

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
MBA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO E LOGÍSTICA

MÁRIO FRANCISCO COSTA RIBEIRO DE ALMEIDA

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA  
PRODUÇÃO BASEADO NA FERRAMENTA *KANBAN*: CASO LIFEMED INDUSTRIAL  
DE EQUIPAMENTOS E ARTIGOS MÉDICOS E HOSPITALARES LTDA.

PORTO ALEGRE

2011

MÁRIO FRANCISCO COSTA RIBEIRO DE ALMEIDA

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA  
PRODUÇÃO BASEADO NA FERRAMENTA *KANBAN*: CASO LIFEMED INDUSTRIAL  
DE EQUIPAMENTOS E ARTIGOS MÉDICOS E HOSPITALARES LTDA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do título  
de Especialista em Gestão da Produção e  
Logística, pelo MBA em Gestão da Produção e  
Logística, da Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos.

Orientador: Prof. Msc. Francisco Duarte C. F. Carmo.

PORTO ALEGRE

2011

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida: meu pai, Mário Francisco Almeida (*in memoriam*); minha mãe, Maria Enilda Almeida e minha irmã Rita de Cássia Almeida, pelo amor, apoio, compreensão e incentivo permanentes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Msc. Francisco Duarte C. F. Carmo pela atenção, ensinamentos, dedicação e competência em repassar seus conhecimentos.

À Prof. Msc. Lia Weber Mendes pela dedicação e atenção dispensados a minha pessoa durante todos os momentos do curso.

A todos os Professores que ministraram aulas durante o curso, pelos ensinamentos transmitidos ao longo do MBA.

Aos meus colegas de curso, especialmente aos que se tornaram “grandes amigos”: Lucas Grigol, Samuel Adami, Rafael Turatto e Roger Osorto pelos momentos agradáveis que passamos ao longo desses 15 meses.

A Empresa LIFEMED Ltda., por permitir a realização deste projeto.

Aos meus colegas de trabalho, Alanderson Vieira, Creise Borges, Felipe Bier, Juliano Renz, Laila Crizel, Ricardo Duval, Rodrigo Luzardo e Rogério Fernandes, pela dedicação e comprometimento no desenvolvimento e implantação deste trabalho.

Ao Sr. Rodrigo Luzardo, Gerente de Produção da LIFEMED Ltda., pelos ensinamentos, competência, atenção, dedicação, apoio e amizade dispensados a minha pessoa desde seu ingresso na empresa. E por permitir a realização do MBA.

Ao meu pai, Mário Francisco Ribeiro de Almeida (*in memoriam*), pelo amor, exemplo de luta e por ter me proporcionado os momentos mais felizes da minha vida.

À minha mãe, Maria Enilda Almeida, pelo amor e apoio incondicional em todas as circunstâncias da minha vida.

À minha irmã, Rita de Cássia Almeida, pelo amor, amizade e exemplos de caráter e honestidade.

Especialmente a Deus, por escrever no livro da minha vida este capítulo de graça e felicidade e assim peço que seja para vencer meus próximos objetivos

*“Se o dinheiro é a sua esperança para independência, você nunca a terá. A única segurança real que um homem pode ter neste mundo é uma reserva de conhecimento, experiência e habilidade.”*

***Henry Ford***

## RESUMO

A busca por maior competitividade, e, conseqüentemente, pela sobrevivência, causada pela globalização da economia, pela abertura econômica de vários mercados e pela velocidade acelerada no surgimento de novas tecnologias, exige das organizações a luta permanente por melhorias de gestão que possam ser traduzidas em ganhos de qualidade, produtividade e eliminação de desperdícios.

Visando atingir estes objetivos muitas empresas buscam otimizar seus recursos e processos utilizando o Sistema Toyota de Produção (STP); sistema de administração da produção no qual nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata.

Este trabalho tem por objetivo analisar o sistema anterior de manufatura da empresa Lifemed Industrial de Produtos Médicos e Hospitalares Ltda e implantar um novo sistema de planejamento e controle de produção baseado na filosofia *Just-in-Time* (JIT) através da ferramenta *kanban*.

O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho constitui-se em um estudo de caso qualitativo, sendo que, para coleta de dados utilizou-se pesquisa documental e a observação participante de forma aberta.

Conclui-se neste trabalho que através do planejamento e controle das operações nas organizações é possível reduzir os custos, mantendo a qualidade e ainda obter uma vantagem competitiva de mercado frente aos concorrentes.

**Palavras-Chave:** Sistema Toyota de Produção, *Just-in-Time*, *Kanban*, Planejamento, Controle e Produção.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão geral das funções do PCP em sistemas de produção .....	15
Figura 2 – Flexibilidade e PCP no sistema de produção JIT .....	19
Figura 3 – Empurrar e puxar a produção .....	20
Figura 4 – Visão geral das atividades do PCP no sistema JIT .....	21
Figura 5 – Armazenagem focalizada com o sistema <i>kanban</i> .....	22
Figura 6 – Subdivisões dos cartões <i>kanban</i> .....	23
Figura 7 – Cartão <i>kanban</i> de produção .....	24
Figura 8 – Equação para o cálculo do número de cartões <i>kanban</i> .....	25
Figura 9 – Sistema <i>kanban</i> com um cartão .....	28
Figura 10 – Equipos Descartáveis .....	39
Figura 11 – Modelos de Equipos Descartáveis .....	40
Figura 12 – Indicações e Orientações de Uso dos Equipos Descartáveis .....	41
Figura 13 – Fluxo de Planejamento e Controle de Produção Anterior .....	43
Figura 14 – Novo Fluxo de Planejamento e Controle de Produção .....	46
Figura 15 – Armazenamento dos contentores dos tubos de PVC .....	47
Figura 16 – Cartão <i>kanban</i> para o Tubo PVC Foto de 15 cm .....	48

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO PRIMEIRO – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1. Situação Problemática e Pergunta de Pesquisa.....	10
1.2. Objetivos.....	11
1.2.1. Objetivo Geral .....	11
1.2.2. Objetivos Específicos .....	11
1.3. Justificativa.....	12
<b>CAPÍTULO SEGUNDO – CONHECIMENTOS TEÓRICOS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>14</b>
2.1. Planejamento e Controle de Produção (PCP).....	14
2.2. Sistema Toyota de Produção (STP) .....	16
2.3. Just-In-Time .....	17
2.4. O PCP e o JIT .....	18
2.5. Sistema <i>Kanban</i> .....	21
2.5.1. Tipos de Cartões <i>Kanban</i> .....	23
2.5.1.1. Cartão <i>Kanban</i> de Produção .....	24
2.5.2. Cálculo do Número de Cartões <i>Kanban</i> .....	25
2.5.3. Regras do Sistema <i>Kanban</i> .....	26
2.5.4. Funções Executadas Pelo Sistema <i>Kanban</i> .....	26
2.5.5. Pré-requisitos para o Funcionamento do Sistema <i>Kanban</i> .....	27
2.5.6. Funcionamento do Sistema <i>Kanban</i> .....	27
2.6. Ponto de Programação em um Processo Puxado.....	29
2.7. Postergação da Produção .....	29
2.8. Seqüenciamento de Produção .....	30
2.8.1. Tipos de Seqüenciamento de Produção .....	31
2.8.2. Regras de Seqüenciamento .....	32
2.9. Perdas no Sistema Produtivo .....	34



<b>CAPÍTULO TERCEIRO – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>35</b>
3.1. Delineamento da Pesquisa.....	35
3.2. Definição da unidade de Análise .....	35
3.3. Técnicas de Coleta de Dados .....	36
3.4. Técnicas de Análise de Dados .....	37
3.5. Limitações do Método .....	37
<b>CAPÍTULO QUARTO – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>38</b>
4.1. Histórico da Empresa.....	38
4.2. Descrição do Produto .....	39
4.3. Sistema de Planejamento e Controle da Produção Anterior.....	41
4.4. Implantação do Novo Sistema de Planejamento e Controle da Produção.....	44
4.4.1. Sistema <i>Kanban</i> .....	47
4.4.2. Ponto de Penetração de Pedido.....	50
4.4.3. Seqüenciamento da Produção .....	51
4.5. Análise do Novo Sistema de Planejamento e Controle da Produção .....	52
4.6. Sugestões de Melhorias ao Novo Sistema de Planejamento e Controle da Produção.....	54
<b>CAPÍTULO QUINTO – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
5.1. Conclusão .....	55
5.2. Recomendações de Trabalhos Futuros .....	56
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>

## **CAPÍTULO PRIMEIRO - INTRODUÇÃO**

Neste capítulo, apresentam-se os principais tópicos do trabalho, quais sejam: situação problemática e pergunta de pesquisa, objetivos geral e específico e a justificativa do projeto.

### **1.1. SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA E PERGUNTA DE PESQUISA**

Devido à globalização da economia, à abertura econômica de vários mercados e à velocidade acelerada no surgimento de novas tecnologias, as condições de produção vêm sofrendo significativas modificações nas últimas décadas e tendem a intensificar a competitividade. Tal situação acarretou às diferentes organizações a difícil e incessante tarefa de sobreviver inseridas em tão concorrente mercado.

A busca por maior competitividade, e, conseqüentemente, pela sobrevivência exige das organizações a luta permanente por melhorias de gestão que possam ser traduzidas em ganhos de qualidade, produtividade e eliminação de desperdícios.

Visando atingir estes objetivos muitas empresas buscam otimizar seus recursos e processos utilizando o Sistema Toyota de Produção (STP); sistema de administração da produção em que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata. Pode ser aplicado em qualquer organização, para reduzir estoques e os custos decorrentes (OHNO, 1997).

A Lifemed Industrial de Equipamentos e Artigos Médicos e Hospitalares Ltda, fundada em 1978, possui sua unidade comercial situada em São Paulo – SP e sua unidade industrial, desde 1999, em Pelotas – RS, atua como fabricante de bombas de infusão, bomba de seringa, equipos descartáveis, monitor cardíaco, paramentação cirúrgica, reprocessadora automática de endoscópios flexíveis e embalagens de uso único para esterilização, no mercado nacional, desenvolvendo, produzindo e comercializando produtos e serviços de excelência e a custos acessíveis, para a melhoria da saúde do ser humano.

Buscando atingir estes objetivos a empresa decidiu reavaliar o seu sistema produtivo de Equipos Descartáveis, principal produto comercializado pela mesma, pois os procedimentos de programação e controle da produção são deficientes e as informações concentradas e com fluência lenta, gerando assim estoques elevados de componentes plásticos utilizados para montagem dos equipos e conseqüentemente um problema para toda a organização. Para isto, utilizou-se o STP. Porém, por se tratar de um processo novo para a empresa, decidiu-se focar o trabalho em um dos processos de fabricação do equipo e depois

estender este trabalho para os demais processos que compõem a produção de equipamentos descartáveis. O processo escolhido para tal foi o processo de Extrusão de PVC.

Para implantação do Sistema Toyota de Produção e conseqüentemente da filosofia *Just-in-Time* (JIT) foi utilizada a ferramenta *Kanban*, com o objetivo de “puxar” a produção, ou seja, produzir somente o necessário, no momento necessário, com os menores custos e com maior agilidade. Esta é uma das ferramentas para gestão no planejamento e controle da produção. Sua eficiência ficou comprovada na Toyota do Japão, como parte do Sistema Toyota de Produção (TUBINO,1999).

Deste modo, o presente trabalho busca responder a seguinte pergunta:

Quais os resultados obtidos com a implantação de um novo sistema de planejamento e controle de produção para a Extrusão de PVC da Linha de Produção de Equipos Descartáveis?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho objetiva descrever e avaliar os resultados obtidos com a implantação de um novo sistema de planejamento e controle de produção baseado no Sistema Toyota de Produção através da ferramenta *kanban* no processo de Extrusão de PVC da Linha de Produção de Equipos Descartáveis da empresa Lifemed Industrial de Produtos Médicos e Hospitalares Ltda.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mapear o fluxo anterior de produção dos tubos de PVC (situação inicial) utilizados na produção de equipamentos descartáveis e propor um novo fluxo.
- Implantar o sistema *kanban* de produção puxada na Extrusão de PVC da Linha de Produção de Equipos Descartáveis.
- Identificar os resultados obtidos com a implantação do novo planejamento e controle de produção confrontando os mesmos com a situação inicial.
- Sugerir o aprimoramento das técnicas implantadas para planejamento e controle da produção na empresa.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Em geral, toda empresa visa firmar-se junto à sua clientela consumidora em razão da exigência desta e da alta concorrência do mercado globalizado. Isso só se torna possível com a atuação criteriosa de suas unidades, permitindo à organização ser cada vez mais competitiva e, assim, gerenciar de forma eficiente todos os recursos de produção.

Para isto é necessário que as organizações sejam cada vez mais enxutas, flexíveis, ágeis em seus processos, que reduzam seus custos e diminuam seus prazos de entrega. Sendo assim, é fundamental um planejamento e controle de produção eficaz como vantagem competitiva.

A Lifemed, através da sua diretoria, julga importantíssima a implantação de um sistema de planejamento e controle de produção eficiente, através do *kanban*, com o objetivo de facilitar e agilizar o fluxo de informações e reduzir as suas perdas por estoque.

É neste contexto que o presente trabalho se justifica. Centrado na implantação de um novo sistema de planejamento e controle de produção, baseado no STP, o projeto trata da implantação da ferramenta *kanban*, no processo de Extrusão de PVC da Linha de Produção de Equipos Descartáveis da Lifemed Ltda., com o objetivo de melhorar a utilização dos seus recursos e meios produtivos e reduzir as perdas por estoque, tornando assim à empresa mais competitiva no seu mercado de atuação.

Este trabalho também tem por objetivo tornar-se um referencial teórico na empresa, demonstrando a metodologia como exemplo para a execução de outras mudanças que tragam melhorias para os processos, tornando a organização mais flexível e melhorando o atendimento ao cliente.

Do ponto de vista acadêmico, o presente trabalho tem por finalidade aclarar a utilização do *kanban*, tornando-se assim um referencial teórico para futuras pesquisas ou trabalhos acadêmicos que possuam semelhança com os tópicos apresentados.

Acrescido a isto, a elaboração do presente trabalho contribuiu para o autor expandir seus conhecimentos e aprofundar suas perspectivas e motivações na busca constante por melhorias, as quais possam ser traduzidas em ganhos para a empresa.

O presente trabalho foi estruturado em cinco capítulos. O capítulo primeiro apresenta o tema escolhido para estudo, seus objetivos e justificativa. O capítulo segundo apresenta os conhecimentos teóricos que serviram de referência para realização do projeto. O capítulo terceiro apresenta os métodos e procedimentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. O capítulo quarto apresenta a empresa, o produto, o Sistema de Planejamento e Controle da Produção Anterior e todo o processo de implantação do Novo Sistema de Planejamento e Controle da Produção bem como os resultados obtidos com o novo sistema e sugestões para aprimoramento do mesmo. O capítulo quinto apresenta as considerações finais e conclusões sobre o presente projeto, além de sugestões para futuros trabalhos.

## CAPÍTULO SEGUNDO – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conhecimentos teóricos que serviram de referência para realização do projeto.

### 2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO (PCP)

O departamento de Planejamento e Controle de Produção (PCP) de uma empresa é uma atividade-meio que trata os dados de diversas áreas, os transformado em informações que suportam a produção para que o produto seja entregue ao cliente na data e quantidade solicitada.

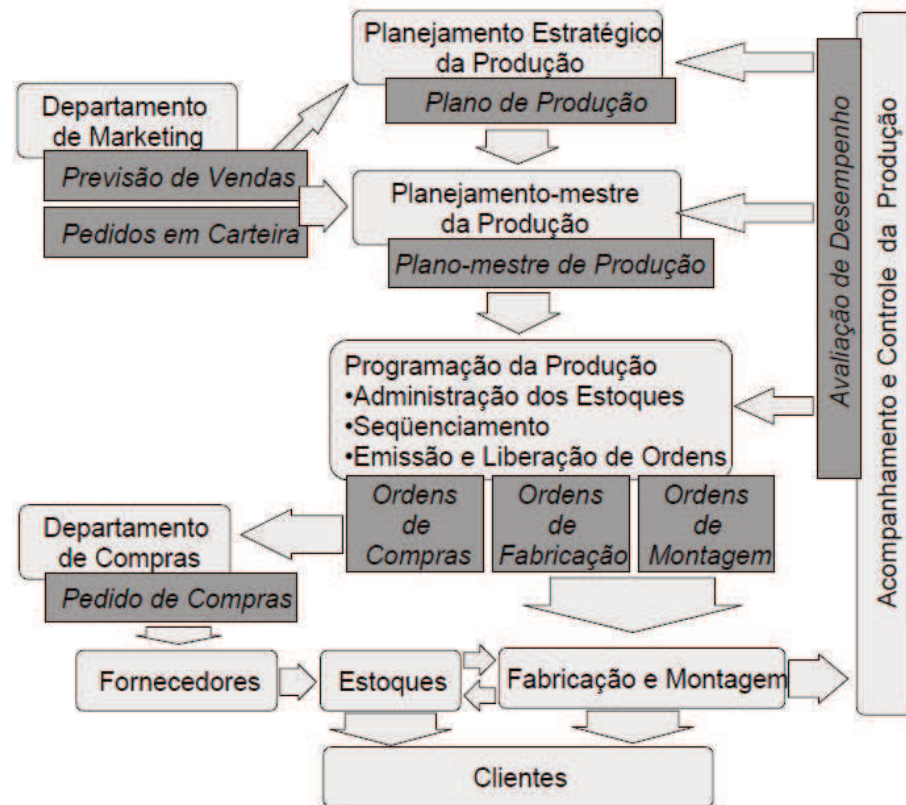
PCP é aquele setor responsável pela coordenação dos vários departamentos da fábrica, com vistas ao bom atendimento das solicitações de Vendas que lhe são encaminhadas, cabendo-lhe providenciar que as mesmas sejam atendidas no prazo e quantidade exigidos. (RUSSOMANO, 2000, p.28).

Segundo Tubino (1997, p.23) o PCP é um departamento de apoio a produção, encarregado pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos visando atingir aos planos estabelecidos em níveis estratégico, tático e operacional.

Para Tubino (1999, p.68), o PCP possui as seguintes funções:

- ✓ No nível estratégico, onde são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, o PCP participa da formulação do *planejamento estratégico da produção*, gerando um plano de produção para determinado período (longo prazo) segundo as estimativas de vendas e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos.
- ✓ No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o *planejamento-mestre da produção*, obtendo o plano-mestre de produção (PMP) de produtos finais, detalhado no médio prazo, período a período, a partir do plano de produção, com base nas previsões de vendas de médio prazo ou nos pedidos em carteira já confirmados.

- ✓ No nível operacional são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos. O PCP desenvolve a *programação da produção* administrando estoques, seqüenciando, emitindo e liberando as ordens de compras, fabricação e montagem, bem como executa o *acompanhamento e controle da produção*.



**Figura 1** – Visão geral das funções do PCP em sistemas de produção.  
**Fonte:** Tubino, 1999, p.68.

Para Russomano (2000, p.49), o objetivo final do PCP é a organização do suprimento e movimentação dos recursos humanos, utilização de máquinas e atividades relacionadas, de modos a atingir os resultados de produção desejados, em termos de quantidade, qualidade, prazo e lugar.

Visando a otimização das atividades do PCP, foi desenvolvido o MRP (*Manufacturing Resource Planning*) um sistema computarizado de controle de inventário e produção que assiste a otimização da gestão de forma a minimizar os custos, mas mantendo os níveis de material adequados e necessários para os processos produtivos da empresa.

Conforme Slack (1997, p.443), o MRP é um sistema adotado desde os anos 60, permite as empresas verificar as quantidades necessárias de materiais em cada um dos níveis da estrutura, além de responder quando será necessário produzir e comprar itens.

Para gerar as ordens de fabricação e compras o sistema MRP utiliza-se dos pedidos de clientes em carteira, mais a previsão de demanda e gera o Plano Mestre de Produção (PMP).

Segundo Slack (1997, p.443), o MRP permite que as empresas calculem quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento.

O sistema MRP trás uma série de benefícios, tais como: redução do custo de estoques, melhoria de eficiência da emissão e da programação e resposta mais rápida às variações de demanda.

Apesar disto, o MRP não foi foco deste estudo.

## 2.2. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO - STP

Devido à crise do petróleo no início da década de 70, muitas empresas no mundo foram afetadas e estavam com graves problemas, pois o petróleo era a principal fonte de energia.

Apesar disto, a *Toyota Motor Company*, embora os lucros tenham diminuído, continuava crescendo e obtendo ganhos maiores que outras empresas. Isto despertou o interesse das pessoas e fez com que a atenção do mundo se voltasse para a empresa. Ficou evidente então, que a Toyota não poderia estar crescendo usando apenas o sistema convencional de produção de massa americano.

A *Toyota Motor Company* havia criado seu próprio sistema de produção, o **Sistema Toyota de Produção - STP**, com o objetivo de produzir baixos custos e ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros (OHNO, 1997, p.23).

O objetivo mais importante do Sistema Toyota de Produção tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. (OHNO, 1997, p.ix).

A base do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício, se os mesmos forem eliminados, a produtividade deveria duplicar, conforme cita Ohno (1997, p.25).

O STP necessita de dois pilares para sua sustentação, a *Autonomia* e o *Just-in-Time*.

A *Autonomia*, ou automação com um toque humano, tem por objetivo conceder ao operador ou ao equipamento a autonomia de paralisar o processamento sempre que detectar algum problema (OHNO, 1997, p.25).



Já o *Just-in-Time* - **JIT**, objetiva que em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcancem à linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária (OHNO, 1997, p.26).

Para isto, ou seja, para se fornecer os componentes utilizados na montagem, de tal forma que estes vão de um processo final para um processo inicial, na quantidade e quando necessário, foi necessário criar um quadro de sinalização que circulasse entre os processos indicando esta necessidade e controlando a produção, este foi denominado **Kanban** (OHNO, 1997, p.27).

O Sistema Toyota de Produção é sustentado pelo sistema *Just-in-Time* e pela *Autonomia*. O método *Kanban* é o meio pelo qual o Sistema Toyota de Produção flui suavemente. (OHNO, 1997, p.27).

O Sistema Toyota de Produção é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o *Kanban* (SHINGO, 1996, p.101).

### 2.3. JUST-IN-TIME

A filosofia *Just-in-Time* (JIT) foi desenvolvida no Japão na década de 60, com o objetivo de aumentar a produtividade, eliminar os desperdícios e buscar o aprimoramento contínuo (TUBINO, 1999, p.85).

Para Slack (1997, p.474), o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não se transformem em estoques, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar.

Já para Shingo (1996, p.103), o JIT equivale a dizer que cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário – *Just-in-Time* – ou seja, no momento certo sem a geração de estoques.

De acordo com esta filosofia, nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora. Para isto, faz-se necessário desenvolver maneiras de “puxar” a produção a partir da venda de um determinado produto, desencadeando, do final para o início do processo, um sistema de informações que permita a reposição imediata dos diversos itens do produto em qualquer estágio de fabricação. Uma das ferramentas que contribui para um melhor funcionamento do sistema *Just-in-Time* é o *Kanban*.

O JIT é uma filosofia voltada para a otimização da produção, através das seguintes técnicas (TUBINO, 1999, p.28-29):

**Satisfazer as necessidades dos clientes:** entender e responder aos anseios dos clientes, fornecendo produtos de qualidade no momento em que for solicitado, para isto pode-se: reduzir os custos internos dos clientes, produzir pequenos lotes com qualidade, ser flexível, reduzir os estoques do cliente, projetar em conjunto com o cliente e etc.

**Eliminar desperdícios:** analisar todas as atividades realizadas no sistema de produção e eliminar aquelas que não agregam valor ao produto.

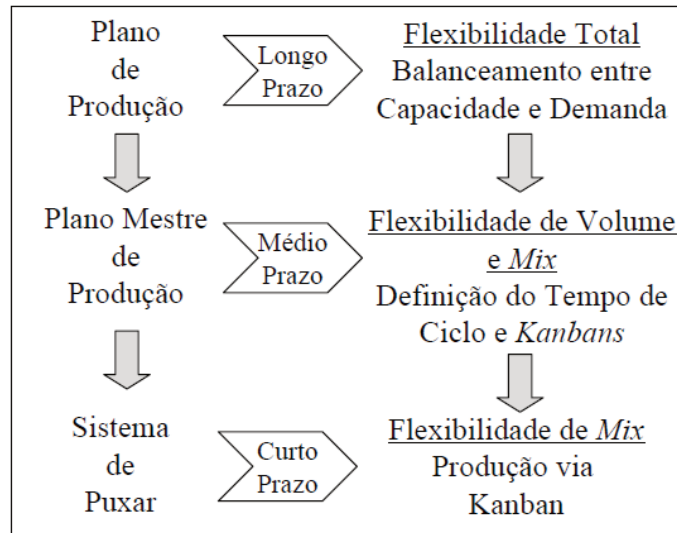
**Melhorar continuamente:** nenhum dia deve se passar sem que a empresa melhore sua posição competitiva. As metas da filosofia JIT são: zero de defeitos, zero de estoques, zero de movimentações, zero de *lead time*, zero de tempos de *setups* e lotes unitários.

**Envolver totalmente as pessoas:** mudanças de atitude a nível humano são solicitadas por toda a empresa. As pessoas, e não a tecnologia, são a prioridade número um da empresa.

**Organização e visibilidade:** é o início da luta contra os desperdícios e a base para a motivação das pessoas. A organização leva ao benefício da visibilidade dos problemas, de forma que qualquer situação anormal seja óbvia.

## 2.4. O PCP E O JIT

Os sistemas de produção JIT buscam continuamente o aumento de flexibilidade, seja pela forma estrutural de distribuição dos recursos em unidades de negócios focalizadas, com células de fabricação e montagem operadas por funcionários polivalentes, seja pela diminuição dos lotes de produção a partir da redução dos tempos de *setups* e eliminação das atividades que não agregam valor aos produtos, ou ainda, pela estabilização e sincronização das demandas dentro da cadeia produtiva em que a empresa está inserida (TUBINO, 1999, p.71).

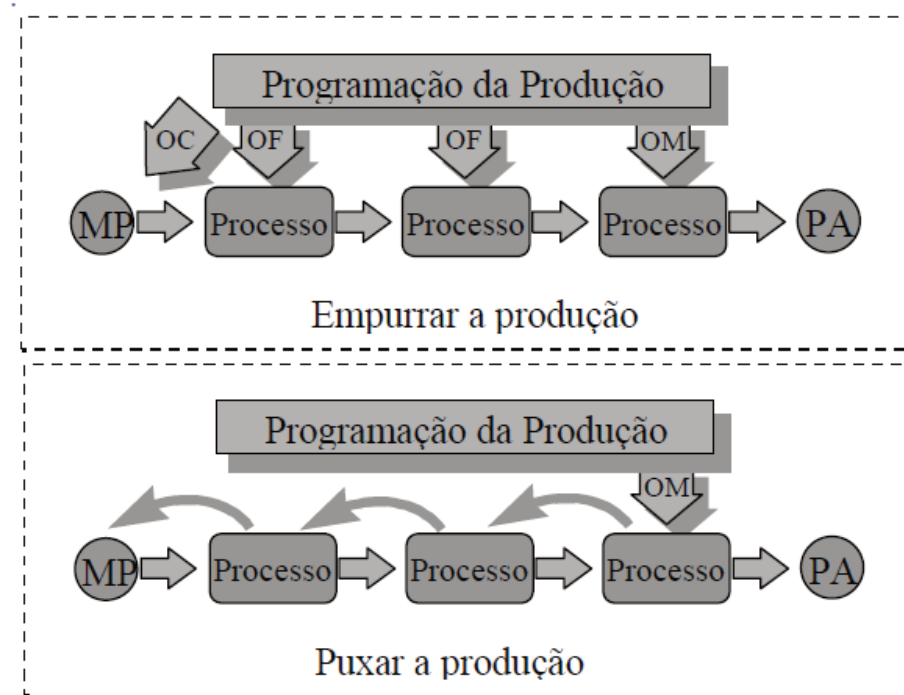


**Figura 2** – Flexibilidade e PCP no sistema de produção JIT.

**Fonte:** Tubino, 1999, p.73

Neste sistema o planejamento da produção objetiva a maior flexibilidade possível, visando adequar a produção à demanda real. Esta flexibilidade deve ser entendida dentro de uma estrutura hierárquica de planejamento, ou seja, à medida que o momento de se efetivar a produção for chegando, o nível de flexibilização do programa vai se reduzindo. No longo prazo, quando geram-se os planos estratégicos de produção, pode-se dizer que a flexibilidade é total. O JIT procura, através de uma produção focalizada, desenvolver uma estrutura que permita de forma simples alterações em sua capacidade de produção, tanto em volume como em variedade (mix) de produtos. Já no médio prazo, os sistemas de produção partem para a montagem de um plano-mestre de produção (PMP) baseado nas previsões de médio prazo da demanda. As informações contidas neste PMP são usadas como “start” das atividades de montagem, fabricação e compras do sistema produtivo, limitando assim a flexibilidade de se alterar o volume e o *mix* do programa de produção.

No curto prazo fica evidente a diferença existente entre os sistemas produtivos convencionais (empurrando) e nos sistemas JIT (puxando) com relação à maneira de se efetivar a produção a partir das ordens emitidas, fato que influencia de forma direta a flexibilidade do sistema.

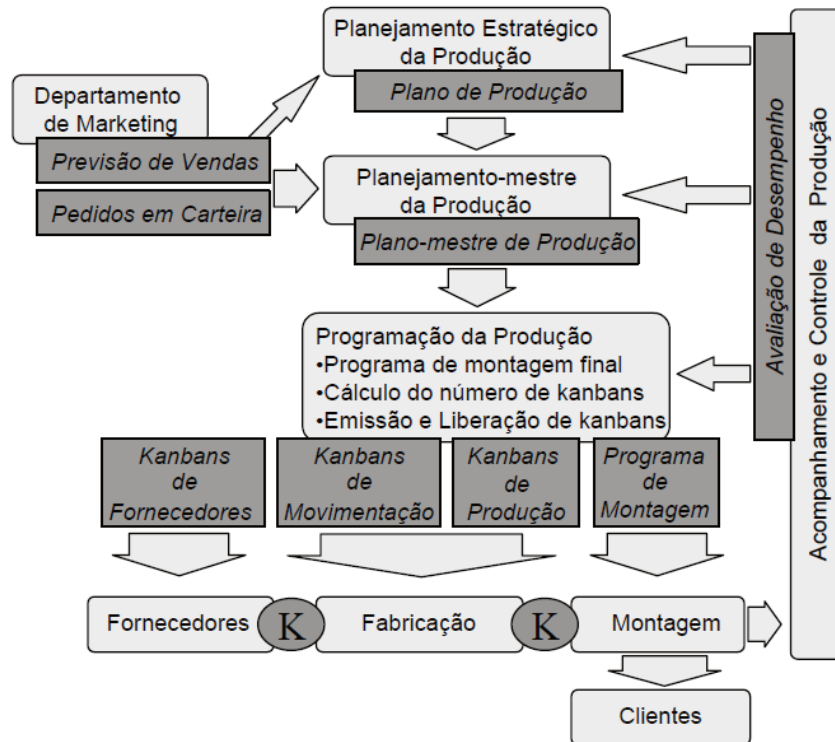


**Figura 3** – Empurrar e puxar a produção.  
**Fonte:** Tubino, 1999, p.74.

Conforme pode ser visto nessa figura, empurrar a produção significa elaborar periodicamente com base no PMP um programa de produção completo, com ordens de montagem, fabricação e compras, e transmiti-lo aos setores responsáveis para que iniciem suas funções. No próximo período de programação, em função dos estoques remanescentes, programam-se novas ordens para atender a um novo PMP.

No sistema JIT de puxar a produção, a programação da produção utiliza as informações contidas no PMP, o mais próximo possível da data limite, para emitir ordens apenas para o último estágio do processo produtivo, geralmente uma montagem. As demais etapas do processo produtivo não estão autorizados a trabalhar, a menos que os processos subsequentes - “clientes” - venham até seus estoques e consumam determinada quantidade de itens. A partir deste instante o processo fornecedor está autorizado a repor especificamente os lotes consumidos. Essa forma de puxar a produção é operacionalizada pelo sistema de programação *kanban*.

Desta maneira, o sistema JIT de puxar a produção permite, no curto prazo, de uma forma simples, flexibilidade de *mix* ao processo produtivo, pois os recursos só serão acionados na medida em que a demanda por itens realmente se efetivar.



**Figura 4** – Visão geral das atividades do PCP no sistema JIT.

Fonte: Tubino, 1999, p.75.

## 2.5. SISTEMA KANBAN

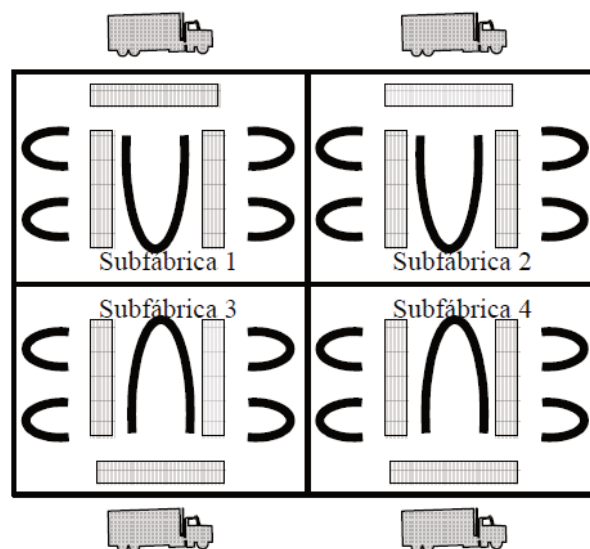
O sistema *kanban* foi desenvolvido na década de 60 pelos engenheiros da *Toyota Motor Company*, com objetivo de tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento dos sistemas de produção. A idéia surgiu a partir da análise da forma como os supermercados americanos tratavam seus estoques. O sistema *kanban* foi projetado para ser usado dentro da filosofia JIT, e busca movimentar e fornecer os itens dentro da produção apenas nas quantidades necessárias e no momento necessário, por isto o uso do termo “*Just-in-Time*” para caracterizar esse tipo de sistema de produção (SLACK, 1997, p.493).

O *kanban* é uma forma para atingir o *just-in-time* sua finalidade é o *just-in-time* (OHNO, 1997, p.47).

Segundo Moura (1989, p.5), o *kanban* é um sistema de controle do piso de fábrica, responsável por transmitir informações da produção aos postos de trabalho interligados, como o que deve ser feito, quanto deve ser feito e quando deve ser feito.

O sistema *kanban* é um dos elementos que diferenciam o planejamento e controle da produção JIT dos sistemas convencionais. No sistema *kanban* de puxar a produção nada é produzido até que o cliente de um processo solicite a produção de determinado item. Desta forma, a programação da produção utiliza as informações do PMP para emitir ordens apenas para o último estágio do processo produtivo, assim como para dimensionar as quantidades de *kanbans* dos estoques em processo para os demais setores. Conforme o cliente de um processo necessita de itens, ele recorre aos *kanbans* em estoque nesse processo, acionando diretamente o processo para que os *kanbans* dos itens consumidos sejam fabricados e repostos aos estoques. Desse modo, o sistema *kanban* distribui por todas as subfábricas quantidades previamente calculadas de estoques para fazer a conexão entre dois pontos de trabalho relacionados, focalizando os estoques junto aos pontos de uso e eliminando os almoxarifados centralizadores.

O sistema *kanban* na sua forma de agir simplifica em muito as atividades de curto prazo desempenhadas pelo PCP dos sistemas de produção JIT, delegando-as aos próprios funcionários do chão-de-fábrica. Uma vez dimensionado o sistema *kanban*, está embutido em sua sistemática de funcionamento, as atividades de administração de estoques, seqüenciamento, emissão, liberação e acompanhamento e controle das ordens referentes a um do programa de produção (TUBINO, 1999, p.87).



**Figura 5** – Armazenagem focalizada com o sistema *kanban*.

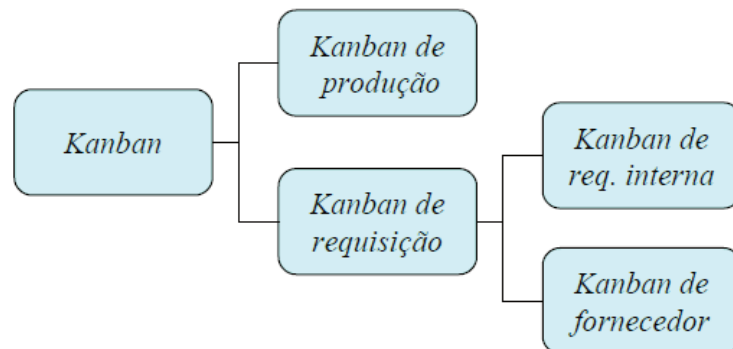
Fonte: Tubino, 1999, p.87.

Segundo citação de Shingo (1996, p. 223), “os sistemas Kanban podem ser aplicados somente em fábricas com produção repetitiva [...] Os sistemas Kanban não são aplicáveis em empresas com produção sob projeto não repetitivo, onde os pedidos são infreqüentes e imprevisíveis”.

### 2.5.1. TIPOS DE CARTÕES KANBAN

Ribeiro (1989, p.43) afirma: “o cartão Kanban é responsável pela comunicação e funcionamento de todo o sistema”.

O sistema *kanban* baseia-se no uso de sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica. Essas sinalizações são feitas com base nos cartões *kanban* e nos painéis *porta-kanbans* para passar essas informações. Os cartões *kanban* dividem-se em dois grupos: os cartões *kanban* de produção e os cartões *kanban* de requisição. Os cartões *kanban* de produção autorizam a fabricação ou montagem de determinado lote de itens. Os cartões *kanban* de requisição autorizam a movimentação de lotes entre o cliente e o fornecedor, podendo ser cartões *kanban* de requisição interna ou cartões *kanban* de fornecedores (TUBINO, 1999, p.88). A Figura 6 esquematiza essa subdivisão dos cartões *kanban*.



**Figura 6** – Subdivisões dos cartões *kanban*.

**Fonte:** Tubino, 1999, p.89.


Apesar da existência destes cartões *Kanban*, será apresentado apenas o cartão *kanban* de produção, o qual foi utilizado para o desenvolvimento deste projeto.

### 2.5.1.1. CARTÃO *KANBAN* DE PRODUÇÃO

O cartão *kanban* de produção, também chamado de *kanban* em processo, é empregado para autorizar a fabricação ou montagem de determinado lote de item, tendo sua área de atuação restrita ao centro de trabalho ou célula que executa a atividade produtiva nos itens (TUBINO, 1999, p.88).

A Figura 7 apresenta um modelo de cartão *kanban* de produção com as informações que normalmente este tipo de cartão necessita que são:

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

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

**Figura 7** – Cartão *kanban* de produção.

**Fonte:** Tubino, 1999, p.89.



### 2.5.2. CÁLCULO DO NÚMERO DE CARTÕES *KANBAN*

A determinação do número de cartões *kanban* para os itens que circularão entre os supermercados distribuídos pelo sistema produtivo depende de dois aspectos: o tamanho do lote do item para cada contentor e cartão, e o número total de contentores e cartões por item, definindo o nível total de estoques do item no sistema (TUBINO, 1999, p.103).

Estabelecido para cada item o tamanho do lote por contentor, pode-se projetar o número total de lotes no sistema. A determinação do número de cartões *kanban* é função da demanda prevista no PMP, do tempo gasto para a produção e movimentação dos lotes no sistema produtivo, bem como, da segurança projetada (TUBINO, 1999, p.104).

A equação abaixo apresenta a expressão básica usada para esse cálculo.

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

**Figura 8** – Equação para o cálculo do número de cartões *kanban*.

**Fonte:** Tubino, 1999, p.104.

Onde:

$N$  = número total de cartões *kanban* no sistema;

$D$  = demanda média diária do item (itens/dia);

$Q$  = tamanho do lote por contentor ou cartão (itens/cartão);

$T_{prod}$  = tempo total para um cartão *kanban* de produção completar um ciclo produtivo, em percentual do dia, na estação de trabalho (%);

$T_{mov}$  = tempo total para um cartão *kanban* de movimentação completar um circuito, em percentual do dia, entre os supermercados do produtor e do consumidor (%);

$S$  = fator de segurança, em percentual do dia (%).

A primeira parte da equação acima determina o número de cartões *kanban* de produção, e a segunda o número de cartões *kanban* de movimentação. Quando se trabalha com o sistema *kanban* de um cartão, emprega-se apenas a primeira parte da expressão. Para projetar o sistema *kanban* com fornecedores, emprega-se apenas a segunda parte da expressão.

### 2.5.3. REGRAS DO SISTEMA KANBAN

O sistema *kanban* pode ser utilizado em diferentes situações, porém existem algumas “regras”, as quais devem ser respeitadas e seguidas no sentido de tirar o máximo proveito desse sistema de programação, controle e acompanhamento da produção.

De acordo com Ohno (1997, p.48), as regras de utilização do Kanban são:

1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo *kanban* no processo precedente.
2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo *kanban*.
3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um *kanban*.
4. Serve para afixar um *kanban* às mercadorias.
5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos.
6. Reduzir o número de *kanbans* aumenta sua sensibilidade aos problemas.

### 2.5.4. FUNÇÕES EXECUTADAS PELO SISTEMA KANBAN

O sistema *kanban* atua dentro das funções de planejamento e controle da produção no nível operacional de curto prazo, ou seja, executa as atividades de programação, acompanhamento e controle da produção, de forma simples e direta (TUBINO, 1999, p.107).

Segundo Ohno (1997, p.48), as funções do *kanban* são:

1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar.
2. Fornecer informação sobre a produção.
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo.
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz.
6. Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques.

### 2.5.5. PRÉ-REQUISITOS PARA O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA KANBAN

De acordo com Tubino (1999, p.109) o sistema *kanban* traz uma serie de vantagens, porém estas só são plenamente alcançadas quando o sistema produtivo operar dentro da filosofia JIT. Sendo assim, os pré-requisitos de funcionamento do sistema *kanban* são as próprias ferramentas que compõem essa filosofia.

Esses pré-requisitos, segundo o mesmo autor, são:

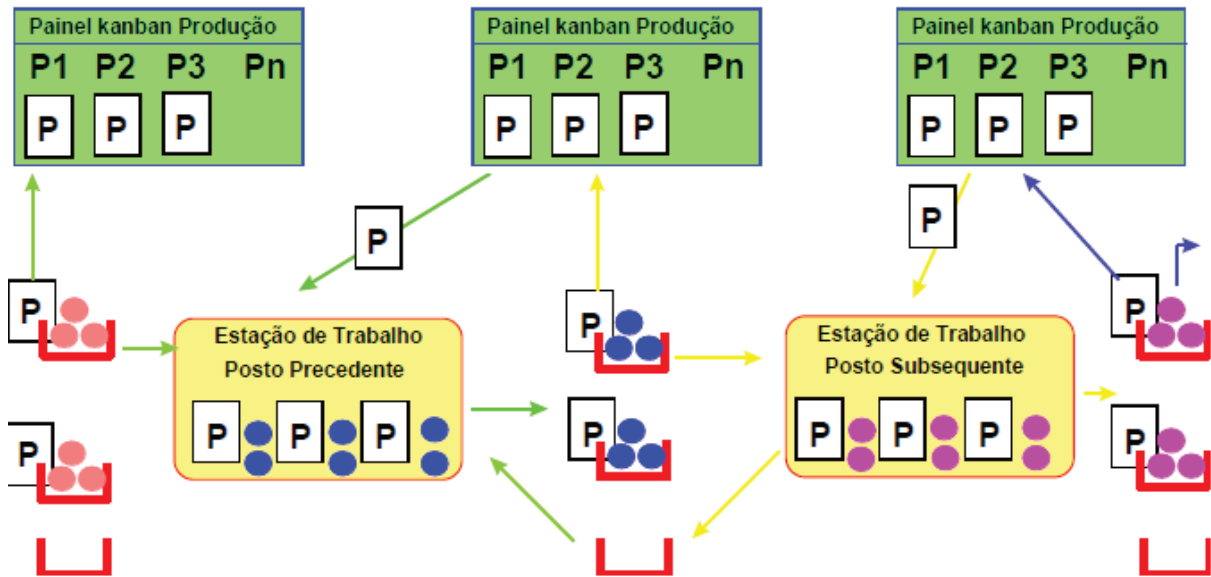
- ✓ Estabilidade de projeto de produtos, evitando-se mudanças bruscas de curto prazo.
- ✓ Estabilidade no programa-mestre de produção empregado para projetar o sistema *kanban*.
- ✓ Índices de qualidade altos, visto que lotes com defeitos causarão sérios danos ao fluxo.
- ✓ Fluxos produtivos bem definidos, permitindo roteiros claros de circulação dos cartões *kanban*.
- ✓ Lotes pequenos, viáveis com a implantação do *setup*, sem a necessidade de estoques excessivos.
- ✓ Operários treinados e motivados, cumprindo rigorosamente as regras de funcionamento do sistema *kanban*.
- ✓ Equipamentos em perfeito estado de conservação, evitando-se paradas inesperadas não suportadas pelo nível mínimo de estoques no sistema.

### 2.5.6. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA KANBAN

Na utilização do *kanban*, o fluxo de produção passa de um setor produtivo ao setor sucessivo. Cada vez que um setor produtivo recebe um lote de itens, separa dele o cartão, que retorna ao setor que enviou o lote. Este cartão corresponde ao *kanban de Produção*. Quando o setor produtivo necessita de novo lote de itens, envia ao setor antecessor o cartão solicitando a produção destes itens, correspondendo ao *Kanban de Requisição*. Entre os setores produtivos circula um número definido de *kanban*.

Conforme explica Tubino (1999, p.100), existem algumas alternativas de operacionalização desse sistema, as mais encontradas na prática são: o sistema *kanban* com dois cartões, o sistema *kanban* com um cartão, e o sistema *kanban* com fornecedores. Porém, será apresentado apenas o sistema *kanban* com um cartão; sistema utilizado para realização deste trabalho.

O sistema *kanban* com um cartão - cartão de produção - é empregado em situações onde o fornecedor está situado perto do seu cliente, não havendo assim a necessidade de se comunicarem com um cartão *kanban* de movimentação, fazendo eles mesmos a tarefa antes delegada ao movimentador de cartões. A Figura 9 explica o funcionamento desse sistema mais simples.



**Figura 9** – Sistema *kanban* com um cartão.  
**Fonte:** Tubino, 1999, p.100.

Conforme pode ser visto na figura, existem duas estações de trabalho: o posto precedente (fornecedor) e o posto subsequente (cliente). Cada um possui dois supermercados de itens, um supermercado de matérias-primas, ou itens a serem processados, e um supermercado de itens prontos, com seus respectivos painéis *porta-kanban*. Por estarem fisicamente próximas, as duas dividem um mesmo supermercado colocado entre elas. Nesse caso, os cartões *kanban* que circulam pelo sistema são apenas os cartões de produção, simbolizados pela letra “P”.

Quando um cliente do posto subsequente retira no supermercado de itens prontos um contendor com um lote de itens, ele coloca o cartão *kanban* de produção, que se encontrava junto aos itens, no painel *kanban* de produção desse posto, na coluna correspondente ao item. Sendo assim, o operador do posto subsequente está autorizado a recolher o cartão do painel, seguindo a regra de prioridade exposta quando apresentado o painel *porta-kanban*, e iniciar a produção do lote. Da mesma maneira, o operador poderá estar autorizado a recolher de uma só vez todos os cartões de um mesmo item visando aproveitar o *setup* da máquina.

Para dar início a produção do lote, o operador recorre ao seu supermercado de matérias-primas retirando os itens necessários para o seu trabalho. Nesse momento, ele retira o cartão *kanban* de produção que estava junto as suas matérias-primas, e coloca-o no painel *kanban* de produção desse supermercado, na coluna correspondente ao item, para informar da necessidade de reposição do lote de matérias-primas consumido. Deixa junto o contentor vazio. Em seguida, o operador produz seus itens, coloca-os dentro do contentor de itens prontos, com o respectivo cartão *kanban* de produção e deposita-os no seu supermercado de itens prontos. Terminado esse ciclo, o operador recorre novamente ao seu painel *kanban* de produção para reiniciar suas atividades.

Após isto, o posto de trabalho precedente está autorizado, pelos cartões *kanban* de produção, afixados em seu painel *kanban* de produção pelo operador do posto subsequente, a iniciar um ciclo de trabalho equivalente ao descrito para o operador do posto subsequente. Dessa forma se dá seqüência ao sistema de puxar a produção.

## 2.6. PONTO DE PROGRAMAÇÃO EM UM PROCESSO PUXADO

A utilização do sistema *kanban* de puxar a produção exige, normalmente, a programação somente de um ponto dos estágios de produção. Este é denominado **Ponto de Penetração de Pedido - PPP**. Segundo Rother & Shook (1999, p.49), este ponto é o processo puxador, porque a maneira como você controla a produção neste processo define o ritmo para todos os processos anteriores.

O processo puxador é controlado pelos pedidos dos clientes externos, sendo assim, é o ponto exato onde vai ocorrer a entrada do pedido do cliente, o qual irá desencadear todo o processo produtivo de forma “puxada”. A escolha deste ponto determina quais elementos do seu fluxo torna-se parte do “lead time” do pedido do cliente até o produto acabado.

Normalmente o processo puxador é o último do processo produtivo.

## 2.7. POSTERGAÇÃO DA PRODUÇÃO

O retardamento para se finalizar a configuração de um produto até que um pedido seja recebido é conhecido como “*postponement*” (ZINN, 1990, p.53).

Este adiamento – postergação – da montagem final dos produtos para depois que o pedido do cliente é recebido é uma vantagem competitiva duradoura para a organização, pois permite que a mesma ofereça a seus clientes uma variedade maior de modelos, tamanho de

embalagens, e cores para seus produtos. A utilização do *postponement*, para montagem de um produto só é finalizada no momento em que se recebe o pedido de um cliente, fato que elimina a incerteza nas decisões de produzir e distribuir produtos. Porém, isso só é possível quando um produto básico é vendido em configurações diferentes, mas semelhantes, que refletem as preferências individuais dos clientes. Sendo assim, o sistema torna-se menos dependente da previsão de demanda.

Acrescido a isto, o *postponement* proporciona à empresa uma maior flexibilidade, pois os produtos são estocados desmontados. Isso lhe permite dar ao cliente maior opção de escolha com menor investimento em estoques.

As decisões associadas ao *postponement* exigem mudanças significativas no processo de fabricação e distribuição de produtos. O tempo e o compromisso organizacional necessários para a implantação de tais mudanças fazem do *postponement* uma estratégia difícil de ser imitada por concorrentes e, portanto, uma fonte de vantagens competitivas duradouras (ZINN, 1990, p.54).

Além destas, o *postponement* proporciona outra vantagem, a possibilidade de se estocar somente as peças aguardando o pedido do cliente para a montagem do produto final, o que permite atender qualquer pedido em um curto espaço de tempo sem a necessidade de estoques de produtos prontos.

## **2.8. SEQUENCIAMENTO DE PRODUÇÃO**

Segundo Tubino (1997, p.146), as atividades de curto prazo da programação da produção, realizadas pelo PCP, visam atender o Plano Mestre de Produção através de um programa de produção. Estas atividades estão divididas em três grupos hierárquicos que são: administração de estoques, seqüenciamento e emissão e liberação de ordens.

De acordo com a estruturação do sistema produtivo, essas atividades de programação da produção se diferem. Nos sistemas de puxar a produção, normalmente implementados por *kanban*, as atividades da programação da produção são deixadas a cargo dos próprios funcionários, pois o sistema é estruturado de maneira visual sem necessidades de maior programação e controle. Diferentemente disto, nos sistemas convencionais de empurrar a produção, há necessidade de definir em cada programa de produção sua seqüência, baseado em critérios predeterminados, e emitir as ordens autorizando a compra, fabricação e montagem dos itens.

Este mesmo autor explica que devido às diversas instabilidades existentes dentro da dinâmica empresarial a obediência ao seqüenciamento das ordens geradas pelo PCP é dificultada. Estas instabilidades podem estar ligadas a cancelamentos, adiantamentos ou acréscimos em pedidos de clientes, ou até mesmo devido ao tipo de sistema produtivo em que se está se trabalhando.

Dependendo do tipo de sistema o PCP tem atuações diferentes, por exemplo, nos sistemas do tipo contínuo, as opções de produtos e processos são bastante limitadas, restando a programação da produção apenas definir os volumes desejados de itens. Já em sistemas que trabalham por projetos, a cada novo pedido de clientes normalmente toda a seqüência de ordens de produção deve ser refeita, alterando-se prioridades e ordens já emitidas. Existem ainda os casos em que as empresas possuam combinações de sistemas, ou seja, produzam repetitivamente em lotes na fabricação das peças, e de forma contínua nas linhas de montagem dos produtos acabados, ou ainda, tenham um sistema de produção repetitivo em lotes para itens estocáveis e atendam pedidos especiais sob encomenda. Nestes casos, o PCP deve trabalhar de forma híbrida.

### **2.8.1. TIPOS DE SEQUENCIAMENTO DE PRODUÇÃO**

De acordo com Tubino (1997, p.148-155) as formas de seqüenciamento conforme os processos são:

- ✓ **Seqüenciamento nos Processos Contínuos:** Os processos contínuos se propõem à produção de poucos itens, normalmente um por instalação, não existe problemas de seqüenciamento quanto à ordem de execução das atividades. Os problemas de programação resumem-se à definição da velocidade que será dada ao sistema produtivo para atender a demanda estabelecida no PMP.
- ✓ **Seqüenciamento nos Processos Produtivos em Massa:** A programação consiste em buscar um ritmo equilibrado entre os vários postos de trabalho, principalmente nas linhas de montagem utilizando para isso o “balanceamento” de linha que busca definir conjuntos de atividades que serão executadas por homens e máquinas de forma a garantir um tempo de processamento aproximadamente igual (tempo de ciclo) entre os postos de trabalho. Desta forma tira-se o máximo de produtividade e sincronismo dos recursos investidos no processo produtivo.

- ✓ **Seqüenciamento nos Processos Repetitivos em Lote:** A programação do seqüenciamento em processos repetitivos em lote pode ser analisada sob dois aspectos: a primeira decisão é quanto a escolha da ordem a ser processada dentre uma fila de espera de ordens a processar, se resume ao estabelecimento de prioridades entre os diversos lotes de fabricação concorrentes por um mesmo grupo de recursos, no sentido de atender a determinados objetivos. A segunda decisão diz respeito à escolha do recurso a ser utilizado dentre o recursos disponíveis, na prática fica restrita à situações onde existem variações significativas no desempenho dos equipamentos, seja nos tempos de processamento ou de *setup*. À medida que o sistema de produção se aproxima da produção sob projeto, onde o grau de repetição de lotes de um mesmo item diminui, fazendo com que a seqüência da produção mude a cada novo pedido dos clientes, a decisão de escolha dos recursos disponíveis é mais premente.

Ganhos resultantes de um bom seqüenciamento têm um fator multiplicador no desempenho do sistema, no sentido de que teremos os *lead times* padrões previstos mais perto dos *lead times* reais, reduzindo a margem de erro do programa executado em relação ao planejado (TUBINO, 1997, p.153).

### **2.8.2. REGRAS DE SEQUENCIAMENTO**

As regras de seqüenciamento são heurísticas usadas para selecionar, a partir de informações sobre os lotes e/ou sobre o estado do sistema produtivo, qual dos lotes esperando na fila de um grupo de recursos terá prioridade de processamento (TUBINO, 1997, p.155).

Soluções otimizadas para o problema de seqüenciamento empregando técnicas de Pesquisa Operacional são viáveis matematicamente, porém de difícil aplicação devido à variabilidade dos dados de produção com a dinâmica de atualização dos parâmetros do algoritmo. Por esta razão, as empresas procuram chegar a uma solução boa e rápida em relação aos objetivos pretendidos.

As regras de seqüenciamento podem ser classificadas segundo várias óticas. Podemos dividi-las em regras estáticas e regras dinâmicas. As regras estáticas não alteram as prioridades quando ocorrem mudanças no sistema produtivo, enquanto as regras dinâmicas acompanham estas mudanças, alterando as prioridades. (TUBINO, 1997, p.156).



Para Tubino (1997, p. 157), as principais regras de seqüenciamento são:

- ✓ **Primeira que entra primeira que sai (PEPS):** Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso.
- ✓ **Menor tempo de processamento (MTP):** Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso.
- ✓ **Menor data de entrega (MDE):** Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega.
- ✓ **Índice de prioridade (IPI):** Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao clientes ou ao produto.
- ✓ **Índice crítico (ICR):** Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de:  $(\text{data de entrega} - \text{data atual}) / \text{tempo de processamento}$
- ✓ **Índice de Folga (IFO):** Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de:  $(\text{data de entrega} - \sum \text{tempo de processamento restante}) / \text{número de operações restantes}$ .
- ✓ **Índice de Falta (IFA):** Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de:  $\text{quantidade em estoque} / \text{taxa de demanda}$ .

Não existem regras de seqüenciamento que abranjam todas as situações, porém, segundo Tubino (1997, p.164), existem algumas características importantes para as mesmas:

- ✓ **Simplicidade:** As regras devem ser simples e rápidas de entender e aplicar.
- ✓ **Transparência:** A lógica por trás das regras deve estar clara.
- ✓ **Interatividade:** As regras devem facilitar a comunicação entre os agentes do processo.
- ✓ **Gerar prioridades palpáveis:** As regras aplicadas devem gerar prioridades de fácil interpretação.
- ✓ **Facilitar o processo de avaliação:** As regras de seqüenciamento devem promover, simultaneamente à programação, a avaliação de desempenho de utilização dos recursos produtivos.

## 2.9. PERDAS NO SISTEMA PRODUTIVO

Em um processo produtivo podemos ter muitas atividades que não agregam valor ao produto final. Estas atividades são perdas e são denominadas desperdícios.

Ohno (1997) propôs que os desperdícios presentes no sistema produtivo fossem classificados em sete grandes grupos:

- ✓ **Superprodução:** Esta é a perda mais danosa para o sistema, pois é a mais difícil de ser eliminada e porque esconde as outras perdas. Produzir além do volume programado ou requerido gera sobra de peças/produtos. Produzir antes do momento necessário gera estoques.
- ✓ **Transporte:** A atividade de transporte não agrega valor e por isto deve ser minimizada. A otimização do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço para redução de custos.
- ✓ **Processamento:** São parcelas do processamento que podem ser eliminadas desde que não afetem as características/funções do produto. Como exemplo, podemos citar a baixa velocidade de corte de um torno devido a problemas de ajuste de máquina ou manutenção.
- ✓ **Movimentação:** Relaciona-se com os movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. Pode ser eliminado através do estudo de tempos e movimentos das atividades.
- ✓ **Estoque:** É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Esta perda causa obsolescência de defeitos, custos com armazenagem e transporte.
- ✓ **Defeitos:** É o resultado da geração de produtos que apresentem alguma de suas características de qualidade fora do especificado.
- ✓ **Espera:** É o tempo decorrente de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. Esta espera pode ser por: Espera no Processo, Espera do Lote e Espera do Operador.

A verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdícios e elevamos a percentagem de trabalho para 100%. A eliminação completa destes desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem (OHNO, 1997, p.39).

## **CAPÍTULO TERCEIRO – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS**

Neste capítulo serão apresentados os métodos e procedimentos do projeto que foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

### **3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA**

Nesta pesquisa utilizou-se o método de estudo de caso, o qual, conforme Thums (2000) é um estudo que envolve circunstâncias específicas, onde se analisa um caso, ou o caso. Este método foi escolhido por que o objetivo principal do trabalho é descrever e avaliar a implantação de um novo sistema de Planejamento e Controle da Produção baseado na ferramenta *kanban*, na empresa Lifemed Ltda. O presente trabalho desenvolveu-se através de estudo de caso, do gênero qualitativo.

### **3.2. DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE**

A pesquisa será feita junta à empresa Lifemed Industrial de Produtos Médicos e Hospitalares Ltda, mais especificamente no processo de Extrusão de PVC da Linha de Produção de Equipos Descartáveis. Este setor foi escolhido para realização do presente trabalho devido ao fato desta linha ser responsável pela maior parte do faturamento da empresa e mais especificamente este processo por ser o mais simples entre todos que compõem o processo de produção de Equipos Descartáveis.

### 3.3. TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Uma técnica utilizada para coleta de dados foi a da observação participante de forma aberta, que segundo Roesch (1999), ocorre quando o pesquisador tem permissão para realizar sua pesquisa na empresa e todos sabem a respeito de seu trabalho, porque o mesmo participou ativamente de todo o desenvolvimento e do processo de implantação do projeto que é foco do presente trabalho. Estas observações foram realizadas durante o primeiro semestre de 2011, através do acompanhamento dos fluxos de documentos e materiais existentes entre o PCP, a produção e o estoque, com o objetivo de entender o funcionamento do sistema de Planejamento e Controle da Produção e de abastecimento da Linha de Produção de Equipos Descartáveis.

Acrescido a isto, utilizou-se a observação participante em um grupo de melhoria, o qual contava com: Diretor Industrial, Gerente de Produção, Coordenador de Produção (autor do presente trabalho), Coordenador de Qualidade, Engenheiro de Processo, PCP, Analista de Produção, Analista de Processo e Analista de Qualidade. Este grupo participou de reuniões com outros setores da empresa, os quais permitiram o estudo de fenômenos dentro do seu contexto e sua análise a partir da pesquisa bibliográfica realizada sobre o tema.

Além desta, utilizou-se a pesquisa qualitativa para coleta de dados dividida em duas etapas: o levantamento de fontes primárias e secundárias. Como fonte primária foi utilizada a técnica de coleta de dados através de pesquisa documental, a qual consiste nos dados obtidos na própria empresa, tais como: dados históricos, informações essenciais sobre o setor produtivo, relatórios de previsão de demanda (Plano Mestre de Produção) e relatórios de itens em estoque. Estes dados foram obtidos junto com os setores de Planejamento e Controle de Produção e de Produção de Equipos Descartáveis. Também foram utilizadas fotografias para ilustrar a situação posterior ao projeto. As fontes secundárias foram obtidas através de pesquisa/revisão bibliográfica de alguns dos principais autores que abordam Planejamento e Controle de Produção, *Just-in-Time* e *Kanban*.

### **3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS**

A análise de dados, após realização das etapas de desenvolvimento do presente trabalho, foi de efeito comparativo, através do confronto entre a situação anterior e o novo sistema.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto. Difere, pois, dos delineamentos experimentais, no sentido de que estes deliberadamente divorciam o fenômeno em estudo de seu contexto.

### **3.5. LIMITAÇÕES DO MÉTODO**

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, foi necessário interpretar os relatórios com cuidado, porque a avaliação inadequada dos mesmos poderia comprometer os resultados desejados, uma vez que a interpretação dos dados obtidos na pesquisa documental foi a base para avaliação dos resultados.

De acordo com Yin (2001), o estudo de caso sofre fortes críticas quanto à sua aplicabilidade como método de pesquisa, pois diversas vezes o pesquisador do estudo de caso é negligente, e permite evidências equivocadas ou visões tendenciosas para influenciar o significado das descobertas e das conclusões.

Como limitação existe a necessidade da rastreabilidade de todos os itens utilizados na produção de cada lote de equipo, exigência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

## **CAPÍTULO QUARTO – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS**

Neste capítulo, primeiramente, será apresentada a empresa e o produto fabricado na linha de produção objetivo do projeto. Na seqüência serão apresentados o Sistema de Planejamento e Controle da Produção Anterior e a descrição do processo de implantação do Novo Sistema de Planejamento e Controle da Produção bem como os resultados obtidos com o novo sistema e sugestões para aprimoramento do mesmo.

### **4.1. HISTÓRICO DA EMPRESA**

A Lifemed é uma empresa de capital 100% nacional, com mais de 30 anos de atividade na área de produção de equipamentos e insumos destinados ao setor médico-hospitalar e está presente em mais de 1.500 dos maiores hospitais brasileiros, públicos e privados.

Fundada em 1978 por oito cirurgiões cardíacos, a Lifemed inicia com a fabricação da primeira válvula cardíaca artificial no Brasil. Em 1984, a empresa lança a primeira bomba de infusão brasileira e inicia um reposicionamento mercadológico, assumindo como foco único de atividade a pesquisa, o desenvolvimento, a produção e a comercialização de bombas de infusão.

O ano de 1992 foi decisivo para a Lifemed, pois o seu controle acionário foi adquirido por um dos sócios da distribuidora de seus produtos no estado do Rio Grande do Sul.

Em 1999 foi inaugurada a nova área industrial em Pelotas – RS. A Lifemed continuou empenhada na conquista de inúmeros certificados durante os anos de 2002 a 2003, tais como a ISO 9002/1994, concedido pela DNV, o Certificado de Boas Práticas de Fabricação de Produtos Médicos, concedido pela ANVISA e a ISO 9001/2000, concedido pela DNV.

A empresa, conta com três modernas unidades de produção no Rio Grande do Sul e sua matriz comercial em São Paulo, tem se destacado pelo investimento e expressivo crescimento em P&D e pela consolidação de importantes alianças estratégicas, visando também o competitivo mercado internacional.

Seu desenvolvimento sempre foi pautado por iniciativas criativas e inovadoras, que resultaram em aquisições de empresas, entre elas a Bartec, empresa nacional fabricante de paramentação cirúrgica descartável e líder no mercado nacional, conquista de inúmeras certificações e reconhecimento por meio de diversas premiações dos setores hospitalar e industrial.

Este crescimento contínuo motivou a ampliação da área industrial, com a construção do parque fabril Lifemed, localizado em Pelotas (RS), destinada à produção de bombas de infusão e de seringa, equipos de infusão, reprocessadoras de endoscópios, aventais e campos cirúrgicos e embalagens descartáveis. A empresa contempla também um espaço destinado à produção biotecnológica de alta complexidade, como vacinas de combate ao câncer, anticorpos monoclonais e kits para diagnóstico, entre outros.

A Lifemed tem como missão desenvolver, produzir e comercializar produtos e serviços de excelência e a custos acessíveis, para a melhoria da saúde do ser humano.

## 4.2. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Dentre os produtos comercializados pela empresa, apresentados no item anterior, o principal é o Equipo Descartável. A figura abaixo demonstra alguns exemplos de equipos.

Segundo a NBR IEC 60601-2-24 Equipamento Eletromédico - Parte 2: Prescrições particulares para a segurança de bombas e controladores de infusão, **Equipo é um "dispositivo que transporta o líquido do reservatório via equipamento para o paciente"**.



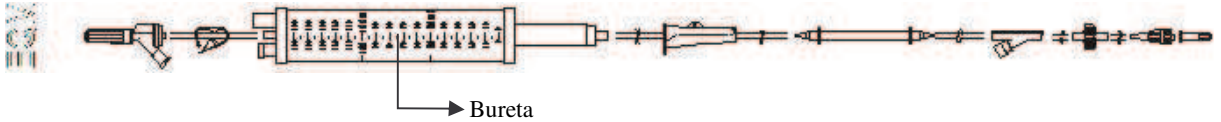
**Figura 10** – *Equipos Descartáveis.*

**Fonte:** [www.lifemed.com.br](http://www.lifemed.com.br) /linha de produtos/infusão/equipos (acesso em 07/07/2011 às 22h30min h) .

Os equipos são distribuídos em dois grandes grupos. Os equipos **Modelos EQL** e os equipos **Modelos EQM**. A principal diferença entre estes modelos é que os equipos do Modelo EQL possuem Câmara de Gotejamento e os equipos do Modelo EQM possuem Câmara Graduada (Bureta). A figura 13 apresenta estes modelos.



**Modelos EQL**



**Modelos EQM**

**Figura 11** – *Modelos de Equipos Descartáveis.*

**Fonte:** [www.lifemed.com.br/linha\\_de\\_produtos/infusao/equipos](http://www.lifemed.com.br/linha_de_produtos/infusao/equipos) (acesso em 07/07/2011 às 22h45min h)

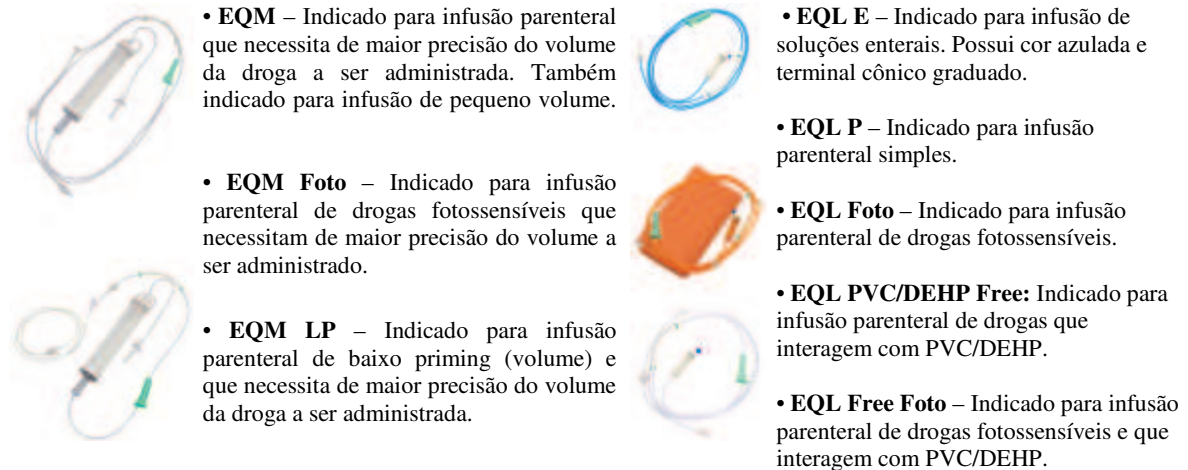
Os demais componentes que compõem os equipos, dependendo do modelo, são: **Ponta Perfurante** com filtro de ar, tipo universal, que proporciona uma conexão segura em qualquer recipiente de solução. **Câmara graduada (bureta)** de 150 mL, com indicadores numéricos múltiplos de cinco, que favorece melhor controle do volume de infusão. **Pinça tipo Rolete**, que proporciona o controle da vazão de líquidos do zero à vazão livre, gradativamente. **Conector terminal tipo graduado**, compatível com diversos tamanhos de sondas enterais e vesicais. **Filtro de solução de 15 micra**, para a retenção de partículas em suspensão, que proporciona maior segurança na infusão de soluções parenterais. **Injetor tipo Y**, com dispositivo auto-vedante, para administração de drogas. **Pinça corta-fluxo tipo clamp**, localizada no segmento de tubo entre a ponta perfurante e a tampa superior da bureta, que proporciona a vazão ou obstrução do tubo. **Câmara de gotejamento**, componente destinado a formação e cadência de gotas, localizada entre a ponta perfurante e o tubo do equipo. **Tubo (PVC ou TPU)**, componente que une os componentes terminais (extremidades) e destinado a transportar o líquido do recipiente de solução até o paciente. **Segmento de silicone**, componente que une o equipo à bomba de infusão, ficando em contato direto com o equipamento.

Os equipos são esterilizados em óxido de etileno, embalados individualmente em envelopes dupla face de papel grau cirúrgico com filme de polietileno com poliéster, os quais garantem a esterilização e integridade do produto.



Cada modelo de equipo possui uma indicação de uso. A figura abaixo apresenta os modelos de equipos e suas indicações.

### Indicações e Orientações de Uso



**Figura 12** – Indicações e Orientações de Uso dos Equipos Descartáveis.

**Fonte:** [www.lifemed.com.br/linha de produtos/infusão/equipos](http://www.lifemed.com.br/linha-de-produtos/infusao/equipos) (acesso em 07/07/2011 às 23h40min h)

Todos os equipos Lifemed são desenvolvidos seguindo as Normas Nacionais e Internacionais vigentes para equipos de infusão, visando garantir maior praticidade e segurança para os profissionais da área da saúde e seus pacientes.

#### 4.3. SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO ANTERIOR

Como mencionado anteriormente, por se tratar de um processo novo para a empresa, a ferramenta *kanban* será implantada primeiramente no processo de Extrusão de PVC, porque este é considerado o mais simples dos processos que compõem a produção de equipos descartáveis.

Cada modelo de equipo é composto por um conjunto de componentes e de tubos, os quais são comuns entre determinados modelos de equipo. Para composição dos equipos descartáveis existem vários comprimentos de tubos, porém os mais utilizados e objetos deste projeto, estão divididos de acordo com a tonalidade e comprimento em:

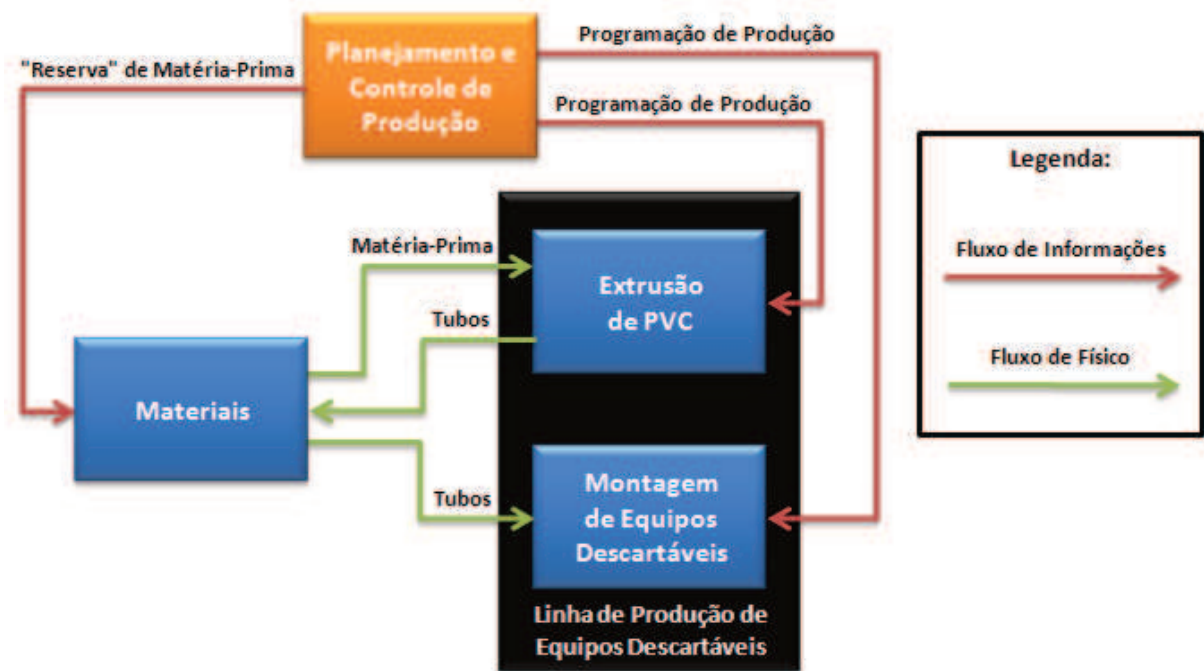
- ✓ Tubo PVC cristal 15 cm.
- ✓ Tubo PVC cristal 50 cm.
- ✓ Tubo PVC cristal 120 cm.
- ✓ Tubo PVC azul 50 cm.
- ✓ Tubo PVC azul 150 cm.
- ✓ Tubo PVC foto 15 cm.
- ✓ Tubo PVC foto 50 cm.
- ✓ Tubo PVC foto 120 cm.

Para fazer planejamento de produção do mês corrente, o PCP confrontava as informações contidas no plano mestre de produção e os estoques de cada tubo.

Com a programação de produção definida, o PCP emitia as ordens de produção (OP) para a Extrusão de PVC (fornecedor interno) e “reservava” determinada quantidade de matéria-prima para cada lote de tubo a ser produzido. Esta matéria-prima era recebida da área de Materiais para então ser processada. Após a finalização do lote, os tubos eram embalados em sacos plásticos, em quantidades pré-determinadas, identificados e transferidos para a área de Matérias.

De acordo com o tamanho do lote e modelo de equipo, ou seja, de acordo com a ordem de produção emitida à Montagem de Equipos Descartáveis (cliente interno), a qual é baseada no plano mestre de produção de equipos, os tubos que compunham esta OP eram “reservados” e entregues pela área de Materiais para serem processados.

A figura a seguir apresenta o fluxo de planejamento e controle de produção anterior.



**Figura 13** – Fluxo de Planejamento e Controle de Produção Anterior.

**Fonte:** Elaborado pelo Autor.

Como pode ser visto, o PCP emitia uma programação de produção para a Extrusão de PVC e outra para a Montagem de Equipos, baseada no Plano Mestre de Produção, o qual é elaborado com base nas informações repassadas pelo departamento de vendas sobre as previsões de vendas e sobre os pedidos confirmados, e nos estoques. Em caso de alteração no PMP, dependendo do *mix* de produto, o PCP necessitava refazer a programação de produção da Extrusão de PVC.

Além disto, com este sistema de produção estas duas etapas funcionavam como setores independentes, apesar de trabalharem para o beneficiamento do mesmo produto e de estarem na mesma área produtiva, pois em caso de parada de produção do cliente interno, por falta de matéria-prima ou por problema de qualidade de algum item, a Extrusão de PVC cumpria a programação de produção independentemente do consumo de tubos pela Montagem de Equipos, fazendo assim com que os estoques de tubos se elevassem além da necessidade. Isto só era interrompido em caso de uma intervenção do Coordenador de Produção, do Líder de Produção ou do PCP.

Por último, o estoque de tubos em processamento era correspondente a 30 dias de produção de equipamentos.

#### **4.4. IMPLANTAÇÃO DO NOVO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Para definir-se o novo sistema de Planejamento e Controle de Produção para o processo de Extrusão de PVC, utilizaram-se as técnicas de coletas de dados apresentadas no capítulo terceiro (Métodos e Procedimentos).

Através da observação participante, foram acompanhados os fluxos de documentos e materiais existentes entre o PCP, a produção e o estoque, percebeu-se a existência de transportes desnecessários entre estes setores – uma das perdas dos sistemas produtivos – pois, como apresentado anteriormente, os tubos eram encaminhados da Extrusão de PVC para o Materiais e deste retornava para a Montagem de Equipos, sendo que estes dois processos estão na mesma área produtiva. Estas observações também permitiram a identificação da perda por superprodução, uma vez que em caso de parada da Montagem de Equipos, a Extrusão de PVC continuava a produzir para cumprir sua programação de produção.

Acrescido a isto, a observação participante realizada no grupo de melhoria somadas a pesquisa bibliográfica realizada sobre o tema, possibilitaram compreender: quais as metas da empresa com relação à redução dos estoques, estes devem ser o menor possível, desde que garantam o abastecimento do cliente interno, em caso de quebra da extrusora, por exemplo, e de forma a absorver pequenas flutuações de programação. Como é feita a programação de produção, o sistema anterior já foi explicado no item 4.3. O que pode ser feito para melhorar o planejamento e controle de produção e o gerenciamento dos estoques, adequando-os melhor ao nosso processo produtivo e as necessidades dos clientes, daí então surgiu a necessidade de se implantar o *kanban*. Como é feita a estimativa de demanda para os próximos meses e como são analisadas as variações de programação, também explicado no item 4.3. Além disto, pode-se entender e definir o que a flexibilidade no sistema de manufatura da Lifemed pode trazer como vantagem competitiva frente aos concorrentes e a classificar a existência de um sistema de programação de produção compatível com as atuais demandas encontradas. Este foi um dos principais pontos de discussão, pois o novo sistema permite a empresa responder bem a mudanças do mercado, através da possibilidade de manufaturar uma larga variedade de produtos diferentes dentro de um determinado período, de responder as variações de demanda de curto prazo e de reduzir seus prazos de entrega.

Já através da pesquisa qualitativa, dados históricos, informações essenciais sobre o setor produtivo, plano mestre de produção, relatórios de itens em estoque e pesquisa/revisão bibliográfica, para coleta de dados, pode-se comprovar os efeitos da superprodução, pois os estoques – outra perda dos sistemas produtivos – de tubos em processamento eram de 30 dias de produção de equipos. Esta pesquisa também permitiu identificar os efeitos causados pelas alterações do plano mestre de produção, as quais exigiam do PCP uma consulta aos estoques e uma reprogramação da Montagem de Equipos Descartáveis e da Extrusão de PVC. Por último, esta pesquisa demonstrou outra perda dos sistemas produtivos, a perda por espera, porque o somatório do estoque elevado e da reprogramação de produção fazia com que alguns tubos ficassem esperando a sua utilização pela Montagem de Equipos por mais de 30 dias.

**Nota:** Por questão de sigilo as informações da empresa, não foram permitidas a exposição detalhada das informações coletadas através das observações e da pesquisa documental, como, por exemplo, trechos de documentos.

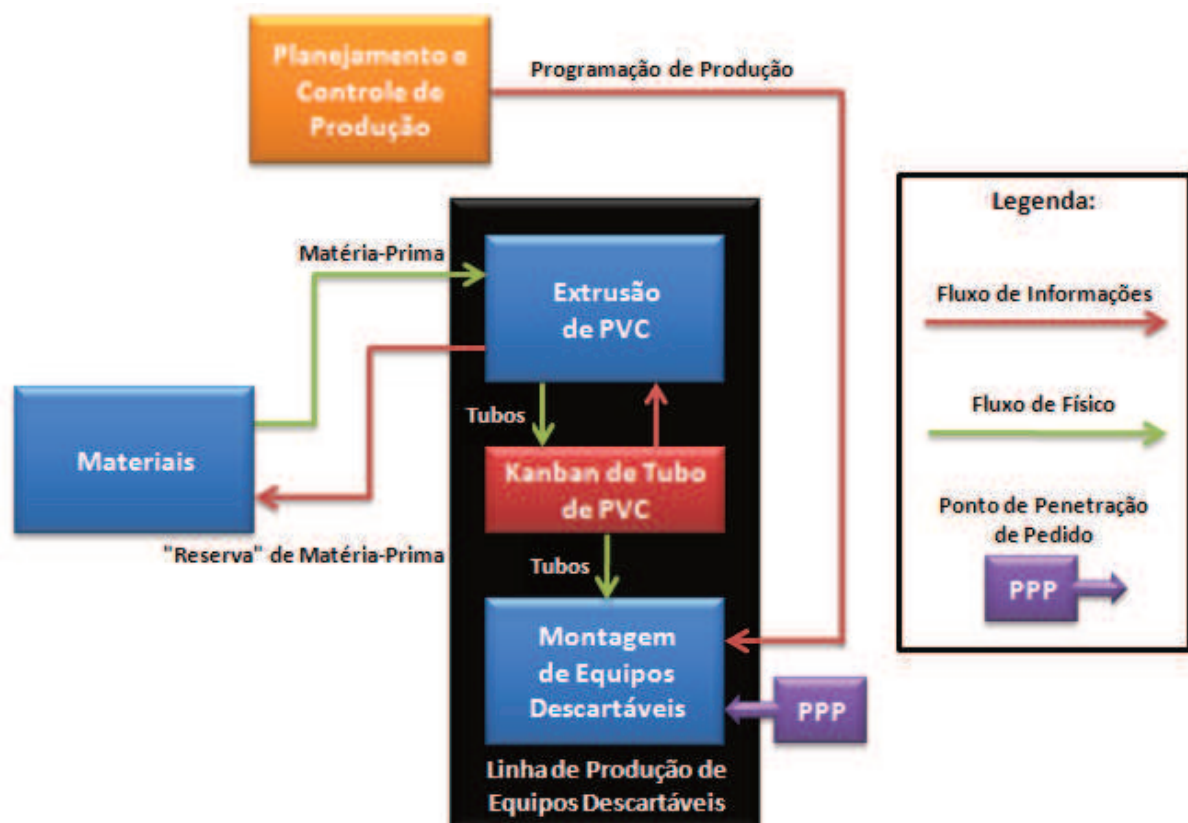
Diferentemente no sistema anterior, no qual fornecedor e cliente interno trabalhavam de maneira dessincronizada, com programações de produção independentes, com excessos de movimentações e transportes, com problemas de superprodução e estoques elevados, o novo sistema de Planejamento e Controle da Produção foi estruturado com o objetivo principal de manter a fabricação de tubos de PVC sintonizada e sincronizada com a montagem de equipos descartáveis, que por sua vez está subordinada ao plano mestre de produção, ou seja, sempre que o PMP é recebido pelo PCP, o mesmo realiza a programação de produção, pressupondo que a montagem de equipos terá os tubos necessários para a montagem dos equipos descartáveis.

A produção de Equipos Descartáveis passou a ser controlada de duas maneiras distintas: o *Kanban* e o ponto de penetração de pedido (PPP). Para tanto se fez necessária a avaliação de que se apenas os tubos ou se os tubos e os equipos e até que estágio de fabricação eles seriam programados por *kanban*, já que ambos podem ser programados por *kanban* até uma determinada fase do processo de fabricação e depois aguardar para seguir o processo programado para estoque de produto acabado.

Após esta avaliação, decidiu-se adotar o critério de desmembrar tubos e equipos em dois grupos. Os tubos de PVC passaram a ser produzidos independentemente do plano mestre de produção, pois são comuns a vários modelos de equipo e possuem um *lead time* curto. Com isto, os tubos sofrem um retardamento da montagem, para permitir que a Montagem de Equipos consiga com uma pequena quantidade de componentes, cobrir uma grande variedade de modelos de produtos finais. Os tubos são puxados por *kanban* da Extrusão de PVC (operação precedente), pela Montagem de Equipos Descartáveis (operação subsequente). Além disto, a extrusão de PVC passou a realizar a “reserva” das matérias-primas utilizadas.

Já os Equipos Descartáveis, o outro grupo, dependem do plano mestre de produção, conseqüentemente são programados para estoque de produto acabado, desta maneira o PPP será este. Esses produtos são de alto valor agregado e com *lead times* mais longo.

A figura 14 demonstra o novo fluxo de Planejamento e Controle de Produção.



**Figura 14** – Novo Fluxo de Planejamento e Controle de Produção.

**Fonte:** Elaborado pelo Autor.

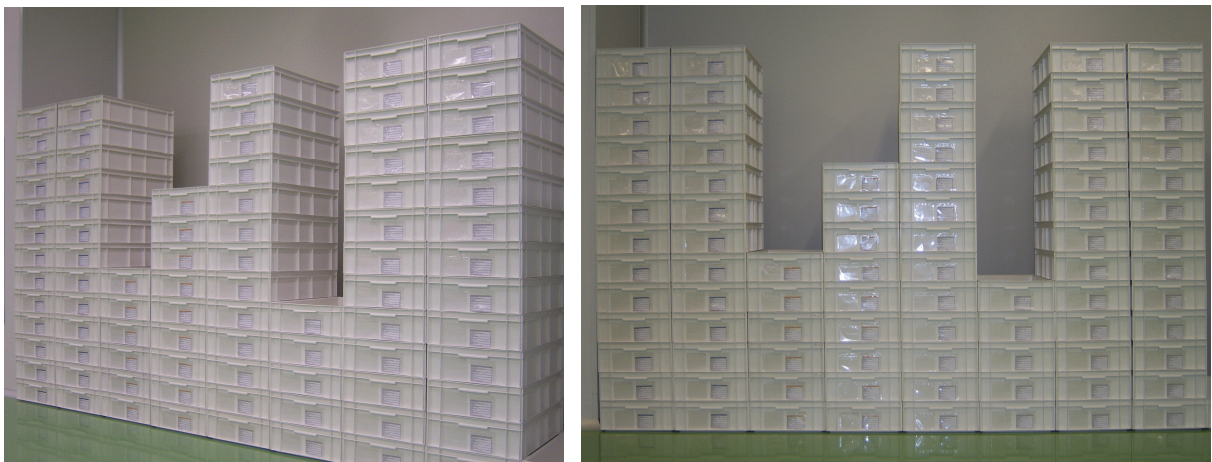
#### 4.4.1. SISTEMA KANBAN

O *kanban* foi implantado na empresa com o propósito de executar as atividades de programação, acompanhamento e controle da produção, de forma simples e direta.

A primeira medida adotada para implantação do *kanban*, foi relacionar todos os tubos que compunham o produto final e que eram fabricados dentro das instalações da fábrica. De posse destas informações foi traçado o caminho percorrido por estes tubos e pelas informações necessárias para produção dos mesmos dentro da fábrica, desde o recebimento da matéria-prima por parte da produção da área de Materiais até a sua utilização na Montagem de Equipos Descartáveis.

O próximo passo foi definir o novo fluxo para a produção e movimentação dos tubos de PVC e das informações necessárias para tal, para que desta maneira a Extrusão de PVC passasse a ser um processo “puxado” e não mais “empurrado”. Este fluxo está apresentado na Figura 14.

Concluída esta etapa, passou-se para definição do tipo de contentor utilizado e a capacidade de armazenamento dos mesmos. Com isto, pode-se definir o local de estoque destes contentores. A figura a seguir mostra o armazenamento destes contentores.



**Figura 15** – Armazenamento dos contentores dos tubos de PVC.

**Fonte:** Lifemed Ltda.

O local para alocação destes contentores foi definida de tal forma que os mesmos fiquem próximos a Montagem de Equipos, possibilitando assim que a mesma tenha os tubos necessários a sua disposição em um único local de estoque e próximo a sua utilização.

Definidos os contentores, passou-se para a etapa de definição dos cartões do *kanban*. Os mesmos foram fixados nos contentores, evitando assim o extravio dos mesmos durante o processo. Após algumas discussões o grupo definiu os dados necessários neste modelo de cartão. São eles:

- ✓ Uma linha colorida no cartão que nesta célula vai indicar visualmente a tonalidade do tubo contido em cada contentor.
- ✓ Descrição do item.
- ✓ Código do item.
- ✓ Quantidade de peças no contentor.
- ✓ Número de emissão do cartão em relação ao número total de cartões deste item.
- ✓ Origem do material (de que local o material veio), para o processamento.
- ✓ Destino dos tubos. Próxima célula onde se deve depositar o material requisitado.

A Figura 16 é um exemplo do cartão acima descrito para um dos tubos de PVC Foto que compõem o equipo.

<b>Descrição do Item:</b> TUBO PVC FOTO 15 CM
<b>Código do Item:</b> 10000352
<b>Quantidade de Peças:</b> 6.000
<b>Número da Caixa:</b> 1/6
<b>Origem:</b> EXTRUSÃO PVC
<b>Destino:</b> MONTAGEM DE EQUIPOS

**Figura 16** – Cartão *kanban* para o Tubo PVC Foto de 15 cm.  
**Fonte:** Lifemed Ltda.



Como mencionado anteriormente, os cartões do *kanban* foram fixados nos contentores, desta maneira as necessidades de produção são geradas pelas caixas, não se fazendo necessário um painel porta-*kanban*.

Os contentores possuem um porta crachá para colocação da etiqueta com a identificação do Lote e OP de tubo contida no mesmo. Estas etiquetas são substituídas a cada novo lote de tubo de PVC. Estas informações são de fundamental importância para o processo, pois na área médica uma das principais exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é a rastreabilidade de todos os itens utilizados na produção de cada lote de equipo. Além disto, é necessário obedecer ao sistema “PEPS” (o primeiro que entra é o primeiro que sai), por isto não se utilizou as tradicionais cores verde, amarelo e vermelho para determinar qual o primeiro lote a ser utilizado, já que em caso de abastecimento de determinado tubo sem o consumo total de seu estoque, o mesmo seria alocado em uma caixa com cartão *kanban* de cor que não obedeça a este sistema, sendo necessário trocar os cartões ou os tubos de contentores para obedecer a este requisito. Sendo assim, a identificação de qual lote de tubo deve ser utilizado ficou a cargo da visualização desta etiqueta.

A Montagem de Equipos Descartáveis é onde o sistema *kanban* tem seu início, através da liberação dos cartões de *kanban*. Esta liberação é feita pelo abastecedor da linha de montagem de equipos e ocorre da seguinte maneira: quando o abastecedor demandar o último tubo de um contentor para montar um equipo, ele deve depositar o contentor vazio na área reservada para os contentores vazios. Este abastecedor também faz o papel de operador de logística, sendo o elo de ligação entre a Montagem de Equipos e a Extrusão de PVC. Uma das suas atividades é recolher os contentores vazios na Montagem de Equipos Descartáveis e enviá-los para a Extrusão de PVC para a reposição dos tubos demandados. Após o abastecimento destes contentores os mesmos são devolvidos ao estoque na Montagem de Equipos.

Para o cálculo de dimensionamento deste *kanban* foi utilizada a seguinte equação, já apresentada na revisão bibliográfica:

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

Onde:

$N$  = número total de cartões *kanban* no sistema;

$D$  = demanda média diária do item (itens/dia);

$Q$  = tamanho do lote por contentor ou cartão (itens/cartão);

$T_{prod}$  = tempo total para um cartão *kanban* de produção completar um ciclo produtivo, em percentual do dia, na estação de trabalho (%);

$S$  = fator de segurança, em percentual do dia (%).

Para resolução desta equação, a mesma foi inserida e formatada no software Microsoft Excel. A variável “D” depende do modelo de equipo a ser produzido. Já a variável “Q” foi determinada anteriormente e depende do comprimento do tubo de PVC (15, 50, 120 e 150 cm). A variável “ $T_{prod}$ ” foi calculada. Para a variável “S” definiu-se que seria de 10% para cobrir pequenas variações do processo.

Além disto, para este dimensionamento, foram utilizados o histórico da demanda de equipos descartáveis do ano anterior e as informações do plano mestre de produção do ano corrente. Estas informações foram tabuladas de tal forma que foi possível identificar quais os tubos de PVC apresentaram maior demanda. De posse desta informação foi montado o *kanban* de tubos para 3 dias de produção de equipos que utilizem tubo cristal, 2 dias para o tubo azul e 1 dia para o tubo foto, totalizando 6 dias de produção de equipos.

#### 4.4.2. PONTO DE PENETRAÇÃO DE PEDIDO

O Ponto de Penetração de Pedido (PPP) é definido como o ponto exato em que o processo só tem continuidade após receber uma ordem de produção. Este ponto encontra-se, normalmente, na entrada de um processo, no qual não se recomenda a programação através de *kanban*. Este sistema, combinado com o sistema *kanban*, garante uma vantagem competitiva para a empresa; a velocidade de entrega do produto final. Isso ocorre, porque os itens seguem via *kanban* até o PPP e ficam aguardando a definição do pedido para seguir no processo de manufatura. Quando o pedido é efetivado, o item é retirado do *kanban*, processado, e enviado para a o processo subsequente. A velocidade de entrega aparece neste momento, uma vez que o cliente só aguarda o tempo de execução das tarefas realizadas a partir do ponto de penetração de pedido, não precisando mais esperar a execução de todo o processo de fabricação.

Com a aplicação deste sistema é possível balancear e seqüenciar a produção, porque os itens são produzidos contra pedido.

As ordens de produção são definidas pelo PCP, através da figura do programador, que é quem visualiza as prioridades de entrega e conseqüentemente de fabricação.

O PPP da Linha de Produção de Equipos, conforme exposto anteriormente no item 4.4, é a Montagem de Equipos (Processo Puxador), última etapa do processo de manufatura dos Equipos Descartáveis.

#### **4.4.3. SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO**

Com a implantação do sistema *kanban* para a extrusão de PVC, apenas a Montagem de Equipos Descartáveis seguirá sendo programada por seqüenciamento. Neste setor também se segue o conceito “PEPS”.

A Montagem de Equipos trabalha com Programação de Produção, a qual é baseada no Plano Mestre de Produção. Já para a Extrusão de PVC, que possui o sistema *kanban*, as atividades da programação da produção são deixadas a cargo dos próprios funcionários, pois o sistema é estruturado de maneira visual sem necessidades de maior programação e controle

O processo de seqüenciamento de produção é baseado em ordem de prioridade de entrega, porém este pode ser dificultado pelas instabilidades existentes dentro da dinâmica empresarial. Estas instabilidades podem estar ligadas a cancelamentos, adiantamentos ou acréscimos em pedidos de clientes, ou até mesmo a atrasos no recebimento de matérias-primas oriundas de fornecedores externos.

#### 4.5. ANÁLISE DO NOVO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O novo sistema de Planejamento e Controle de Produção implantado, trouxe uma série de benefícios para a empresa, os quais reduziram as perdas existentes nos processos produtivos, são eles:

- ✓ **Reduziu os estoques**, porque a administração dos estoques esta contida dentro do próprio *kanban*, ou seja, a definição de quanto produzir, quando produzir e o que produzir são inerentes ao sistema. **Antes da implantação deste sistema o estoque de tubos em processamento era de 30 dias e após a implantação o mesmo reduziu-se a 6 dias, uma redução de 80%.**
- ✓ **Reduziu as movimentações – transportes** – entre áreas, pois como a Extrusão de PVC e a Montagem de Equipos estão dentro da mesma área produtiva, não há a necessidade dos tubos de PVC após sua produção, serem encaminhados para a área de materiais e retornarem para a Linha de Produção de Equipos Descartáveis.
- ✓ **Facilitou os transportes**, uma vez que os cartões *kanban* possuem um conjunto mínimo de informações, suficientes para a produção e movimentação dos itens no sistema, contribuindo para a simplicidade operacional.
- ✓ **Reduziu as esperas**, já que com estoques menores as mesmas diminuem.
- ✓ **Evita a superprodução**, pois com o sistema sendo “puxado” o cliente interno define o ritmo de trabalho do fornecedor interno.
- ✓ **Permitiu seqüenciar o programa de produção da Extrusão de PVC dentro das regras de prioridades estabelecidas no *kanban*, sem a interferência do PCP**, refletindo mais rapidamente as variações na demanda da Montagem de Equipos. Dessa maneira, utilizam-se os recursos produtivos apenas para demandas reais, reduzindo os estoques e acelerando os *lead times* produtivos.
- ✓ **Reduziu o número de programações de produção**, porque as emissões das Programações de Produção pelo PCP ocorrem para um único processo; para a Montagem de Equipos.
- ✓ **Melhorou o controle da produção**. O sistema *kanban* permitiu, de forma simples, o acompanhamento e controle visual e automático do programa de produção.

- ✓ **Reduziu o tamanho dos lotes** e conseqüentemente a necessidade de equipamentos de movimentação além de acusar imediatamente problemas de qualidade nos itens. Antes da implantação do *kanban*, fazia-se um lote de produção para a demanda do mês, por exemplo, no caso de se produzir 252.000 equipamentos de determinados modelos que utilizem o tubo PVC cristal, fazia-se 1 Ordem de Produção (OP) de 504.000 tubos PVC cristal de 15 cm (o equipamento utiliza 2 tubos deste comprimento), 1 OP de 252.000 tubos PVC cristal de 50 cm e 1 OP de 252.000 tubos PVC cristal de 120 cm. Após a implantação do *kanban*, passou-se a fazer, para a mesma demanda, 14 OP's de 36.000 tubos PVC cristal de 15 cm, 14 OP's de 18.000 tubos PVC cristal de 50 cm e 14 OP's de 18.000 tubos PVC cristal de 120 cm.
- ✓ **Facilitou os inventários de estoque**; a quantidade de cada item é definida por seu número de cartões *kanban* (contentores) em circulação no sistema. Por exemplo: cada contentor armazena 2.000 tubos PVC de 50 cm, então se o estoque de armazenamento dos tubos possui 10 caixas de tubos PVC de 50 cm, o estoque de tubos PVC de 50 cm é de 20.000 tubos.
- ✓ **Fornece informações precisas e simples aos operadores para execução de suas atividades, facilitando o cumprimento dos padrões de trabalho.**
- ✓ **Reduziu os custos referentes à compra com sacos plásticos utilizados no armazenamento dos tubos.** Antes da implantação do *kanban*, os tubos eram armazenados em sacos plásticos e enviados para a área de Materiais. Após a implantação do novo sistema, os tubos passaram a ser armazenados em contentores, eliminando a necessidade da utilização de sacos plásticos. Esta redução de custo foi de aproximadamente R\$ 10.000 a cada trimestre.

#### **4.6. SUGESTÕES DE MELHORIAS AO NOVO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Por estar implantado há pouco tempo na empresa, o novo sistema de Planejamento e Controle da Produção necessita de um acompanhamento por um prazo maior para que se possa “refinar” o processo e assim chegar a uma condição mais próxima da ideal.

Apesar disto, alguns pontos de melhorias já puderam ser identificados, são eles:

- ✓ Acompanhando o funcionamento do *kanban*, percebe-se que para os tubos PVC cristal, os quais possuem um estoque de 3 dias de produção de equipos, não são utilizados na sua totalidade, ou seja, a reposição destes itens ocorre antes do consumo total do estoque, na maior parte das vezes os contentores começam a ser reabastecidos quando ainda se tem 1 dia de estoque. Desta maneira, pode-se reduzir este estoque de tubo PVC cristal para 2 dias e o estoque total para 5 dias de produção de equipos.
- ✓ Informatizar o sistema *kanban* através da utilização do código de barras, tornando assim a captura de dados ágil e segura, além de melhorar o controle da rastreabilidade.

## CAPÍTULO QUINTO – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões finais sobre o projeto e sugestões, recomendações, para futuros trabalhos na empresa.

### 5.1. CONCLUSÃO

O presente trabalho de conclusão final do MBA de Gestão de Produção e Logística é resultado de um estudo de caso, o qual teve por objetivo descrever e avaliar os resultados obtidos com a implantação de um novo sistema de planejamento e controle de produção baseado no Sistema Toyota de Produção e conseqüentemente na filosofia JIT através da ferramenta *kanban* na empresa Lifemed Industrial de Produtos Médicos e Hospitalares Ltda., mais especificamente no processo de Extrusão de PVC da Linha de Produção de Equipos Descartáveis, principal produto comercializado pela organização.

Para atingir o objetivo deste trabalho, foram apresentadas as referências bibliográficas básicas relacionadas ao Planejamento e Controle da Produção e suas ferramentas de aplicação, Sistema Toyota de Produção, *Just-in-Time*, *kanban*, postergação da produção e perdas nos sistemas produtivos.

Além disto, visando operacionalizar o objetivo do projeto, subdividiu-se o mesmo em etapas, as quais consistiram primeiramente em mapear o fluxo anterior de produção dos tubos de PVC (situação inicial) utilizados na produção de equipos descartáveis, para desta maneira compreender o funcionamento do sistema, identificando as perdas contidas no mesmo e assim propor um novo fluxo de materiais e informações para este processo. Para isto, foram utilizadas as técnicas de observação participante e pesquisa qualitativa para coleta de dados. A próxima etapa consistiu em implantar o sistema proposto, através da ferramenta *kanban* de produção puxada na Extrusão de PVC da Linha de Produção de Equipos Descartáveis. Posterior a isto, foram identificados os resultados obtidos com a implantação do novo sistema de Planejamento e Controle de Produção, através do confronto dos mesmos com a situação anterior. Por último, foram sugeridas melhorias para o aprimoramento das técnicas implantadas.

A implantação de um novo sistema de planejamento e controle de produção trouxe uma série de benefícios para a empresa, tais como: redução de 80% dos estoques em processo e conseqüentemente das esperas; redução nas movimentações, uma vez que os tubos de PVC não necessitam mais transitar entre a Linha de Produção e a área de Materiais e facilitação dos transportes devido às informações contidas nos cartões *kanban*; evita a superprodução, pois o sistema passou a ser “puxado”; redução do número de programações de produção e melhora no seqüenciamento das mesmas já que o PCP só emite a programação para um único processo; melhora no controle e execução da produção; redução do tamanho dos lotes, em alguns casos de 504.000 tubos para 36.000 tubos; facilitação dos inventários, porque cada contentor armazena uma quantidade definida de itens e redução dos custos com saco plástico de aproximadamente R\$ 10.000 a cada trimestre.

Apesar disto, o projeto do novo sistema de PCP necessita de um acompanhamento por um prazo maior para que se possa melhorar o mesmo.

É possível observar que, ao decorrer do trabalho, todos os assuntos tratados não eram “novidades”. Todos os conceitos e práticas estão nos livros citados como referências bibliográficas, o projeto consistiu em entender e aplicar os conceitos de forma condizente com as necessidades da empresa e de seu processo produtivo, lembrando que não existe um modelo ideal, perfeito, de Planejamento e Controle da Produção.

## **5.2. RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

Este trabalho também tem por objetivo tornar-se um referencial teórico na empresa, demonstrando a metodologia como exemplo para a execução de outras mudanças que tragam melhorias para os processos, tornando a organização mais flexível e melhorando o atendimento ao cliente.

Em virtude disto, recomendam-se os seguintes trabalhos futuros:

- ✓ Implantar o *kanban* para os demais processos que compõem a fabricação dos Equipos Descartáveis.
- ✓ Informatizar este sistema, principalmente com a adoção do código de barras, o qual irá dinamizar os processos e garantir a rastreabilidade dos itens que compõem os equipos, de maneira mais rápida e ágil.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMO, Francisco & GAVRONSKI, Iuri. **JIT Approach to Mass Customization: A Case Study**. San Francisco: Proceedings of the Production and Operations Management Society Annual Conference, 2002.
- MOURA, Reinaldo Aparecido. **Kanban: a simplicidade do controle da produção**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAN), 1989.
- OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- RIBEIRO, Paulo Decio. **Kanban resultados de uma implantação bem sucedida**. Rio de Janeiro: Ed. COP, 1989.
- ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: Guias para Estágios, Trabalhos de Conclusão, Dissertações e Estudos de Caso**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- ROTHER, Mike & SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.
- RUSSOMANO, Victor Henrique. **PCP Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Ed. Pioneira, 2000.
- SHINGO, Shigeo. *O Sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Ed. Atlas, 1997.
- TUBINO, Dalvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo, Atlas, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 1999.
- THUMS, Jorge. **Acesso à realidade: técnicas de pesquisa e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2000.
- YIN, Robert K. **Planejamento e Método**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ZINN, Walter. **O retardamento da montagem final de produtos como estratégia de marketing e distribuição**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, out/dez. 1990.