

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Otimização do Estoque com a Utilização do  
Sistema Kanban.**

VINICIUS VALVERDE DE ASSIS DUARTE

Matrícula nº: 103076019

[vinicius.v.assis@hotmail.com](mailto:vinicius.v.assis@hotmail.com)

ORIENTADOR: Prof. Carlos Frederico Leão Rocha

AGOSTO 2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Otimização do Estoque com a Utilização do  
Sistema Kanban.**

VINICIUS VALVERDE DE ASSIS DUARTE

Matrícula nº: 103076019

[vinicius.v.assis@hotmail.com](mailto:vinicius.v.assis@hotmail.com)

ORIENTADOR: Prof. Carlos Frederico Leão Rocha

AGOSTO 2009

*As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor.*

## **Resumo**

*Esta monografia apresenta o estudo e aplicabilidade dos conceitos do Just in Time (JIT) e Kanban em modelos de gestão de estoques para ambientes descentralizados e sem integração tecnológica estruturada (sistemas de informação). Os produtos são materiais de suprimentos para impressão, cópias, encadernação e manutenção de equipamentos de um grande fabricante mundial de máquinas de copiadoras, situado no Rio de Janeiro, que terceiriza a operação de cópias e outros serviços gráficos em empresas nacionais, denominados de "sites". Esses serviços são, suportados por contratos que definem os níveis de serviço, com destaque para a qualidade e principalmente a continuidade (não interrupção) da operação. Dentro deste contexto, este trabalho visa o estudo e formulação de uma proposta de operação e controle de estoque de forma a garantir o máximo de rentabilidade para o contratante, com o mínimo de estoque de suprimentos (peças de manutenção, papel, etc), sem contudo, deixar de cumprir as cláusulas contratuais de níveis de serviço.*

# ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I – PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
I.1. SISTEMA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL .....	6
I.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO (PCP).....	9
I.2.1. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO (PCP).....	13
<b>CAPÍTULO II – SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO, JUST IN TIME E O SISTEMA KANBAN.....</b>	<b>16</b>
II.1. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	16
II.2. JUST IN TIME .....	22
II.3. SISTEMA DE PRODUÇÃO KANBAN.....	23
II.4. FUNCIONAMENTO.....	30
II.4.1. O SISTEMA KANBAN CNE.....	30
II.4.2. O SISTEMA KANBAN H.....	34
II.4.3. OUTROS TIPOS DE SINALIZADORES.....	35
II.4.4. O SISTEMA KANBAN NA LITERATURA.....	36
<b>CAPÍTULO III – ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>43</b>
III.1. A EMPRESA.....	43
III.2. A GESTÃO DO ESTOQUE.....	44
III.3. A NOVA FORMA DE GESTÃO DO ESTOQUE.....	45
III.4. GANHO FINANCEIRO COM A NOVA GESTÃO DO ESTOQUE .....	46
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>

## **Introdução**

Uma empresa que visa melhorar sua posição competitiva frente ao mercado e ser cada vez mais rentável precisa ter uma preocupação contínua com a redução de desperdícios em seu ambiente produtivo, a qual irá gerar melhorias em seus processos de produção, principalmente quando nos referimos a velocidade, qualidade e preço dos produtos.

A utilização de técnicas de produção chamadas de “empurradas”, que têm como objetivo melhoria do nível de serviço no atendimento aos clientes, tanto externos como internos, sem se preocupar com o seu nível de demanda e, focadas em manter o ritmo de produção, com redução da capacidade ociosa, resulta na geração de grandes estoques. Por outro lado, a utilização de técnicas chamadas de “puxadas” onde o material é demandando à medida que se torna necessário pode resolver essa questão, pois além de garantir um bom nível de serviço, evitam o crescimento de estoques e o aumento do custo.

O trabalho tem como foco propor medidas que melhorem a rentabilidade nos contratos de serviço outsourcing que uma determinada empresa detém, através da aplicação de uma técnica de gestão de estoque que garante seu atual nível de serviço. Para tanto, escolhemos um determinado produto, dentre os vários que empresa distribui, e analisaremos os benefícios e ganhos financeiros oriundos da utilização de técnicas puxadas, mas especificamente Kanban, na gestão do seu nível de estoque. Nossa preocupação é o atendimento do cliente para o qual a empresa presta serviço outsourcing, não nos preocupando com os demais clientes com os quais ela se relaciona. Esse modelo de gestão será a base para disseminação dessa técnica para outros produtos, bem como os demais clientes.

O trabalho é composto de 3 partes: no capítulo 1 serão explorados os pontos que irão direcionar esta pesquisa, apresentando os conceitos dentro da metodologia do Planejamento e Controle da Produção (PCP). No capítulo 2 serão apresentados os principais conceitos dentro do contexto do Just in Time, bem como a definição do Sistema Kanban de Produção. Para finalizar, no capítulo 3 será exposto um estudo de caso no qual serão aplicados os conceitos e métodos descritos no decorrer do trabalho.

## **Capítulo I. Planejamento e controle da produção.**

Com um mercado cada vez mais exigente, o domínio de novas tecnologias, novos produtos e processos, sistemas e técnicas é de extrema importância, pois possibilita iniciativas diferentes para as empresas industriais. Atualmente as indústrias sentem a necessidade de realizar uma nova leitura de suas estratégias, as quais no remetem a mudanças na manufatura, nos processos e nos sistemas de Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Segundo Pires (2004), o posicionamento e a contextualização são muito úteis no preparo da discussão do contemporâneo de maneira mais direta. Diante disso o capítulo foi dividido em 2 partes, onde temos a seção I.1, a qual define, classifica e analisa os sistemas de produção industrial. A seção I.2 irá apresentar a definição do PCP, dando enfoque a sua estrutura e relação com os objetivos da organização e com os sistemas de produção industrial. De acordo com que o PCP vai assumindo uma posição centralizadora no atendimento as prioridades competitivas das indústrias, ou como dizem Corrêa e Giansi (1997), “os sistemas de PCP são o coração dos processos produtivos”, o mesmo passa a ter um papel fundamental para a discussão deste capítulo e na pesquisa como um todo. Com a emissão de ordens, ou seja, com um sistema de coordenação de ordens de produção e compra (SCO), passa a existir um canal de extrema importância na discussão apresentada neste capítulo, pois servem de referencial básico quando nos referimos ao Sistema Kanban de Produção.

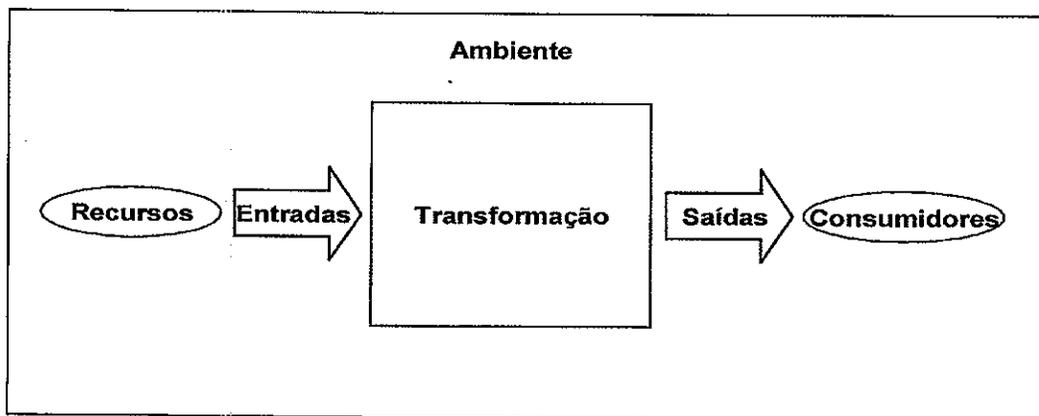
### **I.1. Sistemas de Produção Industrial.**

Sipper e Bulfin (1997) enfatizam que a maior parte dos sistemas de produção é como icebergs, pois a porção que podemos ver é apenas uma pequena parte do todo, logo para estudar este conceito se faz necessário considerar muitos componentes como: produto, processos e trabalhadores.

Podemos usar para distinguir os sistemas de produção a sua principal saída, ou seja, se temos com parte predominante do processo a produção de bens ou de serviços. Martinich (1997) fez uma classificação que distingue os dois sistemas: sistemas de manufatura, para o caso da produção de bens, e sistema de serviços, para o caso da produção de serviços. De acordo com Russomano (2000), quando se trata de objetivos

finals, uma empresa industrial tem como objetivo colocar produtos à venda, da mesma forma com que uma empresa comercial, mas em uma fase anterior de obtenção de seu produto. Nesta monografia o maior enfoque será em cima dos sistemas de produção industrial, isto é, na produção de bens.

O sistema de produção industrial, segundo MacCarthy e Fernandes (2000), é definido com um conjunto de elementos humanos, físicos e gerenciais inter-relacionados, projetados para que a geração de produtos aconteça de tal forma que o valor final dos mesmos supere os custos incorridos em se obtê-los.



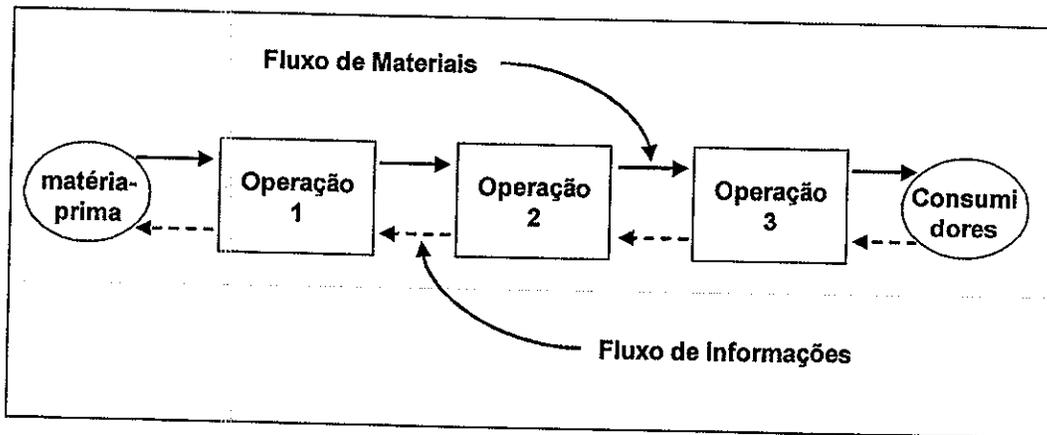
Fonte: Slack et al (2002)

**Figura 1 - Modelo de Entrada - Transformação - saída.**

Como podemos notar na figura acima, os sistemas de produção estão inseridos em um ambiente, e por isso, influenciam e são influenciados ao mesmo tempo pelo sistema. Sipper e Bulfin (1997) dizem que a manufatura é a “espinha dorsal” de qualquer sistema produtivo, o qual é considerado um processo com fluxo de 2 componentes importantes: material e informação. Diante disso, percebemos que a principal atividade de um sistema produtivo é a transformação e o principal resultado é agregação de valor ao produto.

Para se classificar os variados sistemas de produção existem diversas formas, perspectivas e parâmetros distintos, mas igualmente válidos. Bonney et al (1999) nos apresenta uma classificação onde utilizamos “puxar” e “empurrar” como parâmetros. No sistema empurrado as ordens de produção têm sua liberação na data de início, a qual corresponde a data de entrega prometida, retirado o lead time de produção e são delineadas por um gerenciamento centralizado. Assim que são liberadas as ordens vão

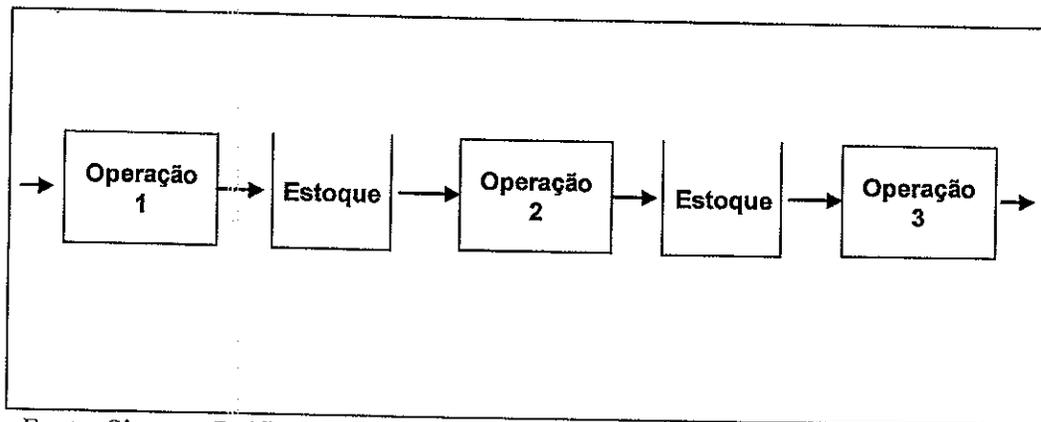
de operação a operação, isto é, materiais e informações seguem o mesmo sentido. No sistema puxado temos um controle baseado no estoque em processo, e assim, matérias e informações seguem em fluxos opostos. A interdependência das operações é uma das características que chama a atenção quando distinguimos um sistema do outro, de acordo com Sipper e Bulfin (1997). Como podemos notar na figura 2 cada centro é afetado e afeta os adjacentes através do fluxo de materiais e informações o que nos mostra uma interdependência recíproca.



Fonte: Sipper e Bulfin (1997)

**Figura 2 - Fluxo de materiais e informações em um sistema puxado.**

No sistema empurrado a interdependência encontrada é seqüencial, ou seja, cada saída depende do input de outras operações. Uma medida para conseguir o isolamento desta dependência é a utilização de estoques regulares como podemos ver na figura abaixo.



Fonte: Sipper e Bulfin (1997)

**Figura 3 - Fluxo de materiais e informações em um sistema empurrado.**

No sistema puxado, entre duas operações consecutivas, há uma certa quantidade de estoque, que tem sua reposição ajustada pelo processo que se segue na proporção que é consumida. Sendo assim, quando olhamos para a movimentação física dentro da fábrica, considerando que os materiais são transportados à medida que são solicitados pelo processo posterior, temos um sistema considerado puxado. Por outro lado, se os materiais são transportados para processos posteriores depois de serem processados ou concluídos, temos um sistema empurrado.

No trabalho desenvolvido por MacCarthy e Fernandes (2000) é possível identificar um conceito importante, a repetibilidade, ou seja, o tempo médio que transcorre entre a produção de dois lotes consecutivos de produtos iguais. Segundo esses autores, para um processo ser repetitivo precisa consumir uma porcentagem significativa, no mínimo 5%, do tempo total disponível na unidade produtiva. Fernandes e Godinho Filho (2006) citam os conceitos de variedade, diversidade e diferenciação de produtos com importantes referenciais para se entender os sistemas produtivos. Quando falamos de variedade nos referimos a uma habilidade dos sistemas produtivos em responder a mudanças em mix de produtos diferentes entre si. Quando falamos de diversidade nos referimos à habilidade dos sistemas produtivos em responder a mudanças no mix de produtos com características muito similares. Por fim, a diferenciação refere-se a produção de produtos sem similares no mercado.

## **I.2. Planejamento e Controle de Produção (PCP).**

A eficiência de qualquer sistema produtivo depende da forma com que os problemas administrativos são resolvidos, quer dizer do planejamento, programação e controle do sistema (TUBINO, 2000). O que o autor quer nos dizer com isso, é que quando queremos usufruir de todos os benefícios oriundos da divisão do trabalho e da especialização, faz-se necessária a existência de uma coordenação entre atividades produtivas.

O papel do PCP é conectar os diversos setores da empresa, com os fornecedores e clientes, além do objetivo de gerenciar o processo de produção e serviços relacionados a ele. Segundo Correia e Gianesi (1997), há também uma característica bem discutida no conceito de PCP que é a existência das fases hierarquizadas do processo decisório.

Além disso, para esses autores, uma das funções que o PCP tem é garantir uma adequação entre as decisões operacionais e as decisões estratégicas da empresa.

De acordo com Sipper e Bulfin (1997), o PCP é uma parte significativa da tecnologia de gerenciamento da produção e para isso combina os fluxos físicos e de informações com o objetivo de gerenciar o sistema de produção, mantendo uma relação com o ambiente externo e com o chão de fábrica. Os autores acrescentam dizendo que o PCP tem por funções principais estabelecer metas e medir desvios na produção, o que significa dizer que a essência do PCP está no gerenciamento dos desvios, ao mesmo tempo em que mantém o objetivo de organização como todo.

Existe para o PCP uma separação em Planejamento da Produção (PP) e Controle da Produção (CP) que feito por alguns autores como, por exemplo, Corrêa et al (2001) que nos diz a necessidade de se ter um planejamento parte da inércia intrínseca dos processos decisórios, ou seja, do tempo que transcorre desde a tomada de decisão até sua implantação. Já Burbidge (1990) nos traz uma abordagem que trata diretamente do CP, onde o mesmo é caracterizado com uma função que planeja, direciona e controla o suprimento de materiais, bem como as atividades de processamento da empresa. É importante ressaltar a relação estreita que existe entre as funções do CP e as funções de compra, fazendo com que algumas indústrias cheguem a considerá-las como uma única função de gerenciamento de matérias. Para Tubino (2000), o objetivo do CP é garantir uma ligação estável entre o planejamento e a execução das atividades operacionais.

Para este trabalho será adotada definição de PCP feita por Fernandes e Godinho Filho (2006), bem como a separação entre PP e CP.

Por PP podemos entender como a atividade gerencial que tem a responsabilidade de contabilizar a demanda e a capacidade de produção para um horizonte de médio prazo, o que em geral está compreendido entre 3 à 18 anos, e então tomar decisões de intenção de forma agregada em termos de:

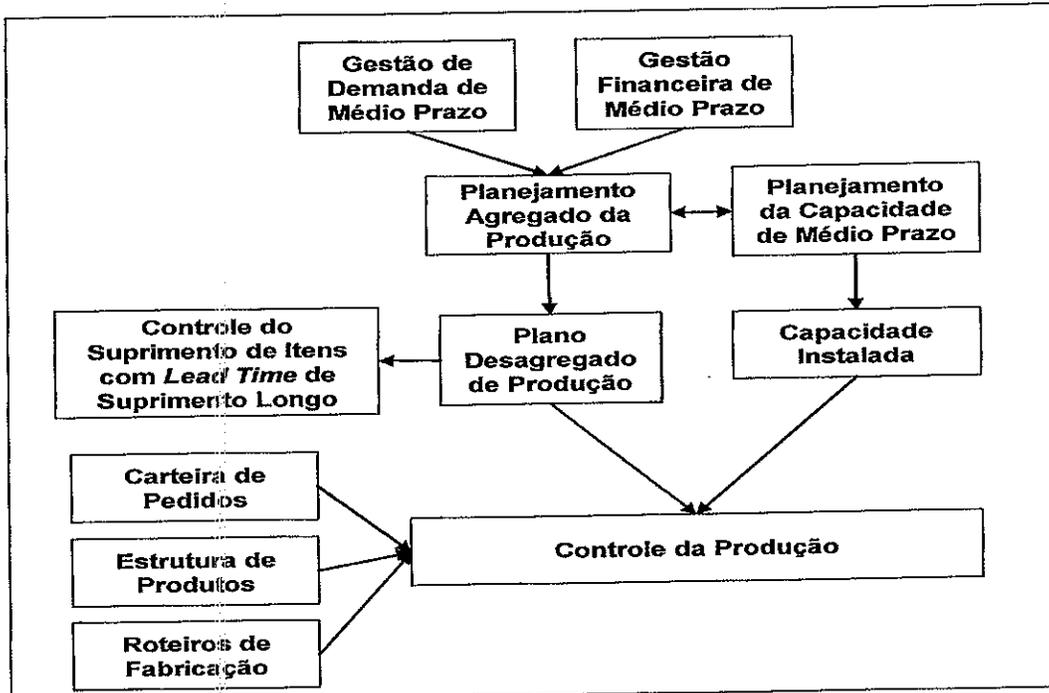
- a) O que produzir, comprar e entregar;
- b) Quanto produzir, comprar e entregar;
- c) Quando produzir, comprar e entregar;
- d) Quem e/ou onde e/ou como produzir;

As decisões são tomadas em geral com certa antecedência, objetivando subsidiar decisões relacionadas com a elaboração de contratos de fornecimento, sub-contratação temporária, terceirização, contratações e demissões no médio prazo, aquisição de novos equipamentos, etc. No início do PP temos uma gestão de demanda para médio prazo feita através de previsões. Essas mesmas previsões em conjunto com a gestão financeira, ou seja, as entradas que se fazem necessárias para a realização do planejamento agregado de produção, que terá com principal objetivo elaborar um plano de produção que leva em consideração as famílias de produtos de maneira que os recursos de produção sejam utilizados de forma eficiente. Ao se planejar a capacidade para o médio prazo, conseguimos subsídios para a tomada de decisões de planejamento agregado e para finalizar há uma desagregação deste plano.

O CP, ou seja, o Controle de Produção é considerado uma atividade gerencial que tem como responsabilidade manter o fluxo de materiais por meio de informações e as decisões para execução regularizadas. As decisões são desagregadas, detalhadas e de curto prazo, que corresponde em média a um período de 3 meses, em termos de:

- a) O que produzir, comprar e entregar;
- b) Quanto produzir, comprar e entregar;
- c) Quando produzir, comprar e entregar;
- d) Quem e/ou onde e/ou como produzir;

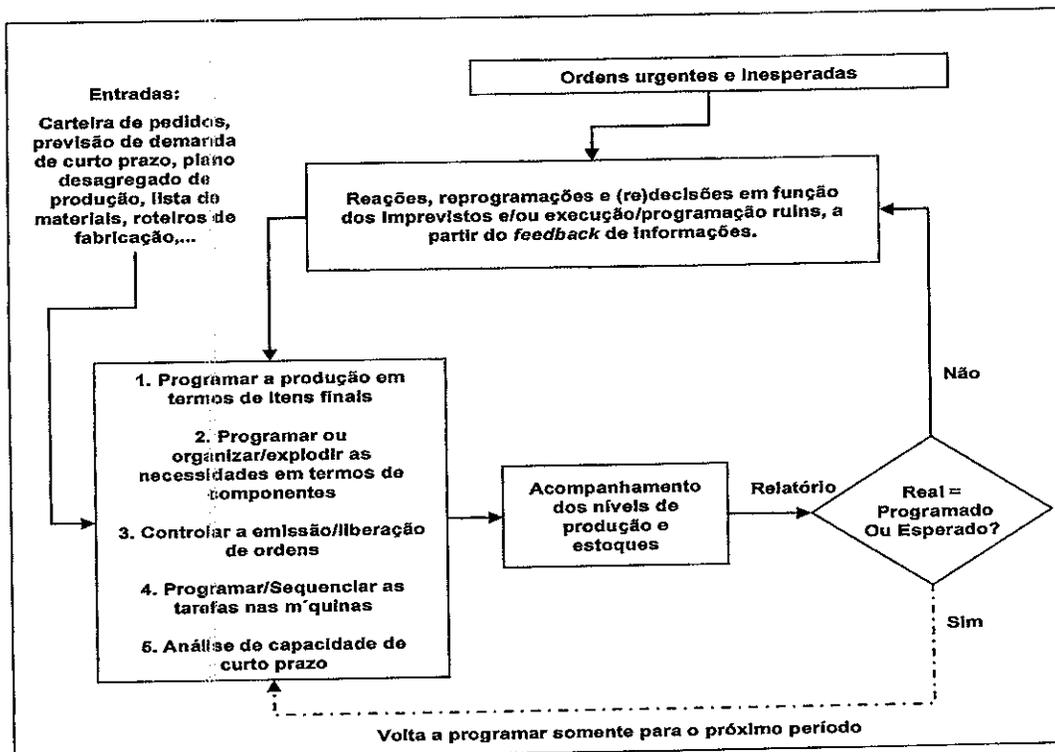
Todas essas decisões seguem a estrutura hierarquizada que vemos abaixo:



Fonte: Fernandes e Godinho Filho (2006)

Figura 4 - Estrutura do PCP.

Na figura abaixo podemos ver com detalhes a caixa de controle de produção.



Fonte: Fernandes e Godinho Filho (2006)

Figura 5 - Estrutura do CP.

Podemos notar que o CP é parte de um processo decisório que acontece em etapas consecutivas, sendo direcionado do geral para o detalhe, através de cinco atividades de controle.

- a) Programar a produção de termos de itens finais;
- b) Programar ou organizar as necessidades em termos de componentes e materiais;
- c) Controlar a emissão de ordens de produção e compra;
- d) Programar e sequenciar as tarefas nas máquinas;
- e) Analisar a capacidade de curto prazo.

As cinco atividades descritas acima determinam um programa de produção, que tem um acompanhamento feito através dos níveis de estoque e produção, no qual quando temos desvios identificados a produção é refeita. O PCP é composto também por outras atividades como: o balanceamento de linhas de montagem, o rearranjo de relações produtivas e a integração com outras áreas e funções da empresa.

### **I.2.1. Análise comparativa entre as estruturas de Planejamento e Controle de Produção (PCP).**

Corrêa et al (1997) nos diz que os sistemas de planejamento e controle da produção são sistemas híbridos, os quais têm diversos elementos trabalhando de forma integrada, onde a ação de cada um tem por finalidade oferecer soluções mais adequadas para certas subunidades do setor produtivo.

Segundo Antunes et al, a maximização dos meios de produção aliada à minimização da ociosidade desses meios é o principal fundamento de um sistema de produção convencional. Esta estrutura de planejamento e controle da produção convencional tem como filosofia a produção “empurrada”, que se caracteriza por um cenário onde o fornecimento de produtos ocorrer na quantidade correta e no momento exato através de programações para cada etapa de produção. Este sistema tem dificuldade para se adaptar as mudanças ocasionais oriundas de flutuações de demanda ou problemas de processo. Levando em consideração esta dificuldade, a fábrica acaba por estocar parte do produto entre os processos, com o intuito de reduzir os custos ligados às incertezas de vendas, ou seja, imprevisibilidades da demanda. Esta situação deixa a empresa sujeita a

produção produtos desnecessários que geram um aumento dos estoques. Uma das alternativas que ajuda a melhorar este cenário é a análise do PCP através de uma importante ferramenta conhecida como mapeamento do fluxo de valor. Segundo Rother e Shook (1999), o mapeamento trata-se de uma ferramenta de diagnóstico, que possibilita a identificação e futura eliminação das perdas encontradas nas etapas de produção, que acabam por aumentar o custo de produção.

Por outro lado, contrastando com o PCP convencional, existe uma outra estrutura de planejamento e controle da produção dentro de uma filosofia de produção puxada, na qual a última etapa da linha de produção recebe as informações necessárias sobre: o que, quanto e quando produzir. Esta etapa tem como responsabilidade retirar do processo anterior, a quantidade exata de produto no momento certo, o que provoca uma redução considerável dos estoques. Devido a maneira como esta estrutura funciona, não há a necessidade de distribuir no decorrer do mês programações de produção por todo o processo.

Como é possível perceber, há uma grande complexidade que envolve os sistemas produtivos e uma forte necessidade por informações confiáveis que geram uma demanda por sistemas computacionais, os quais têm por objetivo programar e planejar a produção para o fornecimento de dados precisos, tais como o MRP (Material Requirement Planning) ou MRPII (Manufacturing Resource Planning). De acordo com Wight (1984), o MRP II é um sistema no qual encontramos uma lógica bem estruturada de planejamento, na qual é prevista uma sequência hierárquica e cálculos, verificação e decisões que têm o intuito de chegar até um plano de produção viável, tanto quando olhamos para a disponibilidade do material, bem como quando nos referimos produtiva.

Dentro da filosofia do Just in Time (JIT) que é formada por duas premissas básicas: a melhoria contínua e a eliminação de perdas, quando nos referimos a produção, Antunes et al nos diz que o princípio básico é “procurar atender dinamicamente a variação da demanda do mercado consumidor, produzindo em pequenos e variados lotes”. Devido a isso, existe a necessidade pela utilização de ferramentas que permitam gerenciar o fornecimento de materiais no exato momento que é demandado pelos postos de trabalho, o que constitui o sistema Kanban para controle da produção.

De acordo com Monden, Gianese e Browne existem duas fases diferentes para o planejamento da produção dentro do ambiente JIT: a programação mensal, o qual é responsável por adaptar a demanda mensal no decorrer do ano, e a programação diária que tem como responsabilidade adaptar a variações de demanda diária no decorrer do mês.

Na adaptação mensal ocorre o desenvolvimento de um processo e planejamento de produção mensal, ou seja, existe a preparação de um programa mestre de produção chamando de MPS (Máster Production Scheduling), que em geral é feito para um período de 3 meses. O MPS mostra o nível médio de produção diário de cada processo com base numa previsão de demanda feita para o mês. Diante disso uma sugestão de um mix de produtos com suas respectivas quantidades é feita para atender dois meses a frente e um plano detalhado é fixado para o mês seguinte. Os fornecedores também têm acesso a essas informações, o que lhes permitindo atender de forma mais fácil as ordens de suprimentos.

A filosofia do JIT apresenta diversas ferramentas e práticas operacionais, dentre as quais há uma maior destaque para o Sistema *Kanban*, o Nivelamento da Produção e o Balanceamento da Produção. Tanto a filosofia Just in Time, como o sistema *Kanban* serão melhor abordados no próximo capítulo juntamente com o Sistema Toyota de Produção (STP), que é considerado por Shingo (1996) e Monden (1997) como um dos pilares do JIT.

## **Capítulo II. Sistema Toyota de Produção, Just in Time e o Sistema *Kanban*.**

O objetivo deste capítulo é fornecer bases para o desenvolvimento de um procedimento que permita avaliar a utilização do sistema *kanban* nas indústrias.

Na literatura podemos encontrar diferentes abordagens sobre *kanban*. Essas diferenças surgem a partir da variabilidade de pontos de vista ou pontos de partida para a análise e interpretação, mas também podem ser devido aos diferentes objetivos de cada pesquisador. Por outro lado, também é possível encontrarmos pontos em comum e um desses é a inclusão do sistema *kanban* dentro do conceito de Just in Time (JIT). É verdade que algumas vezes o sistema *kanban* é interpretado como JIT ou STP, mas essa interpretação é errônea. De acordo com Monden (1981), *kanban* trata-se de uma parte do STP, logo não deve ser confundido com o mesmo e muito menos com o JIT. Devido a esse fato, é enfatizada nos estudos a importância de haver um perfeito entendimento da natureza destes conceitos. Nos tópicos que se seguem veremos mais claramente a distinção entre os conceitos de STP e JIT e suas relações com o sistema *kanban*.

### **II.1. Sistema Toyota de Produção.**

A crise do petróleo na década de 70 provocou um grande impacto na capacidade competitiva das empresas e esse fato gerou a necessidade de encontramos maneiras diferentes de prosperar em um ambiente conturbado, em meio de tantas situações desfavoráveis. Neste cenário, a Toyota Motor Company destacou-se por apresentar uma boa margem de desempenho diante de muitas dificuldades.

Com a constatação do bom rendimento apresentado pela Toyota, começaram a surgir muitos estudos voltados para o entendimento de quais fatores auxiliaram os bons resultados conseguidos pela empresa. Logo de início houve uma confusão entre os conceitos de JIT e *kanban*, os quais foram identificados como elementos chaves para o sucesso. Este fato provocou uma fragmentação entre as definições e uma dispersão entre os interesses envolvidos na busca do modelo de produção desenvolvido pela Toyota.

Depois destas primeiras análises, novos estudos identificaram que os resultados obtidos pela Toyota foram possíveis a utilização de um conjunto de princípios, métodos e técnicas aplicadas de forma encadeada, mas, além disso, “os resultados proviam mais da sinergia entre os diversos elementos do que do somatório das contribuições isoladas

de cada um” como enfatiza Ghinato (1995). Não é improvável que encontremos nestes estudos um tratamento histórico de desenvolvimento da Toyota. A história da Toyota e de seu sistema produção se confunde com a história das principais personalidades que fizeram parte da fundação e do gerenciamento da Toyota Motor Company. Sakichi Toyoda – criador dos primeiros princípios; Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi – fundador da Toyota Motor Company e idealizador do JIT; Eiji Toyoda, primo de Kiichiro – presidente e diretor da empresa nas fases iniciais de criação do STP; Taiichi Ohno – vice-presidente da empresa e criador do sistema kanban; e Shigeo Shingo – criador de ferramentas e técnicas fundamentais relacionadas à qualidade e às trocas rápidas de ferramentas, são os principais nomes que idealizaram o que se conhece hoje como Sistema Toyota de Produção.

O STP teve suas origens também em uma visita feita pelos líderes da Toyota a empresas nos Estados Unidos, mas especificamente à Ford e a General Motors, com o objetivo de analisar seus sistemas de produção, os quais eram referências em produtividade na época. No decorrer dessas viagens ficou evidente para os japoneses que uma produção em massa e os grandes volumes não se enquadrariam as condições de reduzido mercado em que atuavam, o qual também apresentavam uma demanda fragmentada. Após a Segunda Guerra Mundial essa constatação ficou mais óbvia, pois o Japão ficou dizimado, com fábricas destruídas, abastecimento profundamente prejudicado e consumidores com pouco poder de compra. Com poucos recursos e capital escasso, a empresa tinha necessidade de uma forma de produzir que provocasse um giro de capital rápido do dinheiro investido na fabricação de automóveis.

Com o a finalidade de adaptar o sistema da Ford a realidade de Toyota e do Japão, surge o Sistema Toyota de Produção e neste ponto devemos esclarecer alguns pontos. O modelo Toyota e o Sistema Toyota de Produção não são a mesma coisa. O modelo trata dos princípios fundamentais e estruturais da Toyota, o qual tem suas origens na Toyota Motor Company. O STP “é o exemplo mais sistemático e mais altamente desenvolvido daquilo que os princípios do Modelo Toyota pode atingir”, de acordo com Liker (2005). O desenvolvimento de ambos se deu no decorrer de décadas, logo não há um único marco inicial.

O principal foco dos princípios do STP está na fábrica, mas devido sua grande amplitude, pode ser aplicado a toda a organização. Um dos princípios mais difundidos

foi da eliminação da *muda* ou *non value adding activities*, o qual significa o esforço em eliminar atividades que não agregam valor ao produto. Fujimoto (1999) nos diz que dentro da idéia de muda, a redução de estoques é fortemente frisada nos livros sobre STP. A eliminação dos desperdícios também é outro ponto importante dentro do conceito de STP e dentre os mais comuns encontrados na Toyota temos: desperdício de superprodução, de espera, de transporte, de processamento, de estoque, de movimentação, e de fabricar produtos defeituosos. O excesso na produção é uma das principais origens dos desperdícios, pois produzir em excesso entende-se por produzir mais, antes ou mais rápido do que é demandado no processo posterior ou pelos consumidores (ROTHER e SHOOK, 1998). A importância que lhe é atribuída se deve a seus reflexos como: excesso de estoque, dinheiro alocado neste estoque, necessidade de espaço para armazenagem do estoque, aumento do lead-time de produção, e um importante fato a ser comentado é que processos ficam ocupados fazendo itens desnecessários a mais, ao mesmo tempo em que os itens necessários estão sendo consumidos sem reposição.

O STP, na visão de fábrica, representa a produção através de processos puxados e ininterruptos de agregação de valor, que parte da demanda do cliente sob uma cultura de melhoria contínua.

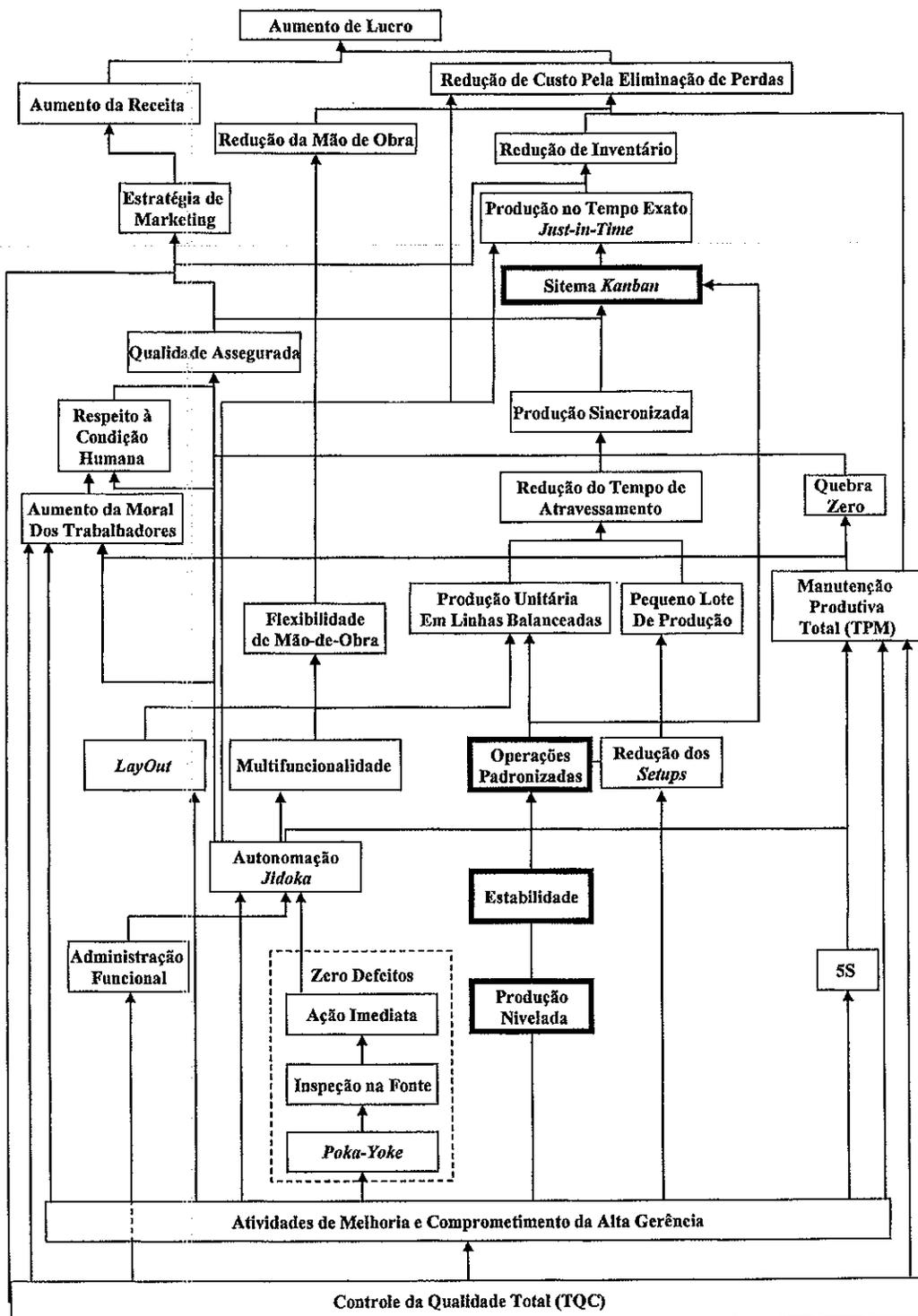
Para Shingo (1985) o STP consiste em:

- a) Uma combinação sem desperdícios entre trabalhadores, máquinas e objetivos;
- b) A utilização de trabalhadores e máquinas apenas em atividades que agregam valor ao produto;
- c) Redução ao mínimo possível do lead-time.

O STP é conhecido como Lean Manufacturing, ou Produção Puxada. Para Louis (1997) trata-se de Lean Manufacturing, enquanto que para Liker (2005) o sistema é conhecido como produção puxada somente fora da Toyota, e essa denominação deve-se a popularização do termo “enxuto” pelos dois principais canais de exposição deste sistema: as publicações *The Machine That Changed The World*, de Womack, Jones e Roos, em 1991; e *Lean Thinking*, de Womak e Jones, em 1996.

De maneira resumida, o STP surgiu a partir da necessidade Toyota em conseguir respostas específicas para os desafios que enfrentou e em muitos casos foi considerada uma “filosofia empresarial” complexa que resultou de uma integração estrutural entre todos seus elementos fundamentais, como podemos notar na figura abaixo.

A estrutura abaixo está fundamentada na proposta de Ghinato (1995), o qual fez uma releitura das propostas existentes até o momento, principalmente as apresentadas por Monden (1981). Liker (2005) nos mostra uma visão mais abrangente das conexões dos fundamentos e elementos do sistema.



Fonte: Ghinatto (1995)

Figura 6 - Estrutura interna do Sistema Toyota de Produção.

Podemos perceber na figura quatro elementos chaves: a produção nivelada, a estabilidade, a padronização das operações e o sistema kanban. No início do *heijunka* ou

*levelization of product volume and product mix*, a disposição para nivelar a produção era o condutor, pois a produção deve ser direcionada através de um plano detalhado que tenha como objetivo evitar ao máximo as flutuações tanto de volume quanto de variedade de produtos que serão produzidos. Este nivelamento visa gerar intervalos regulares entre ordens controladas através do sistema de *kanban*, mas também conseguir um melhor balanceamento das cargas produtivas entre os processos. Olhando para a estabilidade, que é garantida em grande parte pelo nivelamento programação, há uma facilidade em se alcançar um estoque mínimo dentro da fábrica. Picos de produção de alguns produtos em paralelo a depressões de outros pode gerar situações de escassez para certos itens e excesso para outros, ao menos que seja mantido grandes níveis de estoque, o que segue em via oposta a idéia do STP. A estabilidade torna-se indispensável por provocar uma combinação a interdependência recíproca das operações produtivas e os níveis reduzidos de estoque. Manter um alto grau de estabilidade torna-se importante para garantir ininterruptão do sistema. No STP, o sistema *kanban* é baseado na padronização e no layout das máquinas (MONDEN, 1984). Com a padronização garantimos um baixo índice de variação dos tempos de processamento, tempos de setup e de operação dos trabalhos realizados a cada estágio de produção. Diante da impossibilidade de se manter todo tempo todas essas condições de funcionamento, foram desenvolvidas ferramentas especiais para lidar com situações imprevistas. Finalizando, o sistema *kanban* sofre influência direta por todos os elementos e seu funcionamento em perfeitas condições, com mínimo de estoque, depende destes. (OHNO, 1982)

Como estamos tratando apenas da estrutura interna do STP, os clientes e fornecedores não foram representados na figura, mas os mesmos são de extrema importância para a análise mais aprofundada do STP. Apenas a estratégia de marketing foi exibida, pois está sustentada pela estrutura interna e muitos autores a consideram como uma impulsionadora do avanço da Toyota no mercado mundial.

Os três pilares do STP são sustentados pela autonomia, qualidade total e Just in Time, os quais são características bem visíveis dentro do sistema. Com o mesmo objetivo, produzir no tempo exato, está o sistema de *kanban*, que nos dá suporte para sua concretização. Diante disso, a seção seguinte traz uma abordagem sobre o JIT e sua estreita relação com o sistema *kanban*.

## II.2. Just in Time.

De acordo com Schonberger (1984), a indústria japonesa adotou a expressão Just in Time talvez por não existir uma tradução adequada para o termo no idioma japonês. Este mesmo autor nos informa que essa expressão foi utilizada antes do surgimento do STP, na indústria de construção naval japonesa. Diante de um crescimento em grandes proporções das siderúrgicas japonesas, os estaleiros começaram a perceber que suas encomendas de aço eram atendidas a tempo. Devido a esse fato, houve por parte dos estaleiros uma redução do nível de seus estoques, pois recebiam suas encomendas no tempo certo, Just in Time.

A incorporação do JIT no processo de produção industrial traduz-se em fazer com os itens ou matérias sejam obtidos somente quando necessários e na quantidade correta, ou seja, o menos dispendioso possível. Conseguimos esse objetivo através de uma minimização de estoques juntamente com um sincronismo nas etapas de produção. Resumindo, devemos produzir somente a quantidade de produção que serão vendidos no momento em que serão vendidos.

Segundo Vollmann et al (1997) existem duas fábricas em um sistema de manufatura: a primeira é responsável pelo processamento dos produtos e a segunda pelo processamento das transações em papéis e sistemas computacionais. De acordo com essa ótica, o JIT além de diminuir em grande parte os custos oriundos do trabalho na segunda fábrica, eliminaria em grande parte o próprio trabalho realizado nela. Buffa (1987) nos diz que o JIT tem características que são singulares em termos de procedimentos. Existe uma ênfase no ritmo como o próprio nome já diz (justo a tempo), mas também é dada uma grande importância ao relacionamento com os fornecedores, os quais devem poucos, próximos e de longo prazo. Além disso, a liberdade dos contratos, as entregas em lotes pequenos com frequência são pontos importantes para o esquema de compras. Quando nos referimos ao chão de fábrica, o JIT provocou uma revolução, pois era diferente de todos os sistemas que existiam na época em que foi criado. Houve a introdução de um sistema puxado de produção, através do sistema *kanban*, o qual provocou um rompimento com os sistemas que existiam até então no ocidente, que tinham por objetivo maximizar produção através de um aumento do trabalho e da utilização de equipamentos (KRAJEWSKI et al, 1987).

Algumas das características do Just in Time são descritas abaixo:

- a) Estabelece o fluxo de produção de uma peça;
- b) Há a substituição dos departamentos de processo por células de manufaturas, com um mix onde as máquinas de processamento são colocadas em um layout para produzir uma família de produtos. A finalidade é reduzir o tempo total de fabricação, através da diminuição dos tempos de movimentação, espera e setup;
- c) Há a necessidade de uma redução dos tempos de troca (tempo de setup): nessa situação a mão de obra tem um papel extremamente importante, pois nela encontramos os conhecimentos referentes à produção, aos equipamentos e as operações. Com a redução do tempo de setup é possível conseguir uma série de benefícios dentre os quais podemos citar os seguintes: redução de custos totais de setup, diminuição de lotes, diminuição de custo de estoque, aumento de capacidade produtiva, redução do tempo de transporte, redução do lead-time e etc.
- d) Existe uma necessidade de melhoria da qualidade através de uma busca por melhorias nos processos, inspeção do trabalho dos funcionários bem como de seu próprio trabalho e controles que estejam amostra, de forma a sinalizar à todos as informações consideradas fundamentais para um bom desempenho.
- e) Deve haver uma relação bem próxima com os fornecedores. Segundo Corrêa et al (2001), o número de fornecedores deve ser reduzido e para isso devem ser estabelecidos compromissos de longo prazo e limitados os esforços na obtenção de novos fornecedores.
- f) O sistema puxado (*kanban*) serve como base.

De maneira resumida, o JIT está embasado por uma série de regras e normas que auxiliam na gestão do ambiente produtivo, garantindo o sincronismo de todos os processos. O sistema de produção *kanban* garante esta sincronia entre os processos. O tema será abordado nas próximas seções.

### **II.3. Sistema de Produção *Kanban*.**

Ohno (1997) diz que o Sistema Toyota de Produção teve sua origem em uma prática denominada por ele como: “repetindo cinco vezes por que”. De acordo com essa

prática, ao se deparar com um problema devemos nos perguntar cinco vezes por que com o intuito de identificar o motivo do problema e assim corrigi-lo de maneira eficaz. A Toyota se defrontou com o problema de produzir demasiadamente e como resposta ao primeiro por que teve a seguinte resposta: “não há uma forma de manter baixa ou prevenir a superprodução”. Diante disso surgiu a idéia de um controle visual, o qual deu origem a idéia do sistema *kanban*. Taiichi Ohno, ex-vice-presidente da Toyota Motor Company e criador do *kanban*, obteve sua idéia ao observar os supermercados Américas, nos quais as mercadorias retiradas somente quando existe uma necessidade por parte do cliente e a mesma mercadoria é repostada assim que for consumida. Podemos perceber que estamos diante de um sistema projetado, no qual a quantidade de itens produzidos corresponde a quantidade demandada. O sistema *kanban* é considerado um sistema simples, informal e de fácil compreensão; tem seu gerenciamento de forma visual; e é realizado pelos próprios funcionários. Para que o sistema funcione em perfeitas condições é necessário que exista na empresa um ambiente participativo, cooperativo e principalmente que haja um comprometimento entre empresa e funcionários.

*Kanban* significa de forma literal anotação visível ou sinal, mas ao redor do mundo é comumente traduzido como cartão, pois o sistema faz uso de cartões para avisar ou informar uma necessidade de entrega ou produção de um determinado item. Se restringimos a aplicação do *kanban* apenas à isso, podemos dizer que grande parte das indústrias utilizam esse sistema, pois as matérias que estão circulando pelo chão da fábrica, em geral circulam com algum cartão ou anotação, a qual pode ser uma ordem de serviço, folhas de roteiro, lista de materiais ou estrutura do produto. Outro fato que produz uma falta de clareza na compreensão do conceito de *kanban* é a utilização em muitos trabalhos desta palavra significando tanto cartão, como também o sistema propriamente dito.

Neste trabalho, de forma a evitar problemas de conceituação, será adotado que o sistema *kanban* é um subsistema do JIT que tem por função controlar os estoques em processo, a produção e o suprimento de componentes e, para alguns casos, de matérias-primas. Esses cartões são utilizados, de maneira geral, como “sinalizadores”.

Alguns autores, de forma errônea, ao se referir sobre o sistema *kanban* costumam conceituá-lo como inventário ou estoque zero. Esta definição se dá devido ao objetivo

final do sistema, no qual cada processo irá produzir e transportar somente uma peça, ou seja, não há tempos de espera, existindo uma sincronização perfeita entre as etapas de produção.

A utilização correta do sistema *kanban* possibilita que problemas antes ocultos pelo nível de estoque como gargalos, má qualidade, máquinas quebradas e outros, sejam facilmente identificados. “O *kanban* não é um substituto para a boa administração”, nos diz Moura (1992), pois o controle que seu uso garante deve estar acompanhado de um esforço coletivo de toda a fábrica para produzir melhorias. A utilização do sistema *kanban* pode ser feita de duas maneiras: dentro da empresa, a qual é chamada de interno, e fora da empresa, isto é, entre empresa e fornecedores, que recebe o nome de externo. Neste trabalho o foco é o sistema *kanban* interno.

Até agora o conceito sobre o que seria ou o que não seria o sistema *kanban* foi tratado até o momento de maneira superficial, logo há a necessidade de uma conceituação mais precisa para o assunto.

A idéia do JIT dentro do STP surgiu por volta de 1930 com Kiichiro Toyoda, mas o sistema *kanban*, que materializou a idéia, surgiu apenas nos anos 50 com Taiichi Ohno. De maneira resumida, o sistema *kanban* é uma maneira operacional que assegura e gerir a produção JIT. Apenas nos anos 60 que esses sistemas foram difundidos formalmente pela Toyota à seus fornecedores.

De acordo com Ohno (1982), a Toyota foi responsável pela primeira adaptação do sistema Ford com relação ao fluxo de produção, transporte e entrega de itens e materiais. O novo sistema, que recebeu o nome de sistema de supermercados, o abastecimento ocorre através de um processo subsequente para o processo precedente, isto é, a Toyota utilizou um sistema que puxava a produção ao invés de se antecipar a demanda. Ohno percebeu que para seu sistema funcionar em perfeitas condições era necessário manter estoques para permitir uniformidade, já que os fluxos de transformações realizados nos produtos através do sistema produtivo sofrem interrupções consideradas normais. Sendo assim, pequenos depósitos de peças entre as operações eram criados com o objetivo de funcionarem como controladores: quando um item é consumido deve ser repostado. Quando não há consumo de algum determinado item, o mesmo permanece no depósito e assim, nenhum outro item é produzido. Dessa

maneira, não há problemas de superprodução maior do a pequena quantidade pré-determinada nos depósitos e, sendo dessa forma, uma conexão entre o que os clientes querem e o que a empresa irá produzir é criada. A Toyota, por ter uma fábrica grande, tinha alguns processos que se encontravam dispersos e seus fornecedores estavam fora, logo havia uma necessidade de ser criada uma maneira de sinalizar o que era consumido nestes depósitos e, conseqüentemente, o que deveria ser repostado. Para estes sinais, que em japonês eram chamados de *kanban*, foram criadas formas simples como: cartões, placas ou até mesmo as próprias bandejas que eram utilizadas para conter e transportar as peças. A utilização conjunta destes sinais de produção, transporte e abastecimento, quando eram disparados na Toyota ficou conhecida como sistema *kanban*.

Com o objetivo de atingir o que foi proposto pelo sistema *kanban*, o mesmo sofreu um processo de aperfeiçoamento até ser o que é hoje: uma maneira eficiente de operacionalizar todo o sistema de Planejamento e Controle de produção dentro do Just in Time. Foi um subsistema do JIT feito para controlar os estoques em processo, produção e o suprimento de componentes (ESPARRAGO JR, 1988). Segundo Monden (1981), “o sistema *kanban* é um sistema de informação que controla harmoniosamente a produção dos produtos necessários, na quantidade necessária e no momento necessário em cada processo da fábrica e também entre companhias”.

Como já foi dito anteriormente, a utilização do sistema *kanban* considera que existe uma quantidade de itens nos depósitos. Com o sistema é possível garantir a disponibilidade de itens suficientes para a produção de um produto em um determinado período de tempo. O processo seguinte, que é identificado com um cliente, vai ao processo anterior, chamado de fornecedor para conseguir os itens necessários já prontos e que são chamados de mercadorias. O processo anterior irá produzir a quantidade exata a ser retirada, que será reabastecida no depósito, chamado de supermercado. As retiradas dos itens nos supermercados podem acontecer de quatro maneiras distintas:

- a) Quantidade constante e ciclo de retirada variável. Os itens são retirados assim que os sinalizadores chegam a uma quantidade mínima pré-determinada, o que qual recebe o nome de ponto de ordem. Com este procedimento a quantidade de itens retirados do posto de trabalho anterior que serão transportadas para o posto posterior é sempre igual e o que varia é o tempo de ciclo das retiradas,

os quais são em função da variação dos tempos de processamento e da demanda dos produtos acabados;

- b) Quantidade variável e ciclo de retirada constante. Existe um intervalo fixo entre as retiradas de matérias (horas, turnos, etc) e a quantidade de itens transportados é em função do consumo durante este período de tempo constante;
- c) Quantidade constante e ciclo de retirada também constante. Ambos os valores já são pré-determinados;
- d) Quantidade variável e ciclo de retirada também variável. A situação é muito comum quando existe uma dependência de veículos para transporte, como por exemplo, empilhadeiras, que iram efetuar a retirada e o transporte dos itens. A variação do período depende da disponibilidade destes transportes e a quantidade necessária será em função do consumo durante os períodos de reabastecimento.

De acordo com Berkley (1992), para controlar estoques entres os fornecedores e os clientes são utilizados com bastante freqüência os ciclos constantes, onde temos os caminhos efetuando as entregas com uma escala fixa.

Dentre as várias opções de sinalizadores, a mais conhecida e utilizada é o cartão. O cartão é frequentemente colocado dentro de plástico de forma a evitar sujeira e seu desgaste. A seguir será apresentada uma breve descrição das características principais destes cartões.

A Toyota criou dois tipos de cartões que são utilizados simultaneamente:

- a) Cartão de requisição: esse tipo de cartão autoriza a movimentação dos itens das estações de alimentação para as estações de uso. Ele funciona como um passaporte onde são informadas as quantidades que devem ser repostas e é utilizada para um determinado número de itens que irão circular entre os dois centros de processamento.
- b) Cartão de ordem de produção: autoriza a produção de um item com a finalidade de repor as que foram solicitadas em etapas posteriores. Este tipo de cartão tem sua utilização vinculada ao centro de processamento do item. Em

outras palavras, o cartão de ordem de produção controla o processo por dentro, enquanto que o cartão de requisição controla entre os processos.

No cartão de requisição encontramos cinco informações básicas: a descrição do item, o tamanho do contenedor, o número de liberação do *kanban*, o centro de trabalho anterior e a etapa posterior. No caso do cartão de produção temos 6 informações básicas: a descrição do item, o tamanho do contenedor, a descrição do centro de trabalho, o local de estocagem, o número de componentes necessários para produção do item e o local de origem dos componentes necessários. Em geral temos os cartões de produção presos em algum painel ou quadro de cartões. As figuras a seguir ilustram os dois tipos de cartão.

<u>Estante de Armazenagem N°</u> <b>5E 255</b>	<u>Processo Precedente</u>
<u>Item N°</u> <b>35670-S08</b>	<b>Soldagem</b>
<u>Nome do Item</u> <b>Barra da Direção</b>	
<u>Capacidade do Contenedor</u> <b>20</b>	<u>Processo Subseqüente</u>
<u>Tipo de Contenedor</u> <b>A</b>	<b>Pintura</b>

Fonte: Monden (1981)

Figura 7 - Liberação de um cartão de requisição típico da Toyota.

<u>Estante de Armazenagem N°</u> <b>FW 322</b>	<u>Processo</u>
<u>Item N°</u> <b>346770-W08</b>	<b>Usinagem</b>
<u>Nome do Item</u> <b>Pino Lateral</b>	<b>U6-D</b>
<u>Tipo de Contenedor</u> <b>G-1</b>	

Fonte: Monden (1981)

Figura 8 - Liberação de um cartão de ordem de produção típico da Toyota.

Após a apresentação das primeiras considerações sobre o sistema *kanban*, nos subtópicos que se seguem serão apresentadas as características necessárias para o funcionamento do sistema, bem como as propriedades dos diferentes tipos de *kanban* criados e utilizados pela Toyota, os quais são chamados de sistemas *kanban* originais. Estes sistemas são: o sistema de duplo cartão controlado pelo nível de estoque e o sistema de duplo cartão com último estágio programado, os quais foram definidos por Fernandes e Godinho Filho (2006) como sistema *kanban* CNE e sistema *kanban* H, respectivamente.

De maneira geral, as características principais que permitem o funcionamento do sistema *kanban* são (MONDEN,1981;OHNO,1982):

- a) Puxar a produção;
- b) Controlar a produção de forma descentralizada;
- c) Determinar um nível máximo que irá limitar o estoque;
- d) Utilização de dois tipos distintos de sinalizadores: um como ordem de produção e outro como autorização para transferência de itens.

No sistema puxado existe um nível de estoque entre duas etapas consecutivas do processo de produção de algum bem, o qual tem sua reposição determinada pelo processo posterior na proporção que for consumido. Desta maneira, quando nos referimos a movimentação física de itens pela fábrica, a mesma só acontece após uma solicitação feita pelo processo posterior, o que caracteriza um sistema puxado. Quando os itens são transportados para o processo posterior após seu processamento ou conclusão, temos sistema considerado empurrado. O sistema *kanban* funciona puxando a produção.

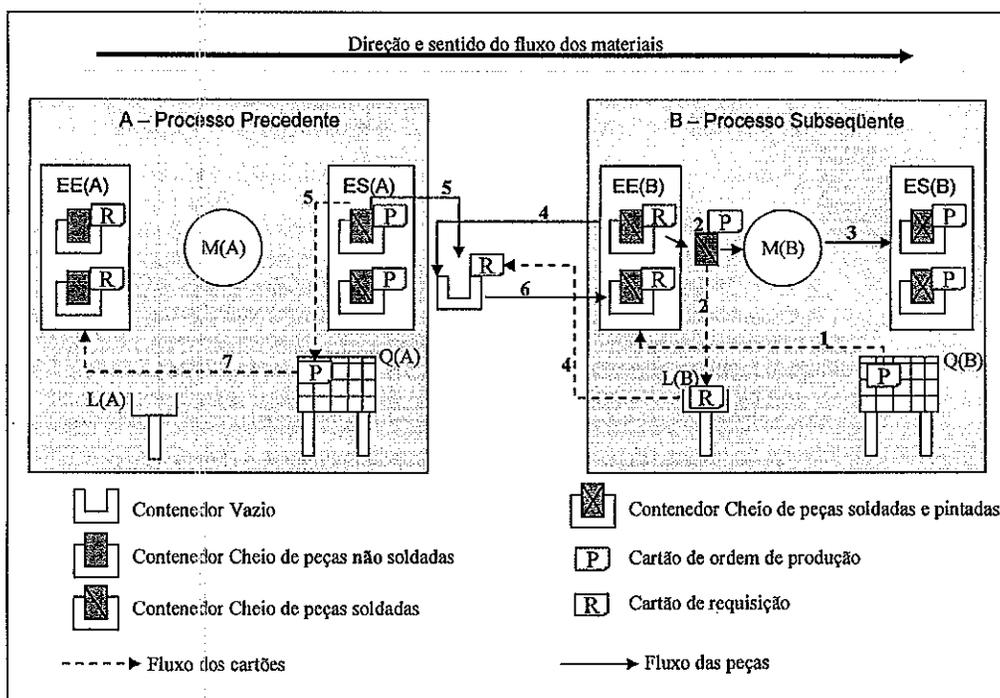
Uma característica do controle de produção de forma descentralizada é a atribuição do autocontrole do que está sendo produzido aos encarregados pela produção. Esse fato se dá como consequência da utilização do sistema puxado, bem como do uso de cartões de produção e de requisição. Como não a necessidade de que os cartões de produção e de requisição de materiais passem por uma pessoa ou por um determinado departamento de controle, a produção passa a ser monitorada de maneira descentralizada e visual.

Determinar o número de cartões para cada item no processo de produção, sejam eles de ordem de produção ou de requisição, é de extrema importância para utilização do sistema *kanban*. Tanto o número de cartões, bem como o nível de estoque para cada item devem ser quantidades fixas. Devido a existência de um limite para o estoque, Berkley (1992) considera o sistema *kanban* sendo um mecanismo de bloqueio, pois existe a possibilidade da produção em cada etapa se bloqueada devido a uma capacidade finita dos estoques em processo. Sendo assim, quando o estoque de saída está completo, a etapa produção fica ociosa aguardando o consumo de alguma parte de seu estoque.

#### **II.4. Funcionamento.**

##### **II.4.1. O sistema *Kanban* CNE.**

O sistema utiliza dois tipos distintos de cartões: cartão de ordem de produção e o cartão de requisição. Este sistema é utilizado geralmente quando as estações de trabalho encontram-se uma distante da outra ou quando o transporte dos itens necessita de algum tratamento específico. Em ambos os casos há a necessidade dos estoques situarem-se próximos das estações de trabalhos que se seguem, pois assim os itens estarão disponíveis quando houver a necessidade. Situações contrárias podem gerar atrasos ou paradas, no primeiro caso devido aos itens estarem localizados longe e no segundo caso por haver uma necessidade por transportadores que deveram colocá-los em condições de uso. Uma consequência oriunda desta situação é a duplicação de pontos de estoque para o mesmo item: sendo uma na saída do processo antecessor e outro na entrada do processo sucessor.



Fonte: Adaptação Nahmias (2001)

**Figura 9 - Etapas de funcionamento do sistema *kanban* CNE de duplo cartão.**

Os principais elementos constituintes do esquema de funcionamento deste sistema, os quais são representados na figura acima são:

- A: Estação de trabalho precedente, a qual é representada pelo processo de soldagem, que fornece os itens soldados à estação de pintura;
- B: Estação de trabalho subseqüente, a qual é representada por um processo de pintura;
- Q (A): Quadro de cartões de ordem de produção da estação A;
- L(A): Posto de cartões de requisição da estação A;
- Q(B): Quadro de cartões de ordem de produção da estação B;
- L(B): Posto de cartões de requisição da estação B;
- EE(A): Estoque de entrada da estação de trabalho A, no qual são armazenados os itens que irão atender a demanda da estação A, os quais ainda não foram soldados e são provenientes da estação de trabalho anterior.
- ES(A): Estoque de saída da estação de trabalho A, no qual são armazenados os itens já soldados no processo desta estação e que irão alimentar o estoque de entrada da estação B;

-EE(B): Estoque de entrada da estação de trabalho B, no qual são armazenados os itens que irão atender a demanda da estação B, os quais já foram soldados e são provenientes de uma estação de trabalho anterior A, mas ainda não foram pintadas.

- ES(B): Estoque de saída da estação de trabalho B, no qual são armazenados os itens já pintados no processo desta estação e que irão alimentar o estoque de entrada de outras estações;

- M(A): Máquina ou processamento da estação de trabalho A;

- M(B): Máquina ou processamento da estação de trabalho B;

Os passos apresentando a seguir e suas respectivas figuras descrevem o funcionamento do sistema.

- Passo (0): O começo ocorre na expedição, ou no estoque de saída da última estação de trabalho, no qual foram armazenados os itens acabados e seus respectivos cartões. Uma determinada quantidade de produto ao ser requisitada por um cliente externo, os cartões de ordem de produção, que representam os produtos entregues, são disparados para trás, de processo em processo por toda cadeia de produção interna da fábrica e a reposição destes produtos é feita pelo armazém de produtos acabados. Deste ponto em diante inicia-se ciclos de transporte, produção e abastecimento de itens, no qual cada um dos cartões de requisição irá circular entre duas estações que se sucedem e cada um dos cartões de produção irá circular apenas dentro de uma única estação de trabalho. Cada item que é processado tem dois pontos onde os cartões se concentram: o quadro de cartões de ordem de produção (Q), para os cartões de produção (P) e o posto para cartões de requisição (L), para os cartões de requisição (R).

- Passo (1): Há uma necessidade do operador da estação da pintura (B) por produzir um item, pois os itens que estão pintados já foram utilizados e um cartão de ordem de produção foi inserido ao respectivo quadro, sendo considerado uma ordem de produção e uma informação sobre o que deve ser produzido, bem como o quanto e quais matérias-primas serão utilizadas. De posse do cartão de produção, o operador seguirá para o estoque de entrada EE(B) de sua estação de trabalho, aonde irá retirar o item que deve ser pintado. Junto aos itens retirados estão os respectivos cartões de requisição dos mesmos.

- Passo (2): Quando o operador retira do contenedor os itens do EE(B), o cartão de requisição é recolhido e levado ao posto de cartões de requisição L(B) da pintura. Os itens dentro da estação de trabalho são acompanhados pelo cartão de ordem de produção. Após essas etapas o operador retorna para sua máquina com a finalidade de efetuar o processamento do item.

- Passo (3): Ao término de sua tarefa, o operador irá levar os itens pintados e o cartão de ordem de produção ao estoque de saída ES(B) de sua própria estação de trabalho e os colocará dentro do contenedor que antes encontrava-se vazio. Desta maneira, os itens que foram consumidos do seu próprio estoque foram repostos, porém seu estoque de entrada encontra-se incompleto, havendo assim uma necessidade do mesmo ser repostos, fato que acontecerá no passo 4.

- Passo (4): Ao realizar o reabastecimento de seu estoque de entrada, o operador da pintura irá até o posto onde se encontro os cartões de requisição L(B) e então retira o cartão colocado na primeira fila. De posse do cartão de requisição, o operador irá ao de saída da soldagem ES(A) com o contenedor vazio, o qual se encontrava no estoque de entrada.

- Passo (5): Quando o operador chega ao estoque de saída da soldagem ES(A) irá retirar os itens informados no cartão de requisição (R). Ao mesmo tempo é retirado também o cartão de ordem de produção que se encontrava afixado no contenedor, informando os itens recolhidos, e é colocado no quadro de cartões de ordem de produção Q(A) da soldagem. Por esse procedimento é informada a quantidade de itens que foram retirados do estoque de saída e que devem ser repostos.

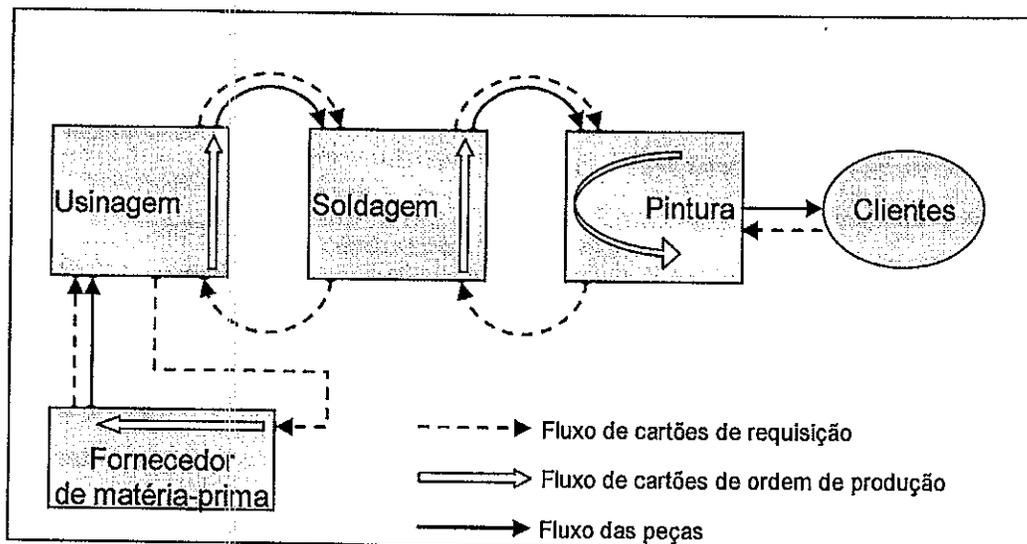
- Passo (6): O operador leva os itens para o estoque de entrada de sua própria estação de trabalho EE(B) juntamente com o cartão de requisição, que se encontra afixado ao contenedor. Neste momento o operador que está “desocupado” irá até o quadro de cartões de ordem de produção de sua estação de trabalho com a finalidade de verificar o que deverá produzir a seguir.

- Passo (7): Depois de todos esses passos, o ciclo irá se repetir quando o operador da estação de trabalho anterior, onde ocorre a soldagem, fica desocupado e então vai até o quadro de cartões de ordem de produção de sua estação de trabalho Q(A) e retira o

cartão no qual constam as informações do item que deve ser produzido para repor seu estoque de saída ES(A). Esses passos são similares aos passos anteriores, mas agora eles ocorrem entre a soldagem e a estação de trabalho sucessora a ela.

De maneira semelhante acontece o fluxo de cartões e materiais entre quaisquer outros centros de trabalho que se seguem. O fluxo, que tem uma assimilação difícil por ser composto por diversas movimentações, é o ponto mais importante para se entender o funcionamento do sistema *kanban* CNE de duplo cartão.

Pela figura abaixo podemos ver o fluxo total interno que acontece através da utilização do sistema *kanban* CNE de duplo cartão.



Fonte: Adaptação Nahmias (2001)

**Figura 10 - Fluxo interno realizado através do sistema *kanban* CNE de duplo**

No processo de pintura, descrito na figura acima, os cartões de ordem de produção informam o consumo dos produtos finais. Para desenrolar todo o processo produtivo é necessário que sejam disparados os cartões do sistema *kanban* CNE de duplo cartão.

#### **II.4.2. O Sistema *Kanban* H.**

O sistema *kanban* H possui características consideradas híbridas, isto é, mesmo que a produção seja puxada, existe uma programação do será produzido na última etapa de produção. É muito comum que esta programação seja elaborada por um departamento de PCP.

O sistema *kanban* H de duplo cartão é o mesmo que o sistema *kanban* CNE de duplo cartão exceto pelo fato de que a última etapa de produção ter uma programação, ao contrário de ter uma reação com o nível de estoque dos produtos finais. Este sistema tem grande importância como referência, pois representa a idéia original desenvolvida na Toyota.

#### **II.4.3. Outros Tipos de Sinalizadores.**

Com o objetivo de manter as condições necessárias para o bom andamento do sistema *kanban*, a Toyota viu a necessidade de criar tipos especiais de sinalizadores ou dispositivos emergenciais, os quais têm a função de contornar situações que não estavam previstas no chão da fábrica. Foram criadas também algumas formas mais simples de sinalização para locais passíveis de aplicação. A literatura considera essas invenções como exemplos para empresas que estão implantando o sistema *kanban*, mas também servem para mostrar como a Toyota administra situações de dificuldade. A seguir serão enumerados alguns dos principais tipos de sinalizadores, os quais a literatura enfoca. Com o objetivo de manter uma consistência com o que está escrito na literatura, a palavra *kanban* será descrita como um sinal nas explicações que se seguem, ao invés de significar o sistema como um todo, maneira a qual vinha sendo abordado até agora.

- a) Cartões extras: a emissão desses cartões ocorre mediante a necessidade de um aumento temporário na produção, que pode ocorrer devido à demanda ou por causa de uma manutenção que venha ocorrer em alguma máquina;
- b) *Kanban* de ordem de serviço: sua emissão ocorre somente para atender as ordens de serviços que não comuns no dia-a-dia da fábrica;
- c) *Kanban* de emergência: este cartão é emitido em situações de emergência, as quais em geral ocorrem por falta de peças e os mesmos são recolhidos após sua utilização;
- d) *Kanban* de aviso: tem por função indicar o nível de estoque de segurança para um determinado item que se encontra em um contenedor. Logo, este cartão informa que a ordem de produção deve ser colocada em movimento sempre que a quantidade estocada do item atinja o nível determinado;
- e) *Kanban* de sinalização: este tipo de cartão é utilizado quando temos um tempo de preparação longo, que acaba por impedir que seja produzido um

contenedor por vez. Ao invés disto, existe a necessidade de uma quantidade ideal de contenedores para o processo produtivo;

- f) Sistema de trabalho completo: este cartão tem sua utilização em sistemas automáticos. Quando uma máquina de um processo sucessor recebe todos os itens que irá processar, um interruptor paralisa a produção da máquina antecessora;
- g) *Kanban* eletrônico: neste processo são utilizados computadores e impressoras para comunicação entre os processos. Este procedimento é mais comum entre os processos de montagem e fornecedores;
- h) *Kanban* comum: quando a distância entre dois processos é pequena e eles têm sua supervisão feita pelo mesmo operador, o mesmo cartão serve como cartão ordem de produção e como cartão de requisição. Esta utilização simples do sistema *kanban* mostra que o sistema faz adaptações quando há a utilização de somente um cartão de ordem de produção;
- i) *Kanban* integrado: utilizamos este cartão quando temos dois ou mais processos integrados entre si e não existe a necessidade de serem criados cartões de ordem de produção para cada processo. Para estes casos os itens devem ser simples ou os operários devem ter um grande conhecimento dos itens que estão produzindo.

Chaussé et al (2000) faz uma descrição bem positiva de todos os benefícios conseguidos por uma empresa que teve empenho em aprimorar o sistema e o conteúdo de seus cartões, incluindo a utilização de esquemas coloridos e códigos de barra. Como benefícios é possível citar uma maior precisão no controle do estoque, uma redução no envio errado de matérias. Além destes pontos, alguns consideram que os sinalizadores são extrema importância, pois são peças necessárias para a utilização do sistema *kanban*.

#### **II.4.4. O sistema *Kanban* na literatura.**

O quadro abaixo irá mostrar de maneira resumida os artigos que ajudaram a compor a análise do sistema e suas características, criando uma visão panorâmica e seletiva que ajudaram a criar novos projetos de trabalho.

**Quadro 1 – Artigo analisados no trabalho**

Título do Artigo	Autor (es)	Número de Artigos Revisados	Ano de Publicação	Período Revisado pelo(s) Autor(es)
<i>A Review of "Kanban" – The Japanese "Just in time" Production system</i>	Reda, Hussein M.	16	1987	1980-1985
<i>Modelling Kanban-Based Demand-Pull Systems: A Survey and Critique</i>	Uzsoy, R.; Martin-Vega, L.A.	31	1990	1977-1989
<i>A Review of the Kanban Production Control Research Literature</i>	Berkley, B. J.	50	1992	1956-1992
<i>Modeling Just in time Production Systems: A Critical Review</i>	Corbett, C.; Yücesan, E.	84	1993	1967-1992
<i>A Review of Optimization Models of Kanban-Based Production Systems</i>	Price, W <i>et al</i>	35	1994	1981-1993
<i>Literature Review of Material Flow Control Mechanisms</i>	Graves, R. <i>et al</i>	83	1995	1955-1994
<i>Overview of Kanban systems</i>	Huang, C. C.; Kusiak, A.	98	1996	1977-1995
<i>Overview of Design and Operational Issues of Kanban Systems</i>	Akturk, M.S.; Erhun, F.	35	1999	1981-1997

A diante será apresentado uma rápida explicação de cada um dos artigos acima.

Redá (1987) através de um estudo teórico do sistema *kanban*, nos apresenta não só sua descrição, funcionamento e características, mas também alguns dos componentes do STP e do JIT, como a automação, controle de qualidade e nivelamento da produção. Podemos encontrar em uma das seções do artigo uma comparação entre MRP e o sistema *Kanban*.

Uzsoy e Martin-Veja (1990) escrevem um texto analítico que tem como objetivo revisar os estudo de modelagem que tratam do sistema *kanban*. No artigo serão apresentados os três principais tipos de modelagem do sistema *kanban* (simulação, modelagem determinística e modelagem estocástica), comparando-os e a seguir mostrando os resultados encontrados e suas respectivas limitações. Dentre as conclusões alcançadas, descobriu-se que os tipos de sistemas modelados até o ano do artigo tinham grandes limitações.

Berkley (1992) através de um texto que tanto analítico como teórico, faz uma revisão mais apurada do assunto. De acordo com este autor, há na literatura uma grande

quantidade de estudos que tratam deste sistema e servem para debater suas idéias, mas ao mesmo tempo servem para confundir. Conforme suas palavras, “poucas descrições e controle da produção por *kanban* são semelhantes.” Nesta revisão há uma ênfase na determinação do número ótimo de cartões, através de uma detalhada descrição de estudos revistos e suas respectivas conclusões. Para finalizar, comparações entre o sistema *kanban* e outros métodos de controle de produção foram realizadas.

Corbett e Yücesan (1993) tem como finalidade em seu trabalho, dar ênfase aos artigos que abordam os modelos utilizados para analisar problemas relacionados a implantação e funcionamento de sistemas puxados, em especial puxados via sistema *kanban*. Estes autores nos apresentam, descrevem e comentam estudos feitos por outros autores, sem muito criticá-los. No final do artigo, são mostradas as principais falhas encontradas nas simulações como: falta discussão sobre a validação de verificação dos modelos, desprezo das condições experimentais e falta de análise para os outputs da simulação.

Price et al (1994) construiu uma revisão de artigos que abordam a relação entre o sistema *kanban* e os modelos de otimização de parâmetros, que podem ser o tamanho do lotes e o número de cartões. Depois de uma descrição rápida sobre o JIT e a operação do sistema *kanban*, foram analisados certos modelos de otimização propostos por autores que estudou para formular seu artigo.

Graves et al (1995) faz descrição, análise e comparação dos principais mecanismos de gestão do fluxo de materiais que é proposto na literatura, dentre os quais encontramos o sistema *kanban*. De acordo com esse autores, grande parte dos estudos que abordam os diferentes tipos de mecanismos de controle de fluxo de material trata o assunto apresentando suas características de forma parcial, o que acaba provocando que surjam publicações similares ou até mesmo idênticas. Vantagens e desvantagens dos mecanismos, suas utilidades e definições são relacionadas e no ao final do artigo, são propostas direções novas para futuras pesquisas.

Huang e Kusiak (1996) constroem uma visão geral do sistema *kanban* e de toda pesquisa que existem que aborda o assunto até a data de publicação deste artigo. O texto é bem analítico e tem como finalidade dar uma visão bem ampla do que é *kanban*, seus diferentes tipos, funcionamento, princípios e, para finalizar, apresenta alguns dos

sistemas alternativos que existem. O artigo faz em uma de suas seções uma análise separada dos estudos que tratam da modelagem do sistema *kanban*.

Por fim, Akturk e Erhun (1999) fazem uma revisão, classificando as diferentes técnicas que definem quais os parâmetros de projeto do sistema *kanban* que podem ser encontrado na literatura. Introdutoriamente é apresentado uma visão geral do JIT e do sistema *Kanban*. Depois dessa introdução os artigos passam por uma análise e para finalizar os autores desenvolvem e propõem uma maneira de se avaliar os impactos relacionados a questões operacionais, dentre elas as regras utilizadas para definir a seqüência dos parâmetros de projeto do sistema *kanban*.

A seguir será feita uma análise sobre os 8 artigos que serviram de material auxiliar na composição deste trabalho, com o objetivo de identificar os pontos em comum, divergências, limitações e mais importantes conclusões.

Um ponto que é muito enfatizado nos diversos estudos que tratam do sistema *kanban* é sua comparação com outros sistemas como: OPT, MRP e etc. Existe uma grande quantidade de artigos que dão uma significativa importância a essa questão, debatendo de forma exaustiva uma maneira de definir qual o sistema mais se adapta para determinada situação produtiva. A comparação entre o sistema *kanban* e o MRP requer uma atenção especial. De acordo com Mayer (1984), a definição do sistema *kanban* está muito próxima a definição do MRP, logo o objetivo tanto de um sistema como do outro, é o esforço para definir uma programação para as compras e para a produção, que deverá minimizar os estoques. Já Graves et al (1995) diz que um mecanismo para controle de fluxo de materiais, como o *kanban* ou MRP, tem por objetivo manter um baixo estoque em processo junto com um nível alto de serviço para o consumidor. Sendo assim, a comparação entre os dois sistemas torna-se mais compreensível, pois mesmo tendo propósitos semelhantes e uma grande vontade em atender seus objetivos, existe uma diferença fundamental: *kanban* é um sistema “puxado”, enquanto que MRP é um sistema “empurrado”.

Outro ponto que estimula a comparação feita pelos pesquisadores entre os dois sistemas é a dificuldade de compatibilizar o trade-off existente entre os custos de manter o estoque e paradas de linha de produção, o qual é um grande argumento em prol do

sistema *kanban*. De acordo com Wilson (1985), as paradas de linha de produção podem gerar custos muito maiores aos custos oriundos da manutenção de estoques.

É muito comum encontrar na literatura críticas ao sistema *kanban* por ser um sistema que requer um grande esforço para gerenciar o suprimento, o qual acaba sendo adequado para determinados ambientes produtivos e não para todos. Em geral são ambientes onde há pouca variedade de itens, com uma demanda previsível e baixo tempo de troca (tempo de setup). Com relação aos benefícios oriundos da utilização do sistema *kanban*, os mais comuns são a redução dos estoques, um estímulo para redução do tempo gasto na troca (tempo de setup), a eliminação dos desperdícios e sua simplicidade de uso.

Com uma especial atenção à direção tomada pelos estudos que tratam do sistema *kanban* e uma análise sobre o objetivo da empresa que o implanta, é possível notar que existe um desencontro entre o que está sendo analisado e o interessa realmente ser colocado em prática. O objetivo de grande parte dos pesquisadores é conseguir otimizar os parâmetros do sistema, como o tamanho dos lotes e o número de cartões. Por outro lado, uma minoria de autores tem seus estudos focados em maneiras de se obter objetivos daqueles que implantam o sistema como a redução de custos, a diminuição do nível de estoque e uma maior flexibilidade da produção. Essa diferença entre os estudos fica bem evidente através da grande quantidade de artigos que tem por objetivo encontrar, por meio de simulações e modelagem, os parâmetros otimizados ou ainda, por uma grande quantidade de revisões que tratam exclusivamente deste tema (CORBETT E YÜCESAN, 1993; AKTURK E ERHUN, 1990). De acordo com White e Prybutok (2001), mesmo com a vontade de muitos gerentes em manter os esforços e tentativas de implantar o JIT, grande parte dos conceitos relacionados com essa prática ainda são pouco compreendidos. O próprio sistema *kanban* é um dos conceitos pouco entendidos e por isso acaba sendo aplicado em muitos casos de maneira incorreta ou em condições não satisfatórias. Logo, é perceptível a intenção de muitos pesquisadores estão trabalhando para encontrar maneiras melhoradas e mais avançadas para a utilização do sistema *kanban* e que os verdadeiros usuários não têm o total entendimento das vantagens e desvantagens do sistema e se o mesmo é passível de implantação dentro do ambiente produtivo de sua empresa, levando consideração às respectivas necessidades.

Na literatura encontramos autores favoráveis ao uso da modelagem de sistemas puxados pelo sistema *kanban* como Corbett e Yücesan (1993), os quais dizem que há uma complexidade natural destes sistemas, a qual torna a simulação uma ferramenta de extrema importância ao se estudá-los. Outros como Price et al (1994), questionam a utilização destes modelos, pois consideram que grande parte dos modelos não são apropriados para qualquer ambiente produtivo e possuem um nível de complexidade alto, o que tornar as soluções para problemas mais amplos em soluções impraticáveis. De maneira resumida, a preocupação de muitos pesquisadores está somente no modelos e assim a necessidade de uma sistematização definitiva sobre o sistema *kanban* permanece.

Depois de uma análise em cima dos estudos revisados por cada artigo, os quais serviram de base para este trabalho, foi possível identificar uma seqüência dos assuntos que foram abordados no decorrer do tempo. Segundo Golhar e Stamm (1991), o JIT foi abordado pela primeira vez em 1977, em Sugimori et al (1977), e, a partir deste ponto, vários estudos relacionados ao tema surgiram. No princípio os artigos davam ênfase à apresentação e descrição do JIT e do sistema *kanban*, como, por exemplo, Schonberguer(1982) e Haynsworth (1984). Com o passar do tempo, esse estudos se dividiram de três vertentes:

- a) Resultados obtidos através de experimentações do sistema *kanban*, como, por exemplo, Trevino (1986) e Gravel and Price (1988);
- b) Contestações ao uso do sistema *kanban* e estudos que tinham por objetivo compará-lo a outros sistemas como, por exemplo, Krajewski et al (1987) e Belt (1987).
- c) Estudos para identificar melhorias possíveis ao sistema, como, por exemplo, Jothishankar e Wang (1992).

Estas três vertentes de estudo do sistema *kanban* não são as únicas, mas são as mais abordadas nos artigos que foram analisados neste trabalho. Uma outra vertente que tem grande importância para este trabalho, trata do desenvolvimento de sistema *kanban* adaptados, ou seja, sistema que sofreram modificações com objetivo de tonar viável sua implantação em condições inicialmente não apropriadas para seu uso.

Este capítulo teve por objetivo fazer uma análise restrita dos trabalhos publicados que tratam do sistema *kanban*, com a intenção de criar bases para próximas pesquisas mais aprofundadas sobre o assunto e não só servir como reprodução de experiências realizadas anteriormente.

### **Capítulo III. Estudo de Caso.**

Neste capítulo estaremos abordando as mudanças oriundas da implantação de técnicas puxadas na gestão de estoque de uma empresa que utiliza técnicas empurradas para manter o nível de serviço no atendimento de clientes para os quais presta serviço de outsourcing.

#### **III.1. A empresa.**

Cópias S/A é uma empresa especializada em soluções digitais que atua no Brasil a 38 anos. Subsidiária de um grupo industrial japonês, que está presente em mais de 130 países, e utiliza tecnologia de ponta japonesa no processamento de documentos.

No Brasil a empresa comercializa impressoras, copiadores, duplicadores e equipamentos multifuncionais de diferentes tamanhos, além de softwares de gerenciamento e controle de custos de impressões. Cópias S/A oferece soluções completas em outsourcing, responsabilizando-se pela implantação de parque de impressão com softwares específicos à demanda do cliente, assim como pela mão de obra técnica instalada na empresa.

A empresa está dividida em dois segmentos: Revenda, onde seus produtos são vendidos para uma revendedora que os revende ao consumidor final; e Locação, onde mantém contratos de locação com outras empresas e tem por obrigação contratual suprir o contratante com os suprimentos necessários para o bom funcionamento de seus equipamentos. Dentro do segmento de Locação existem contratos de serviço outsourcing, onde o contratante terceiriza todo serviço gráfico.

A receita da empresa oriunda dos contratos de locação é composta de duas partes: o aluguel do equipamento, o qual garante ao cliente uma franquia de cópias e impressões e o excedente de franquia. Os valores referentes ao aluguel e ao excedente são determinados a cada contrato e renováveis a cada ano. Para os clientes com serviço outsourcing há uma receita oriunda do serviço prestado e da mão de obra utilizada.

Os clientes de locação são atendidos com cerca de 540 tipos diferentes de produtos, os quais podem ser materiais para serviço de acabamento como papéis

especiais, espirais e capas ou suprimentos como toners, cilindros e reveladores, que são específicos para cada modelo de máquina.

### **III.2. A Gestão do Estoque.**

A empresa Cópias S/A tem como preocupação maior manter um alto nível de serviço nos clientes com os quais tem contratos de prestação de serviço outsourcing, pois estes são os que geram maior receita. Diante disso a empresa procura manter as máquinas locadas nestes clientes sempre 100% operacionais e os sites, que são bases operacionais da empresa dentro do próprio cliente, abastecidos com todo material necessário para prestação dos serviços gráficos.

Os materiais fornecidos são armazenados no Centro de Distribuição da empresa respeitando suas características, pois alguns precisam de ambientes climatizados para melhor conservação, porém para o ERP da empresa existem dois estoques: o estoque 01, para atender aos clientes do segmento de Revenda e o estoque 02 para os clientes do segmento de Locação. O estoque 02 atende tanto aos clientes com contrato de serviço outsourcing como os que não o tem. Entre esses dois estoques existem trocas virtuais sempre que necessário para suprir uma eventual falta de material, mas só acontecem perante autorização dos setores responsáveis, o que acaba por demandar um tempo maior no atendimento ao cliente.

Como o estoque 02 atende a dois grupos de clientes e o ERP prioriza o atendimento em ordem cronológica dos pedidos, é comum que os pedidos dos sites não sejam atendidos em 100%. A resposta para este fato está ou na alta demanda dos sites ou nos pedidos feitos por outros clientes dentro do mesmo segmento, os quais têm demanda menor por material, mas devido a sua grande quantidade acabam produzindo um volume maior de pedidos. Quando essas situações ocorrem é solicitado uma transferência do estoque 01 para atender as pendências no estoque 02, porém devido as autorizações necessárias, esse processo acaba gerando um atraso no atendimento e em muitos casos o pedido acaba sendo desmembrado e enviado em duas partes, aumentando o custo de transporte.

Devido aos constantes problemas de abastecimento e com o objetivo de manter o nível de serviço, foi determinado que os sites teriam estoques de material de acabamento e suprimentos para suas máquinas. As quantidades estocadas são

suficientes para atender ao cliente por no mínimo 2 meses e são repostas a cada 15 dias, proporcionando ao cliente manter o nível de estoque estipulado e garantindo uma margem de segurança para eventuais problemas de abastecimento. Por outro lado, essa grande quantidade de material estocado tem provocado alguns problemas como: restrição do espaço disponível para circulação de pessoas no ambiente de trabalho, materiais danificados por má armazenagem e baixa rentabilidade dos contratos devido ao alto custo de manter o nível de estoque.

### **III.3. A Nova Forma de Gestão de Estoque.**

Tentando sanar os problemas oriundos da manutenção de grandes estoques nos clientes sem voltar a sofrer com problemas abastecimento, foi criado um novo estoque virtual focado no atendimento dos clientes com serviço outsourcing, designado Estoque Site. Esse novo estoque terá reposição automática dos seus itens feita com uma adaptação da metodologia de cartões de controle de Kanban, ou seja, aplicando um sistema puxado de controle de estoques.

O Estoque Site será composto somente por itens demandados pelos sites, o que de imediato reduz a quantidade de materiais a ser controlada. Em conjunto com os supervisores dos sites, a área de Administração de Contratos, que é responsável pela gestão dos contratos de locação da empresa, irá definir quais suprimentos devem compor o novo estoque e então, fixar uma faixa de segurança (quantidade) a ser mantida nele. Semanalmente o colaborador da área verifica a quantidade de itens no novo estoque e no caso da existência de itens abaixo da faixa de segurança ele dispara automaticamente um cartão de Kanban (E-mail) ao responsável pelas transferências entre estoques, informando a quantidade que deve ser repostada para se alcançar o nível de segurança do item. Essa quantidade é automaticamente transferida para o Estoque Site sem necessitar de prévia autorização. Com essas alterações será possível resolver problemas de abastecimento mantendo-se o mesmo nível de serviço, pois o estoque estará sempre em perfeitas condições para atender aos pedidos, além do que contribui para uma redução do estoque mantido dentro de cada site, o que melhora a rentabilidade dos contratos de locação.

### III.4. Ganho Financeiro com a Nova Gestão do Estoque.

Para analisar o ganho financeiro oriundo da implantação da técnica puxada na gestão do estoque, escolhemos um item dentre os diversos itens fornecidos pela empresa, o qual tem um alto valor agregado, cerca de R\$ 1056,43 por unidade. Este produto faz parte da pauta de itens consumidos pelos clientes atendidos pelo serviço outsourcing e não sofre variações devido a sazonalidade, ou seja, tem um consumo uniforme, o qual é de 6 unidades por mês.

No cenário que a empresa se encontra atualmente, seus sites mantêm estoques que garantem o atendimento aos seus clientes por um período de 2 meses sem interrupção. Esses estoques têm reposição feita a cada 15 dias, permitindo ao site manter sempre o nível de 2 meses de estoque e conseqüentemente um nível de serviço para o cliente de 100%.

Com os dados fornecidos é possível calcular o Custo Mensal Médio de estoque. Esse custo aumenta de acordo com o nível médio de inventário (estoque), pois quanto mais itens temos estocados, maior será o custo de manutenção desse estoque. Esse custo é calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$CM = T \times P \times Emed$$

CM = Custo médio.  
T = Taxa de custo financeiro.  
P = Valor do item.  
Emed = Estoque médio.

Como podemos notar, o custo médio de estoque depende de 3 variáveis: a taxa de custo financeiro que será adotado como 2% a.m; o valor do item que é R\$ 1056,43 por unidade e por fim o estoque médio, o qual é obtido através da fórmula que se segue:

$$Emed = (Er + Emax)/2$$

Er = Estoque de reserva.  
Emax = Estoque máximo.

O Estoque Médio é uma média entre o Estoque de Reserva (mínimo) e o Estoque Máximo, logo para encontrá-lo precisamos calcular essas duas variáveis que o compõe. Para começar, será calculado o Estoque de Reserva, que representa o mínimo de estoque que devo ter para cobrir eventuais atrasos no reabastecimento.

$$E_r = Q/30 \times Cob.$$

$$E_r = 6/30 \times 60 = 12$$

Q = Quantidade consumida por mês.  
Cob = Cobertura de estoque de reserva(dias).

Partindo para a segunda variável que compõe o Estoque Médio, será calculado então o Estoque Máximo, que é fortemente afetado pelo Estoque de Reserva e representa a quantidade máxima de material permitida para estocagem.

$$E_{max} = E_r + U$$

U = tamanho médio de cada lote enviado.

Essa variável depende do tamanho médio dos lotes que são enviados a cada reposição de estoque e é calculado da seguinte forma:

$$U = Q/30 \times Tr$$

$$U = 6/30 \times 15 = 3$$

Tr = Tempo de reposição (dias).

Com esses valores calculados nosso Estoque Máximo será:

$$E_{max} = 12 + 3 = 15$$

E o Estoque Médio:

$$E_{med} = (12 + 15)/2$$

$$E_{med} = 17/2$$

Com o valor de Estoque Médio definido é possível determinar o Custo Mensal Médio de estoque.

$$CM = 0,02 \times 1056,43 \times 17/2$$

$$CM = 179,59$$

Com o novo sistema de gestão, as quantidades estocadas dentro de cada site serão reduzidas, pois o Estoque Site garante um bom abastecimento. A utilização do sistema puxado permite ao novo estoque estar sempre em perfeitas condições para atender a demanda.

Com este novo cenário, mantendo as condições iniciais de nível de serviço de 100% e um consumo uniforme para o item, a cobertura de estoque que inicialmente era de 2 meses passa para 15 dias, que é igual ao intervalo de reabastecimento. Esta mudança afeta diretamente a variável Estoque de Reserva que passa a ter o seguinte valor:

$$Er = 6/30 \times 15 = 3$$

O Estoque Máximo por depender do Estoque de Reserva também sofrerá alteração e terá valor abaixo:

$$Emax = 3 + 3 = 6$$

Com esses valores o Estoque Médio será:

$$Emed = (6 + 3) / 2 = 9/2$$

A variação do Estoque Médio afetará o valor do Custo Mensal Médio de estoque, que será reduzido como podemos ver abaixo:

$$CM = 0,02 \times 1056,43 \times 9/2$$
$$CM = 95,07$$

Com a nova forma de gestão, o sistema puxado, foi obtida uma economia de R\$ 84,52, ou seja, uma redução de 47% no Custo Mensal Médio de estoque do item analisado. Caso essa técnica de gestão seja estendida para os demais itens que são fornecidos para clientes atendidos por contratos de serviço outsourcing, a redução tanto em valor, quanto em quantidade será bem mais proveitosa. Com isso a empresa conseguirá um significativo ganho financeiro, que irá melhorar a rentabilidade de seus contratos. Além desse fato, com a redução de custo obtida por contrato, a Cópias S/A pode vir a ser mais competitiva no mercado, apresentando aos seus clientes propostas com tarifas menores.

Importante ressaltar que o Sistema Kanban, que tem sua origem no ambiente industrial, se adaptou perfeitamente para um ambiente simples onde não há uma estrutura complexa de sistemas de informação (TI). O estudo mostra que embora seja uma técnica simples, que depende muito mais da disciplina das pessoas que estão

envolvidas do que sistemas elaborados, os efeitos produzidos são satisfatórios e quase imediatos. Verificou-se então, que o objetivo proposto no estudo caso, ou seja, uma redução de custo, via redução de quantidades de itens em estoque, sem afetar no nível de serviço foi obtido com êxito. Vale ressaltar que a implantação da técnica apresentada neste trabalho não requer altos investimentos e nem demanda um grande tempo de trabalho.

## **Conclusão**

O trabalho foi proposto com o objetivo de produzir melhorias na forma como uma determinada empresa faz gestão de seus estoques, gerando redução de custos e mantendo um bom nível de serviço. Para atingir a meta proposta foi utilizado o Sistema Kanban como opção técnica puxada para gestão.

Após análise foi possível perceber que a aplicação desse sistema não está restrita ao cenário industrial, pois sua implementação é simples e não demanda necessariamente a utilização de sistemas estruturados (TI). Por outro lado, é necessário o estabelecimento de metas, a definição, implantação e monitoramento de indicadores de processos, bem como garantir a disciplina dos envolvidos na operação, através de treinamentos constantes como resultado da identificação de desvios.

Com a utilização do sistema puxado (Kanban) na gestão dos estoques é possível uma redução do nível de estoques e, conseqüentemente, os custos com inventários, contribuindo de forma acentuada na rentabilidade sem prejudicar o nível de serviço. É importante ressaltar que a redução promovida no nível dos estoques facilita a implantação de modelos de gestão e controle de estoque, principalmente quando o ciclo de vida dos produtos está cada vez menor em função da rápida e constante renovação tecnológica.

## **Bibliografia.**

- AKTURK, M. S.; ERHUM, F. Overview of design and operational issues of *kanban* systems. **International Journal of Production Research**, Vol. 37, n. 17, 1999, p. 3859-3881.
- BERKLEY, B. J. A Review of the *Kanban* Production Control Research Literature. **Production and Operation Management**, Vol. 1, n. 4, 1992, p. 393-411.
- BONNEY, M. C.; ZHANG, Z. HEAD, M. A.; TIEN, C. C.; BARSON, R. J. Are push and pull systems really so different? **International Journal of Production Economics**. 1999, Vol. 19, 53-64.
- BUFFA, E. S.; SARIN, R. K. **Modern Production / Operations Management**. John Wiley and Sons, 1987.
- BURBIDGE, J. L.; Production Control: A Universal Conceptual Framework. **Production Planning and Control**, 1990, Vol. 1, n. 1, 3-16.
- CHAUSSÉ, S.; LANDRY, S.; PASIN, F.; FORTIER, S. Anatomy of a *Kanban*: A Case Study. **Production and Inventory Management Journal**, v. 41, n. 4, 2000, p. 11-16.
- CORBETT, C.; YÜCESAN, E. Modeling Just in Time Production Systems: A Critical Review. **Proceedings of the 1993 Winter Simulation Conference**, 1993.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MPRII / ERP: conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 2001.
- CORRÊA, H. ; GIANESI, I. Sistemas de Planejamento e Controle da Produção. In: Contador, J. C. **Gestão de Operações**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda. 1997, 287-308.
- ESPARRAGO JR, R.A. *Kanban*. **Production and Inventory Management Journal**, 1º Quarter, 1988, p. 6-10.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Fundamentos de Planejamento e Controle da Produção**. São Carlos: Apostila do Departamento de Engenharia de Produção, 2006.
- FUJIMOTO, T. **The Evolution of a Manufacturing System at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999.
- GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: Mais do que Simplesmente Just in time. **Revista Produção**, Vol. 5, n.2, 1955, p. 169-189.
- GRAVES, R.; KONOPKA, J. M.; MILNE, R. J. Literature Review of Material Flow Control Mechanisms. **Production Planning and Control**. Vol. 6, 1995, p. 395-403.

- GUIMARÃES, L. F. A., FALSARELLA, O. M., **Uma Análise da Metodologia Just-In-Time e do Sistema Kanban de Produção sob o Enfoque da Ciência da Informação**, *Perspect. Ciênc. Inf.*, Belo Horizonte, Ago. 2008, Vol. 13, no. 2, p.130-147.
- HUANG, C. C.; KUSIAK, A.; Overview of *Kanban* Systems. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, Vol. 9, n. 3, 1996, p.169-189.
- JUNIOR, M. L., **Evolução e Avaliação da Utilização do Sistema Kanban e de suas Adaptações: Survey e Estudos de Caso**. Dissertação de mestrado, UFSC, São Carlos, 2007.
- KRAJEWSKI, L. J.; KING, B. K.; RITZMAN, L. P.; WONG, D. S. **Kanban, MRP, and Shapping the Manufacturing Environment**. *Management Science*, Vol. 33, 39-57, 1987.
- LEMOS, A. C. D. **Aplicação de uma Metodologia de Ajuste do Sistema Kanban em um caso Real Utilizando a Simulação Computacional**. Dissertação de mestrado, UFSC, Santa Catarina, 1999.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F. A Multidimensional Classification of Production Systems for the Design and Selection of Production Planning and Control Systems. **Production Planning and Control**, 2002, Vol. 11, n. 5, 481-496.
- MARTINICH, J. S. **Production and Operations Management: An Applied Morden Approach**. New York: Wiley, 1997.
- MAYER, R. D. A critical look at *Kanban*, Japan's Just in Time Inventory System. **Management Review**, Vol. 12, 1984, p. 48-51.
- MONDEN, Y. Adaptable *Kanban* System Helps Toyota Maintain Just in Time Production. **Industrial Engineering**, Vol. 13, n. 5, 1981, p. 19-46.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo, IMAN, 1984.
- MOURA, R. A. **Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção**. São Paulo: Iman, 1992.
- NAHMIAS, S. **Production and Operations Analysis**. 4. ed. Boston: McGraw-Hill/Irwin, 2001.
- OHNO, T.; **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção de Larga Escala** - Porto Alegre, 1997.
- OHNO, T.; **The Origin of Toyota Production System and Kanban System**. Proceedings of the Internacional Conference on Productivity and Quality Improvement. Tokyo, 1982.

- PEINADO, J.; **O Papel do Sistema de abastecimento KANBAN na Redução dos Inventários**, Revista Fae, Curitiba,, v 2, n.2, maio/agosto, 1999, p. 27-34
- PIRES,S. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004.
- PRICE, W.; GRAVEL, M.; NSAKANDA, A. L. Review of optimization models of *Kanban*-based production systems. **European Journal of Operational Research**, Vol. 75, n. 1, 1994, p. 1-12.
- REDA, H. M. Review of '*Kanban*'- The Japanese 'Just in Time' Production System. **Engineering Management Internacional**. Vol. 4, n. 2, 1987, p. 143-150.
- ROTHER, J.; SHOOK, M. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.
- RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e Controle da Produção**. 6. Edição. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SCHONBERGER, R.J.; **Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas sobre Simplicidade**. São Paulo: Pioneira, 1984.
- SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing**. Cambridge: Productivity Press, 1985.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção - Do Ponto de Vista da engenharia de Produção** - Porto Alegre, 1996.
- SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas sobre Simplicidade**. São Paulo: Pioneira, 1984.
- SIPPER, D.; BULFIN, R. L. Jr. **Production: Planning, Control and Integration**. New York: McGraw-Hill, 1997.
- TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. Edição. São Paulo: Atlas, 2000.
- UZSOY, R; MARTIN-VEJA, L. A. Modelling *kanban*-based demand-pull systems. A *survey* and critique. **Manufacturing Review**, Vol. 1, 1990, p. 171-176.
- VOLLMAN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D.C. **Manufacturing Planning and Control Systems**. McGraw-Hill, 1997.
- WILSON, G. T. *Kanban* Scheduling – Boon or Bane? **Production and Inventory Management**. Vol. 26, n. 3, 1985, p. 134-142.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 3. Edição. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YAVUZ, I. H.; SATIR, A. **A Kanban-based simulation study of a mixed model just-in-time manufacturing line.** International Journal of Production Research, v. 33, n.4, p. 1027-1048, 1995.