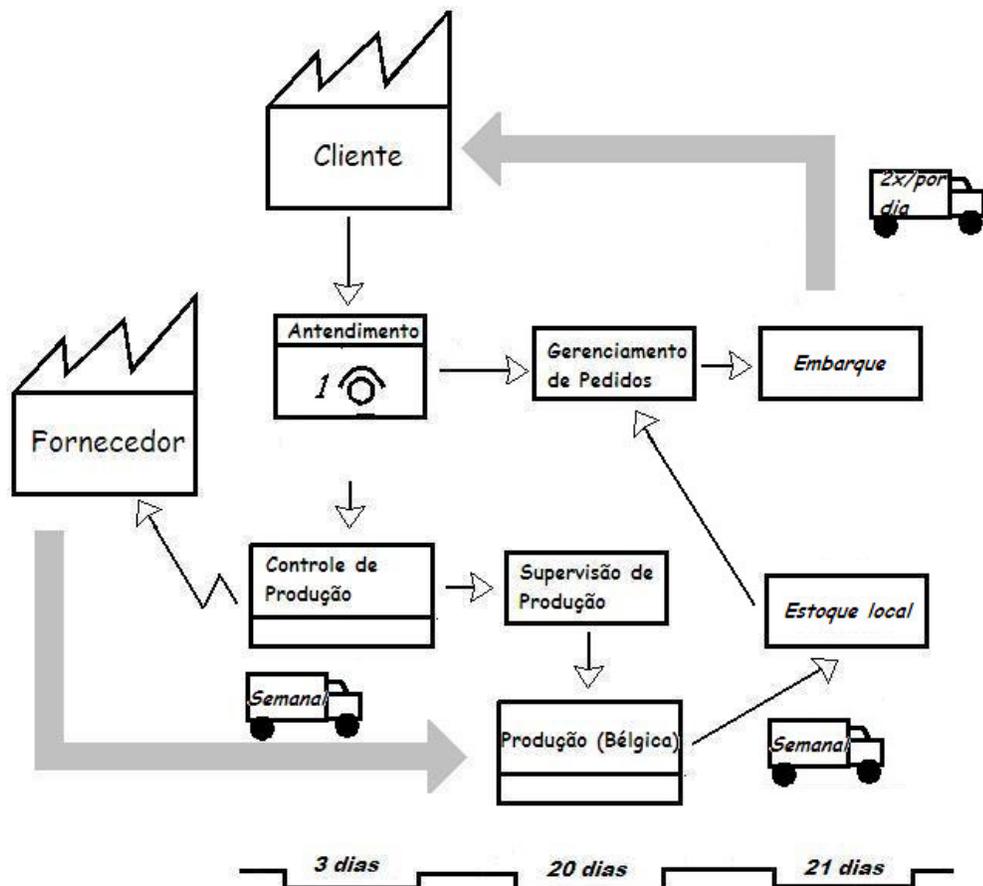


Figura 16 – Mapa de Fluxo de Valor Atual

Para essa família de produtos, foi feito o acompanhamento de todas as etapas da cadeia de suprimentos, desde o cliente até o fornecedor. O fluxo começa com o cliente em contato com o atendimento, e esse é feito por uma pessoa dedicada apenas para essa função. O atendimento passa ao cliente informações de se o item está em estoque na

matriz, tempo de entrega e custo, após o aceite do cliente as informações são passadas ao gerenciamento de pedidos e ao controle de produção na matriz.

O controle de produção faz o pedido da matéria prima com o fornecedor que faz entregas semanais e passa a informação à supervisão de produção. A supervisão de produção passa a ordem para a produção e após a fabricação da peça, a informação é passada para o setor de expedição que expede peças para a filial brasileira 2x por dia. Ao chegar ao Brasil, as peças dão entrada no estoque local, o gerenciamento de pedidos fatura o pedido e as peças são embarcadas ao cliente 2 x por dia.

Com o perfeito mapeamento do fluxo de valor atual para o cliente e a pesquisa de marketing, é feita a investigação dos problemas apontados:

#### **10.1. INDISPONIBILIDADE DE PEÇAS**

Em um mundo competitivo como hoje, é essencial que se tenha produtos para pronta entrega. A espera pode fazer com que o cliente desista da compra, pois os prazos para entrega de projetos são sempre apertados e ele não quer depender de outros fornecedores para que isso funcione. Sendo assim, o fato de uma empresa não ter disponível na prateleira uma parte de seus produtos a torna não competitiva no mercado atual.

A falta de competitividade faz com que o cliente tenha uma imagem negativa com a empresa e nem esteja presente nas próximas intenções de compra. Sendo assim, avaliamos este como um fator importante a ser trabalhado.

Investigando o processo atual, percebeu-se que não existe qualquer trabalho de gerenciamento de estoque. Prateleiras se encontram vazias e só será feito um pedido de importação de determinada peça quando um pedido a requisitar. Isso gera desconforto para o cliente, pois ao fazer o pedido essa peça irá ter um tempo de entrega muito longo.

Para entender detalhadamente o processo, algumas pesquisas foram realizadas, com os funcionários mais envolvidos neste processo e conseguimos filtrar através de

alguns diagramas de causa e efeitos os fatores mais importantes para esse problema. A figura XX mostra o diagrama de Ishikawa final para este problema.

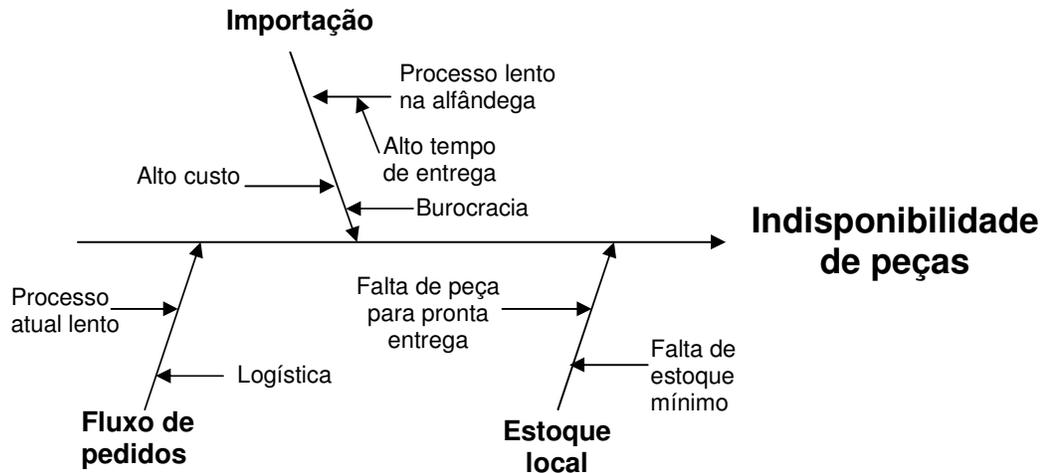


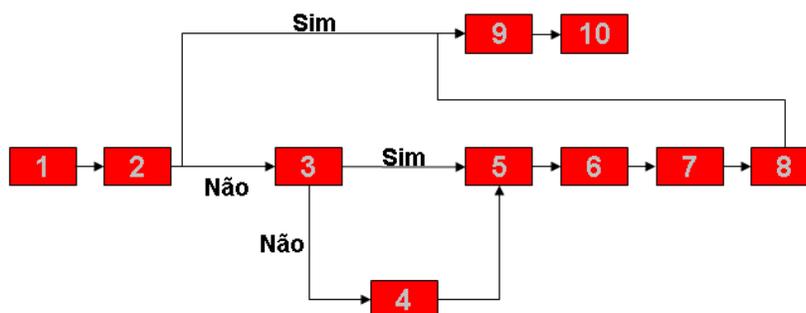
Figura 17 – Diagrama Ishikawa para Indisponibilidade de peças

Durante a coleta de informações sobre a falha dos processos, foi percebido que o fluxo de pedidos atual não prevê um estudo baseado em um estoque mínimo, kanban, ou qualquer outra atividade que possa garantir a disponibilidade das peças. Sendo assim, foi necessário desenhar este fluxo atual para fosse analisado o caminho crítico e o ponto que estava estagnando o processo.

No fluxo é fácil observar que não existe atribuição para o estoque, ele serve apenas para reservar momentaneamente a peça que chega de uma importação, mas que já possui pedido para alocá-la. Ela fica presente no estoque apenas o tempo suficiente para faturar e enviar para o cliente.

A idéia principal deste projeto é fazer com que o estoque tenha uma presença maior no processo do fluxo de pedidos. Será estabelecido um novo fluxo que implementará um estoque com característica de armazenamento, sempre garantindo a sua rotatividade, para evitar as perdas demonstradas no tópico de perda por estoque. Para viabilizar este projeto precisamos implementar os conceitos vistos anteriormente de Kanban e Estoque de Segurança.

## FLUXOGRAMA DO PEDIDO - ATUAL



1 – Pedido do cliente	( 1 dia )
2 – Verificação do estoque local	( 1 dia )
3 – Verificação do estoque central	( 1 dia )
4 – Produção da Peça	( 20 dias )
5 – Pedido de importação	( 1 dia )
6 – Transporte aéreo	( 5 dias )
7 – Desembarço na alfândega	( 10 dias )
8 – Entrada no estoque local	( 1 dia )
9 – Faturamento do pedido	( 1 dia )
10 – Envio para o cliente	( 3 dias )
<b>TOTAL –</b>	<b>( 44 dias )</b>

Figura 18 – Fluxo de pedidos atual

A figura 8 ilustra muito bem a deficiência no fluxo atual, a entrega só será realizada 44 dias depois da confirmação do pedido, enquanto a concorrência garante a pronta entrega de muitos produtos considerados padrão na sua linha.

### 10.2. ATENDIMENTO

A questão do atendimento, apareceu muitas vezes durante a pesquisa de marketing que foi realizada com os clientes. Eles disseram que muitas vezes precisam ligar várias vezes para serem atendidos e quando conseguem um primeiro contato, a sua solicitação não é respondida em um tempo satisfatório.

O problema no atendimento, pelo que foi observado, não pode ser atribuído à falta de empenho dos responsáveis por esta área, mas sim pelo nível de trabalho a que essas pessoas estão submetidas. A estrutura interna da Chicago Pneumatic é muito enxuta para atender as solicitações do Brasil inteiro, tanto via telefone como através de emails.

Novamente, após uma reunião com os responsáveis pela área, foi possível criar um diagrama de causa e efeito, para que tornasse mais evidentes os pontos a serem estudados e a definição de uma estratégia para melhorá-los.

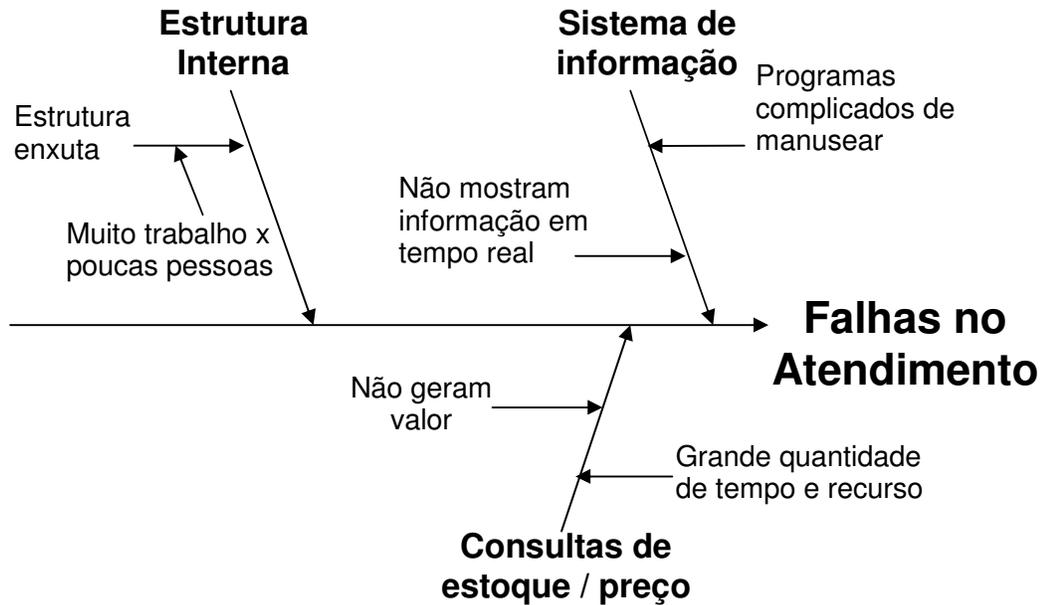


Figura 19 – Diagrama de Ishikawa para as falhas no atendimento

Uma solução encontrada para este problema e a implementação de um programa capaz de fazer automaticamente todo o processo que hoje em dia precisa de um operador. Isso facilitaria as consultas de estoque e preço e implementação dos pedidos. O grande objetivo deste projeto é unificá-lo com a definição do kanban e fechar todos os processos de melhorias.

O programa em questão é o E-Connect, ele é baseado na internet, assim qualquer cliente poderá acessá-lo. Ele será melhor detalhado nos próximos tópicos.



## 11.1. ESTOQUE DE SEGURANÇA

Para complementar a administração dos estoques é necessário estabelecer os níveis dos estoques de segurança do sistema. Estes estoques são desenvolvidos como sendo um amortecedor que se deve prever para minorar os efeitos de variações, tanto no consumo médio mensal como no tempo de reposição, ou de ambos.

Também conhecido como estoque mínimo, estoque isolador ou ainda estoque reserva, é o estoque de produto para suprir determinado período, além do prazo de entrega para consumo ou vendas, prevenindo possíveis atrasos na entrega por parte do fornecedor e garantindo o andamento do processo produtivo caso ocorra um aumento na demanda do item. Deverão ser maiores quanto maior for a distância do fornecedor ou mais problemático for o fornecedor com relação aos prazos de entregas.

Os estoques de segurança têm por finalidade não afetar o processo produtivo e, principalmente, não acarretar transtornos aos clientes por falta de material e, conseqüentemente, atrasar a entrega do produto ao mercado.

Entretanto, há uma grande dificuldade em determinar o estoque de segurança com exatidão, dada a variedade de fatores, tais como:

- maior ou menor velocidade na razão de consumo;
- a variação na frequência com que a peça é requisitada no almoxarifado;
- falha no abastecimento do fornecedor.

Para auxiliar na determinação destas variáveis, podemos avaliar a demanda por peças nos últimos dois anos através da figura 10.

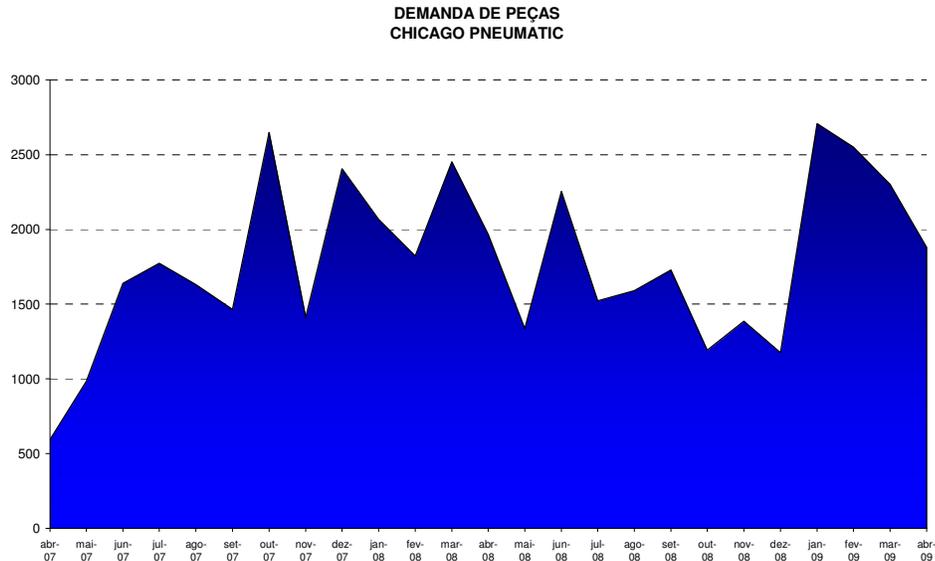


Figura 21 – Volume de vendas nos últimos dois anos

A determinação dos estoques de segurança leva em consideração dois fatores que devem ser equilibrados: os custos decorrentes do esgotamento do item e os custos de manutenção dos estoques mínimos. Quanto maiores forem os custos de falta atribuídos ao item, maiores serão os níveis de estoques mínimos que deverão ser mantidos, e vice versa.

Para se calcular o estoque de segurança deve-se levar em consideração o lead time do produto e o período do desvio padrão. Esta fórmula trabalha com um fator de segurança e com o desvio padrão da amostra.

$$E_{seg} = FS * \sigma * \sqrt{\frac{LT}{PP}}, \text{ onde:} \quad (1)$$

$E_{seg}$  : Estoque de segurança

$FS$  : Fator de Segurança

$\sigma$  : Desvio padrão

$LT$  : Lead Time

$PP$  : Período do desvio padrão

Ao definir o Fator de Segurança de cada peça, foi criado um critério. Dentro da tabela de itens mais importantes, definidos pela curva de Pareto, pode ser visto que alguns desses itens são utilizados com uma maior frequência, o consumo itens vem da necessidade de uma manutenção constante, ou seja, são itens que se desgastam ao longo do tempo com a utilização da ferramenta e sua compra será necessária mais cedo ou mais tarde. A procura pelo restante dos itens é feita quando surge algum problema não convencional, ou seja, a máquina quebra por uso indevido ou quando ocorre algum acidente.

Assim o Fator de Segurança para os itens consumíveis é de 1,5 enquanto para os outros itens é de 1,2.

Alguns dados ainda estão faltando para a definição do estoque de segurança. Estamos avaliando junto a matriz uma relação do Lead Time de cada um destes produtos. A entrega dos resultados está prevista para o segundo semestre de 2009.

## **11.2. DIAGRAMA DE PARETO**

A linha de peças da Chicago Pneumatic é muito grande, chegando a mais de 5000 itens, isto dificultaria muito a implementação de qualquer mudança no gerenciamento de estoque. Assim, foi decidido que iria ser trabalhado, pelo menos inicialmente, apenas os itens mais importantes para a empresa. A definição destes itens pode ser auxiliada pela construção do Diagrama de Pareto, que leva em conta a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor.

Na avaliação dos resultados do diagrama de Pareto, percebe-se o giro dos itens no estoque, o nível da lucratividade e o grau de representação no faturamento da organização. Os recursos financeiros investidos na aquisição do estoque poderão ser definidos pela análise e aplicação correta dos dados fornecidos.

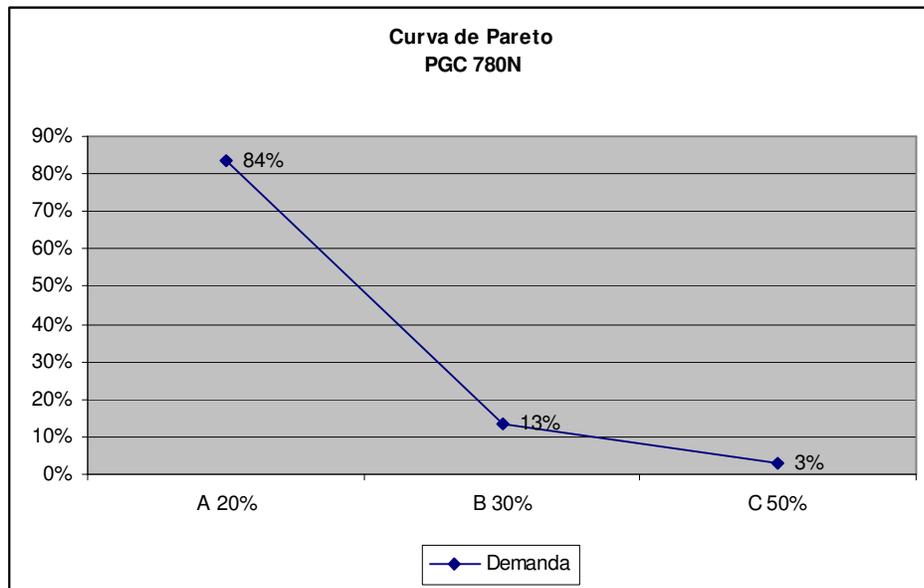


Figura 22 – Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto está representado na figura 7 e através dele notamos que apenas 20% dos itens correspondem a 84% do faturamento da empresa em relação às peças. Com base nesta informação, podemos aplicar o estudo do estoque de segurança para apenas os itens identificados como A.

### 11.3. DEFINIÇÃO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA

Após a definição dos itens mais importantes pelo diagrama de Pareto é hora de definir através da fórmula apresentada o estoque de segurança para cada um destes itens. Como ainda estamos solicitando alguns dados junto a matriz, este cálculo não pode ser concluído, esperamos obtê-los até o final do semestre e apresentar os resultados no início da segunda etapa deste projeto.

## 11.4. KANBAN

O sistema Kanban será implementado virtualmente através do programa BPCS de acordo com o Mapa de Fluxo de Valor Futuro. O programa BPCS será instalado na matriz e na filial brasileira, e será possível consultar a quantidade de peças em estoque e o programa gerará uma ordem de produção quando o estoque local estiver abaixo do estoque de segurança calculado.

Esse mesmo sistema será instalado nos fornecedores de matérias primas, de forma que ao mesmo tempo que seja gerado uma ordem de produção, também será gerada uma ordem de compra de matéria-prima com os fornecedores, caso esse esteja abaixo do estoque de segurança.

```

Session A - [24 x 80]
File Edit View Communication Actions Window Help
PrintScreen Copy Paste Send Recv Display Color Map Record Stop Play Quit Clipboard Support Index

INV300-02      BRT Chicago Pneumatic Div.TOOLS (PTF7)      BRTDC1      19/11/09
ACBRP01      Material Status Inquiry      BRTDC      11:30:23
Item 8944077330 CP7733 CHAVE DE IMPACTO 1/2"      On hand      1,000
Group PGC 7704 TIPO PISTOLA      Cust. alloc      57,000
Class 24 GAC 7M U/M stock PC sales PC purch PC Mfg. alloc      0,000
Type B Mach Imp. Grp Draw/Formula #      On order      136,000
Available      56,000-

                MTD                YTD
Opening Balance      1,000
Issues                0,000      778,000
Receipts              0,000      726,000
Adjustments           0,000      0,000
Sales Units           0,000      686,000
Sales Amt             0,00      201891,02
List/Catalog
List Price            1011,940 BRL      1011,940 IEP
                Vendors      Vendors Item #
                23739      POWER TOOLS DISTRIBUTION NV
Discount Code        VS
Purch U/M cnv        1,00000
Sales U/M cnv        1,00000
Minimum Balance

F3=End F2=Orders F9=Hist F12=New Item F19=Locs F24=More Keys

MR a MW 01/001
902 - Session successfully started
\\brsbrfs0001\laser Ferramentas CP on JP_10.111

```

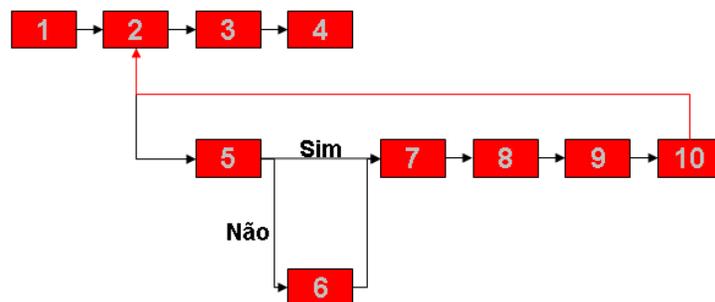
Figura 23 – Programa BPCS

## 11.5. FLUXO DE PEDIDOS

O pensamento enxuto ensina através da metodologia de mapa de valor que devemos descartar todo e qualquer tipo de ação que não gere valor agregado. Tendo isto em mente analisamos algumas alternativas para o processo atual até chegarmos em uma solução que conseguiria separar o processo interno (fabricação, importação) do processo de pedido do cliente (faturamento do pedido e transporte), reduzindo drasticamente o tempo de espera do cliente.

O novo fluxo de pedidos mostrado na figura 12, visa a separação do pedido de importação com o pedido do cliente. Só podemos criar estes dois processos após a definição do estoque de segurança, pois ele vai garantir a disponibilidade das peças para o cliente. Paralelamente, pedidos de importação são gerados automaticamente alimentando o estoque local, diminuindo drasticamente o tempo de espera do cliente e os desperdícios apresentados no item sobre os problemas.

### FLUXOGRAMA DO PEDIDO - PREVISTO



1 – Pedido do cliente	( 1 dia )
2 – Verificação do estoque local	( 1 dia )
3 – Faturamento do pedido	( 1 dia )
4 – Envio para o cliente	( 3 dias )
<b>TOTAL P/ CLIENTE</b>	<b>( 6 dias )</b>
5 – Verificação do estoque central	( 1 dia )
6 – Produção da Peça	( 20 dias )
7 – Pedido de importação	( 1 dia )
8 – Transporte aéreo	( 5 dias )
9 – Desembaraço na alfândega	( 10 dias )
10 – Entrada no estoque local	( 1 dia )
<b>ALIMENTAÇÃO DO ESTOQUE LOCAL –</b>	<b>( 38 dias )</b>

Figura 24 – Novo fluxo de pedidos

Este fluxo nos apresenta outro problema em relação às atividades desempenhadas pelos funcionários. O tempo demandado pelos funcionários é o mesmo, caso o pedido seja referente a uma peça de valor de centenas de reais ou caso o pedido seja referente a um grande projeto, cujo valor agregado é muitas vezes maior.

Isto faz com que a prioridade seja dada aos pedidos de maior valor, deixando os pedidos de peças sempre para em último plano, para solucionar este problemas, podemos implementar um sistema automático de verificação de estoque e de criação de pedidos. Este sistema já existe atualmente, porém não foi implantado nos clientes, ele se chama E-Connect.

### **11.6. E-CONNECT**

O E-Connect é um sistema que através de uma página na internet é capaz de conectar ao sistema interno da empresa, criando a possibilidade do cliente fazer verificações do estoque, consulta de preços e criação de pedidos automaticamente.

Este sistema é muito prático, pois ele é capaz de reduzir drasticamente o tempo que o cliente precisaria aguardar para a geração de um pedido. O fluxo atual obriga-o a ligar para empresa, e então o responsável pelas cotações precisaria checar o estoque, passar o preço e no caso de confirmação do pedido, encaminhar para o vendedor interno que irá gerar esta solicitação.

Com a implementação do E-Connect, todo este processo poderia ser feito pelo próprio cliente, assim ele mesmo poderia gerar o pedido desejado em pouco tempo, consultando o estoque da Chicago Pneumatic. Outra vantagem na utilização deste recurso é a de que o pessoal interno da empresa poderia focar os seus trabalhos em pedidos de maior valor agregado, que exigem cotações mais elaboradas.



Figura 25 – Tela inicial do E-Connect

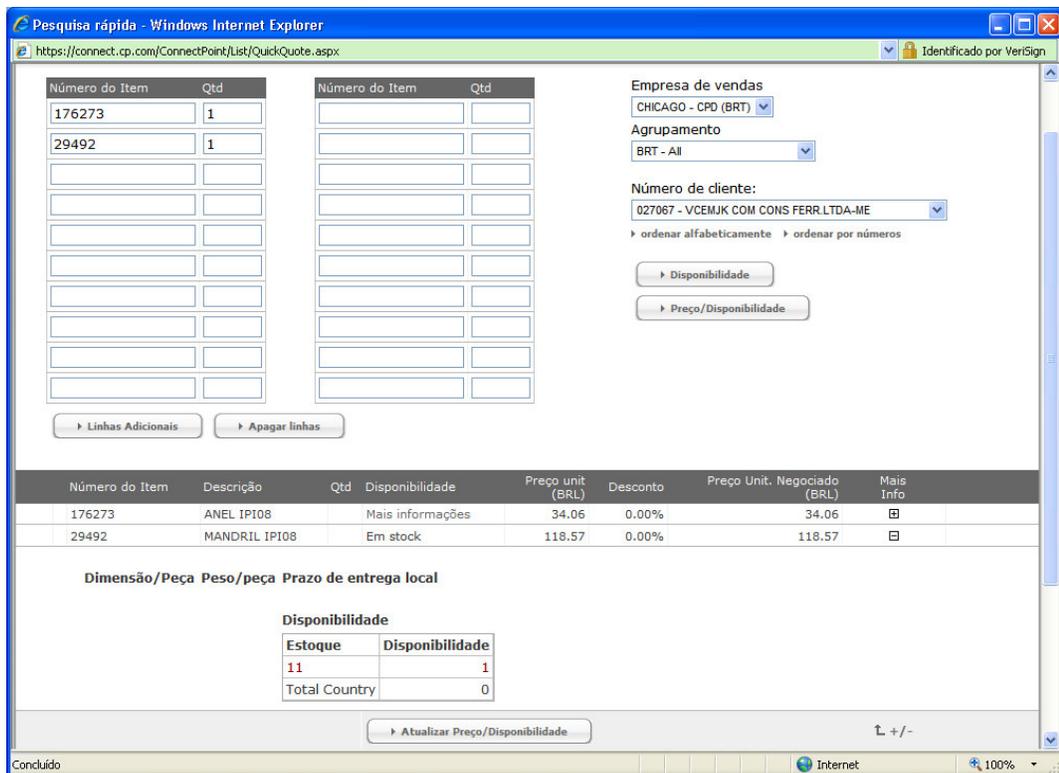


Figura 26 – Consulta de preço e disponibilidade de peças

## 12. CONCLUSÃO

Um dos maiores desafios com que se depara com a administração durante a implementação de técnicas de manufatura enxuta é garantir que alterações reais no comportamento aconteçam em todos os níveis da organização. Mesmo a equipe gerencial mais bem-intencionada, leal e respeitada, se não alcançar a adoção entusiástica das mudanças, verá seu plano se reverter nas velhas e familiares rotinas. Sem um sólido programa de mudanças gerenciais perfeitamente entrelaçados com o projeto de manufatura enxuta, assim como uma forte liderança, o projeto estará condenado desde o seu início.

A parte inicial deste projeto consistiu em uma pesquisa detalhada sobre a metodologia de manufatura enxuta para assim pode ser definida as perdas mais importantes no processo de estoque de peças da Chicago Pneumatic.

A metodologia enxuta também permitiu que novos métodos fossem estudados e a partir deste ponto, iremos iniciar a sua implementação. Os resultados parciais desta implementação serão apresentados no início do segundo semestre.

### 13. BIBLIOGRAFIA

(1)Machado, R. L., Heineck, L. F. M. “Estratégias de Produção para a Construção Enxuta”

(2)Ohno, T. “O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala.” Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

(3)Womack, J. P., Jones, D.T. “Soluções Enxutas – como empresas e clientes conseguem juntos criar valor e riqueza”, Ed. Campus

(4)Womack, J. P., Jones, D.T. “A mentalidade enxuta nas empresas: Lean Thinking – elimine o desperdício e crie riqueza”, Ed. Campus

(5)www.lean.org.br, consulta realizada em abril/2009

(6)[http://www.sebraesp.com.br/faq/marketing/planejamento\\_orcamentario\\_control/es/obtem\\_curva\\_abc](http://www.sebraesp.com.br/faq/marketing/planejamento_orcamentario_control/es/obtem_curva_abc), consulta realizada em maio/2009

(7)George, M.L et al. The Lean Six Sigma Pocket. New York: McGraw-Hill, 2005.

(8)[http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista\\_da\\_fae/fae\\_v8\\_n1/rev\\_fae\\_v8\\_n1\\_13\\_prof\\_shimoyama.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v8_n1/rev_fae_v8_n1_13_prof_shimoyama.pdf), consulta realizada em outubro/2009