

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

**Análise da Implantação do Sistema Kanban de Produção  
em uma Indústria Metal Mecânica**

*Bruno Haruo Uemoto*

**TCC-EP-17-2006**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

**Análise da Implantação do Sistema Kanban de Produção  
em uma Indústria Metal Mecânica**

*Bruno Haruo Uemoto*

**TCC-EP-17-2006**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof. M.Sc. Carlos Antônio Pizo.*

**Maringá - Paraná  
2006**

**Bruno Haruo Uemoto**

**Análise da Implantação do Sistema Kanban de Produção  
em uma Indústria Metal Mecânica**

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

---

Orientador: Prof. M.Sc. Carlos Antônio Pizo  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Paraíso  
Departamento de Engenharia Química, CTC

Maringá, novembro de 2006

## RESUMO

Devido às mudanças ocorridas nos sistemas produtivos industriais nas últimas décadas, as empresas atualmente necessitam de adaptações quanto a sua forma de produção de bens/serviços. Este novo conceito visa o melhoramento contínuo tanto de produtividade quanto de qualidade, como também um sistema de manufatura mais flexível em relação às oscilações da demanda e a diminuição dos custos de produção através da redução de desperdícios. Dentro deste contexto, as empresas então adotando uma filosofia de produção baseada nos métodos inicialmente usados por organizações japonesas e que efetivamente se difundiram por todo o mundo em diferentes tipos de processos produtivos. Este método conhecido como *Just In Time* tem em sua política a produção apenas dos itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento certo. Visto como um suporte ao *JIT*, o *kanban* é uma ferramenta utilizada no sistema de administração da produção, que oferece informações para controlar a produção, regular o fluxo de materiais e manter o estoque sob controle. A metodologia utilizada foi uma pesquisa descritiva, explicando as principais características como também o funcionamento do sistema *kanban* de produção. Outro método contido no trabalho é um estudo de caso, realizado em uma empresa metal mecânica da região, em que se pode analisar a aplicação da ferramenta no processo produtivo. A partir dessa análise, conclui-se que os objetivos traçados pela gerência, em relação ao uso do sistema *kanban*, foram atingidos. Diminuição de todo tipo de estoque, como ocorreu no estoque de peças brutas, que houve uma redução de 53%. No caso do estoque de peças prontas, a redução chegou a 59%. Um maior controle visual da produção, proporcionou a redução de até 25% no tempo de *setup*. Outras vantagens ocasionada pela implantação do *kanban* foi o nivelamento da produção e a otimização da produção.

**Palavras-chave:** Processo Produtivo, Sistema *Kanban*, *Just In Time*.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>IV</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.1.1 Objetivo Geral .....	2
1.1.2 Objetivo Específico .....	2
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	2
<b>2. ANÁLISE DO SISTEMA <i>JUST IN TIME</i> .....</b>	<b>4</b>
2.1 OBJETIVOS DO JIT .....	4
2.2 CONCEITOS GERAIS.....	6
2.3 PRINCÍPIOS DO JUST IN TIME.....	8
2.4 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO JUST IN TIME .....	13
2.4.1 Projeto para a manufatura <i>JIT</i> .....	13
2.4.2 Layout para <i>JIT</i> .....	14
2.4.3 Células de Produção .....	14
2.4.4 Troca Rápida de Ferramentas - <i>Setup</i> .....	16
2.4.5 Redução de Tempos Envolvidos no Processo – <i>Lead Time</i> .....	17
2.4.6 Organização do Local de Trabalho – 5S.....	18
2.4.7 Manutenção Produtiva Total – MPT .....	19
<b>3. SISTEMA <i>KANBAN</i> .....</b>	<b>20</b>
3.1 EMPURRAR A PRODUÇÃO VS. PUXAR A PRODUÇÃO .....	20
3.2 ORIGEM DO <i>KANBAN</i> .....	21
3.3 DEFINIÇÃO, OBJETIVOS E FUNÇÕES DO <i>KANBAN</i> .....	22
3.4 TIPOS DE CARTÕES <i>KANBAN</i> .....	24
3.4.1 <i>Kanban</i> de Produção.....	25
3.4.2 <i>Kanban</i> de Requisição .....	26
3.4.3 Outros Tipos de <i>Kanban</i> .....	28
3.5 PAINEL PORTA- <i>KANBAN</i> .....	29
3.6 CÁLCULO DO NÚMERO DE CARTÕES <i>KANBAN</i> .....	30

3.7 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA KANBAN.....	31
3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS – SISTEMA KANBAN DE PRODUÇÃO .....	33
<b>4. ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>36</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	36
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO .....	37
4.2.1 Fábrica de Reservatórios .....	37
4.2.2 Usinagem das Peças Brutas .....	39
4.2.3 Montagem de Cabeçotes.....	41
4.2.4 Montagem Final dos Compressores .....	42
4.3 CARACTERÍSTICA DO PRODUTO.....	43
4.4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA EMPRESA .....	45
4.5 IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA KANBAN NO PROCESSO PRODUTIVO.....	46
4.5.1 <i>Kanban</i> de Compras (Requisição).....	46
4.5.2 <i>Kanban</i> de Produção.....	49
4.6 RESULTADOS VERIFICADOS APÓS A IMPLANTAÇÃO DO KANBAN .....	51
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>54</b>
5.1 POSSÍVEIS MELHORIAS .....	55
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: COMPREENDENDO A FUNÇÃO MANUFATURA.....	11
FIGURA 2.2: CÉLULA DE PRODUÇÃO COM SEIS MÁQUINAS OPERADAS POR DOIS OPERADORES.....	15
FIGURA 2.3: COMPOSIÇÃO DO <i>LEAD TIME</i> PRODUTIVO.....	18
FIGURA 3.1: EMPURRAR VS. PUXAR A PRODUÇÃO. ....	21
FIGURA 3.2: MODELO DO CARTÃO <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO. ....	25
FIGURA 3.3: MODELO DO CARTÃO <i>KANBAN</i> DE REQUISIÇÃO INTERNA. ....	27
FIGURA 3.4: MODELO DO CARTÃO <i>KANBAN</i> DO FORNECEDOR. ....	I
FIGURA 3.5: PAINEL PORTA- <i>KANBAN</i> . ....	29
FIGURA 4.1: VISTA AÉREA DA EMPRESA.....	37
FIGURA 4.2: FLUXOGRAMA DA FÁBRICA DE RESERVATÓRIOS.....	38
FIGURA 4.3: CÉLULA 1. ....	40
FIGURA 4.4: FLUXOGRAMA DA USINAGEM DE PEÇAS BRUTAS. ....	40
FIGURA 4.5: FLUXOGRAMA DA MONTAGEM DE CABEÇOTES.....	42
FIGURA 4.6: FLUXOGRAMA DA MONTAGEM FINAL.....	43
FIGURA 4.7: COMPRESSOR DE BAIXA PRESSÃO – PSI 2,6/50. ....	44
FIGURA 4.8: COMPRESSOR DE ALTA PRESSÃO – PSW 60/425.....	44
FIGURA 4.9: PAINEL PORTA <i>KANBAN</i> . ....	48
FIGURA 4.10: CARTÃO <i>KANBAN</i> DE COMPRA. ....	48
FIGURA 4.11: CARTÃO <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO.....	50
FIGURA 4.12: PAINEL PORTA <i>KANBAN</i> CELULAR.....	50

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1: SISTEMA TRADICIONAL VS SISTEMA <i>KANBAN</i> .....	34
TABELA 4.1: EQUIPAMENTOS DA FÁBRICA DE RESERVATÓRIOS.....	39
TABELA 4.2: EQUIPAMENTOS DA USINAGEM DE PEÇAS BRUTAS.....	41
TABELA 4.3: PRODUTOS PRESSURE.....	44
TABELA 4.4: ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DO <i>KANBAN</i> DE COMPRAS.....	52
TABELA 4.5: ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DO <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO.....	52
TABELA 4.6: REDUÇÃO DOS TEMPOS DE <i>SETUPS</i> APÓS A IMPLANTAÇÃO DO <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO.....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT	<i>Just In Time</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
MPT	Manutenção Produtiva Total
PCP	Planejamento e Controle da Produção
CNC	Cálculo Numérico Computadorizado

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente globalização da economia, as empresas do setor industrial vêm enfrentando novos desafios que até então não estavam acostumadas a tratar. As importações em massa de bens de consumo duráveis e não duráveis de países estrangeiros, principalmente dos asiáticos, vem fazendo com que nossas empresas industriais tomem uma posição definida quanto a sua estratégia e quanto a sua missão.

Produtos manufaturados, geralmente vindos destes países onde o modelo já está consolidado, apresentam maior qualidade e variedade, além de serem bastante competitivos, quanto a preços, com os similares nacionais. Esse fato colocou ao alcance dos consumidores brasileiros uma maior variedade de produtos de alta qualidade e a preços bastante atraentes.

Diante deste fato, deixar de ter um sistema de produção relacionado a métodos tradicionais e se adequar a essa nova tendência, adotando técnicas atuais de administração de produção, tornou-se indispensável para as organizações sobreviverem neste mercado de intensa competitividade.

Um dos métodos de administração e organização industrial, que mais tem tido a atenção das empresas é a filosofia *Just In Time (JIT)*, tendo como um de seus principais objetivos a eficiência da produção através da eliminação de desperdícios. Outras vantagens são propiciar ao sistema de manufatura maior flexibilidade para atender à variedade da demanda, aprimoramento contínuo, fator qualidade e a redução dos custos de produção. Produzir os itens necessários, na quantidade necessária, no tempo certo é um lema para o *JIT*.

Uma das ferramentas desta filosofia é o sistema *kanban* de controle e programação da produção, instrumento básico e essencial para a implantação do *JIT*. O *kanban* utiliza cartões como registro visível, autorizando a produção e movimentação de itens durante o processo produtivo.

É um sistema de controle de processo de reabastecimento em nível de piso de fábrica que transmite informações da produção aos postos de trabalhos interligados, reduzindo o tempo de

espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e tornando o fluxo do processo contínuo e ininterrupto (MOURA, 1989).

O presente trabalho, através de uma fundamentação teórica apropriada para o caso, com objetivos traçados e um estudo de situações reais realizado em uma empresa metal mecânica, confronta a teoria e a prática, identificando e relatando pontos fortes e possíveis melhorias.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O trabalho tem como objetivo geral, analisar o processo de aplicação do sistema *kanban* de produção em uma indústria metal mecânica da região.

### **1.1.2 Objetivo Específico**

- Explicar as principais características como também o funcionamento do sistema *kanban* de produção;
- Compreender como se comporta o sistema *kanban* em uma situação real em um processo produtivo;
- Identificar as vantagens que o sistema proporcionou a empresa estudada;
- Verificar possíveis melhorias em relação à otimização do processo produtivo na empresa.

## **1.2 Estrutura do Trabalho**

A estrutura do trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos, sendo eles: Introdução, Análise do Sistema *Just In Time*, Sistema *Kanban*, Estudo de Caso e Conclusão.

Inicialmente, foi feita uma breve apresentação do assunto a ser tratado, juntamente com os objetivos traçados. No segundo capítulo, foram apresentados conceitos, objetivos e princípios

da filosofia *Just In Time*, tendo como suporte suas ferramentas. O terceiro capítulo aprofundou-se na ferramenta *kanban*, tendo como a principal idéia do trabalho o confronto entre teoria e prática. Descreveu-se sua origem, definições, objetivos e funções, além das regras de funcionamento do *kanban*. O quarto capítulo baseou-se em uma situação real de ambiente de produção, em que uma empresa metal mecânica da região adotava o sistema *kanban* de produção. Além de uma breve apresentação da organização, seus produtos e seu sistema produtivo, ocorreu uma avaliação prática do *kanban*, obtendo informações sobre o assunto. A partir destas informações, foi elaborado o último capítulo do trabalho, contendo a avaliação dos dados obtidos e sugestões de melhorias no processo produtivo da empresa.

## 2. ANÁLISE DO SISTEMA *JUST IN TIME*

### 2.1 Objetivos do *JIT*

O *Just in Time* surgiu no Japão, em meados da década de 70, sendo sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados a Toyota Motor Company, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso. O idealista desse sistema foi o vice-presidente da empresa Taiichi Ohno.

A necessidade de uma indústria que produzisse somente o necessário, atribuindo: mínimo custo, espaços reduzidos e flexibilidade para fabricar pequenos lotes com níveis de qualidade comparáveis a dos fabricantes norte-americanos, fez com que a Toyota e o Japão, crescesse e tomasse mercado a partir de 1950; nas duas décadas seguintes passando também a ser adotado pelo demais fabricantes japoneses, e daí por diante sendo aplicada em empresas de outros países.

A filosofia *JIT* tem como objetivo, promover a otimização de todo o sistema produtivo, desenvolvendo métodos, procedimentos e atitudes necessárias para ser um fabricante competitivo. Para que isso ocorra da melhor maneira possível, algumas metas devem ser atingidas, como por exemplo: projetar a otimização do processo, criar relações de confiabilidade tanto com clientes como com fornecedores e adotar o compromisso da melhoria contínua do processo produtivo, resultando assim, na idéia final da filosofia.

A meta do *JIT*, segundo Lubben (1989), é desenvolver um sistema que permita a um fabricante ter somente os materiais, equipamentos e pessoas necessários a cada tarefa. Para se conseguir esta meta, é preciso, na maioria dos casos, trabalhar sobre seis objetivos básicos:

1. Integrar e otimizar cada etapa do processo de manufatura;
2. Produzir produtos de qualidade;
3. Reduzir os custos de produção;
4. Produzir somente em função da demanda;

5. Desenvolver flexibilidade de produção, em relação às oscilações na demanda;
6. Manter os compromissos assumidos com clientes e fornecedores.

De acordo com Corrêa e Giansesi (1993), o sistema *Just In Time* tem também como objetivo principal, a busca da melhoria contínua do processo produtivo, que é trabalhada e alcançada através de um mecanismo de redução de estoques, os quais tendem a camuflar problemas.

Esta redução de todo o tipo de estoques permitem a continuidade do processo produtivo, mesmo quando ocorrem problemas nos estágios de produção. Problemas que antes não afetavam a produção tornam-se visíveis com a redução dos estoques, podendo com isso, serem eliminados e permitindo em fluxo mais suave no chão de fábrica.

Os principais problemas de produção que ficam camuflados pelo estoque (que não permite a continuidade da produção) podem ser classificados em três grandes grupos, de acordo com Corrêa e Giansesi (1993) são:

- Problemas de qualidade: quando alguns estágios do processo de produção apresentam problemas de qualidade, gerando refugo de forma incerta, o estoque, colocado entre estágios e os posteriores, permite que estes últimos possam trabalhar continuamente, sem sofrer com as interrupções que ocorrem em estágios anteriores. Dessa forma, o estoque gera independência entre os estágios do processo produtivo.
- Problemas de quebra de máquina: quando uma máquina pára por problemas de manutenção, os estágios posteriores do processo que são "alimentados" por esta máquina teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse, até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente. Nesta situação o estoque também gera independência entre os estágios do processo produtivo.
- Problemas de preparação de máquina: quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário preparar a máquina a cada mudança de componente a ser processado. Esta preparação representa custos referentes ao período inoperante do equipamento, à mão de obra requerida na

operação, entre outros. Quanto maiores estes custos, maior tenderá a ser o lote executado, para que estes custos sejam rateados por uma quantidade maior de peças, reduzindo por consequência, o custo por unidade produzida. Lotes grandes de produção geram estoques, pois a produção é executada antecipadamente à demanda, sendo consumida por esta em períodos subseqüentes.

Quando esses tipos de problemas são evidenciados dentro de uma organização, o estoque é tido como um investimento necessário, devido à influência que estes terão no resultado final da produção. A redução dos estoques faz com que estes problemas sejam visíveis, podendo assim ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados.

O *Just in Time* não é somente aplicável na produção, mas principalmente em toda as áreas e departamentos da organização (vendas, *marketing*, PCP, finanças, almoxarifado, entre outras), pois se não houver um perfeito entrosamento entre as áreas e a aplicação deste sistema nas mesmas, o processo é quebrado e o sistema *JIT* não funciona. Ou seja, se o sistema de vendas não se organizar nos moldes do processo, se o material necessário para produção não for de qualidade, se o órgão de materiais não fizer o seu papel, comprando na quantidade, qualidade e na hora certa, acarretará, em problemas com a produção que se atrasará devido à falta ou problemas com material, ocasionando atrasos de entrega, insatisfação e perda da credibilidade por parte do cliente. Este fenômeno ocorre de igual modo com outras áreas, onde uma depende da outra para funcionar bem (CORRÊA e GIANESI, 1993).

## **2.2 Conceitos Gerais**

Este enfoque na administração da manufatura surgiu a partir de uma visão estratégica, buscando uma maior vantagem competitiva através da otimização do processo produtivo. Os conceitos da filosofia *JIT* foram extraídos da experiência mundial em manufatura e combinados dentro de uma visão ampla do empreendimento. Os principais conceitos são independentes da tecnologia, embora possam ser aplicados diferentemente com os avanços técnicos.

Moura (1989), destaca três idéias básicas sobre as quais se desenvolve o sistema *Just In Time*:

- Integração e otimização de todo o processo de manufatura: conceito amplo, dado ao valor do produto, ou seja, tudo que não agrega valor ao produto é desnecessário que precisa ser eliminado. O *JIT* visa reduzir ou eliminar funções e sistemas desnecessários ao processo global da manufatura.
- Entender e responder às necessidades dos clientes: a responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo. O *JIT* enxerga o custo do cliente numa visão maior, isto é, a empresa *JIT* deve assumir a responsabilidade de reduzir o custo total do cliente na *aquisição e uso* do produto. Desta forma, os fornecedores devem também estar comprometidos com os mesmos requisitos, já que a empresa fabricante é cliente dos seus fornecedores. Clientes e fornecedores formam, então, uma extensão do processo de manufatura da empresa.
- Melhoria contínua: desenvolvimento de sistemas internos que encorajam a melhoria constante, não apenas dos processos e procedimentos, mas também do homem, dentro da empresa. Isto significa uma mentalidade de trabalho em grupo, de visão compartilhada, de revalorização do homem, em todos os níveis, dentro da empresa. Esta mentalidade permite o desenvolvimento das potencialidades humanas, conseguindo o comprometimento de todos pela descentralização do poder.

De acordo com Voss, C. A. (1987) *apud* Slack *et al.*, (1999, p.355), *Just in Time* se define como:

*Uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação.*

Slack *et al.*, (1999), cita alguns pontos extremamente importantes, que vão dar o suporte necessário para se obter um melhor desempenho da produção.

O primeiro ponto diz respeito à *qualidade*, que deve ser a maior possível, caso contrário ocorrerá oscilação na produção devido a erros de qualidade, reduzindo o fluxo de materiais e com isso propiciando o aparecimento de estoques. O segundo ponto é a *velocidade*, diretamente ligada a qualidade, devido ao fluxo rápido de materiais para poder atender as necessidades dos clientes, ao invés de trabalhar com estoques. A *confiabilidade* trata do fornecimento de materiais para o processo seguinte ser confiável, ou seja, os equipamentos ter alta qualidade para que ocorra um fluxo dinâmico. O último ponto é a *flexibilidade*, importantíssima para a produção de pequenos lotes, fluxo rápido e curto *lead time*. Torna-se necessária devido às oscilações que ocorrem nas demandas.

Contudo, o *JIT* é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de conceitos 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.

### **2.3 Princípios do *Just In Time***

Para adotar a filosofia *JIT* em uma organização, deve-se levar em conta alguns princípios que regem este sistema. São princípios básicos que todo sistema produtivo devem dar importância, independentemente da implantação ou não do *Just In Time*, pois estas técnicas são questões estratégicas que em sua forma operacional, auxiliarão no suporte da sobrevivência de qualquer organização.

De acordo com Moura (1989), estes princípios resultarão em uma abordagem organizada em busca da melhoria e qualidade total da produtividade, com base na eliminação total da perda, sempre respeitando e compreendendo o ser humano.

Os três aspectos principais do sistema *Just In Time* são: a eliminação total de desperdícios, o envolvimento de todos na produção e o esforço de aprimoramento contínuo. Na realidade, podemos acrescentar mais dois princípios de muita importância, que junto aos demais atenderão aos objetivos do *JIT*, sendo eles: atender todas as necessidades dos clientes e organização e visibilidade do ambiente de trabalho.

Segundo Moura (1989), “perda é tudo aquilo que não acrescenta nenhum valor ao produto”. Podemos também definir que a filosofia *JIT*, sendo um sistema de manufatura, tem como objetivo principal a otimização dos processos e procedimentos através da redução contínua total de desperdícios.

Corrêa e Giansesi (1993) dizem que eliminar os desperdícios é primeiramente rever todas as atividades que compõe o sistema produtivo de uma empresa e descartar atividades que não agregam valor ao produto ou a produção final. Através da classificação feita por Shiguo Shingo, ex-engenheiro da Toyota Motor Company, é possível identificar sete fatores que geram desperdícios nas organizações:

- Desperdício de superprodução: sendo a principal forma de desperdício, ocorre quando se produz sem saber qual a verdadeira demanda do produto/serviço. É uma produção além do que realmente é necessário, resultado da preparação de equipamentos para grandes lotes, problemas que eventualmente ocorre com equipamentos e produtos por falta de qualidade falta de envolvimento entre demanda e produção, entre outros. Este aspecto acaba se tornando o oposto a idéia *JIT*, onde se deve apenas produzir o que é necessário em pequenos lotes, de acordo com a demanda.
- Tempo de espera: resultado também da superprodução e do sistema “empurrado”, este tipo de desperdício é ocasionado por materiais que já passaram por um determinado tipo de processo e estão aguardando o processo subsequente. A solução para este problema cabe ao sistema “puxado” em que o produto é requerido no momento exato de seu uso, através de uma sincronização das linhas de produção.
- Desperdício ao transporte: este tipo de desperdício está diretamente ligado ao *layout* da fábrica como também ao estoque de materiais. Sabemos que tanto a movimentação como armazenagem de materiais dentro da fábrica, não agregam valor ao produto produzido, mesmo sendo necessário para a realização do produto final. Esta perda de recursos e tempo pode ser eliminada levando em consideração a idéia *JIT* de pequenos ou nenhum estoque, no que diz respeito à armazenagem.

Em relação ao transporte e movimentação de materiais, um bom arranjo físico pode ser estudado para encurtar as distâncias entre matéria-prima e processos.

- Desperdícios de processamento: trata-se do desperdício inerente a um processo não otimizado, ou seja, a realização de funções ou etapas do processo que não agregam valor ao produto. Não há diferença no resultado final se esta operação existe ou não no processo produtivo. De acordo com Corrêa e Gianesi (1993), métodos de engenharia e análise de valor ajudam na solução deste problema, simplificando operações necessárias para produzir determinado produto.
- Desperdício de movimento: são os desperdícios relacionados diretamente a mão-de-obra, presentes nas mais variadas operações do processo produtivo, decorrentes da interação entre o operador, máquina, ferramenta e o material em processo. Quanto menos se realizam movimentos, maior será a produtividade, reduzindo assim tempos associados ao processo produtivo, dizem Corrêa e Gianesi (1993).

Observando a Figura 2.1, o autor relata que muitas vezes, torna-se imperceptível este tipo de desperdício, pois passa a idéia de que os funcionários estão ocupados com o trabalho, mais na verdade isto é resultado de uma má distribuição de serviços.

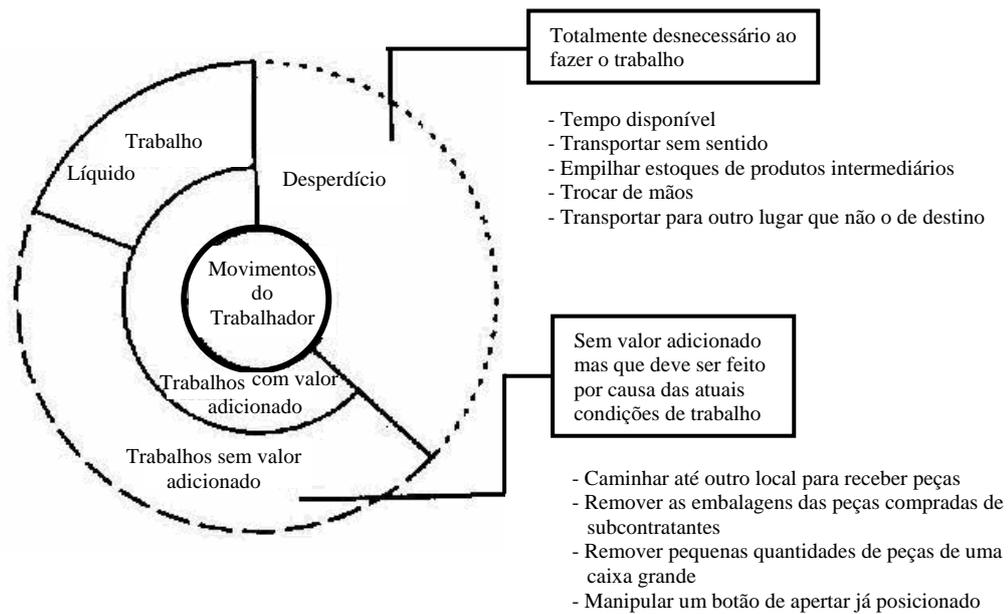


Figura 2.1: Compreendendo a função manufatura.

Fonte: Ohno (1997).

Corrêa e Giancesi (1993) ainda citam mais dois fatores:

- Desperdícios de produzir produtos defeituosos: relacionados à qualidade, são os desperdícios gerados pelos problemas da qualidade. Produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, etc..., são resultados de descontrole no sistema de controle de produção. Para Corrêa e Giancesi (1993), “estes defeitos não devem ser aceitos e não devem ser gerados”.
- Desperdícios de estoque: como foi citado, os estoques são desperdícios relacionados a investimentos e espaços, tendo uma idéia contrária a filosofia *JIT*. Os estoques podem ser minimizados reduzindo o tempo de preparação de máquinas (*setup*) e *lead times* de produção.

Outro princípio básico formador da filosofia *JIT* é o envolvimento de todas as pessoas em uma organização. Esta questão está diretamente relacionada ao Controle da Qualidade Total, uma nova idéia que surgiu na área de administração da produção nos últimos anos.

O envolvimento das pessoas vai desde um simples treinamento oferecidos pela organização, formação de grupos de controle de qualidade, a valorização de cargos dentro da empresa, a rotação de cargos, até mudanças de atitude em termos humanos. A alta gerência fica encarregada desse fornecimento de caminhos para a inclusão de todos os funcionários e processos na organização. Segundo Tubino (2000), “é importante ressaltar que as pessoas, e não a tecnologia, são a prioridade número um da empresa”.

O terceiro princípio básico do *Just In Time*, trata-se do esforço do aprimoramento contínuo. Este fator não é simples de ser alcançado por uma empresa, e por ser um dos quesitos mais importantes do *JIT*, deve-se aproximar ao máximo deste melhoramento contínuo, conhecido também como *kaizen*. De acordo com Tubino (2000) é interessante estabelecer metas bastante otimistas, mesmo que a empresa não possa alcançá-las, com o objetivo de direcionar o incremento de produtividade.

Existem mais dois princípios que também deve ter atenção especial quando se trata de *Just In Time*. Um deles é a satisfação total das necessidades dos clientes, ou seja, compreender e responder aos pedidos dos clientes, tanto internos como externos. Isto é possível através de pesquisas, serviços de atendimento ao consumidor, sugestão de melhorias, críticas e transformando estas informações em dados e passando isso para o produto em si. De acordo com Tubino (2000), é possível melhorar o relacionamento com os clientes através de:

- Reduzir custos internos dos clientes;
- Produzir pequenos lotes com qualidade;
- Ser flexível;
- Reduzir os estoques dos clientes;
- Projetar em conjunto com o cliente.

O último princípio que leva importância é a organização e visibilidade do ambiente de trabalho. Este fator teve esta relevância devido ser talvez, uns dos primeiros princípios a ser tomado para a implantação do *Just In Time*, pois é aqui o ponto de partida para a eliminação dos desperdícios, reformulação de *layouts* e a base para motivação das pessoas.

## 2.4 Técnicas e Ferramentas do *Just In Time*

### 2.4.1 Projeto para a manufatura *JIT*

Em sistemas de produção, onde produtos são fabricados com uma certa padronização e produzidos em pequenos lotes, tem uma probabilidade maior de ter sucesso na aplicação do *Just In Time*. Isso, pois o *JIT* dá prioridade ao fluxo contínuo de materiais, ou seja, estabelece a velocidade de passagem de materiais pela fábrica. Porém, para se atender todas as necessidades do mercado atual e suas constantes mudanças nas demandas, é preciso comportar uma ampla variedade de produtos em sua área de domínio (CORRÊA e GIANESI, 1993).

O autor menciona que, na abordagem tradicional, para atender a todas estas necessidades do mercado, era preciso aumentar a variedade dos processos para a aumentar a variedade dos produtos. Já na abordagem do *JIT*, deve-se manter, ou até mesmo minimizar a variedade e complexidade dos processos para possuir uma variedade maior de produtos. O *JIT*, através do projeto adequado à manufatura e projeto adequado à montagem, tem alcançado equipamentos e mão de obra flexível além de técnicas que auxiliam na minimização do tempo de preparação das máquinas (*setups*), com o objetivo de se alcançar esta gama de produtos e ao mesmo tempo diminuir a variedade e complexidade dos processos.

Corrêa e Giansesi (1993) citam algumas técnicas relacionadas ao projeto adequado à manufatura e montagem, pela abordagem do *Just In Time*:

- Projeto modular: diz respeito à redução do número de componentes necessários para a fabricação dos produtos, reduzindo assim o *lead time* de produção. Os produtos também podem ser projetados visando à utilização dos mesmos componentes e submontagens.
- Projeto visando a simplificação: diz respeito ao projeto de novos produtos devem ser simples, tanto na fabricação quando na montagem, através de item e componentes padronizados e que possam ser produzidos com pequenos testes de ferramentas e moldes no início de produção.
- Projeto adequado à automação: consiste em auxiliar a simplificação dos processos de alimentação, posicionamento e montagem das peças.

### 2.4.2 Layout para *JIT*

Os objetivos de redução de custos, obtenção de um fluxo contínuo de produção e aprimoramento contínuo, presentes no sistema *Just In Time*, exigem algumas mudanças na forma de arranjar os recursos produtivos no espaço disponível da fábrica.

Um bom arranjo físico, um *layout* muito bem elaborado, de acordo com a seqüência de produção, ajudam a formar um fluxo contínuo e suave de materiais, dados e de pessoas na operação. Desorganização, grandes movimentações de materiais em torno dos processos, redução da velocidade de fabricação, estoques de materiais gerados por longas rotas de processos e outros pontos negativos que não agregam valor aos produtos, são fatores contrários aos princípios da filosofia *JIT* (SLACK *et al.*, 1999).

Devido a esta questão, o autor menciona alguns princípios de arranjo físico relacionado à filosofia *Just In Time*:

- Posicionar os processos de produção próximos uns dos outros, para se obter a seqüência de fabricação e conseqüentemente não gerar grandes estoques de materiais a espera do próximo processo.
- Posicionar as linhas de produção que fabricam um determinado tipo de componente de forma visível por todos, para se obter um fluxo transparente em todo processo.
- As linhas de produção devem estar posicionadas em forma de U, facilitando assim a mobilidade dos funcionários de um maquina para outra para balancear a capacidade.
- O quarto princípio seria a implantação do arranjo físico celular, que será comentada no tópico seguinte.

### 2.4.3 Células de Produção

O arranjo físico empregado por organizações que adotaram a filosofia *Just In Time* é a célula de produção. A produção celular é uma técnica de fabricação de pequenos e médios lotes que

associa o *layout* linear (equipamentos dispostos conforme a seqüência dos processos de fabricação dos produtos) ao *layout* funcional (equipamentos dispostos conforme as necessidades dos recursos transformadores que constituem o processo na operação), tornando assim um arranjo eficiente por favorecer o fluxo do processo, a minimização da movimentação de materiais e a redução de filas e tempos gastos com preparação (CORRÊA e GIANESI, 1993).

O *layout* em forma de células de produção (máquinas normalmente dispostas em forma de U) permite o desenvolvimento do trabalho em equipe. Um pequeno grupo de funcionários, trabalhando juntos em um espaço relativamente pequeno, tendem a formar uma equipe e se ajudam mutuamente. Isto exige e facilita a multifuncionalidade dos operadores, ou seja, os funcionários devem ser flexíveis e polivalentes para operarem várias máquinas próximas e substituírem operadores ausentes. Esta flexibilidade permite a adaptação da produção à variação da demanda, bastando para tanto a colocação na célula de um número maior de trabalhadores proporcional ao nível de produção desejada.

A Figura 2.2 é um exemplo da forma de uma célula de produção que permite ser operada por um número menor de funcionários, mas treinados para serem polivalentes e flexíveis.

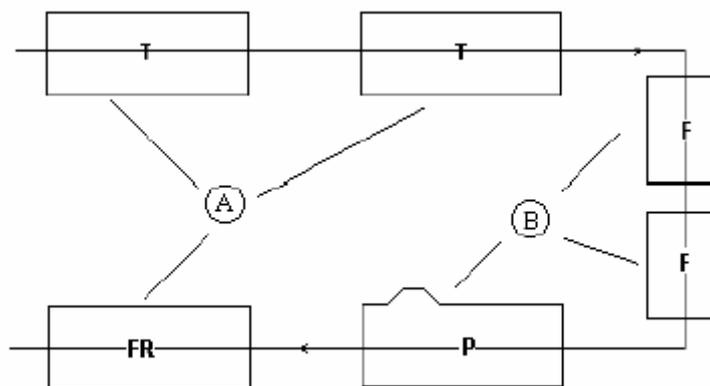


Figura 2.2: Célula de produção com seis máquinas operadas por dois operadores.

Fonte: Corrêa e Gianesi (1993)

O autor cita algumas vantagens e desvantagens em relação ao *layout* celular:

- Vantagens:

- Menor estoque de produtos em processo;

- Menores custos de movimentação de materiais;
- Menor *lead time* de produção;
- Planejamento da produção mais simplificado;
- Controle visual das operações;
- Diminuição das trocas e preparações de ferramentas.

- Desvantagens:

- Maior ocorrência de máquinas paradas;
- Maior quantidade de equipamentos em relação ao *layout* funcional.

Corrêa e Gianesi (1993) ainda dizem que, as células de produção terão importância economicamente e operacionalmente, se as máquinas estiverem bem próximas umas das outras, se as células forem flexíveis ao *mix* de capacidade, se a ausência de um funcionário não afetar o desempenho da mesma e que os funcionários sejam flexíveis e polivalentes para operar várias máquinas e no caso de substituir um funcionário ausente. É importante ressaltar que os operadores devem se “sentir bem” em sua célula de trabalho. Caso contrário, atender a essas questões será mais complicado.

#### **2.4.4 Troca Rápida de Ferramentas – *Setup***

O conceito que Slack *et al.*, (1999) atribui ao *setup* é o tempo gasto desde a produção de um lote até a produção da primeira peça conforme (sem defeitos), do lote subsequente. A troca rápida de ferramentas (TRF), é uma das ferramentas constituintes do *JIT*, que tem como objetivo a eliminação dos custos, evitando assim, os desperdícios.

O tempo de *setup* deve conter o tempo de desaceleração do equipamento, o tempo gasto com sua desmontagem e remontagem, o tempo de ajuste e o tempo até que seja produzido o primeiro item dentro das especificações, com o equipamento já acelerado até sua velocidade normal de produção.

Tubino (1999) menciona que as atividades de *setup* estão classificadas como internas e externas. O *setup* interno é relacionado às operações que são realizadas enquanto a máquina

não está em funcionamento, ou seja, parada. Já o *setup* externo, constitui as operações que são realizadas enquanto a máquina está em operação, como a movimentação de matrizes para montagem e desmontagem.

Slack *et al.* (2002) diz que primeiramente deve-se iniciar a separação atenciosa das atividades internas das externas. Em seguida, para se reduzir ainda mais o tempo dos *setups*, converte-se totalmente ou parcialmente, a atividade interna em externa. Depois de ter separado os *setups*, deve-se analisar detalhadamente essas atividades tentando simplificar e melhorar ainda mais, possíveis pontos relevantes do *setup*: operações paralelas, sistemas de colocações finitas, empregar fixadores rápidos e eliminar a tentativa de erro. Shingo (1996<sup>a</sup>) diz que “a simples separação e organização das operações internas e externas podem reduzir o tempo de parada de máquina entre 30 a 50%”.

#### **2.4.5 Redução de Tempos Envolvidos no Processo – *Lead Time***

O tempo que decorre desde a transformação da matéria-prima em produto acabado é conhecido como *lead time*. Corrêa e Giansesi (1993), mencionam que a redução de tempos envolvidos no processo tem como maior efeito, o aumento da flexibilidade de resposta. Essa flexibilidade do sistema produtivo está relacionada à adaptação de forma mais ágil as oscilações moderadas e de curto prazo na demanda.

Segundo Tubino (1999), o *lead time* pode ser especificado em duas maneiras: de forma ampla ou de forma restrita. O de forma ampla (*lead time* do cliente) diz respeito ao tempo gasto desde o momento em que o produto é solicitado até sua entrega ao cliente final. Já a forma restrita (*lead time* de produção) é tempo decorrido as atividades internas, aos processos realizados pelo sistema produtivo.

O autor ressalta que, o *Just in Time*, através de seu princípio de melhoramento contínuo, tende a reduzir ao máximo os tempos de *lead times* produtivos, podendo assim atender as solicitações dos clientes com menores prazos de entrega, sem proporcionar grandes estoques e automaticamente reduzindo custos.

É possível, segundo Tubino (1999), reduzir os tempos de *lead times* produtivos melhorando o desempenho do sistema quanto aos tempos de espera, processamento, inspeção e transporte

simultaneamente, como podemos observar na Figura 2.3. Os quatro tipos de tempos já foram comentados anteriormente.

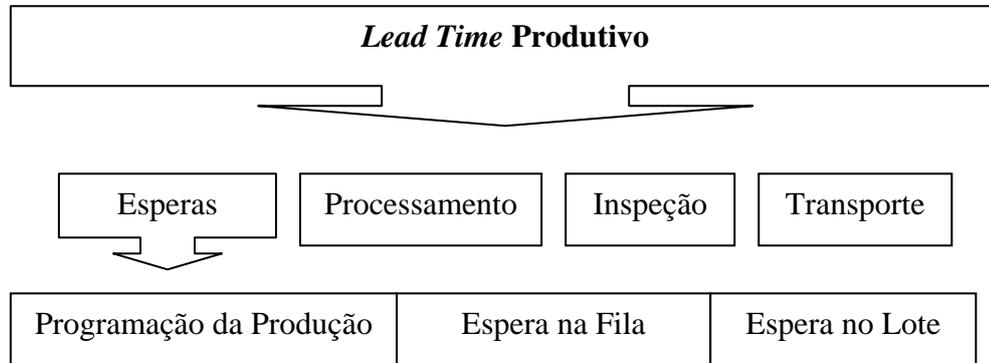


Figura 2.3: Composição do *lead time* produtivo.

Fonte: Tubino (1999)

#### 2.4.6 Organização do Local de Trabalho – 5S

O 5S é uma ferramenta que está relacionada ao *Just in Time*, por fazer parte do princípio da visibilidade, ou seja, tornar visíveis os problemas onde quer que possam existir. Proporcionar também um ambiente organizado e limpo, em que todos possam ter totais condições de trabalho na atividade que está realizando (CAMPOS, 1992).

O autor ainda diz que a implementação dos 5S começa pela fábrica, mas as suas repercussões estendem-se por toda a organização. Os cinco princípios da organização são os fundamentos sobre os quais se assenta o *JIT*. Eles são sumarizados a partir de cinco palavras que em japonês começam com “S”:

4. **Seiri** (organização) – Tudo o que não for necessário para a atividade de produção no futuro próximo deve ser removido do local de trabalho.
4. **Seiton** (locação) – Cada objeto deve ter o seu lugar para que, sendo necessária, seja encontrada facilmente.
4. **Seizo** (limpeza) – Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que ali se procura trabalhar com qualidade.

4. **Seiketsu** (padronização) – A definição de padrões é fundamental para a manutenção dos progressos alcançados pelo grupo.
4. **Shitsuke** (disciplina) – Treinamento com os padrões definidos pelo grupo é fundamental para o cumprimento dos compromissos assumidos. Disciplina é trabalhar consistentemente através de regras e normas de organização, locação e limpeza.

#### **2.4.7 Manutenção Produtiva Total – MPT**

A Manutenção Produtiva Total é um programa de manutenção no qual os operadores participam ativamente na preservação das máquinas e equipamentos, com o objetivo de garantir que o fluxo de produção seja suave e contínuo. A manutenção preventiva é importante para preservar o equipamento e mais importante ainda para preservar a qualidade. Numa fábrica onde a produção de emergência sempre prevalece, o tempo para a manutenção vem por último e as máquinas e equipamentos mais utilizados não param, até que a manutenção não seja mais preventiva e sim necessária, com os conseqüentes prejuízos para a produção (SLACK *et al.*, 1999).

O sistema *Just In Time* encara a manutenção como uma atividade que deve preservar as máquinas, equipamentos e ferramentas, ajudar na qualidade dos produtos, aumentar a participação dos operários, o que é importante para fortalecer o comprometimento, e proporcionar redução de custos do processo produtivo.

### 3. SISTEMA *KANBAN*

#### 3.1 Empurrar a Produção vs. Puxar a Produção

Os sistemas de produção podem ser classificados de duas formas: sistemas que empurram a produção e sistemas que puxam a produção. Os sistemas que empurram a produção derivam, dos métodos convencionais ou tradicionais empregado por algumas organizações. Já os sistemas de puxar a produção fazem parte da filosofia *JIT*, designada pela “ferramenta” *Kanban*.

Segundo Tubino (2000), nos sistemas tradicionais de empurrar a produção, prepara-se toda a programação de produção a um lote de produtos, desde a compra de matéria-prima até a montagem final do produto acabado, enviando aos setores que compõe os processos de fabricação, ordens de compra, produção e montagem.

Já no sistema em que a característica é puxar a produção, o autor menciona que, não se deve produzir absolutamente nada até que seja solicitada a produção de um determinado item. A programação da produção elabora as ordens de produção e transmitem apenas para o último estágio do processo produtivo. Neste caso, para se ter um fluxo de informação constante e suave, é fundamental o uso do sistema *Kanban* de produção.

Moura (1989), diz que quanto maior forem os sistemas convencionais de empurrar a produção, mais problemas surgirão:

- Devido as possíveis oscilações da demanda ou problema de produção, torna-se difícil a atualização das ordens de produção, resultando em estoques espalhados em cada setor.
- Por não saber quando ocorrerá essas flutuações na demanda ou possíveis dificuldades de produção, o planejamento e controle da produção (PCP) estimam um estoque com excesso de segurança.
- Torna-se difícil à minimização tanto do tamanho do lote como do tempo de processamento devido à complexidade de se elaborar um plano ótimo de produção.

Por isso, o sistema de puxar a produção, segundo o autor, vem tendo maiores atenções para a resolução de tais problemas. Podemos verificar a diferença entre os dois sistemas através da Figura 3.1:

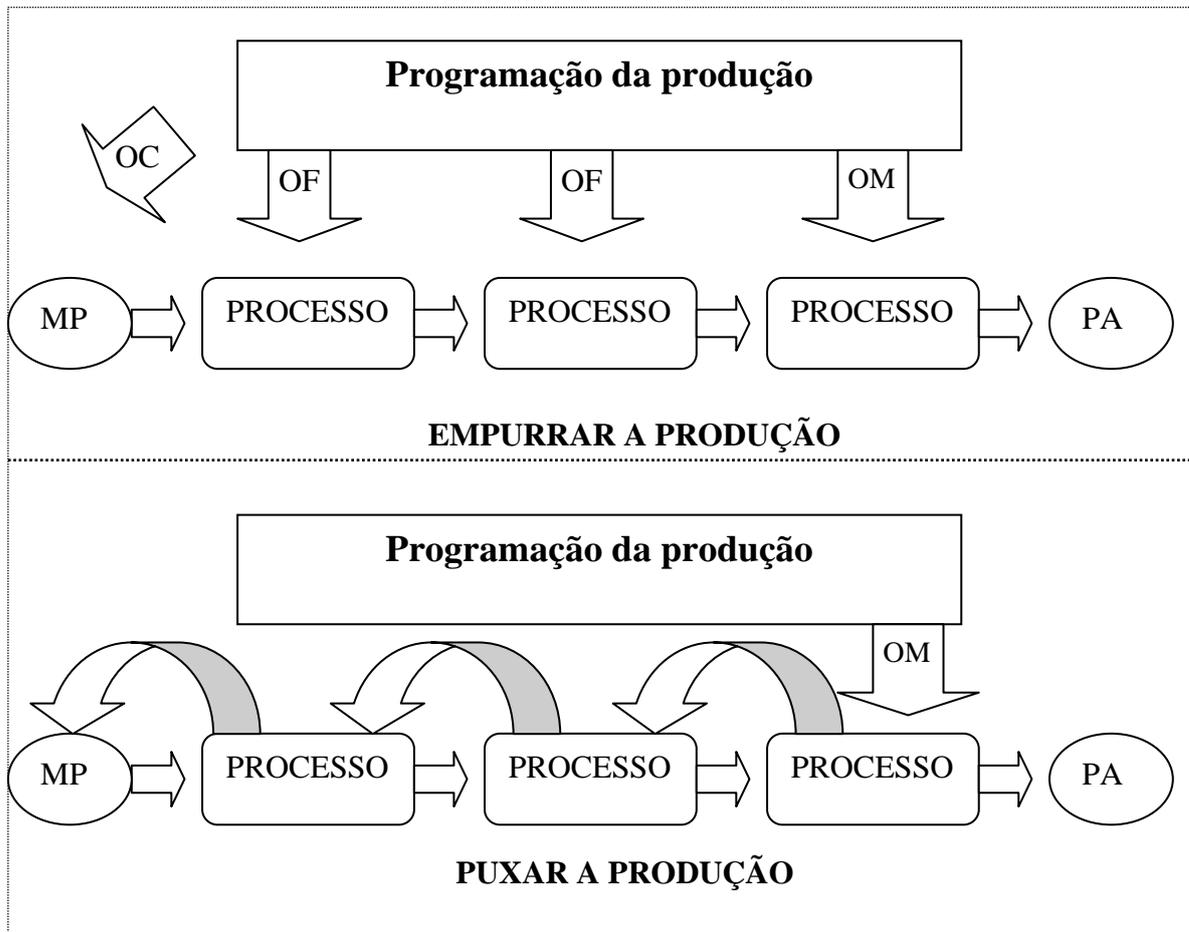


Figura 3.1: Empurrar vs. Puxar a produção.

Fonte: Tubino (2000).

### 3.2 Origem do *Kanban*

O *Kanban* surgiu no Japão, em meados da década de 70, sendo sua idéia básica e o seu desenvolvimento creditado a *Toyota Motor Company*, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção de veículos com a demanda específica de diferentes modelos e cores com o mínimo de atraso.

Como observou Taiichi Ohno, ex. vice-presidente da Toyota, o sistema de produção em massa era eficiente na redução de custo unitário de produtos manufaturados, porém, ao seu ver, o sistema de produção em massa criou um desperdício baseado no próprio sistema, pelo seu excesso de produção. Ele achava que o sistema estava mal equipado para os períodos de baixo crescimento, como na crise do petróleo, na década de 70. Sua teoria diz que *tudo que existir além da quantidade mínima necessária de materiais, peças, equipamentos e operários, para se fazer um determinado produto, é considerado “perda”* (MOURA, 1989).

O autor ainda diz que o *Kanban* teve seu início na fábrica japonesa, a partir de um objetivo de melhoramento da produtividade e o envolvimento de toda mão-de-obra, através do controle do fluxo da produção em todo sistema produtivo da empresa.

O *Kanban* é considerado um dos instrumentos básicos e essenciais para a implantação do sistema de produção *Just in Time*. Porém, pensava-se tempos atrás, que o “Sistema Toyota de Produção” também era conhecido como Sistema *Kanban* (equivocadamente). Na verdade, sabemos que o Sistema Toyota de Produção é caracterizado pelo modo de se fabricar produtos. Já o *Kanban* é um sistema de informação que auxilia a filosofia *JIT*.

Ohno (1997) descreve que sua experiência com o *kanban* foi baseada na tentativa e erro e que foram necessários anos para que o conceito estivesse formatado. Mesmo dominando a aplicação dentro de suas fábricas, a Toyota levou quase 20 anos para estender o sistema aos seus fornecedores.

### **3.3 Definição, Objetivos e Funções do *Kanban***

Há várias definições para se explicar o sistema *kanban* em si. Russomano (2000) diz que o sistema *kanban*, constituinte da filosofia *JIT*, movimentam tanto ordens de fabricação como materiais através do uso de cartões específicos. Já Wemmerlöv (1996) destaca que o sistema *kanban* é um sistema de planejamento e controle da produção projetado para “manufatura repetitiva e de alto volume”.

Moura (1989), especifica dois tipos de definições para o *kanban*:

- Definição Geral: “um método que reduz o tempo de espera, minimizando o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme e ininterrupto”.
- Definição Restrita: “um procedimento que utiliza cartões para operar um sistema de puxar os materiais, o qual interliga todas as operações de suprimento a uma linha de montagem final”.

O autor ainda cita mais três definições que podem ser vistas como características a ser empregada para o sistema *kanban*:

- Uma técnica de programação que ativa, através dos cartões, o fluxo de materiais de um processo para o outro;
- Procedimento de organização industrial, visando intensamente a redução de desperdícios nos setores da produção e de materiais da organização.
- Sistema de informação, com o objetivo de controlar vários departamentos interligados de uma empresa.

Os principais objetivos do *kanban* analisados e relatados por Martins *et al.* (2006) são mencionados a seguir:

- Regular internamente as flutuações da procura e o volume de produção dos postos de trabalho a fim de evitar a transmissão e ampliação dessas flutuações;
- Regular as flutuações do estoque de fabricação entre os postos de trabalho devido às diferenças de capacidades entre estes;
- Descentralizar a gestão da fábrica de forma a melhorar o nível de gestão, criando condições para que as chefias diretas desempenhem papel de gestão efetiva da produção e dos estoques em curso de produção;
- Minimizar as flutuações do estoque de fabricação com o objetivo de melhorar a gestão (a sua meta é o estoque zero);
- Produzir a quantidade solicitada no momento em que é solicitado.

Segundo Moura (1989), por ter uma característica de puxar a produção, o *kanban* tem algumas funções especiais:

- aciona o processo de fabricação, apenas quando necessário;
- não permite a produção para estoque com previsões futuras;
- paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados;
- permite o controle visual do andamento do processo;
- é acionado pelo próprio operador;
- uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço;
- uma ferramenta para evitar o excesso ou a falta de produção/entrega de peças;
- uma ferramenta para controlar o inventário;
- uma ferramenta para descobrir e amplificar as fraquezas dos processos;
- produção de peças com base em lotes pequenos;
- entrega de peças de acordo com o consumo;
- identificação de peças.

O autor ainda resume em seis pontos a função do sistema *kanban*:

1. O *kanban* estimula a iniciativa por parte dos empregados da área;
2. O *kanban* é um meio de controle de informações;
3. O *kanban* controla o estoque;
4. O *kanban* ressalta o senso de propriedade entre os empregados;
5. O *kanban* simplifica os mecanismos de administração do trabalho, através do controle de informações e estoques;
6. O controle de informações e estoques também permite a administração visual do trabalho na área.

### **3.4 Tipos de Cartões *Kanban***

De acordo com a função que exercem, os dois principais tipos de cartões *kanban* são: cartões *kanban* de produção e cartões *kanban* de requisição ou movimentação, sendo este último dividido em *kanban* de requisição interna e *kanban* do fornecedor.

### 3.4.1 *Kanban* de Produção

O cartão *kanban* de produção, conhecido também como *kanban* de processo, é utilizado para autorizar a fabricação ou montagem de um determinado lote de produtos, especificando o tipo e a quantidade do produto que o processo precedente terá de produzir. A sua área de atuação se comporta apenas ao centro de trabalho que executa a atividade produtiva dos itens (TUBINO, 2000).

O autor especifica a informações que este cartão (Figura 3.2) deve conter:

- Especificação do processo e do centro de trabalho onde esse item é produzido;
- Descrição do item, com o código e especificação do mesmo;
- Local onde o lote deve ser armazenado após a produção;
- Capacidade do contenedor ou tamanho do lote que será fabricado;
- Tipo de contenedor para esse item;
- Número de emissão deste cartão em relação ao número total de cartões de produção para esse item;
- Relação dos materiais necessários para a produção desse item e local onde se deve busca-los.

Processo		Centro de trabalho		
No. de item				No. prateleira estocagem
Nome do item				
Materiais necessários		capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor
codigo	locação			
				

Figura 3.2: Modelo do Cartão *Kanban* de Produção.

Fonte: Tubino (2000).

### 3.4.2 *Kanban* de Requisição

#### 3.4.2.1 *Kanban* de Requisição Interna

Também conhecido como *kanban* de transporte, retirada ou movimentação, o cartão de requisição interna é utilizado para informar o estágio anterior o momento certo de retirada de determinado material no estoque. Tubino (2000), diz que o cartão de retirada funciona como uma requisição de materiais, autorizando o fluxo de itens entre o processo atual e o processo que irá consumir os itens.

Segundo Moura (1989), o *kanban* de requisição é um sistema de processamento de informações, usado para “informar os processos precedentes à razão pela qual ele está consumindo as peças por eles produzidas”.

As informações que devem constar o cartão de requisição (Figura 3.3), segundo Tubino (2000) são:

- Descrição do item, com o código e especificação do mesmo;
- Especificação do centro de trabalho ou célula onde o item é produzido, também chamado de centro de trabalho precedente, e local onde se encontra armazenado o lote;
- Identificação do centro de trabalho onde o item é consumido (chamado centro de trabalho subsequente) e local onde será depositado o lote solicitado;
- Capacidade dos *containers*;
- Tipo de *container* para esse item;
- Número de emissão do cartão em relação ao número total de cartões de requisição existentes para esse componente.

No. de item			Centro de trabalho precedente			
Nome do item						
<table border="1"> <tr> <td>capacidade do contenedor</td> <td>No. de emissão</td> <td>Tipo de contenedor</td> </tr> </table>			capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor	Localção no estoque
			capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor	
			Centro de trabalho subseqüente			
			Localção no estoque			

Figura 3.3: Modelo do Cartão *Kanban* de Requisição Interna.

Fonte: Tubino (2000).

#### 3.4.2.2 *Kanban* do Fornecedor

O *kanban* do fornecedor é empregado para avisar ao fornecedor externo da empresa que há necessidade de entregar mais materiais ou componentes para a produção. Além das informações contidas no cartão de requisição, este possui instruções para o fornecedor entregar os materiais, detalhando a frequência, o ciclo de entrega e informações do produto. O uso de código de barras facilita o fluxo de informações com os fornecedores, com o setor de compra e o financeiro (TUBINO, 2000).

Através da Figura 3.4, é possível identificar os dados que devem constar no cartão *kanban* do fornecedor:

Nome e código do fornecedor <input type="text"/>	Centro de trabalho para entrega <input type="text"/>	Local estocagem <input type="text"/>
Horários de entregas ≡ ≡	No. de item <input type="text"/>	
	Nome do item <input type="text"/>	
Ciclo de entregas <input type="text"/>	capacidade do contenedor <input type="text"/>	No. de emissão <input type="text"/>
		Tipo de contenedor <input type="text"/>
		

Figura 3.4: Modelo do Cartão *Kanban* do Fornecedor.

Fonte: Tubino (2000).

### 3.4.3 Outros Tipos de *Kanban*

O sistema *kanban* funciona através do uso de sinalizações para ativar a produção e a movimentação dos materiais em uma organização. Estas sinalizações não são feitas somente com os dois tipos de cartões citados anteriormente, mas também por outros meios para transmitir as informações, como cita Tubino (2000):

- *Kanban* Contenedor: quando há contenedores específicos para cada item, pode se colocar um cartão diretamente no contenedor, contendo todas as informações necessárias para sua movimentação ou produção. Ao se esvaziar o contenedor, automaticamente ocorrerá a autorização da reposição de itens.
- Quadrado *Kanban*: identifica no na fábrica um local específico, ao lado do centro de trabalho, com capacidade para um número determinado de itens. Ao esvaziar o quadrado, a reposição dos materiais poderá ser realizada, preenchendo todo o espaço do quadrado *kanban* com novos itens.
- Painel Eletrônico: usa-se lâmpadas coloridas para acelerar o fluxo de informações em relação ao método de cartões *kanban* convencional. O sinal de reposição das peças é realizada através do uso das lâmpadas, e ao final elas são desligadas.

- *Kanban* Informatizado: com o emprego de computadores, dispositivos de entrada e saída de dados, e de uma rede de comunicações para interligar vários pontos produtivos e fornecedores externos, o *kanban* pode se tornar informatizado.

### 3.5 Painel Porta-Kanban

São quadros de sinalização que ficam nos pontos de armazenagem espalhados por todo setor produtivo. Seu objetivo é informar o fluxo de movimentação e consumo dos itens através da fixação dos cartões *kanban* nesses painéis (TUBINO, 2000).

Moura (1989) diz que o quadro, geralmente, é pintado de verde amarelo e vermelho, de baixo para cima, como podemos verificar na Figura 3.5. A produção dos itens é realizada ao se aproximar da zona vermelha do painel. A zona vermelha significa que não há o item especificado no seu contenedor. A faixa amarela é baseada no tempo de fabricação da peça. Já a faixa verde é baseada no tempo de espera que a peça terá de esperar para passar para o processo seguinte. Após serem devolvidos, os cartões são colocados em seus lugares adequados.

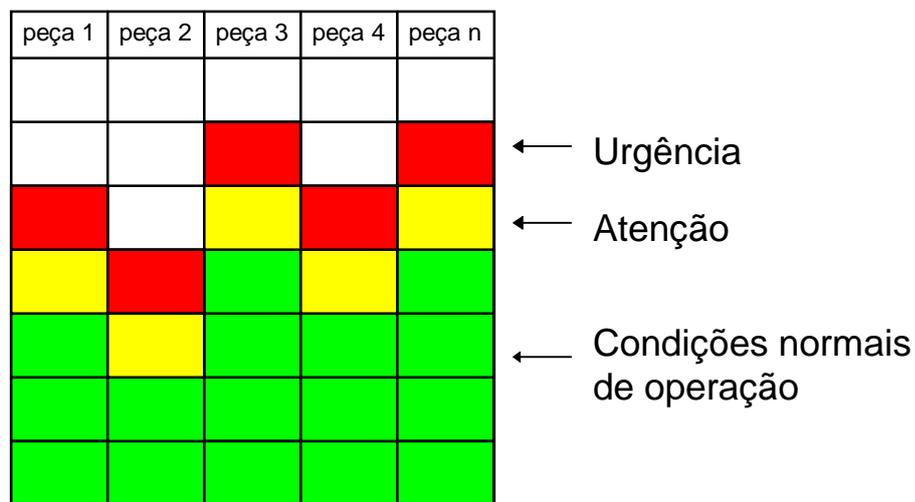


Figura 3.5: Painel Porta-Kanban.

Fonte: Tubino (2000).

### 3.6 Cálculo do Número de Cartões *Kanban*

Para conhecer o número correto de cartões *kanban* que movimentarão o sistema produtivo de uma organização, se faz necessário o conhecimento de dois aspectos citados por Tubino (2000): tamanho do lote do item para cada contenedor e cartão, e o número total de contenedores e cartões por item, tendo assim, a quantidade total de estoques do item no sistema.

O autor aconselha primeiramente, estabelecer o tamanho do lote para cada item, podendo então definir o número total de cartões que movimentarão o sistema. Posteriormente, deve-se conhecer a variedade de tipos e tamanhos de contenedores que circulam no sistema, tentando reduzi-los ao máximo, com o objetivo de simplificar e padronizar as funções de armazenagem e movimentação dentro do sistema produtivo.

Tendo em vista o tamanho do lote para cada item, projeta-se então o número total de lotes no sistema. Tubino (2000) diz que, a determinação do número de cartões *kanban*, está relacionada com o tempo gasto para a produção e movimentação dos lotes produtivos e da segurança projetada:

$$N = \left( \frac{D}{Q} \cdot T_{prod} \cdot (1 + S) \right) + \left( \frac{D}{Q} \cdot T_{mov} \cdot (1 + S) \right) \quad (1)$$

onde:

- $N$  = número total de cartões *kanban* no sistema;
- $D$  = demanda média diária do item (itens/dia);
- $Q$  = tamanho do lote por contenedor ou cartão (itens/ cartão);
- $T_{prod}$  = tempo total para um cartão *kanban* de produção completar um ciclo produtivo, em percentual do dia, na estação de trabalho (%);
- $T_{mov}$  = tempo total para um cartão *kanban* de movimentação completar um circuito, em percentual do dia, entre os estoques do produtor e do consumidor (%);
- $S$  = fator de segurança, em percentual do dia (%).

### 3.7 Funcionamento do Sistema *Kanban*

Um bom funcionamento do sistema *kanban* se faz através do conhecimento e controle da direção sistemática do uso dos *kanbans*. Existem algumas condições básicas e simples para serem seguidas, constituindo em cinco regras fundamentais para o sucesso do sistema. Essas regras serão apresentadas e comentadas a seguir:

**Regra 1** – O processo subsequente deve retirar, no processo precedente, os produtos necessários, nas quantidades necessárias e no tempo certo.

Esta primeira regra é essencial para o sistema de puxar a produção, pois autorizam o processo subsequente a buscarem em seus fornecedores os itens que necessitam, respeitando as condições do cartão. Segundo Moura (1989), isso significa que esse processo é responsável pela retirada de um volume igual do processo anterior a ele e assim por diante, tornando o fluxo de produção inverso ao convencional.

Monden (1984), diz que existem sub-regras que acompanham a Regra 1:

- Qualquer retirada sem um *kanban* será proibida;
- Qualquer retirada que for maior que o número de *kanbans* é proibida;
- O *kanban* deve sempre ser fixado ao produto físico.

**Regra 2** – O processo precedente deve produzir seus produtos nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente.

Moura (1989) diz que para evitar a formação de estoque ou a falta de material em processo, cada processo deve produzir “sob encomenda”, nas condições do número de cartões e na ordem em que os cartões são recebidos, balanceando e nivelando a produção.

O autor cita as sub-regras para esta segunda regra:

- Produção superior ao número de cartões *kanbans* é proibida
- Quando vários tipos de peças estão para ser produzidas no processo precedente, suas produções devem seguir a seqüência original em cada cartão de *kanban* entregue.

**Regra 3** – Produtos com defeito não devem ser enviados ao processo subsequente.

Segundo Monden (1984), se um item não conforme chegar ao processo subsequente, haverá a paralisação da linha de produção, por não possuir nenhum item extra no inventário. Deve-se então, enviar de volta todos os produtos não conformes ao processo precedente.

O autor ressalta que “a identificação e a correção de defeitos constituem um grande custo e um grande obstáculo à eficiência da produção em qualquer empresa”. Assim, padronizar as operações é um dos pré-requisitos do sistema *kanban*.

**Regra 4** – *Kanban* é usado para adaptar flutuações na demanda.

Moura (1989) relata que, o auto-sincronismo de produção por *kanban* refere-se ao sistema mais considerável, por sua adaptação as alterações súbitas da demanda ou exigências de produção.

Tubino (2000) faz uma comparação dizendo que, no sistema tradicional de emissão de ordens é praticamente impossível obter uma resposta rápida as variações de curto prazo da demanda. Porem, no sistema *kanban*, projetado para trabalhar em pequenos lotes, essa adaptação ocorre de mais facilmente e natural, através da lógica de puxar a produção pela demanda do momento.

**Regra 5** – O número de *kanbans* no sistema deve ser minimizados.

Esta ultima regra esta diretamente relacionada a estoques. Como a filosofia *JIT* prega uma eliminação total de desperdícios, os envolvidos no processo produtivo devem buscar alternativas para operar sempre com a mínima quantidade de estoque em processo (TUBINO, 2000).

O número de *kanbans* exprime o estoque máximo de um item e deve ser mantido tão pequeno quanto possível. Assim, Shingo (1996b) cita alguns benefícios ao se reduzir no numero de cartões:

- O limite para a redução de estoque ao nível de controle pode ser identificado;

- Redução adicional de cartões irá detectar gargalos, que poderão ser melhorados;
- Os estoques não podem exceder o número fixado de *kanbans* para evitar a superprodução e problemas de falta de materiais e processos.

### **3.8 Considerações Finais – Sistema *Kanban* de Produção**

O sistema *kanban* deve funcionar efetivamente para dar o alicerce a filosofia *JIT*. A estabilização e a sincronização da produção são condições fundamentais para proporcionar um meio altamente visível de se observar o fluxo e os níveis de estoque de itens em circulação no processo produtivo (MOURA, 1989).

O autor menciona algumas melhorias que o sistema promove:

1. mudança do *layout* para propiciar um fluxo de produção mais uniforme e contínuo;
2. mudança no equipamento, para rápidas trocas de ferramentas;
3. mudança dos procedimentos de trabalho, para uniformizar o fluxo da produção;
4. redução de refugos;
5. redução do espaço usado, resultando em menores estoques necessários para tempos reduzidos de espera; isto também provem da melhor manutenção da fábrica, para evitar confusões em um fluxo de produção rápida.

Moura (1989), faz uma comparação entre o sistema tradicional e o sistema *kanban*, em relação às vantagens proporcionadas pelo mesmo:

- Menor custo de transmissão de informações: um sistema que fornece em tempo real para cada estação de trabalho, conforme o plano de fabricação, as mudanças e os ajustes, é muito caro;
- Informação rápida e exata da necessidade, da capacidade de fabricação e de interferências;
- Limitação da sobra da capacidade na estação de trabalho anterior: quanto mais atrás se estiver no fluxo de fabricação, mais sensíveis serão as flutuações de

necessidade tornando-se, por isso, mais importante à influência limitante do *kanban* na sobra da capacidade.

A Tabela 3.1 faz um comparativo entre ambos os sistemas, mostrando as principais diferenças:

Tabela 3.1: Sistema Tradicional vs Sistema *Kanban*.

<b>SISTEMA TRADICIONAL</b>	<b>SISTEMA <i>KANBAN</i></b>
Examina a relação entre quantidade do estoque e custo	Reduz o estoque, pois qualquer estoque aumenta o custo
Determina a quantidade ideal do estoque	A linha pára toda vez que acontece problemas
O estoque balanceia a linha normalmente	Requer soluções de melhoramento
Não é solicitado melhoramento	Evita a reincidência dos problemas, diminui o tempo de preparação e melhora operações
Com muito estoque, não há melhoramentos	Com menos estoques, aparecem problemas e os melhoramentos
O custo não baixa	O custo baixa

Fonte: Moura (1989)

Todas estas vantagens, citadas anteriormente, que o sistema *kanban* pode desempenhar, só pode ser alcançada quando alguns pré-requisitos de funcionamento são colocados em prática, como cita Tubino (2000):

- Estabilidade de projeto e produtos, evitando-se mudanças bruscas de curto prazo, não planejadas no roteiro de produção;
- Índices de qualidade altos, visto que lotes com defeitos causarão sérios danos ao fluxo produtivo sob ótica de puxar empregada no sistema *kanban*;
- Fluxos produtivos bem definidos, de preferência produção focalizada com *layout* celular, permitindo roteiros claros de circulação dos cartões *kanban*;
- Lotes pequenos, viáveis com a implantação do *setup* rápido, possibilitando respostas imediata às solicitações do cliente sem a necessidade de estoques excessivos;

- Operários treinados e motivados com os objetivos do melhoramento contínuo, cumprindo rigorosamente as regras de funcionamento do sistema *kanban*;
- Equipamentos em perfeito estado de conservação, com ênfase na manutenção preventiva, evitando paradas inesperadas não suportadas pelo nível mínimo de estoque no sistema.

## **4. ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Caracterização da Empresa**

A Pressure Indústria e Comércio de Equipamentos Industriais Ltda, esta instalada em uma área de aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup> e construção de mais de 4.500 m<sup>2</sup>, na rodovia PR 317, km 08, na cidade de Maringá – PR. A empresa atua no ramo de fabricação de compressores a ar, tendo seu mercado interno muito bem estabelecido e abrangente, além de sua comercialização com o Mercosul e em outros continentes. Para isso, a organização busca através da melhoria contínua, se adequar às legislações internacionais e aos padrões de qualidade requeridos nos mais diversos países.

A empresa teve sua origem cerca de 25 anos atrás, quando ainda se chamava Maringá Equipamentos, prestando assistência técnica em compressores a ar, bombas, engraxadeiras e lavadoras. Em seguida, montou-se uma indústria filial que além das assistências técnicas, fabricavam bombas de lavar, pistolas de abastecimentos, engraxadeiras e outras ferramentas.

Pelo avanço da tecnologia, seus proprietários tinham de acompanhar as mudanças que o mercado mundial proporcionava. Através de pesquisas realizadas na Europa, eles verificaram que as indústrias brasileiras eram pobres em termos de tecnologia e automação industrial. Por outro lado, outros países alcançavam mudanças através do uso da energia pneumática e da energia hidráulica. Pelo fato da empresa já conhecer equipamentos do mesmo segmento, através das assistências técnicas realizadas no passado, a idéia de se iniciar com um projeto de fabricação de compressores a ar que suprisse esta necessidade da pneumática, foi o ponto de partida do surgimento de uma das maiores fabricantes do setor no país.

Após 13 anos de existência, a Pressure do Brasil atualmente, atende o mercado com mais de 80 modelos de compressores, oferecendo também assistência técnicas, peças produzidas dentro da fábrica e assistências autorizadas espalhadas pelo país e pelo Mercosul.

A filosofia de trabalho na empresa visa a melhoria contínua do atendimento aos seus clientes, tanto na funcionalidade de seus produtos como pela segurança do usuário que utiliza os

equipamentos que produzem. Para isso, algumas normas e certificados foram implantados na organização, como é o caso da norma ASME (EUA), aplicada aos vasos de pressão (tanques) que acompanham os compressores de ar. Quanto ao projeto de construção do reservatório, foi aplicada a norma NR13 (Ministério do Trabalho Brasil), em referência aos testes hidrostáticos, que garantem um produto final de altíssima qualidade, não deixando nada a desejar em relação a outros que comercializam hoje no mundo.

A empresa também obteve a certificação ISSO 9001-2000, pelo BVQI (Bureau Veritas Quality International), um dos mais sérios e exigentes órgãos certificadores do mundo. O que significa o reconhecimento dos árduos esforços empreendidos por todo o corpo de colaboradores internos, que vêem a necessidade de um melhor posicionamento da empresa no conceito de seus clientes dentro e fora do Brasil. Tanto quanto o cuidado com a qualificação de seus fornecedores e estrutura produtiva, um fator de altíssima relevância é a atualização dos profissionais que atuam pela Pressure (Figura 4.1), que investe continuamente em treinamentos de campo ou em fábrica.



Figura 4.1: Vista aérea da empresa.

## **4.2 Caracterização do Sistema Produtivo**

O setor produtivo da empresa está dividido em quatro partes: Fábrica de Reservatórios, Usinagem das Peças Brutas, Montagem de Cabeçotes e Montagem Final dos Compressores.

### **4.2.1 Fábrica de Reservatórios**

Este setor é encarregado de fabricar os reservatórios (tanques) que constituem o compressor. Seu sistema de produção é o tradicional (empurrado), alimentado por ordens de produção,

vindas do coordenador do setor que as recebe do setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Verificar Figura 4.2:

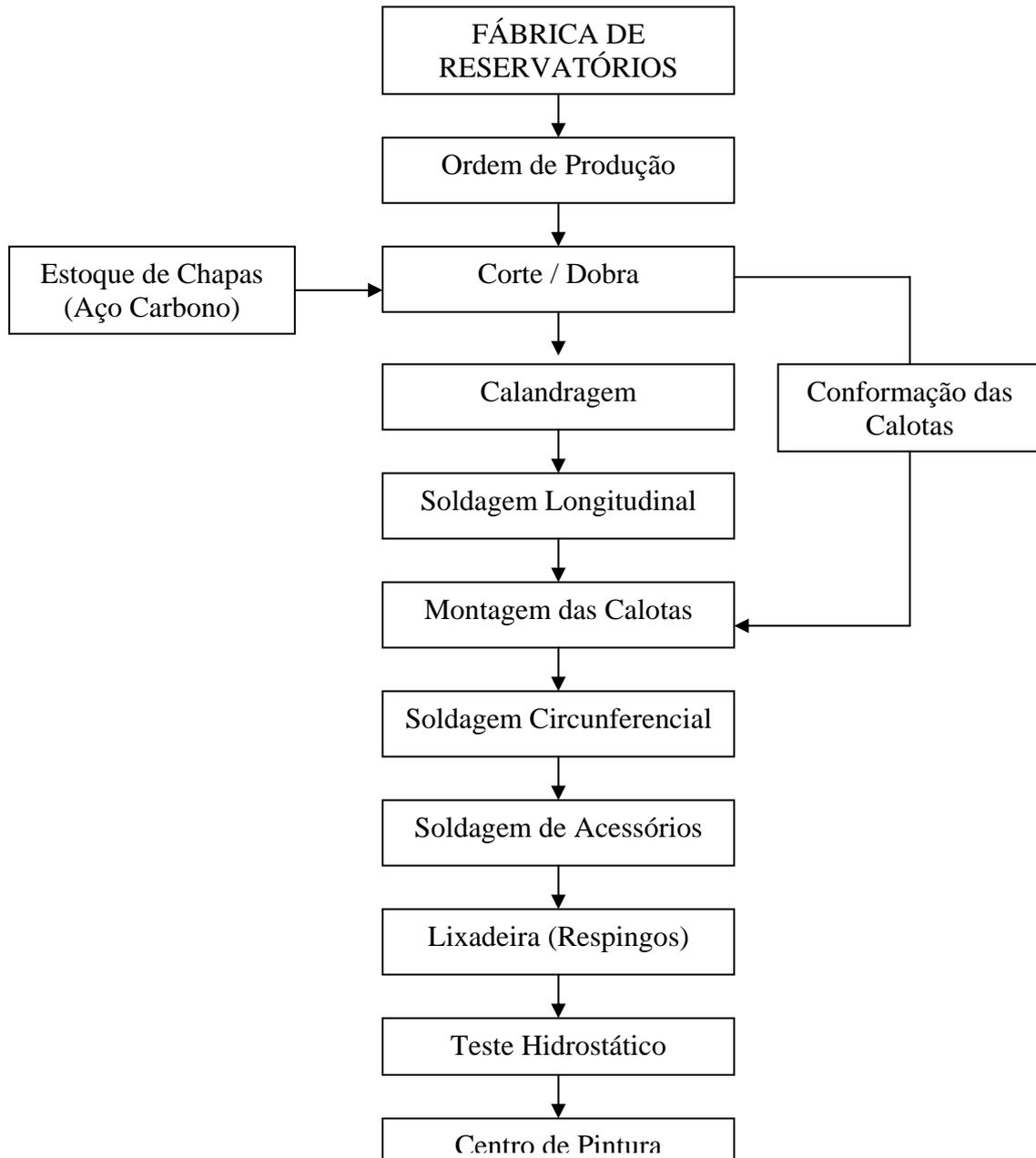


Figura 4.2: Fluxograma da Fábrica de Reservatórios.

Os reservatórios são divididos em dois tipos, os de baixa pressão e os de alta pressão. A seqüência de produção de ambos os tipos, seguem juntos até um determinado equipamento (calandra). A partir desta etapa, cada tipo de reservatório percorre sua linha de produção, uma

de baixa pressão e outra de alta pressão. Os equipamentos usados em cada linha são praticamente semelhantes, diferindo-se apenas no tamanho, para se adaptar ao tipo de reservatório. A Tabela 4.1 cita os equipamentos utilizados neste setor produtivo:

Tabela 4.1: Equipamentos da Fábrica de Reservatórios.

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Guilhotina	1
Prensa Excêntrica 40t/60t	2
Prensa Excêntrica 80t	2
Calandra	1
Solda de Arco Submerso	4
Solda Eletromag	1
Solda ESAB	9
Teste Hidrostático	2

#### 4.2.2 Usinagem das Peças Brutas

Este setor produtivo é encarregado de usinar peças brutas, adquiridas de terceiros (fundições). O objetivo do setor é abastecer o estoque de peças prontas, que por sua vez abastecerá o setor de Montagem de Cabeçotes. O setor está adaptado em forma de células de produção (Figura 4.3). Como foi visto no Capítulo 2 (*Just In Time*), o layout celular tem algumas características que podem ser observadas no setor de usinagem:

- A polivalência dos operadores, além de dar mais motivação por não ser um trabalho repetitivo, torna a produção mais flexível, pois na ausência de um operador outros podem substituí-los por saber lidar com os equipamentos;
- Cada “família” de peças está disposta em células distintas, minimizando movimentação e *lead time* produtivo;
- Controle de Interno de Qualidade em cada célula.



Figura 4.3: Célula 1.

Pelo sistema produtivo do setor de Usinagem e Montagem de Cabeçotes ser puxado, a produção de cada célula é movimentada pelos cartões *Kanban* de Produção. Após o término do lote, o mesmo é movimentado até o estoque de peças prontas e colocados em seus respectivos contenedores. A Figura 4.4 mostra um fluxograma do setor de Usinagem:

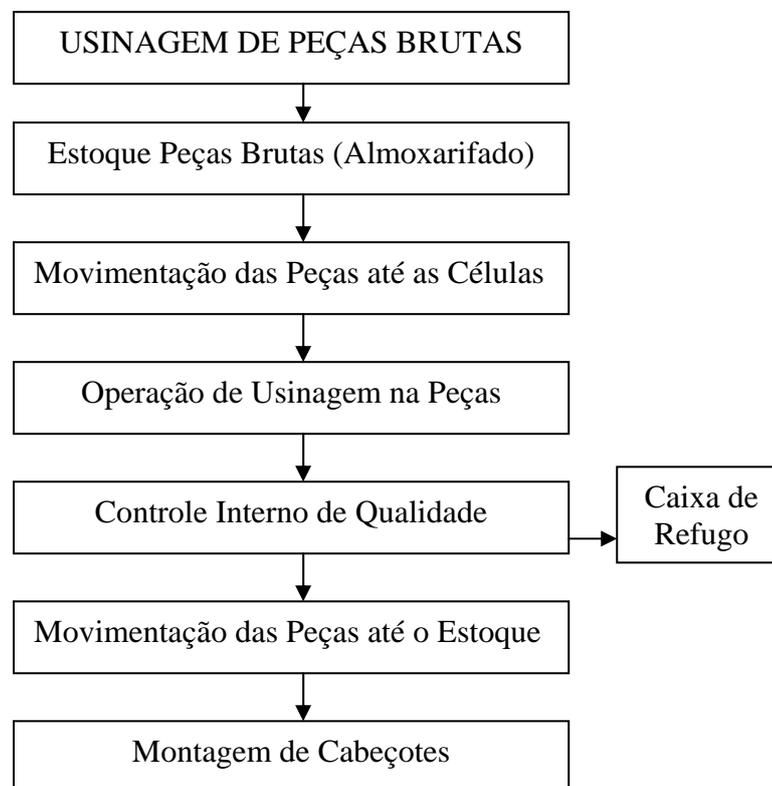


Figura 4.4: Fluxograma da Usinagem de Peças Brutas.

A Tabela 4.2 mostra os equipamentos presentes no setor:

Tabela 4.2: Equipamentos da Usinagem de Peças Brutas.

CÉLULAS	EQUIPAMENTOS	PEÇAS USINADAS
1	Torno CNC (ECN 40), Chaveteira e Balanceadeira	Volante e Polia
2	Tornos CNC (Index e Logic), Tornos Convencionais, Furadeiras de Bancada e Brunidora	Cilindro, Pistão, Virabrequim e Volante
3	Torno CNC (Index), Furadeiras de Bancada e Furadeiras Múltiplas	Cubo, Placa de Válvula, Tampa do Carter e Tampa do Cilindro
4	Centros de Usinagem (Discovery 460 e 760), Frezadora e Furadeiras de Bancada	Abafador, Biela, Carter, Cilindro e Contrapeso
5	Torno CNC (Logic), Torno Convencional, Mandrilhadora, Retífica Palna e Furadeiras de Bancada	Aliviador Centrifugo, Biela, Carter, Contrapeso, Placa de Válvula e Tampa do Retentor
6	Tornos CNC (Logic) e Furadeira Múltipla	Luva, Niple, Polia e Pino

#### 4.2.3 Montagem de Cabeçotes

Este setor é o responsável por montar as peças que são fabricadas no setor de usinagem e que estão no estoque de peças prontas, formando os cabeçotes específicos de cada modelo. A montagem é o início desse sistema “puxado”, que compreende a própria montagem de cabeçotes, o estoque de peças prontas, a usinagem e o estoque de peças brutas (almoxarifado).

Uma ordem de montagem é gerada no PCP e passada para o supervisor da montagem de cabeçotes, que por sua vez é repassa ao setor. Estas informações novamente são passadas ao lavador de peças que as retira do estoque de peças prontas, para se realizar uma limpeza geral das peças e as envia até a montagem.

Este setor é dividido em duas partes: montagem de cabeçotes de baixa pressão e montagem de cabeçotes de alta pressão. A Figura 4.5 mostra um fluxograma do setor.

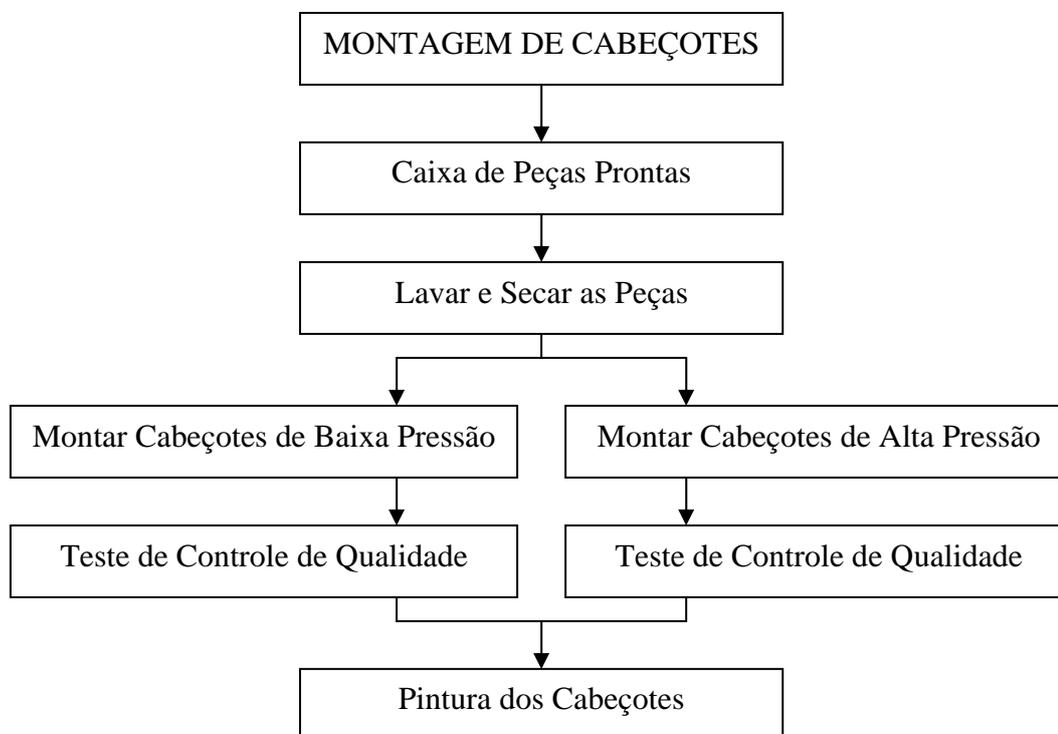


Figura 4.5: Fluxograma da Montagem de Cabeçotes.

Todos os acessórios que acompanham os cabeçotes (rolamentos, parafusos, porcas, anéis, etc) estão dispostos em prateleiras (estoque) ao lado das bancadas de montagem, minimizando a perda de tempo em movimentação.

#### 4.2.4 Montagem Final dos Compressores

Setor que compreende a junção do cabeçote junto ao reservatório, ambos vindos de seus respectivos centros de pintura. Os reservatórios são pintados com tinta a pó, diferente dos cabeçotes que usam tinta líquida.

A montagem final se divide em três partes: montagem de compressores de baixa pressão, montagem de compressores de alta pressão e montagem de compressores odontológicos. Esta distinção de baixa pressão e alta pressão acompanha quase todo o processo produtivo da

empresa, deixando apenas o setor de usinagem sem esta característica. (Tanto a montagem de baixa, a de alta e a de odontológicos passam pelos mesmos processos).

Após passarem pela pintura, os reservatórios são colocados em trilhos passando pela montagem de acessórios, aplicação de adesivos, colocação dos cabeçotes (vindos da pintura), inspeção de qualidade, embalagem e por fim a expedição. Todos os itens necessários para a montagem final estão dispostos próximo ao processo, facilitando a operação. A Figura 4.6 mostra o fluxograma da montagem final:

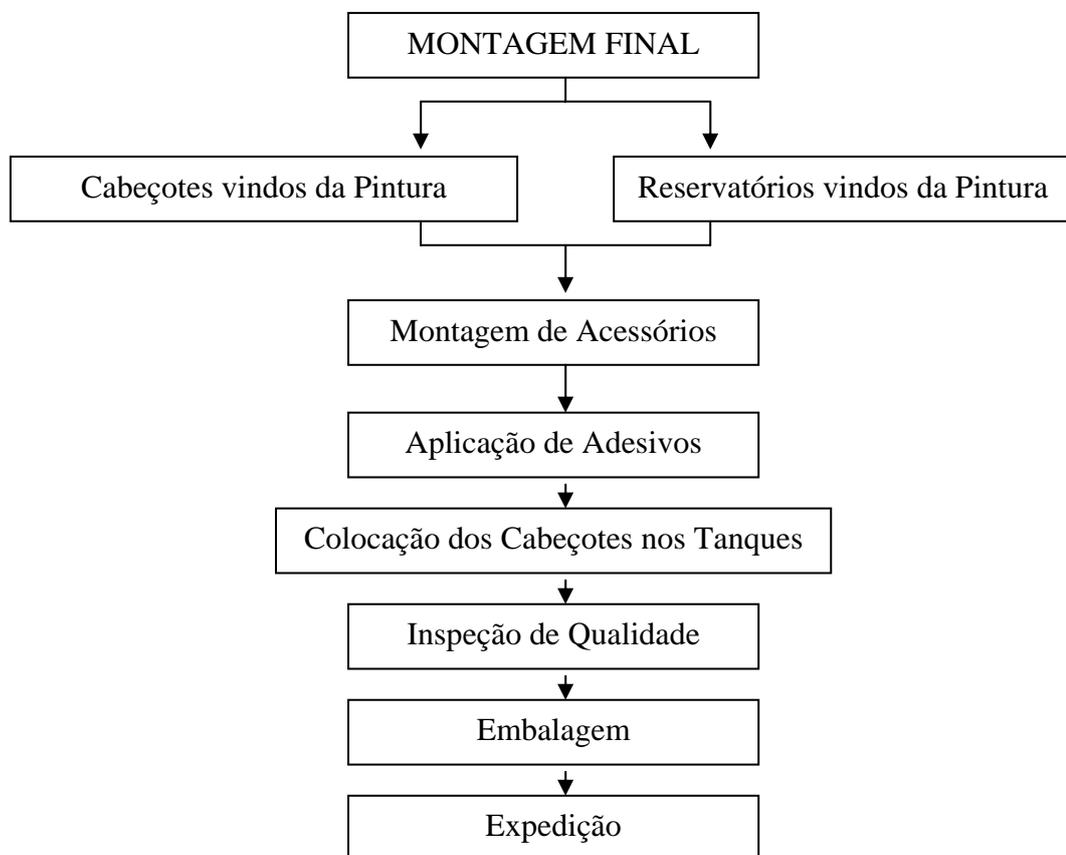


Figura 4.6: Fluxograma da Montagem Final.

### 4.3 Característica do Produto

Como foi visto, a empresa trabalha na fabricação de reservatórios e cabeçotes, constituindo o compressor a ar. Porém, as vendas não se limitam apenas nos compressores completos, mas também nas vendas tanto de cabeçotes como de reservatórios separadamente, dependendo da necessidade do cliente.

O compressor a ar é um produto utilizado nos mais variados setores do mercado como, indústrias, comércios e atividades ou equipamentos que necessitam de ar comprimido para seu funcionamento (borracharias, pintura, marcenarias, consultórios odontológicos entre outros). As Figuras 4.7 e 4.8, ilustram um compressor de baixa pressão e um de alta pressão respectivamente:

Figura 4.7: Compressor de Baixa Pressão – PSI 2,6/50.

Figura 4.8: Compressor de Alta Pressão – PSW 60/425.

A empresa tem em seu *mix* cerca de aproximadamente 60 produtos fabricados em sua linha de produção, como se pode verificar na Tabela 4.3:

Tabela 4.3: Produtos Pressure.

<b>ARTESIANOS – CABEÇOTES</b>	
Artesiano Super Press PSI 2,6	Artesiano Turbo Press PSV 20
Artesiano Turbo Press PSI 5,2	Artesiano Super Press PSV 25
Artesiano Super Press PSV 5,2	Artesiano Super Press PSV 40
Artesiano Turbo Press PSV 10	Artesiano Turbo Press PSV 40
Artesiano Super Press PSV 10	Artesiano Turbo Press PSW 60
Artesiano Super Press PSV 10 AP	Artesiano Turbo Press PSW 40 AP

Artesiano Super Press PSV 15	Artesiano Turbo Press PSW 60 AP
Artesiano Super Press PSV 15 AP	
<b>RESERVATÓRIOS</b>	
Reservatório 25 litros	Reservatório 200 litros
Reservatório 50 litros	Reservatório 250 litros
Reservatório 130 litros	Reservatório 350 litros
Reservatório 175 litros	Reservatório 425 litros
<b>COMPRESSORES – CABEÇOTE E RESERVATÓRIO</b>	
Compressor JetPress	Compressor PSW 60/400 Turbo
Compressor PSI 2,6/50	Compressor PSW 40/400
Compressor PSI 5,2/130 Turbo	Compressor PSW 60/400
Compressor PSV 5,2/130	Compressor Wind Press 8/25
Compressor PSV 10/175 Turbo	Compressor Wind Press 8/50
Compressor PSV 10/200	Compressor Wind Press 10/50
Compressor PSV 15/200	Compressor Wind Press 6/110
Compressor PSV 10/220 AP	Compressor Wind Press 10/130
Compressor PSV 15/220 AP	Compressor Wind Press 10/150
Compressor PSV 20/250 Turbo	Compressor Wind Press 15/175
Compressor PSV 25/250	Compressor Wind Press 20/200
Compressor PSV 25/350	Compressor Wind Press 40/250
Compressor PSV 40/350 BP	Compressor Wind Press 60/350
Compressor PSV 40/400 Turbo	
<b>ODONTOLÓGICOS</b>	
Compressor 3/30 Odontológico	Compressor PSV 4/30 Odontológico
Compressor PSI 6/30 Odontológico	Compressor PSV 8/130 Odontológico

#### 4.4 Planejamento e Controle da Produção na Empresa

O PCP é o setor encarregado de gerenciar e ordenar os quatro processos, citados anteriormente, existentes na linha de produção da empresa, visando sempre à otimização na produção e a máxima qualidade dos produtos.

A empresa elabora a cada doze meses um plano anual de produção, em vista da análise de mercado e das condições internas de produção na organização. Este é um plano a longo prazo, permitindo a flexibilidade e adaptações da produção, necessárias quando ocorrem possíveis oscilações de mercado.

Este plano anual de produção estima o objetivo de faturamento anual da empresa, estabelecendo metas mensais de faturamento. O plano é composto por qualificações de

funcionários através de treinamentos, minimização de desperdícios, investimento na elaboração de novos produtos, redução de *setups* entre outros.

A empresa trabalha com um estoque mínimo de produtos acabados, pois visa com isto a satisfação do cliente em relação ao tempo de entrega dos produtos. Outro fator que possibilita a empresa operar com este estoque mínimo é dispor de um espaço onde se encontra a expedição. Neste setor, os produtos acabados são empilhados e organizados conforme os modelos, otimizando assim o espaço para a armazenagem. Como foi visto no Capítulo 2 (*Just In Time*), um dos objetivos da filosofia é trabalhar com um estoque próximo de zero, uma idéia contrária a da empresa, pois não há uma total integração entre fornecedores, empresa e cliente para implantação do *JIT* como um todo. Desta forma, a idéia de dispor de produtos a pronta entrega se torna um fator vantajoso na satisfação dos clientes.

Além do plano anual de produção, a empresa traça também um plano mensal de produção, estabelecido a curto prazo, é elaborado da seguinte forma: o responsável pelo PCP semanalmente faz uma programação, tendo em mãos os pedidos feitos pelo departamento de vendas, o estoque de produtos acabados, o quanto tem de matéria- prima, a disponibilidade de máquinas e ferramentas e a meta mensal de produção.

Os pedidos vindos do departamento de vendas são analisados pelo PCP, junto com o estoque de produtos acabados. A prioridade é os produtos de mais urgência ou produtos que faltam em estoque. Após este planejamento, a produção é programada e controlada para que estas metas pré-estabelecidas sejam atingidas. Como no plano anual, o plano mensal também permite flexibilidade e pequenas adaptações para possíveis mudanças de produção.

## **4.5 Implantação da Ferramenta *Kanban* no Processo Produtivo**

### **4.5.1 *Kanban* de Compras (Requisição)**

Antes da implantação dos cartões *Kanban* (compras e produção), o almoxarifado se comunicava com o setor de compras através de requisições de materiais. Ao perceber que o estoque de um certo item estava acabando, o responsável do almoxarifado completava uma ficha de requisição de materiais com o nome do produto e a quantidade solicitada. Esta requisição era passada ao setor de compras, que por sua vez realizava o pedido de compra ao fornecedor do item em falta.

Este método de solicitação tinha o risco de causar sérios problemas para a produção. Às vezes, o responsável pelo almoxarifado percebia que tinha de redigir uma requisição de um certo item apenas quando este material já estava em falta no estoque. Outra falha que também ocorria com alguma frequência, era de que o almoxarifado não tinha um estoque mínimo de cada material e o estoque restante do item solicitado acabava antes mesmo do material chegar a empresa, podendo até ocorrer à paralisação da produção, dependendo do item que estava em falta. O tempo gasto para completar as fichas de requisições também era um ponto negativo do antigo sistema.

Com o objetivo de solucionar estes problemas, a administração decidiu implantar os cartões *kanban* de requisição (compras). Inicialmente, criou-se um painel porta *kanban* (Figura 4.9) no setor de compras e foram confeccionados três tipos de cartões para cada item, verde, amarelo e vermelho (Figura 4.10). Através do tempo que os fornecedores demoravam a entregar os itens e a média do consumo dos itens pela produção neste período, fez-se o cálculo do estoque de cada material. Este número foi dividido por dois, e cada cartão continha à mesma quantidade. O cartão vermelho era tido como estoque de segurança. Por exemplo, o estoque do parafuso  $\frac{3}{4}$  era de 300 unidades. Cada cartão tinha em sua descrição 150 unidades.

Devido a algumas adaptações, o painel porta *kanban* utilizado na empresa não contém regiões de prioridade de compras, sendo diferente do citado na teoria. As solicitações são referentes à cor do cartão:

1. *Kanban Verde*: é um alerta ao setor de compras de que os itens do primeiro lote estão sendo consumidos;
2. *Kanban Amarelo*: é a partir deste cartão que o setor executa a compra do item, pois se refere ao consumo do segundo lote;
3. *Kanban Vermelho*: tem o significado de urgência, pois identifica que o lote de segurança está sendo consumido e deve chegar a tempo antes que o lote acabe.



Figura 4.9: Painel Porta *Kanban*.

COMPRAS	
Discriminação	N° cartão
Tamanho do lote	Célula
Material	Código

Figura 4.10: Cartão *Kanban* de Compra.

Nos setores de montagem de cabeçotes e montagem final, para cada tipo de acessórios usados, os cartões *kanban* não ficavam no almoxarifado e sim nas prateleiras (supermercados) de cada setor. O sistema de três cores de cartões é o mesmo usado pelo almoxarifado e ao acabar um lote, o montador vira o cartão *kanban*, identificando para o responsável do almoxarifado, que passa diariamente recolhendo os cartões virados e repassando ao setor de compras.

#### 4.5.2 *Kanban* de Produção

No antigo sistema de produção, o responsável pelo PCP movimentava a produção do setor de usinagem através de ordens de fabricação. Eram repassados para cada célula, papéis contendo a identificação das peças e as quantidades a serem produzidas. Produziam-se grandes lotes de peças para serem armazenados no estoque de peças prontas, pois este método atendia ao sistema “empurrado”, comentado no início do Capítulo 3. Com isso, o tamanho dos estoques, tanto final, inicial, como intermediários (células) estavam aumentando, sendo considerado como desperdícios na produção. Não havia um controle de estoque de peças prontas, pois o PCP não sabia a quantidade de entrada de peças e quanto sai dos contenedores. O PCP não tinha uma visualização da produção exata, ou seja, o que cada célula estava produzindo e o que tinha de produzir.

Devido a esses aspectos, a gerência decidiu implantar o sistema *kanban* de produção no setor de usinagem, visando como objetivos: a otimização da produção, o nivelamento da produção, a redução de estoques e um maior controle visual da produção. Como foi comentada no Capítulo 2, esta ferramenta, através de suas vantagens, poderia solucionar boa parte dos problemas que vinham ocorrendo no setor produtivo da empresa.

Foram criados os cartões *kanban* para o setor de usinagem, em que cada modelo de peça estava dividida em quatro pequenos lotes, controlados por *kanbans* vermelho e amarelo. O vermelho indicando que o contenedor está vazio e o amarelo indicando que o lote não está completo.

Tanto o *Kanban* de Compras e o *Kanban* de Produção (Figura 4.11) é praticamente o mesmo em relação às informações contidas:

- Identificação: Compras ou Produção;
- Discriminação: nome do item referente ao cartão;
- Tamanho do lote;
- Material: composição do material;
- Número do Cartão: identificando qual o lote do cartão vermelho e/ou amarelo;
- Célula: local de fabricação de cada peça;
- Código interno da peça.

PRODUÇÃO	
Discriminação	Nº cartão
Tamanho do lote	Célula
Material	Código

Figura 4.11: Cartão *Kanban* de Produção.

Também foi feito o cálculo do tamanho do lote de cada peça por cartão *kanban*, verificando qual era a produção anual da peça e fazendo a média mensal da mesma. Para diminuir o tamanho do lote, dividiu por quatro o número da média mensal de cada peça. Dois destes lotes fazem parte do cartão vermelho e os outros dois lotes do cartão amarelo. Por exemplo, se a média mensal do pistão 2" é de 280 unidade, cada lote terá 70 unidades. Assim, cada cartão terá seu tamanho de lote igual a 70 unidade.

O cálculo realizado tanto com o *kanban* de compras como o *kanban* de produção, não são exatamente iguais ao cálculo referente à teoria (Capítulo 3). Porém, em relação ao número de cartões *kanbans* ser minimizados, a prática se deu conforme a teoria.

O PCP faz a programação da semana e verifica todos os itens (acessórios e peças brutas) que serão usados na produção (montagem e usinagem) e também verifica o estoque de peças prontas. A partir disto, ele disponibiliza no painel porta *kanban* de cada célula (Figura 4.12) os cartões para cada tipo de peça a ser produzida.



Figura 4.12: Painel Porta *Kanban* Celular.

A seqüência de produção é da seguinte forma: da esquerda para direita e do cartão vermelho para o amarelo. Porém, mesmo um cartão amarelo estando antes do vermelho, ele deve ser produzido, pois o primeiro lote do cartão vermelho já foi usinado e há a necessidade do primeiro lote do cartão amarelo.

Depois de produzido o lote de peças, o operador vira o cartão referente à peça, informando que a operação se encerrou. Um funcionário encarregado apenas do transporte de materiais, movimenta o lote de peças produzidas junto com seu cartão até os contenedores do estoque de peças prontas. O PCP passa ao lavador de peças uma ordem de produção do dia, com a finalidade de separar as peças necessárias para montagem. Se um lote acabar ou a quantidade de peça retirada for do tamanho do lote, o cartão deve ser virado, como forma de sinalização de que o lote ou parte do lote foi utilizado.

Durante a implantação do sistema *kanban*, o setor de compras foi o que teve a maior dificuldade de aceitação das mudanças empregadas pelo sistema, pois estava acostumada a rotina diária do antigo método. Por outro lado, o setor de produção não teve tanta resistência, pois ao invés de consultarem a ordem de produção verificam apenas o painel porta *kanban* da célula.

#### **4.6 Resultados Verificados Após a Implantação do *Kanban***

Os objetivos traçados pela gerência antes da implantação da ferramenta *kanban*, de um modo geral foram satisfeitos. Os responsáveis pelo almoxarifado passaram a ter um maior controle dos itens estocados e conseqüentemente, minimizaram o tempo gasto no preenchimento das fichas de requisição dos materiais em falta, passando apenas a colocar os cartões dos itens solicitados no painel porta *kanban* do setor de compras. Os estoques iniciais, tanto de peças brutas como acessórios foram diminuídos, pois o setor de compras passou a fazer pedidos de compras de lotes com menor número de peças. Com isso, o setor teve de fazer vários pedidos de compra no período, conseguindo assim um prazo maior de pagamento junto aos seus fornecedores. Os montadores dos setores de montagem de cabeçotes e montagem final, não precisaram mais se movimentar até o almoxarifado para pegar acessórios e repor em suas prateleiras. O responsável pelo almoxarifado, ao passar diariamente recolhendo os cartões *kanban*, já repõe os materiais em falta.

Em relação ao *kanban* de produção, os estoques intermediários entre as células e os estoques de peças prontas foram reduzidos, conseqüentemente balanceando a produção. O controle visual da produção agilizou o PCP a realizar suas tarefas, pois observando os painéis porta *kanban* nas células, é possível saber qual o modelo da peça está sendo usinada e quais ainda serão. Os programadores que realizam os *setups* das máquinas, também obtiveram vantagem do controle visual que os cartões proporcionam, através da observação dos portas *kanban* das células, foi possível adiantar os processos de *setups* (preparando ferramentas e matrizes) sabendo qual a próxima peça a ser usinada. Com o uso do *kanban*, a produção tornou-se mais flexível em uma possível mudança de programação repentina, bastando apenas reposicionar os cartões nas células.

A Tabela 4.4, mostra a quantidade do estoque inicial de algumas peças brutas, antes e após a implantação do *Kanban* de Compras.

Tabela 4.4: Antes e Após a implantação do *Kanban* de Compras.

<b>ESTOQUE INICIAL DE PEÇAS BRUTAS - KANBAN DE COMPRAS (REQUISIÇÃO)</b>			
<b>Modelo de Peça</b>	<b>Antes da Implantação (média)</b>	<b>Após a Implantação (3 lotes/peça)</b>	<b>Redução do Estoque</b>
Cilindro 2"	650 unidades	110 unidades/lote	49,24 %
Pistão 2"	580 unidades	90 unidades/lote	53,45 %
Virabrequim 5,2V	675 unidades	105 unidades/lote	53,33 %
Biela 5,2V	440 unidades	75 unidades/lote	48,86 %

Já a Tabela 4.5, mostra a quantidade do estoque final de algumas peças prontas, antes e após a implantação do *Kanban* de Produção.

Tabela 4.5: Antes e Após a implantação do *Kanban* de Produção.

<b>ESTOQUE FINAL DE PEÇAS PRONTAS – KANBAN DE PRODUÇÃO</b>			
<b>Modelo de Peça</b>	<b>Antes da Implantação (média)</b>	<b>Após a Implantação (4 lotes/peça)</b>	<b>Redução do Estoque</b>
Cilindro 2"	360 unidades	40 unidades/lote	55,56 %
Pistão 2"	280 unidades	35 unidades/lote	50,00 %
Virabrequim 5,2V	355 unidades	40 unidades/lote	59,93 %
Biela 5,2V	260 unidades	30 unidades/lote	53,85 %

A Tabela 4.6 demonstra algumas informações sobre os *setups* realizados nos tornos CNC da empresa.

Tabela 4.6: Redução dos tempos de *setups* após a implantação do *Kanban* de Produção.

<b>Tempo ao realizar os <i>setups</i> nos tornos CNC - <i>Kanban</i> de Produção</b>				
<b>Célula</b>	<b>Torno CNC</b>	<b>Antes da Implantação</b>	<b>Após a Implantação</b>	<b>Redução do Tempo</b>
1	ECN 40	36 minutos	29 minutos	19,44 %
2	Index	37 minutos	31 minutos	16,22 %
3	Index	34 minutos	29 minutos	14,71 %
4	Discovery 460	43 minutos	35 minutos	18,60 %
5	Logic	35 minutos	28 minutos	20,00 %
6	Logic	35 minutos	26 minutos	25,71 %

## 5. CONCLUSÃO

O *kanban* é um sistema que pode ser empregado em qualquer setor e empresa. É um sistema de autocontrole no piso de fábrica e bastante flexível, que proporciona um melhor controle visual. É um facilitador da melhoria de produtividade, pois procura, por meio de sua flexibilidade, demonstrar os gargalos do sistema produtivo da empresa. Outro motivo que as organizações levam em conta, além das vantagens que a ferramenta proporciona, é o custo da implantação ser relativamente baixo, pois é um controle visual.

É importante lembrar que o *Just In Time*, com o auxílio do *kanban*, não tem como objetivo o estoque zero, mas sim, a redução do inventário de estoque em processo.

Através do estudo de caso, pode-se observar que a implementação da teoria em uma situação real, está sujeita a algumas alterações quanto ao uso da ferramenta. Estas alterações são válidas, pois é necessária a adaptação do sistema *kanban* em relação ao processo produtivo da empresa, visando às vantagens que a ferramenta proporcionará para a organização.

Um fator positivo quanto à implantação do *kanban*, é que a empresa trabalha com uma produção por processo repetitivo. Ter uma produção por projeto ou por pedidos variáveis torna a ferramenta menos eficaz em relação ao processo usado pela empresa.

De uma forma geral, o sistema *kanban* aplicado à empresa estudada, é praticamente o mesmo de acordo com a teoria. As pequenas alterações para a adaptação da ferramenta à empresa são:

- A seqüência de produção disponíveis nos painéis porta *kanban* das células, às vezes sofrem modificações, devido a alguma demanda de produção;
- Em relação às funções que o *kanban* proporciona, algumas delas são aplicadas, outras não se adaptam ao sistema da empresa;
- São utilizados apenas dois tipos de cartões *kanban*, o de produção e o de requisição. Ambos os cartões são ajustados referente ao estilo do planejamento e controle da produção;
- O cálculo do número de cartões também foi revisto diante as necessidades da empresa;

- O painel porta *kanban* utilizado na empresa, se encontra diferente ao citado na teoria. Porém ambos exercem as mesmas funções;

Todas estas alterações também são decorrentes devido à empresa não ter em todo seu processo produtivo a implantação do sistema *kanban*, disponível apenas nos setores de usinagem e compras. Nestes setores, a produção é de forma puxada. O mesmo não se adapta, por exemplo, ao setor de fabricação de reservatórios, tendo a produção de forma empurrada. Outro fator que consiste na aplicação do *kanban* sofrer ajustes, é de que o sistema da empresa não está totalmente de acordo com a filosofia *JIT*.

### 5.1 Possíveis Melhorias

Mesmo tendo melhorias em relação à gestão de estoque após a utilização dos cartões *kanban*, a empresa poderia implantar um software que pudesse gerenciar por completo todo tipo de estoque, tanto a entrada de peças brutas e acessórios, como também o estoque de peças prontas. Atualmente, a empresa realiza uma contagem geral de todo tipo de estoque. Muitas vezes este balanço é feito no período da manhã em um dia normal de produção, por vários operadores da empresa, resultando em uma perda de produção. Às vezes este balanço é realizado em um período fora do dia normal de produção, ocasionando hora extra para os funcionários. Tanto o almoxarifado, o PCP como outros setores da organização, trabalhariam em conjunto com o software, integrando as informações da empresa facilitando e agilizando os processos de tomada de decisão, planejamento e controle da produção.

Outro aspecto que poderia ser revisto pela gerência, seria em relação ao uso correto dos cartões *kanban* de compras (requisição). Nas prateleiras do setor de montagem, em que os cartões ficam colocados junto aos seus itens respectivos, existem casos de perda de alguns cartões devido a um manuseio incorreto dos funcionários. Não foram confeccionados cartões para alguns acessórios, conseqüentemente as solicitações de compra dos itens em falta são realizadas através do antigo modelo de fichas de requisição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, V.F. Controle da Qualidade Total – no estilo japonês. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992.

CORRÊA, Henrique L. e GIANESI, Irineu G. N. - “Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico”. São Paulo, Atlas, 1993.

LUBBEN, Richard T. - “Just-In-Time: uma estratégia avançada de produção”. São Paulo, McGraw-Hill, 1989.

MARTINS, Antônio *et al.* CEV - Consultores de Engenharia de Valor. Disponível em: <<http://www.cev.com.br>>. Acesso em: 15 julho 2006.

MONDEN, Yasuhiro. Produção sem estoques: uma abordagem prática do sistema de produção da Toyota; -supervisão Reinaldo A. Moura e Akio Umeda.-São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM, 1984.

MOURA, R. A. Sistema kanban de manufatura JIT. São Paulo: IMAM, 1989.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OISHI, Michitoshi. TIPS: Técnicas Integradas na Produção e Serviços. São Paulo: Pioneira, 1995.

RUSSOMANO, V. H. Planejamento e Controle da Produção. 5ª edição. São Paulo: Pioneira, 1995.

SHINGO, Shigeo. Sistemas de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1996b.

SLACK, Nigel *et al.*. Administração da produção. 2. ed., São Paulo: Atlas, 2002.

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

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de planejamento e controle da produção. 2. ed., São Paulo: Atlas, 2000.

WEMMERLÖV, Urban. Planejamento e controle da produção para sistemas de manufatura celular: conceitos e praticas / Urban Wemmerlöv; revisão técnica: Reinaldo A. Moura; [tradução Sonia Mello]. - São Paulo: IMAM, 1997.

**Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção  
Av. Colombo 5790, Maringá-PR  
CEP 87020-900  
Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874**