

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção

Thaís Rohling Girardi

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA INTRODUÇÃO DO SISTEMA  
PUXADO DE PRODUÇÃO EM UM AMBIENTE COM GRANDE  
VARIEDADE DE PRODUTOS**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**THAIS ROHLING GIRARDI**

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA INTRODUÇÃO DO SISTEMA  
PUXADO DE PRODUÇÃO EM UM AMBIENTE COM GRANDE  
VARIEDADE DE PRODUTOS**

Dissertação apresentada ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dalvio Ferrari Tubino, Dr.

Florianópolis, dezembro de 2006

**THAIS ROHLING GIRARDI**

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA INTRODUÇÃO DO SISTEMA  
PUXADO DE PRODUÇÃO EM UM AMBIENTE COM GRANDE  
VARIEDADE DE PRODUTOS.**

Esta dissertação foi aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Área de Concentração: Sistemas de Produção, do Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, da Unidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.  
Coordenador do Curso

---

Prof. Dalvio Ferrari Tubino, DR.  
ORIENTADOR

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof<sup>a</sup>. Silene Seibel, Dr<sup>a</sup>.

---

Prof. João Neiva Figueiredo, Dr.

---

Prof. Juliano Zaffalon Gerber, Dr.

## AGRADECIMENTOS

***“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”***

Agradeço à todos que transferiram e transferem seu conhecimento, e que assim contribuíram para minha formação acadêmica. Em especial ao Prof. Dálvio Ferrari Tubino, pela orientação, dedicação e incentivo no desenvolvimento desta dissertação.

***“A amizade não se busca, não se sonha, não se deseja, ela exerce-se (é uma virtude)”***

Agradeço, de coração, àqueles com quem tive a honra de compartilhar idéias, alegrias, tristezas, festas, conquistas, brigas, amor, objetivos, sonhos e planos, e que, por isso, hoje, posso chamá-los de amigos. Em especial:

Ao Cristiano, pelo companheirismo, carinho e respeito.

Ao Glauco, pessoa que eu tive a sorte de ter como colega de trabalho, estudo e pesquisa e que hoje tenho como grande amigo.

Ao Gilberto, por compartilhar comigo, não só ideais profissionais, mas também sonhos e objetivos pessoais, mostrando que a vida existe para ser sorvida e o mundo para ser conhecido e admirado.

Á Kamile, amiga e companheira de batalha, por todo o apoio e amizade recebida nestes anos de graduação e mestrado.

Ao todos os membros do voleibol feminino da UFSC, lugar onde encontrei colegas, amigas e irmãs e onde passei momentos que fizeram diferença na minha vida. Em especial: Mário, Fabi Nass, Ana e Nane, Bruna, Biba, Lu, Fabi Mama, Amanda, Mariah, PC, Felipe, Carlinha, Leilane, e Fofa.

A minha irmã querida Bruna, sempre me apoiando, mesmo que distante.

E, principalmente, ao meu pai, Bruno, e à minha mãe Carolina. Meus heróis, meu porto seguro, minha estrela guia, minha referência pra viver e agir. Amo vocês.

## RESUMO

GIRARDI, Thaís Rohling. Proposta de um método para introdução do sistema puxado de produção em um ambiente com grande variedade de produtos 2006. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

O nível de competitividade industrial tem imposto ao mercado novos padrões, gerando uma série de desafios para as empresas, como a necessidade de novas abordagens, novos princípios, novos paradigmas para gestão dos sistemas de produção. Dentre estas abordagens, conhecidas e estudadas, se destaca a Manufatura Enxuta (ME), composta por um conjunto de recomendações e princípios que as empresas industriais devem seguir com o intuito de se tornarem mais enxutas e ágeis. Além desta necessidade de novas abordagens de gestão da produção, as organizações vêm se deparando com a realidade de competir em níveis globais. Esta realidade se mostra pela entrada de concorrentes mundiais concomitante com a oportunidade de aumentar o potencial de vendas pela distribuição de produtos além do mercado doméstico. A busca das organizações em satisfazer as necessidades específicas de um determinado nicho de mercado, aliada a oportunidade de inserir seus produtos em nível global, traz como consequência, quase que natural, a necessidade de ampliar a variedade de produtos colocados à disposição do cliente. O principal objetivo deste trabalho é propor um método para introdução do sistema puxado de produção via kanban em um ambiente com grande variedade de produtos. Durante o desenvolvimento do método procurou-se ter sempre como balizadores, as principais características deste ambiente buscando, no fim, uma ferramenta que auxiliasse os gestores durante a introdução da técnica kanban. O resultado foi um método composto por quatro etapas principais, subdivididas, por sua vez, em passos operacionais. As quatro etapas são: análise geral do sistema produtivo, desenvolvimento e implantação do kanban físico, acompanhamento do novo sistema e desenvolvimento do kanban virtual. Uma aplicação, passo a passo, em uma grande empresa que opera com uma grande variedade de produtos é descrita, trazendo a tona os resultados efetivos do método e encorajando a aplicação do kanban em ambientes com grande variedade de produtos.

**Palavras – Chave:** Programação Puxada de Produção, Sistema Kanban, Grande Variedade de Produtos.

## ABSTRACT

GIRARDI, Thaís Rohling. Proposta de um método para introdução do sistema puxado de produção em um ambiente com grande variedade de produtos 2006. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The growing rate of industrial competition has imposed new standards on the market, proposing several challenges for companies, such as the need for new approaches, new principles, and new paradigms for production systems management. Within the already well-known and tried approaches, the Lean Manufacturing (LM) stands out. It comprises a range of recommendations and principles which industrial companies should follow in order to lean and become more agile. Besides this need for new approaches for production management, organizations have also started competing globally. This can be seen by the number of worldwide competitors who have made their way into the market as well as the opportunity to boost sales by introducing products into the foreign market. The companies quest to meet the specific requirements of a market niche, added to the opportunity to introduce their product to the international market, have consequently and naturally propelled them to offer their clients a wider range of products. The main objective of this work is to propose a method of introducing the Pull Production by kanban in an environment of a rich variety of products. During the development of the method the main characteristics of such an environment were maintained as guidelines, in order to find a tool which could assist managers with the introduction of the virtual kanban. The result was a method consisting of four main steps, each being subdivided into operational steps. The four main steps are: general analysis of the productive system; developing and implementing the physical kanban; follow-up of the new system; and finally developing the virtual kanban. In a company offering a wide range of products, a step by step applications is described, highlighting the effective results of the method, encouraging the application of kanban into environments of great variety of products.

***Key Words: Pull Production, Kanban System, High Variety of Products.***

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	4
RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
LISTA DE SIGLAS .....	11
LISTA DE TABELAS .....	12
LISTA DE FIGURAS .....	13
CAPITULO 1 INTRODUÇÃO .....	15
1.1 Contextualização .....	15
1.2 Objetivos Geral e Específicos .....	19
1.3 Justificativa .....	20
1.4 Metodologia Científica Aplicada .....	20
1.5 Limitações do Trabalho .....	21
1.6 Estrutura do Trabalho .....	22
CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	24
2.1 Manufatura Enxuta – Origem e Princípios .....	25
2.2 Sistema Puxado de Produção via Kanban .....	31
2.2.1 Kanban: definições, funções e objetivos .....	34
2.2.2 Elementos do Kanban .....	36
2.2.3 Circulação dos Kanbans no sistema puxado de produção .....	40



	8
2.2.4	Cálculo e Ajuste do Sistema..... 42
2.2.5	Benefícios do Sistema Kanban ..... 43
2.2.6	Requisitos X Limitações do Sistema Kanban..... 45
2.3	Planejamento e Controle da Produção..... 47
2.3.1	PCP – Uma visão geral ..... 47
2.3.2	O PCP Enxuto. .... 50
2.4	Trabalhos Relacionados..... 56
2.4.1	PCP..... 56
2.4.2	Críticas a Manufatura Enxuta ..... 59
2.4.3	Aplicações da Manufatura Enxuta em ambientes considerados “inadequados” ..... 61
2.5	Considerações Finais do Capítulo..... 66
CAPÍTULO 3 MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA KANBAN EM AMBIENTES COM GRANDE VARIEDADE DE PRODUTOS ..... 68	
3.1	Visão Macro do Método Proposto ..... 69
3.2	Etapa 1: Análise Geral do Sistema Produtivo..... 72
3.2.1	Análise do Produto ..... 72
3.2.2	Análise da Demanda ..... 74
3.2.3	Análise do Processo..... 78
3.2.4	Comparação do Desempenho..... 80
3.2.5	Resumo da Etapa 1 ..... 83

3.3	Etapa 2: Desenvolvimento e Implantação do Kanban Físico .....	85
3.3.1	Formação do grupo kanban piloto e treinamento .....	86
3.3.2	Seleção de Itens.....	87
3.3.3	Estruturação do Kanban.....	88
3.4	Etapa 3: Acompanhamento do Novo Sistema .....	92
3.4.1	Resumo das Etapas 2 e 3 .....	95
3.5	ETAPA 4: DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DO KANBAN VIRTUAL.....	97
3.5.1	Passo 1: Decisões.....	98
3.5.2	Passo 2: Estruturando o Kanban Virtual .....	102
3.5.3	Passo 3: Definindo a dinâmica de Funcionamento .....	113
3.5.4	Resumo da Etapa 4.....	114
3.6	Considerações Finais do Capítulo.....	116
	CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO .....	118
4.1	A Empresa e o Sistema Produtivo.....	118
4.2	Etapa 1 Análise Geral do Sistema Produtivo.....	123
4.2.1	Análise do produto .....	124
4.2.2	Análise da demanda.....	125
4.2.3	Análise do Processo.....	131
4.2.4	Comparação do Desempenho.....	134
4.2.5	Conclusões da Etapa 1 .....	140

4.3	Etapa 2: Desenvolvimento e Implantação do Kanban Físico .....	142
4.3.1	Formação do grupo kanban piloto e treinamento .....	143
4.3.2	Seleção de Itens.....	144
4.3.3	Estruturação do Kanban.....	146
4.4	Etapa 3: Acompanhamento do Novo Sistema .....	154
4.4.1	Conclusões da Etapa 2 e 3 .....	159
4.5	Etapa 4: Expansão do Projeto - Kanban Virtual. ....	162
4.6	Conclusões do Capítulo .....	165
CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS .....		167
5.1	Considerações Finais .....	167
5.2	Recomendações.....	174
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		176

## LISTA DE SIGLAS

**COWIP – Constante Estoque em Processo**

**FIFO – Primeiro a entrar primeiro a sair**

**JIT – Justo a tempo (Just in Time)**

**KV – Kanban Virtual**

**ME - Manufatura Enxuta**

**MKF – Membro Kanban Fisico**

**MKV – Membro Kanban Virtual**

**MRP – Planejamento das Necessidades de Materiais (Material requirements planning)**

**MSI – Membro Sistema de Informação**

**PCP - Planejamento e Controle da Produção**

**PMP – Planejamento Mestre de Produção**

**SIG – Sistema de Informações Gerenciais**

**SM - Supermercado**

**STP – Sistema Toyota de Produção**

**TC – Tempo de Ciclo**

**TQC – Controle de Qualidade Total**

**TRF – Troca Rápida de Ferramentas**

**WIP – Estoque em processo (work in progress)**

## LISTA DE TABELAS

Tabela - 1-1 Proporção de Empresas da Indústria que Adotaram Estratégias de Gestão segundo Atividades e Tipos de Estratégias - Estado de São Paulo (1999 – 2001).....	17
Tabela 2-1 Como as funções de manufatura são controladas.....	56
Tabela 3-1 Definição do lote kanban em função da demanda média mensal .....	81
Tabela 3-2 Simulação da produção via sistema puxado.....	82
Tabela 3-3 <i>Checklist</i> para a etapa de análise geral do sistema produtivo.....	84
Tabela 3-4 Definição dos Tamanhos de Lote baseados na demanda .....	109
Tabela 3-5 Modelo para definição da rotina de utilização do kanban .....	113
Tabela 4-1 Distribuição do portfólio segundo o tipo de atendimento. ....	127
Tabela 4-2 Distribuição da demanda faturada segundo o tipo de atendimento.....	128
Tabela 4-3 Classificação dos Itens em Função da Freqüência.....	129
Tabela 4-4 Cobertura do Estoque da Fábrica de Peças – ano de 2005. ....	130
Tabela 4-5 Parâmetros na dinâmica puxada da família TRIM.....	136
Tabela 4-6 Amostra da planilha de simulação da dinâmica puxada na aplicação TRIM.....	137
Tabela 4-7 Comparação da situação atual de produção e da situação simulada .....	139
Tabela 4-8 <i>Checklist</i> da análise geral do sistema produtivo da Fábrica de Peças.....	142

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Nivelamento da demanda pelo estoque.....	29
Figura 2-2 Nivelamento da produção pela demanda.....	31
Figura 2-3 Exemplo do <i>layout</i> do quadro kanban .....	39
Figura 2-4 Fluxo de informações e de materiais na produção puxada .....	41
Figura 2-5 Dinâmica de circulação do kanban com um cartão .....	42
Figura 3-1 Visão Macro do Método Proposto.....	70
Figura 3-2 Pirâmides formadas pela estrutura dos produtos.....	74
Figura 3-3 Classificação ABC - VF .....	76
Figura 3-4 Resumo da Etapa 1 .....	85
Figura 3-5 Estrutura do Kanban .....	89
Figura 3-6 Resumo Etapas 2 e 3.....	97
Figura 3-7 Desenvolvimento do Kanban Virtual.....	98
Figura 3-8 Opções de ambiente para desenvolvimento do kanban virtual.....	99
Figura 3-9 Visão geral etapa 3.....	114
Figura 3-10 Resumo Etapa 3 .....	116
Figura 4-1 Exemplos de aplicação de peças especiais: Listello.....	120
Figura 4-2 Exemplo de aplicação de peças especiais: V- Cap.....	120
Figura 4-3 Visão Geral da Fabricação de Peças. ....	122
Figura 4-4 Estrutura das peças de revestimento cerâmico. ....	125
Figura 4-5 Classificação ABC de itens ativos e sob pedidos .....	128
Figura 4-6 Classificação ABC-VF dos itens ativos e sob pedidos .....	131
Figura 4-7 Roteiros para fabricação de peças.....	132
Figura 4-8 Representatividade do TRIM no Total das Peças Produzidas.....	135
Figura 4-9 Estoque de Produtos Acabados (TRIM). ....	136
Figura 4-10 Índice de Atendimento de pronta entrega (simulação kanban).....	138
Figura 4-11 Resultado obtido da simulação do sistema Kanban (família TRIM) .....	139
Figura 4-12 Comparação da situação atual de produção e da situação simulada .....	139
Figura 4-13 Seleção itens kanban piloto pela classificação ABC-VF. ....	145
Figura 4-14 Tela de acesso MENU às planilhas do sistema .....	147
Figura 4-15 Parâmetros do Sistema na Planilha PARÂMETROS. ....	147
Figura 4-16 Planilha de Dimensionamento CONTROLE MENSAL.....	149
Figura 4-17 Planilha CONTROLE DIÁRIO .....	150
Figura 4-18 Etiquetas para cartão kanban .....	151
Figura 4-19 Quadro Kanban de Peças Especiais. ....	152
Figura 4-20 Procedimento operacional do sistema kanban. ....	153
Figura 4-21 Cartões kanban Especiais - COMPLEMENTO.....	155

<b>Figura 4-22 Cartões kanban Especiais - COMPLEMENTO.....</b>	<b>156</b>
<b>Figura 4-23 Esquema do sistema kanban físico na fábrica de peças.....</b>	<b>156</b>
<b>Figura 4-24 Faturamento de peças especiais em kanban .....</b>	<b>158</b>
<b>Figura 4-25 Produção de peças especiais em kanban - peças. ....</b>	<b>158</b>
<b>Figura 4-26 Redução de estoques do projeto piloto.....</b>	<b>159</b>

## **CAPITULO 1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contextualização**

É inegável que a concorrência é o principal motivador para que as organizações se aprimorem em termos de desempenho e inovação. O aparecimento de competidores resulta em queda de vendas e conseqüentemente do lucro, despertando as empresas para a necessidade de buscar alternativas que garantam a estabilidade, via redução dos custos internos e o crescimento de sua fatia no mercado.

Antigamente, a conquista e estabilidade da demanda eram garantidas pela exclusividade na tecnologia de produção e pela grande procura do mercado consumidor. Isto estimulou um profundo desenvolvimento de filosofias e técnicas de gestão de operações que promoviam uma alta produtividade, baseadas na diluição dos custos fixos pelo grande volume produzido e na manutenção de grandes estoques reguladores. Foi a era da produção em larga escala, dos lotes econômicos como parâmetros de decisão, da produção de grandes volumes de produtos padronizados e onde, qualquer aumento de custo era passível de ser repassado para o cliente final.

Com o constante e incremental aumento da concorrência, não só a tecnologia de produção se disseminou, como os volumes de vendas despencaram a tal ponto que, os processos de produção em massa não conseguiam mais absorver os custos fixos gerados com uma produção variada. Como a determinação dos preços já não cabia mais às empresas, mas sim, ao mercado globalizado, inviabilizando a transferência desse aumento de custo para os clientes, essa elevação nos custos produtivos levou as empresas a repensarem a forma como seus sistemas produtivos estavam estruturados.

O foco que antes estava no ambiente interno das organizações, agora passou a



ser no ambiente externo. Este ambiente é representado pela satisfação das necessidades do cliente final que, além de preços acessíveis, avalia também, a qualidade dos produtos, o leque de opções disponível para escolha, bem como, as formas de acesso aos produtos. De objetivo primordial das estratégias de produção, a produtividade setorial perde lugar para a competitividade da empresa como um todo. Esta é agora gerada a partir de um bom desempenho em um mix de critérios sendo, os principais, o preço, a qualidade, a flexibilidade e o desempenho de entrega.

Nesse contexto, o nível de competitividade industrial tem imposto ao mercado novo padrões, gerando uma série de desafios para as empresas, como a necessidade de novas abordagens, novos princípios, novos paradigmas para gestão dos sistemas de produção.

Dentre estas abordagens conhecidas e estudadas se destaca a Manufatura Enxuta (ME), um dos muitos nomes que são adotados para transmitir idéias cuja gênese comum é o Sistema Toyota de Produção (STP). A ME é composta por um conjunto de recomendações e princípios que as empresas industriais devem seguir com o intuito de se tornarem mais enxutas e ágeis e, portanto, para se potencializarem no tempo perante a atual dinâmica do mercado (Womack e Jones, 1992).

A aplicação e uso destas técnicas e ferramentas promovem uma nova configuração dos sistemas produtivos, a então chamada Manufatura Enxuta, que leva as organizações a fazerem sempre mais com cada vez menos. Além da redução de custos, a adoção da Manufatura Enxuta resulta em flexibilidade do sistema para adaptar-se as variações da demanda, o rápido atendimento ao cliente, em decorrência da redução do lead-time, e também a produção de produtos de qualidade. Uma vez que estes requisitos tornaram-se os critérios conquistadores de clientes, inúmeras organizações vêm buscando a adoção de tal filosofia em seus ambientes produtivos.

Além desta necessidade de novas abordagens de gestão da produção, as organizações vem se deparando com a realidade de competir em níveis globais.

Esta realidade se mostra pela entrada de concorrentes mundiais concomitante com a oportunidade de aumentar o potencial de vendas pela distribuição de produtos além do mercado doméstico. Parra e Pirre (p.01, 2003) corroboram nesta afirmativa dizendo que:

“A competição entre empresas industriais cresceu significativamente desde o início dos anos 90. Atualmente, muitas empresas, mesmo localizadas em países em processo de industrialização, têm enfrentado mercados altamente competitivos, com novos e crescentes critérios para competir e garantir a própria sobrevivência.”

A busca das organizações por satisfazer as necessidades específicas de um determinado nicho de mercado, aliada a oportunidade de inserir seus produtos em nível global, traz como conseqüência, quase que natural, a necessidade de ampliar a variedade de produtos colocados a disposição do cliente.

A tabela 1.1, formulada a partir de dados constantes no site da Fundação SEADE (centro especialista na produção e disseminação de pesquisas, análises e estatísticas socioeconômicas e demográficas do estado de São Paulo), demonstra que, independente do setor de atuação, é predominante, entre as organizações, usar como estratégia a ampliação da variedade de produtos oferecidos.

<b>Atividade</b>	<b>Ampliação da Variedade de Produtos Oferecidos</b>	<b>Redução na Variedade de Produtos Oferecidos</b>
Industria Extrativa	37,44	7,38
Alimentos e Bebidas	60,35	15,10
Produtos Têxteis	52,25	21,09
Vestuários e Acessórios	50,53	22,84
Confecção de Artefatos de Couro	58,33	20,80
Celulose e Papel	53,43	10,54
Combustíveis, Refino de Petróleo, e Produção de Álcool	46,18	7,09
Produtos Químicos	58,30	20,14
Artigos de Borracha e Plástico	59,09	16,41

**Tabela - 1-1 Proporção de Empresas da Indústria que Adotaram Estratégias de Gestão segundo Atividades e Tipos de Estratégias - Estado de São Paulo (1999 – 2001).**

O contexto até aqui apresentado, delinea duas realidades dos sistemas produtivos. Uma é a necessidade de novas formas de gerir e estruturar as operações de produção dada a obsolescência de certos paradigmas diante das

novas exigências dos mercados, dentre as quais se destaca a Manufatura Enxuta. A outra é a tendência, quase que forçada das organizações, de ampliarem cada vez mais seu portfólio de produtos no mercado buscando satisfazer as necessidades específicas dos clientes beirando quase à personalização.

Embora alguns dos precursores da Manufatura Enxuta consideram esta ser de aplicabilidade universal, muitos autores questionam esta afirmação dizendo que ela depende de requisitos específicos, nem sempre encontrados em todos os sistemas de produção. As principais críticas recaem sobre a forma de programar e controlar a produção que é executada pela lógica de puxar e operacionalizada por um sistema de controle visual, conhecido como sistema kanban. De acordo com os críticos, o sistema kanban só é viável em situações específicas de estabilidade na demanda, não sendo indicado para certos ambientes, dentre estes, aqueles que operam com uma grande variedade de produtos.

Estas afirmações têm afastado inúmeras organizações de procurar soluções simples de produção no contexto da ME, pois estas acreditam que o perfil de seu negócio não se encaixa nesta abordagem. Sendo assim, este trabalho pretende explorar a seguinte questão de pesquisa:

*A adoção da ME, em especial a lógica de puxar a programação da produção via sistema kanban, é viável em um ambiente com grande variedade de produtos?*

Um levantamento de trabalhos na área de Manufatura Enxuta, que serão discutidos no capítulo 2, traz inúmeros casos de sucesso de implantação da ME nos mais diversos tipos de sistemas produtivos, inclusive naqueles que operam com grande variedade de produtos. Contudo, raros são aqueles que tratam especificamente da adoção da sistemática de programar de forma puxada a produção com a introdução da ferramenta kanban nestes tipos de ambiente.

Como também não foram localizados trabalhos que se propusessem a desenvolver um método para implantar a programação puxada via sistema kanban em ambientes com grande variedade de produtos, considerando as limitações e dificuldades que ali se encontram, neste trabalho se irá usar como pressuposto

básico a seguinte afirmação:

*É possível desenvolver um método que permita a implantação da programação puxada da produção via kanban em ambientes com grande variedade de produtos.*

## **1.2 Objetivos Geral e Específicos**

A partir da questão de pesquisa levantada e do pressuposto assumido, o objetivo geral desse trabalho consiste em:

*Propor um método que permita guiar a adoção da programação puxada da produção, via sistema kanban, em ambientes com grande variedade de produtos.*

Para se atingir esse objetivo geral, traça-se como objetivos específicos os seguintes cinco pontos:

- 1 Estudar as características de aplicação da Manufatura Enxuta em sistemas produtivos, especialmente os objetivos, vantagens e limitações da programação puxada da produção via sistema kanban.*
- 2 Analisar que características dos sistemas produtivos devem ser identificadas e consideradas para adoção do sistema kanban em ambientes com grande variedade de produtos.*
- 3 Identificar quais ações gerais e como estas ações devem ser seguidas para que um sistema de programação puxada da produção seja introduzido com sucesso em um ambiente com grande variedade de produtos.*
- 4 Sugerir um método para implantação do sistema kanban em ambientes de produção que nunca trabalharam com os conceitos do sistema de cartões.*
- 5 Aplicar o método sugerido em um ambiente com grande variedade de produtos.*

### **1.3 Justificativa**

A literatura ainda carece de trabalhos que abordem as reais vantagens, desvantagens e limitações do sistema puxado de programação, em especial do sistema kanban. Mais escassos ainda são pesquisas que discutam de fato a adequação ou não do propósito do sistema puxado de programação da produção dentro das necessidades e condições de empresas consideradas inadequadas.

Esta passividade na aceitação das limitações da aplicação do sistema kanban acaba por minar o interesse de empresas em introduzir técnicas que melhorariam o desempenho de seu sistema produtivo. A inexistência de trabalhos que questionem essas limitações e que proponham meios alternativos para diminuí-las não incita as organizações em investir na introdução de filosofias alternativas.

A proposta de um método que guie os gestores na introdução do sistema de programação puxado via kanban em ambientes com grande variedade de produtos visa diminuir as limitações mencionadas na introdução deste capítulo.

Desta forma, têm-se a intenção de ampliar a possibilidade de acesso às oportunidades melhorias advindas nas técnicas da Manufatura Enxuta para um número maior de organizações, contribuindo assim para seu crescimento e existência no longo prazo.

### **1.4 Metodologia Científica Aplicada**

Lakatos e Marconi (1991), estabelecem quatro aspectos a partir dos quais uma pesquisa científica pode ser classificada: quanto aos objetivos, quanto à forma de abordagem, quanto à natureza, e quanto aos procedimentos adotados.

Conforme a classificação de Lakatos e Marconi (1991), quanto aos objetivos, o presente trabalho situa-se na categoria de pesquisa exploratória, uma vez que o tema escolhido, kanban em ambientes com grande variedade de produtos, é pouco explorado.

Quanto à forma de abordagem do problema em estudo, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, uma vez que para delinear o método, foi indispensável o conhecimento da realidade dos sistemas de produção que manufaturam uma grande quantidade de produtos.

Em relação à natureza, o trabalho pode ser classificado como pesquisa aplicada, pois gera conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução da questão de pesquisa levantada, ou seja, é possível desenvolver um método que permita a implantação da programação puxada da produção via kanban em ambientes com grande variedade de produtos. A natureza aplicada da pesquisa é justificada por sua intenção de propor um método para introdução do kanban em ambientes deste tipo.

Quanto ao meio utilizado para a realização, essa pesquisa compreende-se como estudo de caso que assume diante da pesquisa diferentes intenções: possibilidade de explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; pode contribuir para a descrição da situação do contexto em que está sendo feita determinada pesquisa; ou ainda, explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (Gil, 1994).

Quanto aos procedimentos técnicos adotados, o presente trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na Internet. O conhecimento gerado por esta revisão da bibliografia forneceu a orientação necessária para a construção do modelo adequado a realidades dos ambientes que operam com grande variedade de produtos.

## **1.5 Limitações do Trabalho**

Uma primeira limitação deste trabalho se apresenta em virtude do seu foco estar restrito à aplicação unicamente do kanban, embora se saiba o quanto o bom desempenho do mesmo é dependente da adoção conjunta de outras técnicas da Manufatura Enxuta, como o nivelamento da produção a demanda e a troca rápida

de ferramentas.

O método também será desenvolvido tendo como norteador ambiente com grande variedade de produtos e, em tal ambiente, será realizada sua aplicação o que limita sua adoção em ambientes diferentes deste.

O método também procura considerar apenas as variáveis que determinam diretamente a viabilidade ou não da adoção do kanban em um sistema produtivo. Outras questões como cultura, políticas e perfil da mão de obra da organização não foram considerados neste trabalho mesmo sabendo-se da sua relevância para que o projeto seja de fato efetivado.

Outro ponto limitante do trabalho é o de que ele está calcado em um fluxo de informações confiáveis. As informações usadas para operacionalizar o sistema kanban são obtidas, em parte, diretamente do sistema corporativo da empresa. No caso de não se ter confiabilidade nas informações obtidas, fica comprometida toda a subsequente operação do sistema. Sendo assim, é imprescindível que as fontes, assim como as técnicas usadas para gerar tais informações, sejam analisadas e se mostrem confiáveis.

## **1.6 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho está organizado em cinco capítulos distintos, sendo este introdutório o primeiro.

O segundo capítulo traz uma revisão bibliográfica sobre a Manufatura Enxuta de produção, despendendo maior atenção ao sistema puxado de programação da produção via kanban. Além da bibliografia clássica composta pelos principais proponentes da área, um levantamento de trabalhos realizados envolvendo o tema central desta dissertação completa este capítulo.

Baseado na teoria advinda da revisão bibliográfica, no terceiro capítulo é desenvolvido um método que busca servir de guia para implantação da programação puxada da produção via sistema kanban em ambientes com grande

variedade de produtos. As etapas e passos operacionais que compõe o método são descritos.

O quarto capítulo é dedicado ao relato da parte empírica do trabalho, advindo da aplicação do método proposto em uma fábrica responsável pela manufatura de uma ampla gama de produtos cerâmicos.

O fechamento do trabalho se dá no quinto capítulo através das conclusões, resultantes da consolidação das partes teóricas e empíricas anteriormente desenvolvidas que comprovam o pressuposto básico, mostrando que os objetivos geral e específicos foram alcançados, bem como com sugestões para futuros trabalhos.



## **CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão destacados assuntos considerados pertinentes para embasar a resposta à questão de pesquisa colocada: *A adoção da Manufatura Enxuta em especial a lógica de puxar a programação da produção via sistema kanban é viável em um ambiente com grande variedade de produtos?*

A revisão tem início com a origem e princípios da Manufatura Enxuta, destacando sua importância como estratégia de produção para as organizações, uma vez que ela permite às empresas se desenvolverem em um mercado cada vez mais competitivo. À luz dos objetivos e princípios que norteiam a adoção de tal estratégia serão apresentadas as principais técnicas e ferramentas que, implantadas, tornam possível o alcance destes objetivos. Será dado destaque especial à técnica de programação puxada de produção e sua operacionalização através do kanban, procurando identificar o que a literatura trás em termos de requisitos e limitações. Em seguida apresenta-se a estrutura de Planejamento e Controle da Produção (PCP) dentro de um sistema produtivo que opera segundo os preceitos da Manufatura Enxuta. O objetivo é compreender como a dinâmica do PCP é afetada pela aplicação das técnicas da Manufatura Enxuta e como um eficiente funcionamento depende de todo um contexto macro e não da aplicação isolada de uma técnica. O capítulo será finalizado com um levantamento dos principais trabalhos e pesquisas relacionados com o tema desta dissertação.

## 2.1 Manufatura Enxuta – Origem e Princípios

A expressão Manufatura Enxuta (ME) ou, originalmente, *lean manufacturing* foi cunhada após uma pesquisa de *benchmarking* em empresas para denominar aquelas que, no desempenho de suas atividades, procuravam sempre “fazer cada vez mais com cada vez menos”. Esta pesquisa, realizada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), resultou em 1992 no livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, de Womack e Jones, cuja venda contribuiu para disseminação do pensamento enxuto. O livro traz um levantamento das ferramentas, princípios e técnicas encontradas nas organizações que vinham apresentando um desempenho notável no mercado mundial, mais especificamente nas empresas automotivas japonesas. A este conjunto de práticas os autores chamaram Manufatura Enxuta e às empresas que os aplicavam plenamente de empresa enxuta.

A organização tida como referência neste trabalho, pioneira no uso desta abordagem e também criadora de grande parte das técnicas foi a *Toyota Motors Company*, cuja lógica de operacionalização ficou posteriormente conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP).

A Manufatura Enxuta pode, então ser entendida, como mais um dos muitos nomes que são adotados para transmitir idéias cuja gênese comum é o Sistema Toyota de Produção, sendo composta por um conjunto de recomendações, princípios e técnicas que as empresas industriais devem seguir com o intuito de se tornarem mais enxutas e ágeis e, portanto, para se potencializarem no tempo perante a atual dinâmica do mercado (Womack; Jones; Ross, 1992). A aplicação e uso destas ferramentas promovem uma nova configuração dos sistemas produtivos, a então chamada Manufatura Enxuta, que leva as organizações a alcançarem um desempenho mais eficaz.

Além da redução de custos, a adoção da Manufatura Enxuta resulta em flexibilidade do sistema para adaptar-se as variações da demanda, o rápido atendimento ao cliente, em decorrência da redução do lead-time, e também a

produção de produtos de qualidade.

Uma vez que estes requisitos tornaram-se os critérios conquistadores de clientes, inúmeras organizações vêm buscando a adoção de tal filosofia em seus ambientes produtivos.

Womack e Jones (1998) elencaram alguns princípios que, segundo eles, servem como um guia confiável para a ação de implantar a produção enxuta.

Estes princípios são:

1. Definir detalhadamente o significado de valor de um produto a partir da perspectiva do cliente final, em termos das suas especificações como preço, prazo de entrega, etc.;

2. Identificar a cadeia de valor para cada produto, ou família de produtos, incluindo os dados de cada operação de transformação necessária, bem como o fluxo de informação inerente a esta família ou produto;

3. Gerar um fluxo de valor com base na cadeia de valor obtida, de modo que isso ocorra sem interrupções, objetivando reduzir e, se possível, eliminar as atividades que não agreguem valor que compoñham a cadeia identificada;

4. Configurar o sistema produtivo de forma que o acionamento se dê a partir do pedido do cliente, sejam eles internos ou externos, de forma que o fluxo da programação sejam puxados, não empurrados;

5. Buscar incessantemente a melhoria do fluxo de valor por meio de um processo contínuo de redução de perdas.

Como pode ser verificado o processo de implantação da Manufatura Enxuta está fundamentalmente voltado para a identificação e eliminação de desperdícios que, segundo Shingo (1996) e Ohno (1997), classificam-se em sete categorias:

- desperdícios por superprodução: referem-se à produção de itens acima do realmente demandado, ou ainda, antecipadamente, que por resultarem na

formação de estoques mascaram outras ineficiências do processo.

- desperdícios por espera: quando operadores e máquinas estão parados tem-se aí um desperdício por ociosidade geralmente decorrente de elevados tempos de preparação, falta de sincronização, e paralisações por falhas não previstas adequadamente.

- desperdícios por transporte: movimentação de materiais que não adicionam valor ao produto, devendo, sempre que possível, serem eliminadas pela reorganização física da fábrica.

- desperdícios por processamento: correspondem aquelas atividades de transformação desnecessárias ou a confecção de partes dispensáveis para que o produto adquira suas características básicas de qualidade.

- desperdícios por movimentação: corresponde à movimentação ineficiente durante a execução da operação propriamente dita, que pode ser eliminada pela determinação de padrões eficientes de trabalho.

- desperdícios de produtos defeituosos: originam-se da fabricação de itens fora das especificações de qualidade. É o desperdício mais facilmente identificável cujas origens devem ser descobertas e eliminadas.

- desperdícios de estoques: relacionados aos custos financeiros de manutenção dos estoques como a obsolescência, ou custos de oportunidade pela perda de mercado para a concorrência com menor lead-times.

Foi através da identificação dos desperdícios que se desenvolveram práticas e ferramentas capazes de combater tais fontes de aumento de custos, eliminando toda e qualquer, atividade, ação ou inventário que não agregasse valor.

Este aumento da produtividade pela eliminação dos desperdícios na Manufatura Enxuta é executado em duas frentes de ações nomeadas por Ohno (1997): *Just-in-Time* (JIT) e Autonomiação.

A autonomiação, conhecida como a automação com o toque humano,

consiste em equipar os postos de trabalho com dispositivos que são capazes de identificar erros ou anormalidades e, automaticamente, parar a atividade naquele posto e avisar ao operador da ocorrência do problema. Isso impede que “unidades defeituosas de um processo precedente sigam o fluxo e atrapalhem um processo subsequente” (MONDEN, 1984, p.01).

“*Just-in-Time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha no momento em que são necessárias e na quantidade necessária” (OHNO, 1997, p.26).

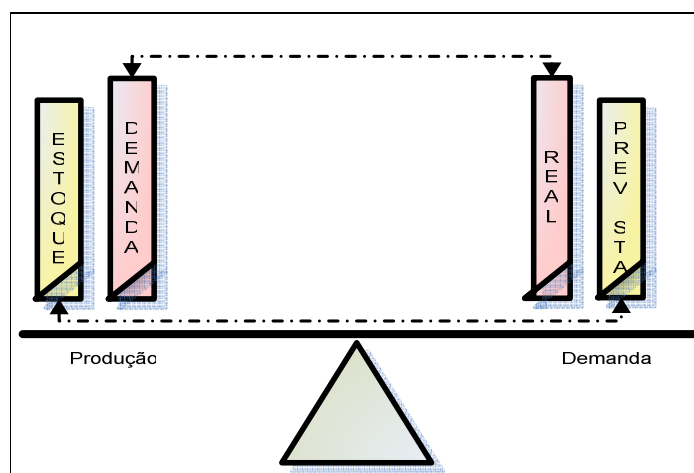
Para viabilizar a produção JIT, Ohno (1997) pensou em um sistema produtivo puxado, olhando o fluxo de materiais de forma inversa: um processo final (cliente) vai para um processo inicial (fornecedor) para pegar apenas o componente exigido na quantidade necessária no exato momento necessário. O processo anterior produz então o número de componentes retirados, bastando para isso indicar claramente o quê e quanto é preciso. Isso significa que a formação de estoques, seja de produtos semi-acabados ou acabados, pela simples razão de manter a capacidade utilizada, aumentando assim a produtividade, não é aceita na Manufatura Enxuta. Estoques devem ser eliminados e, quando necessários, devem ser usados estrategicamente para balancear o fluxo *just-in-time*.

Como destacado por Monden (1984), a idéia básica (estratégica) do STP (Manufatura Enxuta) é a de manter um fluxo contínuo dos produtos que estão sendo manufaturados através da produção no momento exato, obtendo-se, como resultado, o propósito de aumentar a produtividade e reduzir custos. Tal fluxo, se torna viável pela aplicação do conceito de nivelamento da produção e do sistema puxado de produção via kanban, tratados na seqüência.

O nivelamento da produção, como toda ferramenta enxuta, tem sua origem na eliminação de excessos, na não permissão que recursos, além do extremamente necessário, sejam envolvidos no processo de produção. Isso significa, dentre outras coisas, que a quantidade de produtos que serão fabricados deverá ser, sempre que possível, a quantidade dos produtos vendidos.

Em uma situação real, um atendimento instantâneo do cliente é praticamente impossível de ser atingido, exigindo das empresas uma adaptação prévia de sua capacidade à previsão de demanda futura. Esta adaptação será mais ou menos eficaz em decorrência de duas variáveis: primeiro a confiabilidade das previsões de demanda e segundo a rapidez com que o sistema tem capacidade de responder aos pedidos.

Quando os recursos produtivos não são flexíveis esta adaptação deve ser feita com maior antecedência, geralmente um mês, programando-se desta forma a produção em cima de previsões de demanda. Normalmente, estoques intermediários funcionam como amortecedores da falta de balanceamento entre a demanda prevista e a real, pois, mudanças no curto prazo da demanda em relação ao mix e a quantidade não são absorvidas pelo processo rígido (TUBINO, 1999). A figura 2.1 ilustra esta situação em que parte da demanda é atendida pelo estoque.



**Figura 2-1 Nivelamento da demanda pelo estoque**

O layout departamental, operadores mono funcionais e baixa integração com clientes e fornecedores são alguns dos aspectos que enrijecem estes sistemas convencionais que elaboram sua programação com uma seqüência de distribuição homogênea de produção agregada mensal, a cada dia ao longo do mês.

Estes sistemas adotam um cronograma indicando dias do mês para a produção de um único tipo de produto, que segundo Gomes (2002) traz problemas

à eficiência do sistema como a dificuldade de mudar os modelos em processo; a dificuldade de atendimento a outros clientes, e a formação de grande quantidade de estoques de produtos acabados quando a demanda não se confirmar; decorrentes dos erros de previsão. O objetivo destes tipos de sistemas de produção é utilizar a capacidade total de produção a fim de que mais itens sejam produzidos com um número menor de trabalhadores e máquinas.

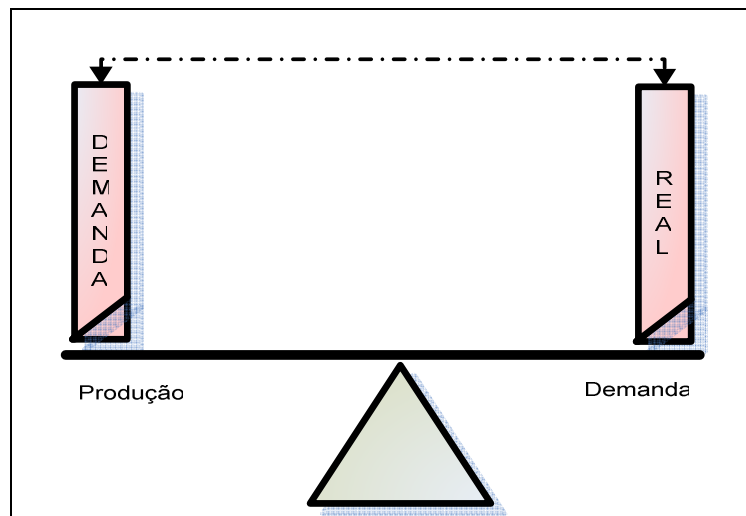
Esta lógica de otimização dos equipamentos e produção de grandes lotes é, exatamente, a contrária do pensamento enxuto que admite baixas taxas de operação e privilegia o uso de lotes menores para alcançar um melhor nivelamento, diminuindo o descompasso entre produção e demanda gerando assim, maior flexibilidade e agilidade em reagir a mudanças de mercado.

Adaptar a produção para atender a demanda e reduzir os estoques é, segundo Monden (1984), a função do nivelamento da produção, ferramenta utilizada pela Manufatura Enxuta.

Segundo Tubino (1999), nivelar a produção significa programar para a montagem final pequenos lotes em sincronia com o *mix* de produtos demandados pelos clientes, garantindo a rápida resposta às variações de curto prazo nas necessidades dos clientes. O nivelamento da produção, de modo que o *mix* e o volume sejam constantes ao longo do tempo, resultaria que lotes menores de material estariam se movendo entre cada estágio, o que reduziria o nível global de estoque em processo na produção (SILVA, 2002). Para manter a diversificação e o nivelamento da produção em harmonia é importante evitar o uso de instalações e equipamentos dedicados em relação aos de utilidade geral, necessitando-se de um esforço para encontrar instalações e equipamentos mínimos necessários para uso geral, com fins específicos.

Dentro deste escopo, na concepção de Tubino (1999), o nivelamento da produção permite a flexibilidade do sistema de produção à medida que, em vez de fabricar grandes lotes de um único produto, produz muitas variedades de pequenos lotes cada dia, respondendo adequadamente à demanda do mercado, efetivando a pronta entrega de produtos e reduzindo os inventários no processo. A figura 2.2

ilustra a situação em que a produção é para atendimento da demanda, não para a formação de estoques.



**Figura 2-2 Nivelamento da produção pela demanda**

Slack et al. (1997, p. 490) acrescentam outras vantagens atribuídas ao nivelamento da produção à demanda no curto prazo, tais como: redução no nível global de estoques em processo; manutenção de uma regularidade no ritmo de produção e facilidade de planejar e controlar cada estágio da produção. Além disto, quando um novo balanceamento da linha se fizer necessário; devido às mudanças de tempo de ciclo, modificações do *mix* de produtos, ou nas quantidades demandadas ao longo do mês; as interferências na esfera do planejamento da produção poderão ser efetuadas com menor grau de complexidade.

## **2.2 Sistema Puxado de Produção via Kanban**

A superprodução, um dos desperdícios mais condenáveis da Manufatura Enxuta, é resultado muitas vezes, da adoção de uma produção empurrada de produção, baseada no princípio de maximizar a utilização dos meios de produção, concentrando esforços na minimização da ociosidade (ANTUNES, 1998 e SHINGO, 1997).



Neste tipo de sistema, as ordens (de produção e/ou montagem) são emitidas aos vários centros de trabalho. Grandes lotes são processados em um ritmo máximo, com base em previsões de demanda e os centros de trabalho executam suas operações individualmente, sem levar em consideração se o centro de trabalho seguinte pode utilizá-lo, ou seja, desconsiderando as diferenças no ritmo de trabalho (SLACK, 1997).

Cada etapa apenas executa as ordens vindas do planejamento e controle da produção estocando sua produção ao final de cada estágio. Este tipo de sistema esta sujeito à fabricação de produtos em quantidade maiores para diminuir custos totais associados à incerteza das previsões de demanda, induzindo à constituição de estoques (superprodução) (MOLINA,1995).

Na busca por evitar desperdício por superprodução, a Manufatura Enxuta opera de tal forma que os produtos finais sejam produzidos apenas na quantidade e no momento demandado, bem como que, os itens componentes cheguem às estações de trabalho na quantidade e no momento em que são necessários. Evita-se desta forma não só a superprodução como também a formação de estoque e o tempo de espera na fila (SEIBEL, 2004).

Ao contrário deste sistema de empurrar, a Manufatura Enxuta produz apenas no momento e na quantidade certa através do sistema puxado de produção, que significa não processar até a solicitação, isto é sob pedido.

O funcionamento é baseado na seguinte lógica: o processo subsequente vai ao processo precedente buscar apenas os itens que necessitam ser processados e apenas no momento exato. O ciclo é iniciado na linha de montagem final, que é onde chega a informação do tempo e das quantidades necessárias de peças para satisfazer as demandas e para onde é emitida a programação da produção.

Em um sistema puxado o passo e as especificações de o que é feito são estabelecidos pela estação de trabalho do “consumidor” que puxa o trabalho da estação de trabalho antecedente (fornecedor). Nada é produzido pelo processo

fornecedor sem que o cliente consumidor tenha apontado a necessidade.

De acordo com o Léxico Lean (2003) há três formas básicas de sistemas puxados de produção.

- Sistema Puxado com Supermercado

Neste tipo de sistema cada processo armazena sua produção em um supermercado determinado. Quando os itens deste supermercado forem consumidos pelo processo subsequente, o processo precedente é autorizado a produzir a quantidade exata de itens necessários para repor aquele supermercado. Em um ambiente em que a variedade de itens é muito alta, este tipo de sistema pode não ser vantajoso pois a necessidade de se manter um supermercado de todos os itens pode tornar o nível de estoques impraticável.

- Sistema Puxado Seqüencial

Em ambientes em que a variedade de itens é muito grande pode-se estabelecer um sistema puxado seqüencial onde os produtos são basicamente feitos sob encomenda e o estoque total é minimizado. Neste sistema o PCP elabora o mix e a quantidade de produtos a ser produzida normalmente na forma de uma lista seqüencial que é enviada ao processo inicial do fluxo de valor. Através do fluxo FIFO (first-in-first-out) cada um dos processos seguintes produz em seqüência os itens que chegam até ele pelo processo anterior. Para um funcionamento efetivo deste tipo de sistema o padrão dos pedidos dos clientes é importante. A dificuldade de previsão pode exigir lead times de produção curtos ou a necessidade de supermercados de produtos acabados.

- Sistema Puxado Misto

Em ambientes em que uma classificação ABC de produtos é aplicável, ou seja, grande parte da produção vem de uma pequena variedade de peças, é possível operar com um sistema misto. Para as peças que não apresentam pedidos freqüentes um sistema puxado seqüencial pode ser utilizado, já os que apresentam certa padronização na demanda podem ser programados para

reposição dos supermercados. Tal sistema permite a aplicação adequada de dois métodos, conseguindo-se os benefícios proporcionados por cada um deles, mesmo em ambientes em que a demanda é complexa e variada.

Independente do sistema puxado utilizado, o fato é que agora o PCP não é mais responsável por informar cada estágio acerca da produção, mas sim cada estágio consumidor deve informar seu estágio fornecedor.

Aponta-se então a necessidade de um sistema capaz de controlar este fluxo de informação por todos os ciclos da cadeia produtiva, sistema este concebido por Taiichi Ohno e denominado pelo mesmo de Kanban que será abordado na seqüência.

### 2.2.1 Kanban: definições, funções e objetivos

A informação acerca do tempo e da quantidade necessária de produção chegará a todos os processos componentes do sistema puxado, pelo uso de cartões, denominados kanban. Além da informação acerca do tipo e quantidade a ser fabricada, à visualização de um cartão kanban também esta implícita a autorização para a realimentação de material das estações de trabalho ou depósitos precedentes.

Subentende-se desta forma que uma das funções do kanban é a de se apresentar como um “sistema de informação para controlar harmoniosamente as quantidades de produção em todos os processos” (MONDEN, 1984, p.3).

Embora a afirmação acima ateste o kanban como um sistema de informação ela abarca também outra função exercida pela ferramenta: o de controle da produção. Moura (1994) e Russomano (1995) destacam esta capacidade do kanban uma vez que ele tem a função de um pedido de produção no processo de fabricação e a função de instruções de retirada no processo subsequente, controlando toda a movimentação de ordens e materiais do fluxo *just-in-time*.

Além destas funções outras responsabilidades podem ser atribuídas ao

kanban (MOURA, 1994; ANTUNES JUNIOR,1998; BLACK,1998; LUBBEN, 1989) como:

- não permitir a produção para estoque com previsões futuras;
- permite o controle visual do processo;
- controla o processo de fabricação;
- torna aparentes as fraquezas no fluxo do material;
- minimiza estoques, tanto de produtos acabados como de inventários em processo;
- produz peças com base em lotes pequenos;
- reduz o lead time de fabricação;e,
- controle de estoque uma vez que o número total é controlado em termos do número de cartões em circulação.

Outro importante significado dado ao kanban é a de um sistema para melhorar a produtividade, uma vez que, permitindo a observação visual dos problemas que ocorrem diariamente na produção, deixa claro o que deve ser feito pelos gerentes e supervisores. Desta forma,

“...o sistema se torna mais do que um método de controlar a produção nas estações de trabalho. Ele se torna uma diretriz na dinamização e aperfeiçoamento da produção porque é um indicador do comportamento do sistema de produção, o que é fácil para qualquer um observar.” (MOURA, 1989, p.107)

Este aperfeiçoamento se dá principalmente pelo esforço de minimizar o tamanho do contenedor e o número de cartões em uso o que permite verificar quais pontos são mais sensíveis a redução do estoque. Isso acelera os processos de produção e reduz tanto os tempos de espera como os inventários.

Compilando estes dois significados pode-se inferir que a operacionalização

diária do sistema é de responsabilidade e autoridade exclusiva dos trabalhadores de chão-de-fábrica, o que libera o tempo dos supervisores e gerentes para atuarem diretamente nas melhorias necessárias apontadas pelo próprio sistema kanban. Estas melhorias, segundo Moura (1989), podem estar relacionadas com: qualidade (por exemplo, peças com defeito), operação-padrão, melhoria na manutenção das máquinas, redução dos tempos de preparação dos equipamentos, melhoria na capacidade das máquinas etc.

A compreensão das contribuições advindas do kanban pode ser aprofundada quando compreendemos seus elementos e seu funcionamento que serão, na seqüência, apresentados.

### 2.2.2 Elementos do Kanban

#### **- Supermercado**

Como verificado, o sistema puxado de produção flui através do consumo de produtos ou componentes do processo subsequente no processo precedente. Um fluxo JIT ideal seria aquele em que o tempo de consumo/ou produção é igual ao tempo necessário para a reposição e onde os processos são posicionados em linha de acordo com o roteiro de fabricação. Na prática esta situação raramente acontece, daí a necessidade da utilização de estoques intermediários para equilibrar o consumo com a demanda.

Enquanto os estoques, em uma abordagem tradicional, são por vezes tratados como resultados inerentes à processos desbalanceados, na Manufatura Enxuta eles são posicionados estrategicamente de forma a garantir o abastecimento de toda a cadeia produtiva, sendo denominados de supermercados.

De acordo com Ohno (1997, p.45), um conceito geral sobre supermercado é:

“Um supermercado é onde um cliente pode obter o que é necessário, no momento em que é necessário, na quantidade necessária, ou seja, eles abastecem o processo subsequente (cliente interno), com os itens

necessários, e armazenam a produção do processo precedente (fornecedor interno). Cabe aos operadores do supermercado garantir que os clientes possam adquirir o que precisam em qualquer momento.“

Calculadas previamente a quantidade necessária de estoque em cada supermercado, estes são distribuídos por toda a fábrica para fazer a conexão entre dois pontos de trabalho relacionados. Esta conexão pode ser entre células, entre células e a linha de montagem, entre fornecedores externos e clientes internos (TUBINO, 1999).

Para Shingo (1996) a principal característica do supermercado, e que se estende ao kanban, é o fato de em vez de se utilizar um sistema de reabastecimento estimado, a reposição é somente em função daquilo que foi consumido, reduzindo assim os estoques. Ou seja, estabelecida uma quantidade tal no supermercado este nível nunca aumentará, pois, sua reposição esta vinculada a um consumo efetivo, ou seja, não se estoca em razão de perspectivas de consumo futuras.

A quantidade do supermercado será estabelecida pelo número de cartões kanban, tratados na seqüência.

#### **- Cartão Kanban**

Como destacado anteriormente, o kanban é considerado um sistema de informações responsável por acionar a produção e a movimentação de produtos, componentes e matérias-primas por toda a fábrica. Estas informações chegam aos processos pelo fluxo de cartões, que sinalizam a necessidade de reposição ou de movimentação de itens entre processos.

Dada as funções exercidas pelos cartões, estes necessitam ser divididos em duas categorias: kanban de produção, também chamado de kanban em processo, e kanban de requisição, também chamado de kanban de movimentação ou kanban transporte (SHONBERGER, 1992;MONDEN, 1984).

O kanban de produção autoriza a fabricação ou montagem de determinado lote de itens e sua circulação esta restrita ao centro de trabalho ou célula

responsável pela manufatura do item. Ele especifica o tipo e a quantidade de produto que o processo subsequente deve retirar do processo precedente.

O kanban de movimentação funciona como uma requisição de materiais, permitindo o fluxo de itens ou lotes destes entre as etapas de produção, sendo utilizados quando há distância entre o consumidor e o produtor.

Este tipo de kanban pode ser utilizado além da relação interna da fábrica de cliente e consumidor, expandindo seu funcionamento para os fornecedores. O kanban de requisição externa, ou kanban fornecedor, funciona como ordens de compra simplificadas que facilitam o processo de aquisição de matérias primas, resultando em ganhos para ambas as partes (ANDRADE, 2002). Os fornecedores ficam previamente autorizados a reporem os itens consumidos por seus clientes, a partir da sinalização de um cartão kanban fornecedor.

As informações contidas em ambos os cartões devem ser selecionadas pelo critério da indispensabilidade, ou seja, só o que é estritamente necessário para a produção e a movimentação correta deve ser impressa no cartão. Algumas destas informações são:

- descrição do item com o código e a especificação do mesmo;
- processo, célula ou centro de trabalho onde o item é produzido;
- local onde o lote deve ser armazenado após produção;
- capacidade do contenedor ou tamanho do lote a ser fabricado;
- número de emissão deste cartão em relação ao número total de cartões da produção para este item; entre outras.

A agilização deste fluxo de informações pode ser melhorada pela utilização de código de barras.

#### **- Quadro ou Painel Porta Kanban**

A operacionalização do kanban depende da estruturação de um quadro ou

painel porta kanban, que será o local onde os cartões serão lançados após o consumo do lote do item. Cada supermercado de itens espalhados pelo sistema produtivo da empresa possui um painel porta kanban correspondente (TUBINO, 1999). Isto significa que a quantidade de cartões no quadro informa o quanto o supermercado está desabastecido. O quadro será a principal ferramenta visual do sistema, uma vez que ele armazenará e orientará o chão de fábrica em relação ao que deve ser produzido, montado ou transportado.

A informação da quantidade a ser produzida estará definida pelo tamanho do lote especificado no cartão. Já, a prioridade de produção é obtida pelo posicionamento do cartão no quadro, que normalmente é apresentado como uma matriz em que as colunas especificam os itens e as linhas a seqüência da produção. As linhas são distribuídas em três cores: verde, amarela e vermelha conforme exemplo da figura 2.3.

Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10

**Figura 2-3 Exemplo do *layout* do quadro kanban**

Ao ocorrer o consumo do lote de um item em um supermercado, seu cartão kanban correspondente deve ser colocado no sentido de baixo para cima ou, verde para o vermelho, do quadro. Quando o número de cartões, destinados para a faixa verde estiverem completos, deve-se passar para o preenchimento da faixa amarela, que ao ser completada, libera a faixa vermelha para ser utilizada. A colocação de itens no quadro significa que o supermercado esta sendo consumido e que, portanto, deve ser repostado, ou seja, cartões no quadro autorizam a produção.



A prioridade é atingida percorrendo os itens que estão na faixa vermelha, pois isto informa quais itens estão com o nível do supermercado mais baixo, e que portanto têm urgência na sua reposição.

O funcionamento do sistema kanban pode dar-se por outros meios alternativos que não via quadro/painel kanban. As opções são muitas e dependerão dos recursos, da criatividade e da necessidade de cada empresa sendo importante respeitar a lógica de funcionamento do sistema. Algumas destas opções são:

- Kanban contenedor: Neste caso o cartão é afixado no contenedor específico de cada item, que ao ser esvaziado pelo consumo no processo subsequente, autoriza imediatamente a reposição pelo processo precedente.
- Quadrado Kanban: Aqui são designados espaços específicos no chão de fábrica para a colocação de itens. Ao se visualizar o espaço vazio decorrente do consumo de itens, subentende-se a necessidade de produção.
- Painel Eletrônico: Neste método sempre que ocorrer o consumo de um lote de itens o processo consumidor aciona o painel de seu fornecedor. Este acionamento se dá pelo acendimento de lâmpadas que, tal qual o quadro, podem ser verdes, amarelas e vermelhas. O fornecedor, ao produzir o lote requisitado, desativa (apaga) a lâmpada correspondente.

### 2.2.3 Circulação dos Kanbans no sistema puxado de produção

Em um sistema de produção puxada a informação flui no sentido oposto a movimentação de materiais, ou seja, os cartões kanban sempre indicarão a necessidade de um processo subsequente à um processo precedente.

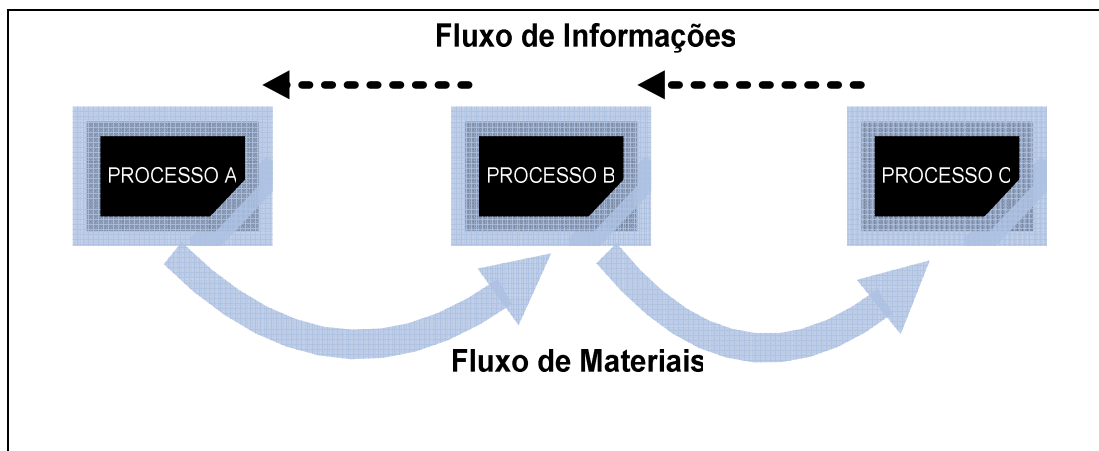
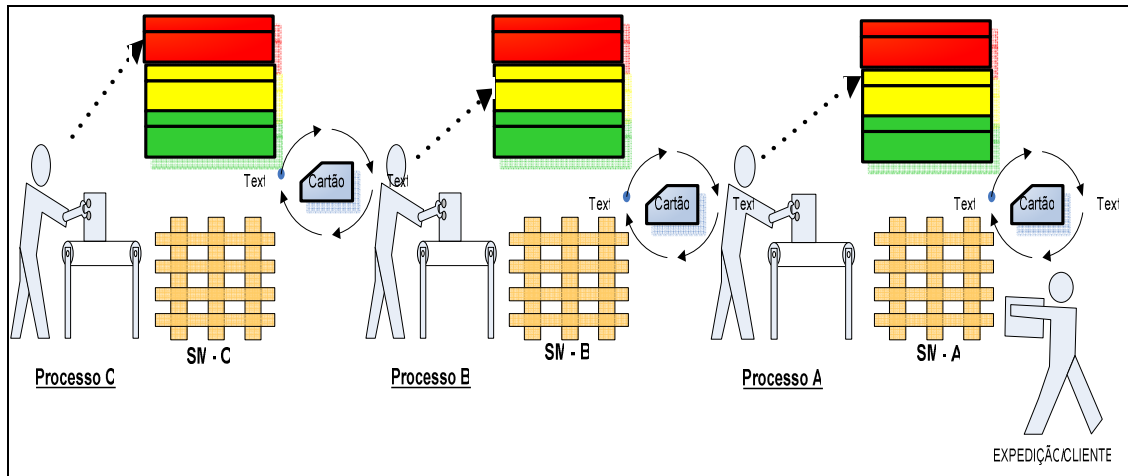


Figura 2-4 Fluxo de informações e de materiais na produção puxada

Quando os processos ou centros de trabalho estão próximos, torna-se viável a utilização do sistema kanban com um cartão que, no caso, será o cartão de produção. Neste caso o cartão é afixado junto ao item produzido ou ao lote correspondente. A figura 2.5 ilustra esta situação: o processo A representa a última etapa de um sistema produtivo sendo seu supermercado consumido pela expedição conforme as solicitações da demanda. A expedição, ao retirar um lote do item 1 do supermercado A, retira o cartão kanban nele afixado e o pendura no quadro. O processo A agora está autorizado a produzir o lote do item 1. A produção do item 1 no processo A consome componentes produzidos pelo processo B. Desta forma o processo A vai até o supermercado do processo B retirar somente os componentes necessários para sua produção fixando o cartão correspondente a este item no quadro kanban do processo B. O mesmo procedimento ocorre quando o processo B consome itens do supermercado do processo C. As setas na figura indicam que a circulação dos cartões só se dá dentro do processo, ou seja, cartões do item do processo A, ou estão no supermercado de A ou, estão no quadro de A.



**Figura 2-5 Dinâmica de circulação do kanban com um cartão**

Como já abordado este tipo de sistema é viável para operações que estão fisicamente próximas, podendo o consumidor se deslocar até o fornecedor. Todavia, quando há distância física entre dois processos dependentes diretamente, é mais adequado o uso do sistema kanban com dois cartões. Neste tipo de sistema a distância exige o estabelecimento de dois supermercados, um com insumos de entrada e outro com insumos de saída.

O cartão de produção limita-se a circular entre o supermercado de saída e o quadro porta-kanban do mesmo centro produtivo. Já o cartão de movimentação é agora inserido, e irá circular entre o supermercado de entrada de um centro com o supermercado de saída do outro.

### 2.2.4 Cálculo e Ajuste do Sistema

Como já abordado anteriormente o nível de estoque do sistema dependerá do número de cartões que estarão circulando entre as etapas do processo.

Monden (1984) desenvolveu algumas expressões matemáticas para o cálculo do número de cartões sendo a mais utilizada a apresentada abaixo:

$$\text{N}^{\circ} \text{ Kanbans} = \frac{[\text{Demanda Diária} * \text{Lead Time (tempo de espera)} * \text{Coeficiente de Segurança}]}{\text{Capacidade do Contenedor}}$$

A capacidade do contenedor diz respeito ao tamanho do lote operado no sistema, desta forma, é o tamanho do lote para cada item que definirá o número total de kanbans que circulam no sistema e conseqüentemente o nível máximo de estoque.

$\text{Tamanho Total do Supermercado} = \text{N}^{\circ} \text{ Kanbans} * \text{Capacidade do Contenedor (tamanho do lote)}$
---

A primeira decisão, e talvez a mais importante, é, portanto, a definição do tamanho do lote padrão kanban, ou seja, a quantidade de itens que cada cartão irá representar. Na Manufatura Enxuta a abordagem utilizada não é a do lote econômico mas sim a de que quanto menor o lote, melhor (Monden,1984; Shingo,1996; Ohno,1997). A redução do tamanho do lote é dependente principalmente da variável *setup*, ou seja, trocas mais rápidas viabilizam a produção de lotes menores. Tubino (1999) sugere como alternativa, para trabalhar com lotes menores por cartão, estabelecer como regra de funcionamento que o operador espere ser afixado um determinado número de cartões kanban no painel de seu supermercado para então iniciar a produção e diluir os custos de *setup*.

O valor da demanda é um valor médio diário do item obtido a partir de uma demanda esperada de produtos abacados. O coeficiente de segurança será capaz de absorver variações da demanda, não necessitando desta forma redimensionar o sistema. Para Shingo, (1996) flutuações na ordem de 10 a 30% podem ser administradas sem alterar o número de kanbans em circulação. De acordo com o autor, estes valores irão variar de acordo com a natureza da fábrica porém, todo esforço deve ser feito no sentido de balancear a produção para que estas flutuações sejam evitadas.

No caso de a demanda exceder ou ficar abaixo das previsões, a freqüência de circulação dos cartões deve ser revista e, quando necessário, o numero de cartões dever ser recalculado.

### 2.2.5 Benefícios do Sistema Kanban

De um modo geral, a literatura da área de gestão da produção apresenta

certo consenso sobre os benefícios decorrentes do sistema kanban, conforme exposto por Severiano Filho (1999) apud Leite *et al.*(2004):

- Redução dos desperdícios fora e dentro do chão de fábrica;
- Melhoria dos níveis de controle da fábrica pela descentralização e simplificação dos processos operacionais;
- Redução do tempo de duração do processo (lead-time);
- Aumento da capacidade reativa da empresa (resposta aos clientes);
- Elevação do nível de participação e engajamento das pessoas através da descentralização do processo decisório;
- Ajustamento dos estoques à flutuação regular da demanda;
- Redução dos estoques de produtos em processo;
- Diminuição dos lotes em produção;
- Eliminação dos estoques intermediários e de segurança;
- Sistematização e aperfeiçoamento do fluxo de informações, assim como dos mecanismos de comunicação entre o pessoal de produção;
- Integração do controle de produção nos demais mecanismos de flexibilidade da empresa; e,
- Maior facilidade na programação da produção.

Para Ohno (1997) o ponto em que o sistema kanban é realmente inigualável é o de acelerar melhorias, visto que, informa automaticamente problemas em estações de trabalho por meio da redução dos estoques e, conseqüentemente, diminuição do isolamento entre os centros produtivos, o que expõe os problemas da produção por intermédio das paradas de linha.

## 2.2.6 Requisitos X Limitações do Sistema Kanban

Do entendimento da dinâmica envolvida no funcionamento do sistema kanban, pode-se deduzir que sua implantação é dependente de certos fatores que necessitam ser estabelecidos em conjunto. Uma aplicação marginalizada do kanban pode levar a uma negligência de certos requisitos que influenciam diretamente sua viabilidade comprometendo seu correto funcionamento.

De uma outra perspectiva, estes requisitos são apresentados por muitos autores como limitações do kanban, uma vez que sua aplicação esta condicionada a existência destes fatores. Segundo Shonberger (1992); Shingo (1996), Tubino (1999), algum destes requisitos são:

- Estabilidade de projeto, ou seja, produção repetitiva de produtos evitando mudanças de curto prazo, no roteiro de produção. O sistema kanban não é aplicável em empresas sob projeto não repetitivo.

- Estabilidade da demanda: o sistema kanban é projetado baseado nas expectativas de vendas que deve ser a mais aproximada possível da real, evitando-se mudanças inesperadas de curto prazo nas quantidades a serem produzidas. O sistema kanban não é aplicável em situações onde os pedidos são infreqüentes e imprevisíveis.

- Fluxos produtivos bem definidos de preferência focalizados em um layout celular, permitindo roteiros claros de circulação dos cartões kanban. Dependendo do tipo de produção, do produto e do processo isto pode ser difícil de ser estruturado.

- Lotes pequenos de produção, possíveis de serem atingidos pelo investimento em melhorias para a redução do *setup*. Dependendo do tipo de empresa, a tecnologia necessária pode não estar facilmente disponível.

- Segurança no correto funcionamento dos equipamentos, atingidos por um programa adequado de manutenção preventiva.

- Índices de qualidade próximos a cem por cento, visto que, lotes defeituosos comprometem o fluxo puxado de produção.

- Funcionários treinados e comprometidos com o cumprimento das regras e procedimentos necessários para o sistema kanban. A redução dos lotes com o conseqüente aumento do número de *setups* pode ser encarado, por muitos, como um aumento de trabalho, resultando em resistência para a mudança.

- Grande quantidade de itens: em um ambiente em que a variedade de itens é elevada pode tornar inviável a montagem de supermercados, pois isso pode resultar em um aumento expressivo dos estoques.

- A peças selecionas para serem controladas pelo sistema kanban devem apresentar alto e freqüente consumo, optando-se por outros métodos para o controle das demais.

Muitos dos requisitos elencados são exatamente as ferramentas que compõem a Manufatura Enxuta, evidenciando assim a forte inter-relação e o caráter complementar existente entre cada uma delas. “O sistema kanban não faz nada mais do que transmitir a informação fácil e imediata. Ele quase não tem sentido se o sistema de produção em si não tiver sido melhorado” (SHINGO, 1996 p.221)

Desta forma o sistema kanban funcionará bem dentro do contexto da Manufatura Enxuta, sendo necessário fazer uma grande quantidade de mudanças no processo produtivo e no comportamento das pessoas para tornar a implantação do kanban passível de sucesso.

Um dos processos que é fortemente afetado pela adoção da Manufatura Enxuta de uma forma geral e do sistema puxado via kanban em particular é o planejamento e controle da produção. O novo contexto em que o PCP irá operar será abordado na seqüência.

## 2.3 Planejamento e Controle da Produção

O objetivo desta seção é compreender como a programação puxada de produção via kanban esta inserida dentro das responsabilidades do PCP e que, portanto, depende de um correto funcionamento deste setor para garantir que os benefícios propostos sejam alcançados.

### 2.3.1 PCP – Uma visão geral

Para que um sistema produtivo transforme insumos em produtos (bens/serviços) ele precisa ser pensado em termos de prazos, onde planos são feitos e ações são disparadas, para que, transcorridos estes prazos os eventos planejados tornem-se realidade. Em geral se divide o horizonte de um sistema produtivo em três níveis: longo, médio e curto prazo.

No longo prazo, o nível estratégico, os sistemas produtivos precisam montar um Plano de Produção cuja função é, com base na previsão de vendas de longo prazo, visualizar com que capacidade de produção o sistema deverá trabalhar para atender seus clientes. É estratégico pois caso a empresa não encaminhe seus recursos físicos e financeiros para a efetivação deste Plano de Produção, ela terá seu desempenho seriamente comprometido no futuro, e também por permitir, em função do tempo, redirecionar o sistema para novas estratégias.

No médio prazo, com o sistema produtivo já estruturado em cima de um Plano de Produção, o chamado Plano-mestre de Produção (PMP) buscará táticas para operar de forma mais eficiente este sistema montado, planejando o uso desta capacidade instalada para atender as previsões de vendas de médio prazo e/ou os pedidos em carteira já negociados com os clientes. É chamado de tático porque este PMP deve analisar diferentes formas de manobrar o sistema produtivo disponível (adiantar produção, definir turnos, terceirizar produção, etc.).

Já no curto prazo, com o sistema montado e a tática de operação definida, resta executar a Programação da Produção para produzir os bens e/ou serviços e entregá-los aos clientes. É operacional, pois, neste nível, apenas opera-se o



sistema dentro da tática montada. Mudança de tática no curto prazo acarretará desencontros entre os diferentes setores por não haver tempo hábil para sincronizar o processo como um todo. Geralmente, a formação de estoques nos sistemas produtivos é resultado deste desencontro entre o nível tático e o operacional.

Um sistema produtivo será tão mais eficiente quanto consiga sincronizar a passagem de estratégias para táticas e de táticas para operações de produção e venda dos produtos solicitados.

Quanto aos horizontes destes prazos, geralmente, o longo prazo é medido em meses ou trimestres com alcance de anos, o médio prazo em semanas com abrangência de meses à frente, e o curto prazo é medido em dias, para a semana em curso. Cabe ressaltar que estes prazos dependem da flexibilidade em se montar, manobrar e operar o sistema produtivo.

No sentido de organizar a montagem dos dados e a tomada de decisões com relação a estas atividades escalonadas no tempo, as empresas montam um setor, ou departamento, de apoio à produção, geralmente ligado a Diretoria Industrial, conhecido como PCP (Departamento de Planejamento e Controle da Produção). Em resumo, o PCP tem as seguintes funções:

- *Planejamento Estratégico da Produção*: Consiste em estabelecer um Plano de Produção para determinado período (longo prazo) segundo as estimativas de vendas de longo prazo e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos. Estas estimativas servem para prever os tipos e quantidades de produtos que se espera vender no horizonte de planejamento estabelecido. A capacidade de produção é o fator físico limitante do processo produtivo, e pode ser incrementada ou reduzida, desde que planejada a tempo, pela adição de recursos financeiros. No Planejamento Estratégico da Produção, o Plano de Produção gerado é pouco detalhado, normalmente trabalhando com famílias de produtos, tendo como finalidade possibilitar a adequação dos recursos produtivos à demanda esperada dos mesmos.

- *Planejamento-mestre da Produção*: Consiste em estabelecer um 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. Onde o Plano de Produção considera famílias de produtos, o PMP especifica itens finais que fazem parte destas famílias, com base nos Roteiros de Fabricação e nas Estruturas dos Produtos fornecidos pela Engenharia. A partir do estabelecimento do PMP, o sistema produtivo passa a assumir compromissos de fabricação e montagem dos bens ou serviços. Ao executar o Planejamento-mestre da Produção e gerar um PMP inicial, o PCP deve analisá-lo quanto às necessidades de recursos produtivos com a finalidade de identificar possíveis gargalos que possam inviabilizar este plano quando da sua execução no curto prazo. Identificados os potenciais problemas, e tomadas às medidas preventivas necessárias, o planejamento-mestre deve ser refeito até chegar-se a um PMP viável.

- *Programação da Produção*: Com base no PMP, nos registros de controle de estoques e nas informações da Engenharia, a *Programação da Produção* estabelece no curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar de cada item necessário à composição dos produtos finais. Para tanto, são dimensionadas e emitidas Ordens de Compra (itens comprados), Ordens de Fabricação (itens fabricados internamente), e Ordens de Montagem (submontagem e montagem final dos itens). Em função da disponibilidade dos recursos produtivos, a *Programação da Produção* se encarrega de fazer o seqüenciamento das ordens emitidas, de forma a otimizar a utilização dos recursos. Se o Plano de Produção providenciou os recursos necessários, e o PMP equacionou os gargalos, não deverão ocorrer problemas na execução do programa de produção. Dependendo do sistema de programação da produção empregado pela empresa, a *Programação da Produção* enviará as ordens a todos os setores responsáveis (empurrando) ou apenas aos setores clientes dos supermercados montados (puxando).

*Acompanhamento e Controle da Produção*: através da coleta e análise dos dados, hoje em dia facilmente automatizada por coletores de dados nos pontos de controle, esta função do PCP busca garantir que o programa de produção emitido

seja executado a contento. Quanto mais rápido os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas corretivas visando o cumprimento do programa de produção. Além das informações de produção úteis ao próprio PCP no desempenho de suas funções, o *Acompanhamento e Controle da Produção* normalmente está encarregado de coletar dados (índices de defeitos, horas/máquinas e horas/homens consumidas, consumo de materiais, índices de quebras de máquinas, etc.) para apoiar outros setores do sistema produtivo.

### 2.3.2 O PCP Enxuto.

Segundo Ohno (1997), o objetivo que sempre norteou o desenvolvimento do STP foi o de produzir muitos modelos em pequenas quantidades, pois segundo o autor ao se produzir o mesmo produto em quantidades grandes e homogêneas ocorre todo o tipo de desperdício.

Aqui duas questões referentes ao planejamento estratégico da produção são genericamente respondidas, uma vez que se sabe que o sistema produtivo a ser montado será responsável pela produção de muitos modelos (o que produzir?) e em pequenas quantidades (quanto produzir?). Embora simples, esta observação, oposta a estratégia predominante da época, direciona a estratégia de aquisição de recursos na empresa para equipamentos mais flexíveis de médio porte e mão de obra mais qualificada e polivalente. Ela desloca o foco da estratégia na redução de custos pelo aumento de volumes produzidos para a flexibilidade do sistema. Monden (1984) corrobora neste sentido quando, já no prefácio de seu livro, destaca que a idéia básica (estratégica) do STP é a de manter um fluxo contínuo dos produtos que estão sendo manufaturados através da produção no momento exato (JIT), obtendo-se, como resultado, o propósito de aumentar a produtividade e reduzir custos.

Para viabilizar a produção através do fluxo JIT, Ohno (1997) idealizou um sistema produtivo puxado, olhando o fluxo de materiais em um sistema produtivo da forma inversa sendo o kanban o “meio usado para transmitir a informação sobre apanhar ou receber a ordem de produção”.

Segundo Monden (1984), a estratégia JIT é também aplicada nas vendas, o que significa atender a demanda pelo suprimento de produtos negociados apenas nas quantidades negociadas. Este tipo de pensamento exige, primeiro, uma produção altamente flexível capaz de adaptar-se às variações da demanda e, segundo, um plano-mestre e uma programação da produção baseada, o mais possível, na demanda real e menos em demandas previstas. Esta questão remete a estratégia de melhoria nos relacionamentos entre as empresas da cadeia produtiva, melhorando seus fluxos de informações de forma que esta cadeia trabalhe em cima de demandas reais (do cliente final) e não de demandas previstas (para cada empresa da cadeia).

Como qualquer sistema produtivo, os que operam a luz da filosofia enxuta trabalham no longo prazo com um plano de produção anual que corresponde ao número aproximado a ser produzido e vendido no ano corrente. Número este obtido através de pesquisas de mercado. Estas informações servem para planejar a adaptação anual da empresa em termos de capacidade, devido às flutuações sazonais da demanda.

Em relação à capacidade, Ohno (1997, p.39) destaca que “a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%”. No plano de produção, portanto, deve-se calcular a capacidade de se produzir apenas a quantidade necessária, e a força de trabalho deve ser adequada para tal. Isso significa que taxas menores de operação são aceitáveis no plano de produção estratégico e que a formação de estoques reguladores (desperdícios) deve ser minimizada.

Como estratégia de produção, incluída no plano de produção, Shingo (1996) coloca que as máquinas só precisam estar preparadas para operação quando necessário, ou seja, é preciso ter capacidade suficiente para operar em condições de maior demanda. Assim procura-se planejar sua capacidade de produção para trabalhar ao nível mínimo nos pontos de baixa demanda, e respondendo aos aumentos de demanda “através de horas-extras, utilizando o excesso da capacidade das máquinas e de trabalhadores temporários” (SHINGO, 1996, p.119), tornando desta forma sua capacidade flexível às flutuações da demanda.

Se baixas taxas de operação puderem ser previstas neste planejamento estratégico, e considerando que a formação de estoques são desperdícios produtivos, equipamentos mais baratos e de menor capacidade podem ser adquiridos com antecedência. Um número maior de máquinas menores (ao invés de uma única grande) traz um segundo benefício: a produção pode ser aumentada rapidamente durante períodos de pico de demanda pela contratação de trabalhadores temporários que irão operar máquinas mais simples, e, conseqüentemente, de treinamento mais rápido.

Com base no plano de produção estratégico anual é desenvolvido um planejamento-mestre de produção (PMP) mensal que planeja os tipos e as quantidades de produtos que serão produzidos nos próximos meses, porém, são números mensais não oficiais e servem para ajustar a capacidade à demanda prevista. Somente com um mês de antecedência, com os recursos produtivos ajustados, um PMP mais detalhado é formulado baseado nos pedidos confirmados. Deste PMP, é extraída a programação da produção com um programa de produção diário para as linhas de montagens. Dentro deste horizonte de planejamento, médio e curto prazo, é que umas das ferramentas já destacadas da Manufatura Enxuta é aplicada, a produção nivelada.

De acordo Monden (1984) a produção nivelada abrange duas fases: a primeira refere-se ao planejamento de médio prazo e corresponde à adaptação do sistema produtivo a demanda mensal esperada ao longo do ano, e a segunda que adapta a produção diária às variações da demanda ao longo do mês. A adaptação mensal se dá pela montagem do PMP com base em previsões de demanda de médio prazo. Este PMP permite uma visão da produção média diária estimada para os meses à frente. De posse desta produção média, é possível determinar o tempo de ciclo (TC) e o número de lotes kanbans nos supermercados. O TC estimado é empregado para planejar como serão distribuídos os operadores polivalentes em suas rotinas de operações padrões, enquanto o número de kanbans previstos é utilizado para adequar os supermercados de forma que eles possam atender as necessidades dos clientes dentro do sistema puxado de produção. Com este planejamento-mestre a empresa está constantemente adaptando seu sistema

produtivo para absorver as variações de demanda ao longo do ano, sem recorrer à geração de estoques amortecedores.

Neste aspecto, Ohno (1997) ao analisar a solução encontrada por Ford para dar ritmo às linhas de montagem teve um importante “insight”: porque não vincular os demais setores da empresa ao TC da linha de montagem? Com todo o sistema produtivo (não só as linhas de montagem) balanceado quanto às rotinas de operações padrões e níveis de estoques nos supermercados, o nivelamento da produção se dá, durante o mês em curso, com a adaptação diária da programação da produção nas linhas de montagem com base nos pedidos confirmados de curto prazo. Desta forma, ao invés de se emitir lotes únicos mensais, para reduzir custos de *setup* nas linhas e aumentar o ritmo dos operadores (via redução do TC), opta-se por emitir lotes mistos diários, casados com a demanda de forma a manter sua estratégia de eliminação de desperdícios com foco na flexibilidade e redução dos estoques.

A partir da elaboração do programa misto e da seqüência de montagem, todas as demais etapas do sistema produtivo, como submontagem, fabricação de componentes e fornecimento de materiais externos são acionadas de acordo com a lógica de puxar a produção, mediante o uso do sistema kanban. Nesse sentido, os recursos produtivos são solicitados à medida que a demanda por itens se efetivar, e como esta demanda na linha está se dando de forma mista, em pequenos lotes, ela facilita e viabiliza a dinâmica de puxar a produção em pequenos lotes no sistema kanban. Neste aspecto, o sistema de troca rápida de ferramentas (TRF), desenvolvido por Shingo, tornou viável economicamente a produção de pequenos lotes.

Para o PCP, as funções de curto prazo de programação da produção e de acompanhamento e controle da produção foram bastante simplificadas com o desenvolvimento do sistema kanban. O foco no controle visual dos estoques e da produção em curso, com a introdução dos cartões e dos quadros coloridos porta-kanbans foi, sem dúvida, um avanço significativo na simplificação destas funções de curto prazo do PCP.

Schonberger (1988), ao relatar experiências de sucesso de inúmeras organizações que adotaram a estratégia de produção JIT do STP, descreve que no âmbito do planejamento e controle da produção ocorre a eliminação de ordens de fabricação e operações resultantes da adoção de um layout celular e da programação puxada. Segundo Schonberger (1988, p.199), “na linguagem da produção, as células permitem o colapso das listas de materiais e o encurtamento de trajetos. As listas de materiais passam a ter somente um nível e o estabelecimento de roteiros torna-se desnecessário uma vez que todo o trabalho é feito em célula”.

Segundo Lubben (1989) “com a produção usando um sistema puxado, o controle muda de empurrar o produto ao longo do sistema para a fabricação somente das necessidades de produção (sistema kanban). O sistema puxado resulta em uma redução na carga de trabalho para o controle da produção e em um aumento na responsabilidade para a produção.” (LUBBEN, 1989, p.51).

O autor salienta a necessidade de certa constância nos pedidos, advinda de contratos de longo prazo com os clientes, para operar um sistema puxado de produção. Segundo ele, “os pedidos de produção devem ser firmados em um certo ponto, a fim de que se possa planejar os materiais, equipamentos e mão de obra. Tentar ajustar pedidos após este ponto provoca a ruptura do processo de produção, resultando em excesso de estoques e paradas” (LUBBEN, 1989, p.107).

Neste aspecto, o autor destaca também o conceito de programação firme de curto prazo, onde as entregas já estariam discriminadas, e o conceito de planejamento flexível de médio e longo prazo, suscetível de mudanças, que serviria para manter o relacionamento na cadeia produtiva e para o planejamento-mestre e estratégico da produção.

Deste planejamento resultará o plano-mestre de produção, cujo rígido cumprimento é destacado pelo autor como crucial, uma vez que este PMP determinará a capacidade de atendimento da demanda e um aumento nesta demanda só será atendido de forma desorganizada. “A confiança necessária vem com a consciência de que a gerência irá apoiar a produção JIT e não tentará burlar

o planejamento para tirar vantagem de oportunidades de vendas a curto prazo” (LUBBEN, 1989, p.40). Esta confiança de vendas na produção, e vice-versa, é reflexo do entendimento da importância do atendimento ao cliente (interno ou externo) de forma que os elos da corrente JIT não se quebrem, ponto fortemente destacado pelo autor.

Harmon e Peterson (1991, p.271) destacam que “mudanças excepcionais da demanda do mercado sempre ocorrerão, e o fabricante superior deve estar preparado para uma ação excepcional como resposta”. Esta preparação tem a ver com a empresa estar dotada de instalações, equipamentos e técnicas gerenciais para produzir nos níveis de pico, não adotando a estratégia de balancear a produção pela formação antecipada de estoques. Para os autores, balancear a produção para ir ao encontro da demanda prevista resultará provavelmente na produção excessiva de alguns itens e insuficiente de outros. O ideal seria o fabricante se esforçar para atingir um ambiente de produção orientada para os pedidos.

A tabela 2.1 apresenta a visão de Black (1998) de como a dinâmica do PCP é afetada positivamente pelos conceitos e técnicas do STP. O sistema kanban controla toda a necessidade de materiais a serem fabricados e comprados. Já o nivelamento do sistema de manufatura com o PMP informa qual a taxa de produção necessária para atender a demanda, bem como, que produtos devem ser produzidos. Por sua vez, a capacidade necessária é controlada pela adição ou redução do número de trabalhadores polivalentes, uma vez que o STP não trabalha com sua capacidade plena, mas sim com a necessária para atender a demanda. Por fim, a função de acompanhamento e controle da produção é realizada de forma visual e imediata, em função do uso limitado de recursos.



Funções	Sistemas de Produção Enxutos
Taxa de Produção	Nivelamento do sistema de manufatura
Produtos a serem produzidos	Plano-mestre de Produção
Necessidades de Materiais	Sistema de Puxar Kanban
Capacidade Necessária	Controlada pelo número de trabalhadores
Planejamento de Materiais – itens fabricados	Cartões Kanban – Sistema de Puxar
Planejamento de Materiais – itens comprados	Cartão Kanban
Informações e Monitoramento	Imediatos

**Tabela 2-1 Como as funções de manufatura são controladas.**  
**Fonte: Adaptado BLACK (1998)**

Consolidando a teoria acerca do PCP pode-se compreender que para que um sistema produtivo seja programado de forma puxada, o PCP deve desempenhar as funções integradas de longo, médio e curto prazo.

## 2.4 Trabalhos Relacionados

A seguir serão apresentados alguns trabalhos pertinentes ao escopo desta pesquisa. O objetivo é verificar como vêm sendo discutidas as questões referentes ao planejamento e controle da produção de uma forma geral e as limitações do sistema puxado de produção via kanban, principalmente no que tange à ambientes com grande variedade de produtos e demanda instável.

### 2.4.1 PCP

Fernandes e Santoro (2005) proporam em seu trabalho um modelo que sugere qual o grau de prioridade que a empresa deve dar à sua função de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e outro que sugere qual o foco decisório que deve ter o PCP [foco em planejamento, foco em programação ou foco em ambos (planejamento e programação)]. A validação do modelo por meio de estudos de casos em 10 empresas concluiu que os fatores principais que influenciam no grau de prioridade que deve ser atribuída são: nível competição do mercado em que atua; forma de atender à demanda (produção para estoque ou

sob encomenda); complexidade da estrutura de produtos; complexidade das restrições tecnológicas ou organizacionais e a variedade de produtos finais. Outras conclusões foram que, quanto maior o grau de prioridade dado ao PCP, mais as decisões são baseadas em softwares; e, que tem efeito sobre a escolha do foco do PCP (planejamento; programação; ambos): tipo de produção (para estoque ou sob encomenda), variedade de produtos finais, se importa de forma significativa e se exporta de forma significativa.

Os sistemas de PCP utilizados pelas indústrias de confecções do Estado do Ceará foi tema da dissertação de Elias (1999) que elaborou uma metodologia para diagnosticar como esta função desempenhava suas funções no curto, médio e longo prazo. Através de um estudo multi-casos foi possível observar que o PCP deste setor estava deficiente em relação ao conhecimento e uso de abordagens gerenciais modernas como a Manufatura Enxuta, JIT, TQC, e Kanban. De acordo com o autor a variedade de modelos de artigos de vestuário, característica do ramo de moda, não justifica a não adoção do kanban, uma vez que outras variáveis como a possibilidade de estabilização dos projetos, arranjo celular e reduzido tempo de *setup* favorecem a utilização desta ferramenta pelo PCP.

Trabalho semelhante foi realizado por Tavares (2000) que analisou os sistemas de planejamento e controle utilizados pelas empresas metal-mecânica sediadas no Ceará. A consulta em cinco empresas permitiu verificar que o nível de integração do PCP com a automação do sistema de produção das empresas pesquisadas ainda se encontra bem distante do ideal, tendo em vista o alto nível de competitividade do setor pesquisado. De acordo com o autor, ainda falta um maior entendimento pelas empresas da interação que deve existir entre a estratégia competitiva adotada e os objetivos estratégicos de produção que se pretende alcançar, ou seja, como a organização da manufatura e o PCP podem gerar vantagem competitiva. Embora, nas empresas pesquisadas, exista a preocupação de trabalhar com estoques reduzidos, o uso das filosofias e técnicas mais recentes da engenharia de produção que proporcionariam esta redução como, por exemplo, a classificação ABC, utilização da filosofia JIT e MRP II ainda é escassa. Além disso, segundo Tavares (2000) devido ao baixo nível de

informatização das atividades de PCP, inexistente um rigoroso controle do processo produtivo, prejudicando a qualidade final do produto bem como a agilidade e flexibilidade do planejamento da produção.

Segundo Vieira e Corrêa Netto (2003) a reestruturação das atividades de planejamento e controle da produção podem contribuir para um melhor desempenho das organizações. Através de um estudo de caso em uma empresa de cosméticos os autores analisaram todo o processo produtivo, desde a área de planejamento da produção até sua execução, com o intuito de conferir ao processo de produção melhorias como redução do nível de pendências, melhor atendimento das necessidades de vendas, melhor organização do chão de fábrica, tomadas de decisões mais rápidas, maior confiabilidade em todo o processo, etc. Com a implantação das idéias propostas os autores esperam aumentar a flexibilidade em relação a pedidos especiais de clientes; aumentar da transparência quanto à quantidade, data, status e estrutura das ordens de produção; aumentar da velocidade e uniformização das informações no chão de fábrica; aumentar da capacidade da empresa, por meio de redução de tempos de *setup*, otimização dos recursos, reconhecimento prévio dos gargalos de produção; e elevação do nível de realização de datas de entrega, redução das tarefas manuais (scheduling, monitoração, etc.), tempos de ciclo de manufatura, e redução significativa do work-in-progress (WIP) e níveis dos demais estoques.

Bonney (2000) examinou o estado atual do PCP identificando algumas mudanças tecnológicas e sistêmicas que tem ocorrido nos últimos anos. De acordo com o autor o PCP deve responder eficazmente a estas mudanças internas e externas sendo mais dinâmico e fornecendo melhor controle de recursos e melhores desempenhos de entrega. Algumas das requisições, a serem atendidas pelo PCP, são identificadas e, segundo o autor, devem ser melhor exploradas através de um entendimento de como diferentes fatores afetam o desempenho desta área.

## 2.4.2 Críticas a Manufatura Enxuta

Dos elementos que compõe a Manufatura Enxuta Cooney (2002), ressalta o fluxo *just in time*, pré-requisito para o sistema puxado de produção, como o mais crítico e que compromete sua adoção em inúmeras organizações. A dependência de uma produção nivelada através de toda a cadeia de suprimentos para que se atinja o JIT é segundo Cooney (2002) uma pré-condição que coloca em questão a adoção universal da Manufatura Enxuta defendida por seus preponentes. Esta teoria é apenas viável para um mundo idealizado onde o fluxo de valor é ininterrupto, e acaba por desconsiderar fatores como a estrutura da indústria, os tipos de mercado existentes entre compradores e fornecedores, a influencia de instituições políticas e sociais nas empresas e ciclos de negócio

“The lean production model ignores the external factors to which managements must respond when steering a business and making choices about the kinds of production practices that will be adopted in their enterprise” (COONEY, p.1135, 2002).

É exatamente pela Manufatura Enxuta não considerar estes fatores que o autor aposta na sobrevivência e valorização de métodos de produção em massa, em lotes e artesanais. A grande variedade no volume de produção e no mix de produtos é, segundo o autor, um importante fator na decisão de usar a produção em lotes. O nivelamento da produção bem como o estabelecimento de tempos padrões é, segundo Cooney, extremamente difícil, senão impossível, quando volumes estão continuamente mudando. De acordo com Cooney, a prática central da Manufatura Enxuta – JIT- depende de uma reunião de várias condições que, quando não atingidas, faz a produção em massa ou em lotes formas mais práticas de manufatura.

Krishnamurthy, Surni e Vernon (2004) atentam para o fato de que, a execução bem sucedida de sistemas puxados de produção via kanban em sistemas de manufatura com pouca variedade de produtos e demanda estável tem promovido à idéia de que esta estratégia é adotável em qualquer ambiente de produção. Através de uma comparação da performance do sistema empurrado

com o sistema puxado de produção em um ambiente com grande variedade de itens os autores atestaram que, em termos de nível de inventário e serviço de atendimento ao cliente, o desempenho do sistema MRP é superior ao do sistema kanban. De acordo com os autores, adotar a lógica do kanban de meramente repor o inventário consumido pode ser prejudicial para sistemas com grande variedade de itens sendo que, a utilização do sistema empurrado, baseado em previsões de demanda confiáveis e no compartilhamento de informação de programação entre os setores de manufatura e montagem, apresenta-se como a melhor alternativa.

Colin (2005), ao estudar a implementação do kanban em uma empresa de autopeças relata que apesar da grande melhora de fornecimento, atestada pela eliminação dos atrasos na entrega, não houve a diminuição dos estoques intermediários (entre os setores), e sim um grande aumento do mesmo. Embora o autor considere que o dimensionamento dos kanbans (cartões) levou em consideração uma gama muito grande de produtos com peças com demanda mensal muito baixa, o resultado incoerente com a proposta do kanban é atribuído à postura negligente da organização em relação à aspectos da mão-de-obra. O trabalho concluiu que organizações que operam dentro dos moldes de “rotinização do trabalho” devem, antes da implementação do referido sistema refletir sobre: qualificar e o aperfeiçoar a mão-de-obra, estimular o contato e a comunicação entre os operários, oferecer salários dignos, inibir a rotatividade.

Godinho Filho e Lage Junior (2005) ao realizarem um estudo da evolução da pesquisa sobre kanban, constataram que é freqüente nos trabalhos abordar o tema comparando-o com outros sistemas, principalmente MRP. As principais críticas ao kanban encontradas na literatura pelo estudo são: exige um enorme esforço para gerenciar o suprimento; não é uma panacéia, e sim adequado para determinados ambientes produtivos (onde haja pouca variedade de itens, fluxo de materiais simples, demanda relativamente estável e baixos tempos de *setup*) e há dificuldade de se introduzir novos produtos. Outra constatação da pesquisa foi a insistente manifestação de artigos criticando o uso indiscriminado do sistema.

“Segundo White & Prybutok (2001), embora muitos gerentes tenham feito uma série de esforços e tentativas de implementação do JIT, muitos dos conceitos associados a essa prática continuam sendo pouco entendidos. Um destes conceitos é o kanban, o qual é aplicado muitas vezes de forma incorreta ou em condições impróprias para sua utilização. (GODINHO FILHO E LAGE JUNIOR, 2005, p.07).

### 2.4.3 Aplicações da Manufatura Enxuta em ambientes considerados “inadequados”

Para Burcher e Relph (1996) os preceitos da filosofia enxuta podem sim ser aplicados universalmente em manufaturas, porém, é na adoção das ferramentas que uma sensibilidade acerca das características do processo torna-se importante. Para indústrias que trabalham com processos repetitivos em lotes, a ferramenta kanban, por exemplo, pode não ser apropriada dada a necessidade de se operar com grande número de *setups*. É proposta pelos autores uma metodologia para auxiliar produtores na adoção de certos princípios enxutos, baseada na idéia redução de lotes, seqüenciamento e *setups*. De acordo com a proposta, ao se tratarem juntas, questões de tamanho de lote e seqüenciamento das ordens, ganhos consideráveis podem ser conquistados, pois, ao se planejar uma seqüência de produção considerando-se *setups* parecidos, os tamanhos do lote podem ser redimensionados para tamanhos menores.

“Os tempos de *setups* irão diferir de acordo com o relacionamento do lote predecessor como o lote sucessor. Onde lotes dentro de uma família de ferramentas podem ser programados na seqüência, reduções nos tempos de *setups* podem ser obtidas (BURCHER e RELPH, 1996, p.218.)”.

Hendry (1997) ressalta que a literatura é escassa quando se trata de aplicar conceitos de fabricação classe universal, como a filosofia enxuta, em sistemas produtivos incapazes de tornarem seus processos ideais como por exemplo operar com layout celular ou produzir para estoque. Contribuindo para minimizar esta lacuna teórica a autora propõe algumas adaptações na literatura para que

empresas que operam com a produção de grandes variedades de itens sob encomenda possam melhorar sua performance pela aplicação de técnicas da Manufatura Enxuta.

Através de uma pesquisa em empresas de segmentos diversos como; indústrias alimentícias, têxtil, de tecnologia, metalúrgica, automobilística, química; que adotaram a Manufatura Enxuta; Fullerton e McWatters (2000) demonstraram que resultados benéficos sempre serão alcançados como a melhora de qualidade, tempos de respostas, simplificação da contabilidade, flexibilização da mão de obra, maiores lucros e redução de inventários. De acordo com o trabalho, melhoras na performance apresentam-se tanto em organizações que adotam a filosofia enxuta integralmente como parcialmente. Porém, grandes retornos são alcançados por aquelas que compreendem e adotam a Manufatura Enxuta tanto em termos de abrangência como em profundidade.

Jina et al.(1997), analisaram as características de um ambiente de alta variedade de produtos e baixo volume para encontrar que adaptações são necessárias para a aplicação dos princípios enxutos de produção. De acordo com os autores ambientes como esses, quando comparados com aqueles nos quais normalmente implanta-se a Manufatura Enxuta, são caracterizados por um volume agregado menor e por um *mix* maior e mais complexo de produtos que normalmente são atendidos sob pedidos especiais. Portanto, mudanças no programa, no *mix*, no volume e no projeto são freqüentes e produzem um grande impacto no sistema já que o volume de produção é baixo, impacto este que é diluído em ambiente onde o volume de produção é maior. Embora as combinações destes fatores pudessem ser fortes argumentos para a não adoção da Manufatura Enxuta, os autores defendem que alguns princípios podem ser utilizados como por exemplo: projeto voltado para a manufatura e para a logística, organizar o sistema de produção de forma a eliminar ou minimizar a turbulência através da integração efetiva entre vendas e o planejamento da produção, uso de estoques amortecedores entre as linhas de montagem e submontagem, uma análise e classificação correta da demanda dos componentes adequando a melhor forma de programar e controlar a produção, e integração da cadeia de fornecedores.

Segundo os autores, as empresas precisam julgar corretamente quais princípios podem ser aplicados diretamente e quais precisam ser ajustados para as circunstâncias apresentadas.

A implementação do kanban em ambientes de alta variedade de produtos e baixo volume foi explorado no trabalho de Stockton e Lindley (1994) que teve como objetivo principal propor um método alternativo à tecnologia de grupo para a determinação de células de produção, método este baseado na seqüência do processo. De acordo com os autores, o kanban, para operar, depende de um fluxo de produção para que o trabalho possa ser puxado pelo último centro de trabalho. Quando este fluxo é atingido em um ambiente de alta variedade de produtos a circulação dos kanbans pode controlar o fluxo de materiais entre as células, porém, como destacado pelos autores, em função da variedade de componentes sendo processados e da irregularidade de volumes e lead-times envolvidos, tanto o MRP quanto o kanban serão necessários para planejar e controlar a produção.

Argoud *et al.*,(2004) argumenta que os limites da Manufatura Enxuta se apresentam sob circunstâncias específicas (variações de demanda, variedade de produtos fabricados, nível de autonomia, padronização das horas de trabalho, controle da produção e influências de relacionamento entre cliente e fornecedor) e que, se não observados, podem trazer conseqüências contrárias as das propostas pela filosofia, como por exemplo, o aumento de estoques iniciais e finais. A análise correta de limitação de um ambiente de alta diversidade de produtos permitiu a aplicação de diversos conceitos da Manufatura Enxuta como, redução dos *setups*, formação de células de fabricação, trabalho em fluxo e utilização de supermercados controlados por kanban. A adaptação necessária se deu pela utilização do MRP e não do kanban para programar a produção, uma vez que este último exigiria um nível de estoque inaceitável e inaplicável para o sistema.

Civerolo (2006) questiona a importância da decisão de usar o método puxado via kanban ou método empurrado via programação para informar as questões necessárias à produção (qual produto produzir, quando produzir, quanto produzir). Para o autor, esta questão é secundária, uma vez que, a redução do inventário e um atendimento da demanda pela produção e não por estoques



depende de outros fatores que não a regra escolhida para despachar a produção. Balancear e sincronizar todo o fluxo do processo produtivo, buscando a redução de itens em processo; elaborar um programa de produção de qualidade, ou seja, válido e realístico; reduzir o tamanho dos lotes de produção; reduzir os *setups*, limitar controlar e gerenciar os estoques, são, segundo o autor, os objetivos que devem ser perseguidos. Feito isto, as características da demanda e dos produtos orientarão qual técnica é mais adequada: se o sistema empurrado via programação; se o sistema puxado via kanban ou ainda; se uma combinação dos dois em um sistema híbrido.

A limitação da implantação de sistemas puxados de produção em ambientes de demandas instáveis foi também questionada por Andrade e Tubino (2003) que ao implantarem o kanban em uma malharia, atestaram sua aplicabilidade em um ambiente, à primeira vista, considerado inadequado. De acordo com os autores, dois erros são encontrados na tentativa de implantar sistemas puxados de programação de produção onde ocorrem variações significativas na demanda: o de negligenciar uma análise mais ampla de itens que irão compor o supermercado, e a falta do planejamento da demanda como requisito para o funcionamento do sistema. Os autores propõem uma análise dos itens baseada na concentração da demanda e o lead-time de produção, bem como atentam para o fato de, como qualquer outro sistema de PCP, o sistema puxado necessita de um dimensionamento correto vinculado com a demanda de produtos acabados constantes no programa mestre de produção.

A análise da concentração da demanda também foi ponto de discussão do artigo de Silva *et al.*, (2004). De acordo com os autores muitas empresas não fazem discriminação entre os diferentes tipos de itens que compõe sua gama de produtos e acabam por utilizar o mesmo sistema de controle para monitorar seus estoques. Utilizar a mesma política de gerenciamento para itens classe A e C, além de gerar desperdícios pode fazer com que muita energia seja dissipada com itens sem grande valor. Para resolver tal questão os autores apresentam um critério de seleção de sistemas de controle utilizados pela produção enxuta (kanban, cowip, ordens de fabricação) a partir da lei de Pareto.

Coelho (2003) ao estudar estratégias de suprimento na indústria eletrônica do segmento *EMS – electronic manufacturing service*, caracterizada por operar com grande variedade de produtos, alguns sob encomenda, concluiu que, isoladamente esta característica não impede a utilização do kanban.

“...o suprimento intermitente por meio de kanbans na montagem de produtos finais mostra-se mais adequado levando-se em consideração o volume do material movimentado. Este setor da fábrica possui um mix de produto elevado que afeta diretamente o seqüenciamento da produção. Mas apenas o parâmetro variedade de produto não impede a implementação de suprimento por meio de kanban” (COELHO,2003 p.108).

De acordo com o autor a compatibilidade da estratégia com o processo de manufatura torna-se possível quando se procede com uma análise das características específicas como tipo e *mix* de produto do cliente, demanda de cada produto, aspectos internos relacionados ao controle de inventário, etc. Para tal análise é proposta uma metodologia de construção e avaliação de matrizes de direcionadores da estratégia de suprimento.

Para Molina (1995) uma das principais limitações apresentadas pelo kanban é a necessidade de um sistema de informação auxiliar para análise e registro histórico das atividades operacionais da fábrica. De acordo com o autor, além do sistema kanban não gerar informações para o controle de desempenho da fábrica, ele pode ter sua eficiência afetada quando, por exemplo, uma grande necessidade de produtos necessitarem ser controlados, ou quando a distância entre o centro fornecedor e consumidor forem grandes. Como alternativa para transpor estas limitações, o autor destaca a utilização de um kanban informatizado cujas funções consistem em gerenciar os recursos de produção por meio do cadastramento e gestão de todos os recursos, fornecer relatórios das atividades de chão de fábrica auxiliando na tomada de decisões e no suporte de controle para o planejamento, alocar recursos para atender plano de produção, fornecer informações em tempo útil obedecendo ao sistema de puxar a produção, integrar de forma lógica uma estrutura distribuída de sistemas de informação, eliminar o *lead time* informacional do sinal *kanban* através da transmissão eletrônica de dados para produção e requisição e identificação automática através de tecnologia de código de barras,

manter os princípios de comunicação e informação visual por meio de painéis eletrônicos. Molina (1995) ainda destaca que a implantação de um kanban informatizado deve ser uma evolução da utilização de um kanban manual pois permite conhecer as características peculiares de cada setor produtivo, bem como adapta o funcionamento do sistema kanban às características organizacionais, refletindo-se na possibilidade da empresa fazer uma avaliação mais objetiva das vantagens de informatizar o kanban.

## **2.5 Considerações Finais do Capítulo**

O capítulo apresentado teve como balizador a abordagem de temas considerados pertinentes para responder a pergunta de pesquisa: *A adoção da Manufatura Enxuta, em especial a lógica de puxar a produção via sistema kanban, é viável em um ambiente com grande variedade de produtos?*

O referencial teórico abordou principalmente questões relativas ao funcionamento do planejamento e controle da produção em um sistema que opera dentro da lógica de puxar a produção via kanban e permitiu identificar alguns requisitos necessários para o correto funcionamento desta ferramenta.

Estes requisitos são encarados por muitos autores da área como limitações que impedem a adoção do sistema puxado de produção em ambientes que não apresentam estes requisitos.

Raramente todas estas condições estão presentes, quando os princípios do kanban estão sendo considerados. Nestes casos, uma versão sob medida deste flexível conceito, para cada sistema produtivo especificamente, sintoniza as exigências e características especiais da produção que devem ser postas em prática.

O levantamento de algumas publicações da área apresentou investidas empíricas de sucesso da adoção do kanban em sistemas de manufatura antes considerados inaplicáveis, como os que operam com grande variedade de produtos. Todavia, pouco se encontrou nos trabalhos pesquisados análises

específicas da aplicação da técnica kanban e mais especificamente nada foi encontrado em relação a um método que possa guiar os gestores na análise e implantação do sistema puxado de produção e em ambiente com grande variedade de produtos. Em função disto, no próximo capítulo, será apresentada um método desenvolvido especialmente para guiar aquelas organizações que, por ter um vasto portfólio, são relutantes em adotar tal ferramenta.

### **CAPÍTULO 3 MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA KANBAN EM AMBIENTES COM GRANDE VARIEDADE DE PRODUTOS**

Neste capítulo, procura-se consolidar em um método, os passos e ações necessárias para que um sistema puxado de produção via kanban possa ser implantado com sucesso em um ambiente com grande variedade de produtos.

Como verificado pela revisão bibliográfica, ambientes deste tipo são considerados inadequados para se utilizar uma programação puxada de produção por motivos como:

- demanda variada;
- grande número de *setups*;
- grande número de cartões e informações a serem manipuladas;
- limitações de espaço físico;
- inviabilidade de se manter um quadro kanban com um grande número de itens; e,
- risco de se colocar estoques de produtos cuja demanda não é assegurada.

O método considerará estes aspectos ao longo das etapas de implantação do kanban, e procurará servir como um guia confiável que oriente as organizações na adoção desta ferramenta neste ambientes.

Primeiramente, será apresentada uma visão macro do método proposto para que, na seqüência, cada etapa possa ser desmembrada nas ações específicas.

### 3.1 Visão Macro do Método Proposto

Uma visão macro do método proposto para implantação da produção puxada via kanban em um ambiente com grande variedade de produtos é disponibilizada na figura 3.1. Como pode ser visualizado, o método é composto por quatro etapas principais, subdivididas, por sua vez, em passos operacionais. As quatro etapas são: análise geral do sistema produtivo, desenvolvimento e implantação do kanban físico, acompanhamento do novo sistema e desenvolvimento do kanban virtual.

A primeira etapa consiste em uma análise de variáveis do sistema produtivo que baseará a decisão de se introduzir ou não a programação puxada via kanban no mesmo. Tal decisão será fundamentada na averiguação da existência de dois aspectos: a viabilidade e a necessidade. A viabilidade será determinada por uma verificação de certas características do produto, da demanda e do processo de fabricação. Já a necessidade será identificada pela real possibilidade de melhoria do desempenho da organização em função da adoção do kanban, ou seja, deve-se ter a perspectiva de uma performance superior em relação à atual. Dois indicadores serão considerados para a comparação de tais performances: o nível de estoque e o nível de atendimento ao cliente.

A segunda etapa contempla o desenvolvimento e implantação do kanban físico. Esta etapa será conduzida em forma de um projeto piloto onde, somente alguns itens selecionados, passarão a ter sua programação e controle efetuado pelo kanban. Além da seleção dos itens, fazem parte desta etapa do método, a formação do grupo kanban físico, o treinamento e a estruturação do sistema.

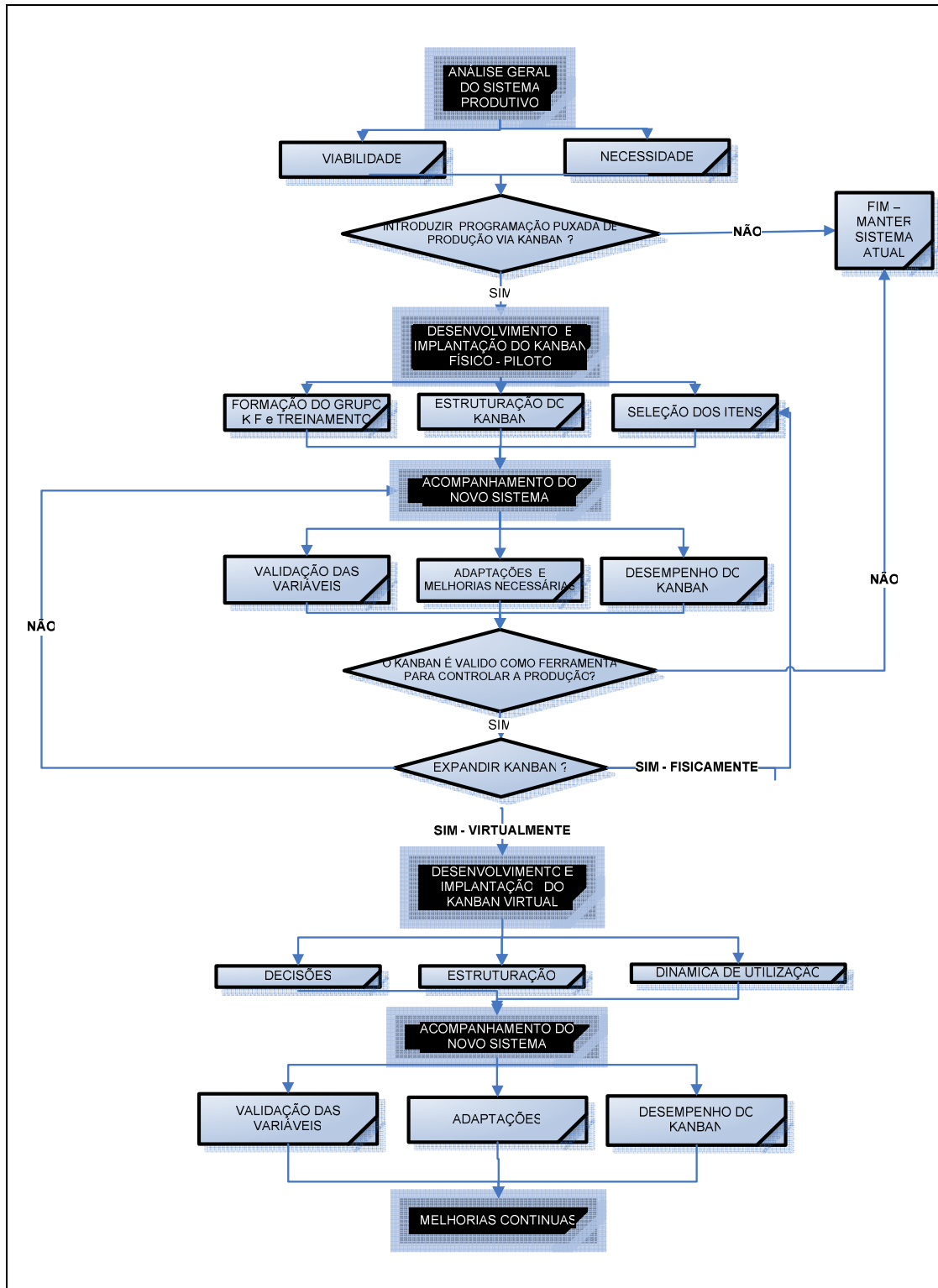


Figura 3-1 Visão Macro do Método Proposto

A implantação do kanban físico é procedida pela etapa de acompanhamento onde, as adaptações requeridas pela dinâmica de funcionamento do sistema são identificadas, onde se ajustam e validam-se as variáveis envolvidas na estruturação do kanban e também, onde se monitora o seu desempenho.

A capacidade do sistema se ajustar às necessidades identificadas, de operar em função das variáveis definidas e, principalmente, de apresentar uma boa performance, definirá se o sistema puxado de produção via kanban é válido como ferramenta para controlar a produção no ambiente explorado.

Validado o kanban físico como ferramenta eficiente para programar e controlar a produção pode-se pensar, de forma segura, em sua expansão.

Como apresentado na figura 3.1, três caminhos relacionados à decisão de expansão podem ser tomados. Ao optar-se pela decisão de uma expansão física, deve-se retornar a etapa de seleção, onde uma quantidade maior, porém limitada de itens, passará a ter seu controle efetuado pelo kanban.

Se, no entanto, se decidir pela não expansão do sistema, deve-se apenas acompanhar o funcionamento do kanban nos itens já selecionados.

Já, se a opção for pela expansão virtual, deve-se avançar para a última etapa do método. A mesma apresenta três passos para que o desenvolvimento e implantação de um kanban virtual sejam introduzidos com sucesso em um sistema que opera com grande variedade de produtos. Estando o kanban virtual em funcionamento, retoma-se a etapa de acompanhamento do novo sistema que, a exemplo do acompanhamento na etapa anterior do kanban físico, busca identificar e promover as adaptações necessárias, validar as variáveis do sistema e monitorar seu desempenho, promovendo assim uma melhoria contínua do novo sistema.

A seguir, descreve-se com detalhes cada uma das etapas que compõem o método proposto.



## **3.2 Etapa 1: Análise Geral do Sistema Produtivo**

O objetivo desta etapa é averiguar se duas situações específicas apresentam-se no sistema produtivo explorado: uma é a viabilidade da utilização do sistema puxado de produção via kanban, e outra, é a necessidade de mudança no método de programação e controle atualmente utilizado pela organização. É a identificação conjunta destes dois aspectos que permitirá a continuação do projeto de adoção do kanban no referido sistema.

Para tal identificação é requerida uma análise do sistema de produção, realizada sobre dados coletados em fontes físico-virtuais, documentos ou sistemas de informações corporativos, bem como através de visitas ao chão de fábrica e entrevistas com os colaboradores.

Um importante conhecimento da dinâmica do processo produtivo é crucial para que uma análise dos dados seja feita com qualidade. A simples coleta física de dados pode não fornecer as informações necessárias para que as devidas considerações sejam feitas durante a análise. Visitas ao processo produtivo e a compreensão do dia a dia da fábrica podem fornecer valiosas informações que, se conhecidas, podem ser consideradas previamente, tornando esta etapa mais eficaz. Com uma análise crítica do processo produtivo é possível identificar o quanto suas características se adequam, ou não, á situação considerada ideal para implantação do kanban e o que se pode fazer para ajustá-lo.

A averiguação da viabilidade baseia-se na análise de características referentes ao produto, ao processo e a demanda. Já a identificação da necessidade é verificada pela comparação do desempenho atual do sistema, em termos de nível de estoque e atendimento à demanda, com o desempenho potencial do kanban. Tais pontos serão apresentados na seqüência.

### **3.2.1 Análise do Produto**

A grande variedade de produtos é a característica principal do processo produtivo a ser explorada e, normalmente, a que limita a introdução do kanban

como ferramenta de programação e controle da produção. Porém, uma análise detalhada de como o *mix* de produtos é formado pode mostrar algumas oportunidades interessantes.

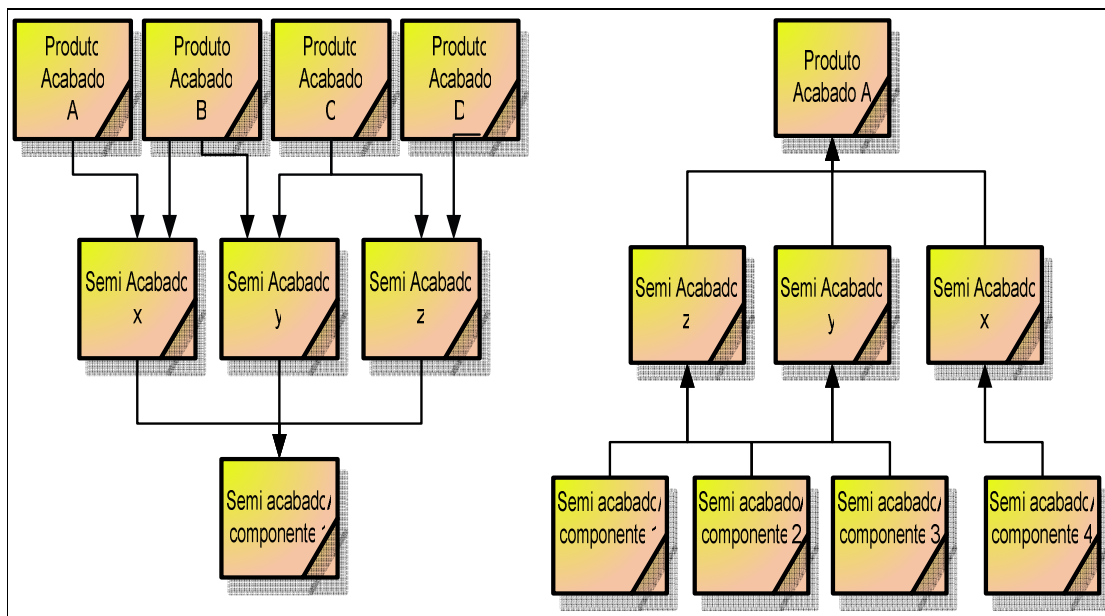
Empresas que atendem a demanda através de um portfólio variado, geralmente, disponibilizam seus produtos em mercados igualmente variados. Mercados diferentes significam estratégias de marketing diferentes que, não necessariamente, não significam produtos diferentes. Variações em embalagens, em nomes ou exigências de acondicionamento podem ser algumas das ferramentas utilizadas pela área de vendas para atender e abordar adequadamente certos mercados.

Os responsáveis pelo planejamento e controle da produção podem reduzir consideravelmente a gama de produtos a serem controlados se abordarem estas especificidades como importantes para a venda e não, necessariamente, para a produção. Deve-se, portanto, diferenciar o portfólio da área de vendas do portfólio da produção, buscando identificar a oportunidade de explorar a similaridade dos modelos que compõe o mix e que postergam a diferenciação do produto no final da linha de produção. Havendo esta oportunidade, supermercados podem ser dimensionados e introduzidos antes do processo responsável pela diferenciação, como, por exemplo, a embalagem.

Uma verificação na estrutura dos produtos em termos de componentes e processos completa esta fase de análise dos produtos. Esta verificação pode indicar que grande parte dos produtos utiliza o mesmo semi-elaborado e/ou componente. Desta forma pode-se pensar na utilização do kanban para estes itens semi-elaborados. Para ambientes com grande variedade de produtos, quanto menor o número de componentes e semi-elaborados, maior a chance de viabilidade de utilização do kanban. Da mesma forma quanto maior o número de diferentes componentes na estrutura do produto, mais complexa fica a utilização do kanban.

Uma análise da pirâmide formada pela estrutura do produto serve como referência. Se a base da pirâmide for larga e o topo estreito, como ilustrado no lado

direito da figura 3.2, indica que um grande número de componentes é necessário para a formação no produto final. No entanto, se o topo for largo e a base estreita, como ilustrado no lado esquerdo da figura 3.2, é grande a possibilidade de utilização do kanban em produtos semi-elaborados ou componentes similares.



**Figura 3-2 Pirâmides formadas pela estrutura dos produtos**

### 3.2.2 Análise da Demanda

Qualquer decisão acerca de qual sistema de programação empregar, e o modelo de controle para tal, além da análise da estrutura do produto, passa pela análise de dois pontos fundamentais interligados: a característica da demanda e o sistema produtivo para atender a essa demanda.

A maioria das empresas, especialmente aquelas que operam com uma grande variedade de itens, possuem sistemas de produção mistos (linhas de montagem, departamentos com máquinas pequenas e grandes, células de fabricação, etc.) para atender demandas previsíveis (algumas altas, outras baixas) e demandas especiais (geralmente altas e pontuais). Tal característica faz com que a decisão, em relação ao tipo de programação a ser utilizada, não seja uma questão de escolha, mas sim de como montar uma dinâmica de programação da produção que

inclua os dois tipos de sistemas (demandas previsíveis e demandas especiais) com diferentes modelos de controle para gerenciá-los.

Uma análise da demanda em relação à concentração e à frequência fornece sólida base para a definição de qual modelo é mais adequado à situação da organização, como descrito na seqüência.

Uma ferramenta útil para diagnóstico das características de demanda que se tem para administrar e a decisão dos tipos de modelos a serem empregados é a classificação ABC dos itens, ou curva de Pareto, que está baseada no princípio de que poucos itens são responsáveis pela maioria dos eventos analisados.

Para a programação da produção, a utilização da lei de Pareto serve como forma de orientação, para que não se gaste muito com controles complexos para gerenciar itens que darão um retorno pequeno, ou, olhando pelo outro lado, investir em modelos de controles mais confiáveis é importante para manter em níveis baixos os estoques dos itens que representam 80% da demanda.

Contudo, só a constatação de que a demanda do item é grande ou pequena não é suficiente para a definição de qual deve ser o modelo de controle de estoque a ser empregado, ou seja, se o kanban é aplicável ou não no sistema.

A outra variável importante nessa decisão é a frequência de ocorrência dessa demanda. Itens, cuja frequência de ocorrência da demanda é alta, são itens que possuem históricos confiáveis das mesmas e que podem ser previstos com certa margem de erro, podendo-se, por exemplo, pensar em se colocar estoques reguladores no sistema produtivo para gerenciar sua demanda. Já itens cuja frequência de ocorrência da demanda é muito irregular, ou ainda, como no caso de um pedido especial de grande porte, totalmente imprevisível, não têm sentido programar com antecedência sua produção nem, muito menos, manter estoques reguladores dos mesmos.

Dessa forma, a oportunidade de utilização do kanban passa pela ampliação da classificação ABC por volume de demanda, com a inclusão da frequência de ocorrência da mesma, podendo-se chamar de classificação ABC-VF.

A figura 3.3 apresenta uma divisão em quatro quadrantes, considerando volumes altos e baixos e freqüências altas e baixas, que são: Classe A, Pedidos Especiais, Classe B e Classe C; e a sugestão dos modelos de controle de estoques para cada um deles.

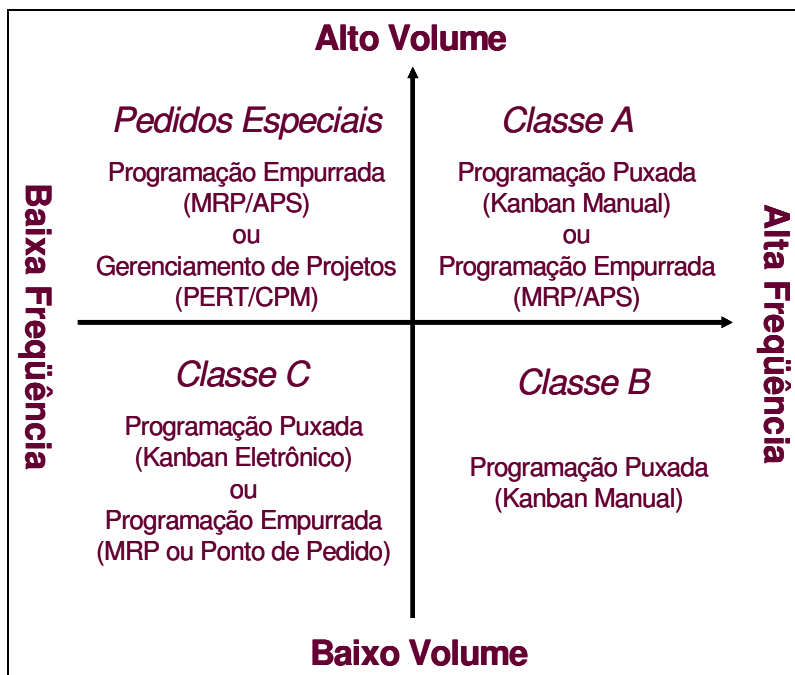


Figura 3-3 Classificação ABC - VF

A distribuição da demanda de determinado sistema dentro deste quadrante permite visualizar a potencialidade de utilização do sistema puxado de produção via kanban para a programação e controle da produção.

No quadrante "Classe A", têm-se poucos itens cujos volumes de demanda são altos e as freqüências também. Para esses itens a sugestão é de se aplicar o sistema de programação puxada manual, ou então, o sistema de programação empurrada via MRP com um seqüenciador de capacidade finita (APS). Como esses itens irão girar com alta freqüência, desde que o sistema produtivo seja confiável, os dois tipos de programação terão resultados equivalentes. Caso o sistema produtivo não consiga reproduzir os tempos padrões e/ou as taxas de produção parametrizadas no MRP/APS, a produção puxada com controle visual da

fábrica terá larga vantagem em ser utilizada.

No quadrante “Pedidos Especiais”, têm-se aqueles poucos itens que apesar de gerarem altos volumes, só aparecem esporadicamente, quando algum grande cliente negocia uma encomenda especial. Esses itens devem ser identificados e deslocados da classe A da classificação ABC de Pareto para esse quadrante. Para esta identificação é necessário definir um parâmetro de frequência que classifique determinada demanda como um pedido especial. Tal parâmetro dependerá das características específicas de cada sistema produtivo e de seu mercado consumidor.

Para estes casos de pedidos especiais, o sistema de programação da produção recomendado é o empurrado via MRP, que irá ser acionado assim que o cliente fechar o pedido. No caso limite de sistemas produtivos que trabalham sob encomenda, ou seja, toda a sua demanda tem essa característica de imprevisibilidade, este é o modelo de controle de estoques recomendado.

Para efeitos de constatação, vale ressaltar que, quando a demanda for unitária por grandes projetos, como a construção de uma usina hidrelétrica, de uma rodovia, ou de um navio, onde os tempos das atividades são relativamente altos, o modelo de controle de estoques deve estar baseado na técnica de gerenciamento de projetos, conhecida como PERT/CPM.

No quadrante Classe B, estão os itens que possuem volume baixo e frequência alta de reposição, passíveis de uma boa previsão de demanda. Para esses itens, talvez uns 15% a 20% do total, a sugestão é de se aplicar o sistema de programação puxada manual, visto que os estoques colocados nos supermercados irão girar com frequência e poderão ser mantidos baixos a partir de correções de curto prazo no chão de fábrica. Dessa forma, caso sejam incluídos os itens do quadrante Classe A e Classe B no sistema de programação puxada com controle visual da fábrica, praticamente 80% da demanda (mas 20% dos itens, ou até menos) estará sendo controlada dentro dos princípios da Manufatura Enxuta.

Finalmente, no quadrante Classe C está à maioria dos itens (de 70% a 90%

deles) que possuem baixo volume e baixa frequência, mas que representam pouco em termos econômicos e que, por isso, devem ter seu sistema de programação da produção (empurrado ou puxado) simplificado. Convencionalmente, dentro dos sistemas empurrados, pode-se aplicar o modelo de controle MRP, com parâmetros de segurança mais folgados e sem necessidade de um seqüenciador de capacidade finita, ou, até mesmo, em empresas menores, o modelo de ponto de pedido via uma planilha de Excel.

Como no quadrante Classe C há necessidade de se gerenciar muitos itens, caso se queira uniformizar o sistema de programação dentro da lógica puxada, provavelmente não será viável utilizar um modelo com controle visual, havendo necessidade de se automatizar o sistema kanban e levar sua lógica de decisão para relatórios e/ou telas do sistema.

Dependendo da quantidade de produtos variados fabricados por determinado sistema produtivo, um controle virtual pode ser necessário já para itens do quadrante B. Isto dependerá das limitações de espaço físico e de mão de obra para manipulação do número de cartões.

Dessa forma, a análise da demanda dentro da classificação ABC-VF exercerá forte influência no momento de decidir se o sistema kanban deve ser expandido e, se sim, qual a melhor forma de fazê-lo. Tal ponto será discutido no momento adequado. Por hora, a classificação ABC-VF irá indicar a existência de produtos passíveis de serem controlados pelo kanban físico, dado a existência de itens localizados nos quadrantes A e B.

### 3.2.3 Análise do Processo

Sistemas produtivos que manufaturam uma ampla gama de itens são categorizados como processos de produção repetitivos em lotes. Uma consequência comum da produção em lotes é a presença marcante de operações de *setups* que, em um ambiente com grande variedade de itens, tornam-se ainda mais freqüentes e críticas.

A solução paradigmática encontrada pelas organizações é adotar a lógica de lotes mínimos de produção para que a quantidade de itens produzidos compense os gastos com a troca de produtos. Desta forma, um sistema produtivo com uma variedade grande de itens produzidos em máquinas com *setups* altos, com decorrentes lotes econômicos grandes de produção, resulta em altos *lead times* na conclusão destes lotes, não sendo, em função disto, recomendado colocar estes itens em um supermercado.

Por outro lado, se a velocidade (*lead time*) de reposição desta variedade de itens no supermercado pelo sistema produtivo for alta, ou seja, se o sistema for flexível em fazer o item A ou B, não haverá problema em se montar um supermercado com estes itens, desde que, seja viável se trabalhar com lotes pequenos e giro de estoque alto, resultando em baixo capital investido em estoque.

Contudo, se a situação acima não é a que se apresenta, e os lotes econômicos atuais são altos, antes de descartar a introdução do kanban, se devem explorar alternativas que busquem reduzir economicamente o tamanho dos lotes para se atingir a velocidade de reposição requerida para o emprego do sistema de programação puxada.

A fabricação de produtos variados normalmente exige sistemas produtivos considerados “flexíveis”, que podem ser decorrentes de duas situações. A flexibilidade do processo pode ser em função de uma grande quantidade de *setups*, ou seja, o número de recursos disponíveis é escasso e a flexibilidade em produzir vários itens decorre de trocas constantes de ferramentas. Neste caso a redução dos lotes pode vir através de um investimento por parte da organização na redução dos *setups*, ou em um estudo que analise qual o melhor seqüenciamento.

Porém, se a flexibilidade da organização é decorrente de um investimento agressivo em recursos, ou seja, há grande disponibilidade de máquinas e mão de obra para a produção dos itens, deve-se pensar na possibilidade de focalização da produção. Neste caso, dedicando-se recursos para os itens com maior demanda, pode-se reduzir e até eliminar operações de troca.



Finalmente deve-se realizar uma avaliação em relação ao quão intermitente ou em fluxo contínuo é o processo produtivo. Quanto mais intermitentes, ou seja, quanto maior a variedade dos roteiros dos produtos em termos de diferentes processos, mais difícil é a implantação do kanban. Diminuir e equilibrar os tempos de produção dos lotes para diminuir o lead time de produção, torna-se uma tarefa complexa quando o número de lotes envolvidos é grande.

O kanban será inserido com maior facilidade em processos produtivos em que as etapas ocorrem em um fluxo contínuo ou onde a possibilidade de transformação para este tipo de fluxo é viável.

### 3.2.4 Comparação do Desempenho

Embora as características do produto, da demanda e do processo ratifiquem a possibilidade de utilização da programação puxada de produção via kanban, a introdução de tal ferramenta deve ser respaldada pela necessidade. Ou seja, além de viável, a adoção do método alternativo deve significar oportunidade de melhora no desempenho do sistema produtivo explorado.

Tal oportunidade pode ser comprovada pela comparação do desempenho atual do sistema com o desempenho potencial do kanban, em relação a dois aspectos principais: nível de estoque e atendimento a demanda. Entende-se que, se o sistema kanban não for capaz de oferecer melhores índices nestes dois aspectos, é mais sensato para a organização manter sua atual dinâmica de programação e controle da produção.

O potencial de ganhos advindos da implantação dos conceitos propostos pode ser averiguado através de simulações de como seria a produção e a formação dos estoques caso a empresa já tivesse optado por esta dinâmica de programação. Para isso devem-se utilizar as demandas e produções históricas na simulação, e os resultados da simulação devem ser comparados com os da dinâmica atual de produção.

Para simular a dinâmica de programação puxada deve-se, primeiramente,

escolher uma família de itens, preferencialmente daqueles posicionados no quadrante A da classificação ABC – VF. De posse de um histórico da demanda destes itens, dimensionam-se os lotes de produção kanban viáveis de serem trabalhados, seguindo o princípio de que os mesmos devem girar algumas vezes ao mês, conforme exemplo da tabela 3.1.

Demanda Média Mensal	Lote de Produção Kanban
= > 5.000	5.000
Entre 1.000 e 5.000	1.000
< 1.000	500

**Tabela 3-1 Definição do lote kanban em função da demanda média mensal**

Para a simulação, definido o lote mínimo de produção, dimensiona-se o supermercado para cada um dos itens. O supermercado pode ser dimensionado de acordo com a demanda média encontrada no período e de forma a ser múltiplo do respectivo lote mínimo de produção. Com esses parâmetros definidos e com o histórico das demandas ocorridas, formula-se uma planilha que simula a produção e os estoques gerados caso a programação da produção fosse puxada, conforme pode ser visto no exemplo da tabela 3.2.

A tabela 3.2 apresenta uma planilha do Excel para ilustrar a simulação de dois meses da produção de itens pelo sistema puxado. Na primeira coluna estão identificadas os itens com seus respectivos códigos. A coluna “SM Cal.” representa o supermercado desejável para cada item, este, conforme explicado anteriormente, foi calculado pela média das demandas reais obtidas e é múltiplo do lote de produção kanban.

Item	DEM MEDIA Mensal	SM Cal.	jan/06					fev/06					Lote Kanban
			SM Inicial	Dem.	Saldo	Prod.	SM Final	SM Inicial	Dem.	Saldo	Prod.	SM Final	
A	19.110	20.000	20.000	29.086	-9.086	30.000	20.914	20.914	14.788	6.127	15.000	21.127	5.000
B	8.647	10.000	10.000	8.365	1.635	10.000	11.635	11.635	1.869	9.766	5.000	14.766	5.000
C	4.882	5.000	5.000	6.474	-1.474	7.000	5.526	5.526	963	4.562	1.000	5.562	1.000
D	4.714	5.000	5.000	1.419	3.581	2.000	5.581	5.581	3.460	2.120	3.000	5.120	1.000
E	3.472	4.000	4.000	3.812	188	4.000	4.188	4.188	2.287	1.900	3.000	4.900	1.000
F	63	500	500	284	216	500	716	716	17	698	0	698	500
G	44	500	500	37	463	500	963	963	0	963	0	963	500
H	38	500	500	59	441	500	941	941	115	826	0	826	500
Total		40.970	45.500	49.538	-4.038	54.500	50.462	50.462	23.500	26.962	27.000	53.962	14.500

**Tabela 3-2 Simulação da produção via sistema puxado**

As colunas subseqüentes se repetem para cada mês, sendo que a primeira coluna “SM Inicial” refere-se ao supermercado inicial no começo de cada mês. A segunda coluna “Dem.” refere-se à demanda real ocorrida nos meses em questão. Nota-se que no início da simulação, o “SM Inicial” é igual ao “SM Cal.”, pois a intenção dessa dinâmica de programação é manter o “SM Inicial” igual ou um pouco acima do “SM Cal.”, de forma a garantir pronta entrega do produto, ou, se faltar produto no supermercado, que a produção não seja muito elevada.

A coluna “Prod.” da planilha refere-se à quantidade de produção necessária para atender a demanda se o “SM Inicial” não for suficiente, e para cobrir o supermercado calculado para que haja um nivelamento planejado do estoque. Estes lotes de produção são múltiplos do lote mínimo estipulado para que se possa fazer um controle através dos cartões kanban, cujo valor de produção de cada cartão equivale a um lote mínimo de produção.

A última coluna de cada mês, “SM Final”, é o resultado final do supermercado para cada item, ou seja, representa a soma do supermercado inicial com a produção do mês, diminuindo-se a quantidade destinada a atender a demanda daquele mês. Este resultado é repassado para o “SM Inicial” do mês subseqüente.

Essa dinâmica deve ser repetida para vários meses, pelo menos seis meses, e os resultados dos saldos de estoques obtidos na simulação devem ser comparados

com os saldos dos estoques reais apresentados em cada mês. A comparação entre esses dois valores, os saldos simulados pelo sistema puxado e os saldos reais obtidos pelo sistema atual de programação da empresa, deve subsidiar a tomada de decisão. Em geral, o sistema puxado simulado irá gerar menos estoques.

O segundo ponto a ser analisado é o referente ao nível de atendimento da demanda. Deve-se comparar o nível de atendimento que foi praticado pela empresa nesse período simulado, com o nível decorrente da simulação do sistema puxado. Por princípio, dado que o supermercado montado para o item está baseado na demanda já conhecida, o sistema puxado simulado deverá ter 100% de atendimento. Contudo, podem existir meses em que devido a uma concentração das demandas dos itens, a fábrica não tenha capacidade de produção pontual para atender à demanda e recolocar os supermercados de volta ao nível calculado. Nesse caso o atendimento imediato aos clientes seria comprometido.

Por exemplo, olhando para os dados da tabela 3.2, caso no mês de janeiro de 2006 a capacidade de produção da fábrica para esses itens fosse de 54.000 unidades, haveria uma falta de 500 unidades, pois a produção necessária seria de 54.500 unidades. Esses valores seriam então confrontados com o nível de atendimento obtido no período simulado. A princípio o sistema puxado dará um nível de atendimento melhor.

Além de subsidiar a tomada de decisão quanto à implantação do sistema piloto da programação puxada, os valores obtidos na simulação poderão também ser empregados para estimar os ganhos com a introdução dessa nova ferramenta e motivar o grupo para a implantação do piloto que se seguirá.

### 3.2.5 Resumo da Etapa 1

Analisadas as características do sistema produtivo em termos de demanda, produto e processo, pode-se concluir se há viabilidade técnica no sistema produtivo para a implantação da programação puxada. Por outro lado, selecionados itens da classe A e simuladas as demandas passadas desses itens sendo atendidas por

uma lógica puxada de programação, pode-se concluir se há necessidade de implantação do sistema kanban ou, se o sistema atual já está trabalhando com os níveis de estoques e de atendimento adequados.

A tabela 3.3 apresenta um *check-list* para ser utilizado nessa etapa. Como sugestão, caso seis ou mais pontos desses sejam assinalados para o sistema produtivo em questão, há um potencial grande de o sistema puxado ser aplicável e trazer ganhos significativos para a empresa.

Objetivo: Identificar a viabilidade e necessidade de utilização do kanban para programar e controlar a produção através da coleta e análise de dados referentes ao produto, demanda, processo e desempenho.		
<i>Check – List</i>		
1		Possibilidade de diferenciar o portfólio da produção do portfólio de vendas
2		Presença da pirâmide invertida na maioria dos desenhos da estrutura do produto
3		Flexibilidade decorrente de <i>setups</i> com possibilidade de melhorias nos tempos de troca e melhoramento no seqüenciamento.
4		Flexibilidade decorrente da disponibilidade de recursos, com a possibilidade de focalizar a produção.
5		Demanda atendida predominantemente pelo estoque ou sob pedido (pouca produção depende de especificações da demanda)
6		Concentração na demanda no quadrante A e B (pouca representatividade do quadrante pedidos especiais)
7		Roteiro de fabricação simples (poucos processos diferentes) com possibilidade de estabelecimento de um fluxo contínuo
8		Possibilidade de geração de previsões de demanda confiáveis para produtos frequentemente pedidos
9		Nível de estoque proposto pelo kanban menor que o atual
10		Nível atendimento à demanda proposto pelo kanban maior que o atual

**Tabela 3-3 Checklist para a etapa de análise geral do sistema produtivo.**

Conforme resumido na figura 3.4, identificada à viabilidade e a necessidade, confirma-se a decisão de introduzir a programação puxada de produção via kanban, avançando-se para a segunda etapa do método, a implantação do projeto piloto. Em caso negativo opta-se por manter o sistema atualmente utilizado pela organização.

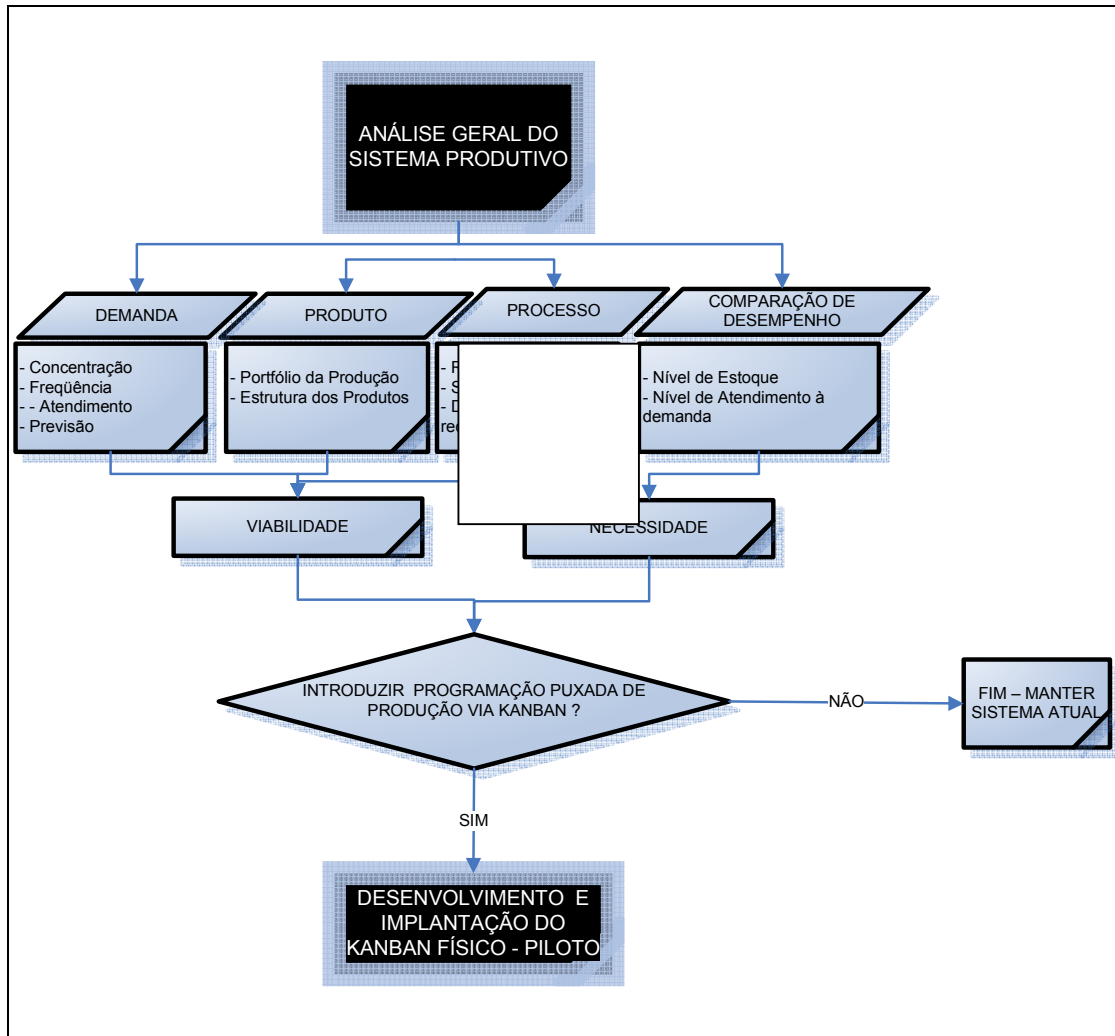


Figura 3-4 Resumo da Etapa 1

### 3.3 Etapa 2: Desenvolvimento e Implantação do Kanban Físico

Tendo se decidido pela introdução do kanban, pode-se avançar para a segunda etapa que consiste, fundamentalmente, na sua implantação inicial de forma física.

Essa etapa contempla as atividades necessárias para o desenvolvimento e implantação do sistema kanban físico na forma de um projeto piloto. O objetivo final desta etapa é averiguar se o sistema kanban é, de fato, válido para programar e

controlar a produção.

Para chegar a tal conclusão, o passo inicial consiste em formar o grupo que ficará responsável pela realização das atividades envolvidas nesta fase. Tal grupo terá como funções a seleção dos itens que farão parte do teste piloto, a montagem da estrutura necessária para o seu funcionamento (matemática, lógica e física), e a colocação do kanban em operação.

Caberá ainda ao grupo acompanhar o funcionamento do kanban, atentando para as adaptações requeridas, para o monitoramento do seu desempenho e para a validação das variáveis utilizadas pelo sistema. Cada uma destas atividades é descrita na seqüência.

### 3.3.1 Formação do grupo kanban piloto e treinamento

Depois de tomada a decisão de introdução do kanban no sistema produtivo explorado, o próximo passo é a formação de um grupo multidisciplinar, que sob o comando de um líder, estará responsável pela concretização das etapas seguintes do método e os respectivos passos.

Na formação do grupo kanban piloto deve-se procurar envolver as pessoas de diferentes níveis da organização, desde o nível de gerência até o chão de fábrica. Deve-se considerar não somente os funcionários do setor em que o kanban será implantado, mas também aqueles que, para este fornecem e que deste recebem.

O líder deve ser, sempre que possível, o gerente responsável pelo sistema produtivo estudado, sendo de sua alçada garantir a organização e os recursos necessários para que cada etapa seja completada com sucesso.

Como o sistema Kanban faz parte da lógica de Planejamento e Controle da Produção e, sua implantação implica em uma delegação de funções antes exercidas pelo setor para o chão de fábrica, é imprescindível a presença de um membro deste setor no grupo do kanban piloto. Este membro deve ser o funcionário responsável pela programação da produção do sistema em que o

kanban será implantado.

Logicamente, fazem parte do grupo aqueles detentores do conhecimento acerca do kanban, responsáveis diretamente pela disseminação dos conceitos e pelo suporte durante toda a etapa de desenvolvimento e implantação. Como já destacado, estes membros podem ser de origem interna (funcionário da organização com o treinamento e conhecimento requerido) ou externa (grupo de consultoria com capacidade para dar todo o apoio necessário).

Completa-se a formação do grupo com funcionários de chão fábrica como os líderes/chefe de turno, os responsáveis pelo *setups* e pela programação de curto prazo.

Todo o grupo deve participar de um treinamento onde são abordados os conceitos relacionados com o sistema kanban. É importante que o grupo assimile de fato estes conceitos e que principalmente compreenda as implicações futuras que a introdução desta nova ferramenta trará para a organização.

Deve ser salientado durante o treinamento que o sucesso do kanban piloto depende, diretamente, de uma total dedicação e comprometimento de todos com o projeto.

### 3.3.2 Seleção de Itens

A primeira função a ser realizada pelo grupo de implantação do kanban piloto é a seleção dos itens que passarão a ter sua produção programada e controlada de forma puxada. O objetivo é escolher um grupo de itens para testar a ferramenta sendo, mais adequados, aqueles que apresentarem características de concentração de demanda e serem passíveis de serem estocados.

Os itens que apresentam estas características e que devem ser selecionados inicialmente para o kanban piloto, são aqueles posicionados no quadrante A da classificação ABC- VF, realizada na etapa 1 de análise geral do sistema produtivo. Os itens posicionados neste quadrante são aqueles que, além de apresentarem



alta demanda, apresentam alta frequência de pedidos.

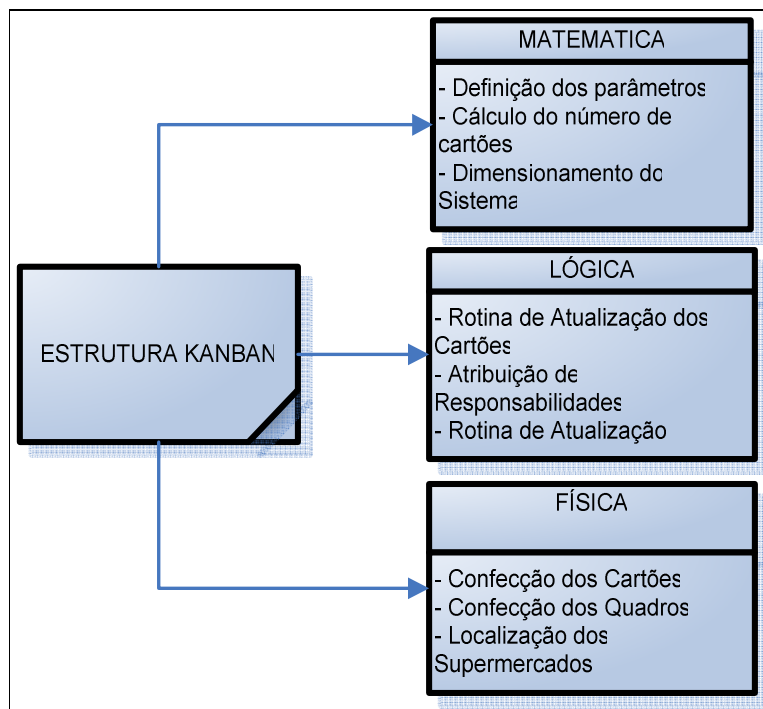
Tais características são relevantes nesta etapa de teste, pois, primeiro, em a demanda sendo alta, é provável que seja possível a adoção dos lotes mínimos de produção já praticados pelo sistema, como lotes kanban. Segundo, a alta frequência nos pedidos fornece uma maior segurança para a formação dos supermercados utilizados na programação puxada de produção, pois é grande a probabilidade de ocorrência de demanda futura. Este fato também assegura que o kanban irá “rodar”, ou seja, que a rotina de circulação dos cartões irá ocorrer. Isto promoverá o aprendizado do funcionamento da lógica do kanban para os funcionários envolvidos, bem como permitirá que o devido acompanhamento seja realizado.

Além do foco na escolha dos itens da classe A, em função de outros fatores como, por exemplo, proporcionalidade no uso dos itens, sobra de capacidade na produção, aproveitamento de *setups* para produção de famílias, etc. deve-se analisar o potencial de ganho com a inclusão de itens da classe B, e até, eventualmente, da classe C nesse projeto piloto.

Selecionados os itens que passarão a ter sua produção controlada pelo sistema kanban o próximo passo é a sua estruturação, detalhando como será a sua dinâmica de funcionamento.

### 3.3.3 Estruturação do Kanban

O kanban tem sua operacionalização viabilizada por uma estrutura composta de três dimensões: uma matemática, uma lógica e uma física conforme apresentado na figura 3.5. Na seqüência cada estrutura é descrita.



**Figura 3-5 Estrutura do Kanban**

### 3.3.3.1 Estrutura Matemática

A estrutura matemática consiste em definir os valores de entrada e calcular os parâmetros que irão balizar a dinâmica de puxar a produção via sistema kanban. Conforme apresentado na revisão bibliográfica, a fórmula do kanban necessita da definição de variáveis como: demanda média do item, período de cobertura projetado, tamanho do lote kanban e a margem de segurança.

Com estas variáveis definidas, é possível definir o número de cartões kanban que estarão circulando no sistema através da fórmula 3.1.

$$NK = [(Demanda\ Média/Lote\ Kanban) \times Cobertura] \times (1 + Segurança) \quad (3.1)$$

A demanda média do item deve ser obtida do sistema de informação da organização. Em geral será resultado da dinâmica de cálculo das necessidades de materiais do sistema MRP (*Material Requirements Planning*). Pode-se trabalhar com a demanda média diária ou mensal, desde que o período de cobertura seja equivalente em dias ou em meses.

Quanto à definição dos tamanhos dos lotes kanbans, sugere-se, inicialmente, utilizar o lote padrão já praticado pela organização, aproveitando a estrutura em termos de armazenagem e movimentação já empregada no sistema. Caso esse lote seja muito grande, estudos preliminares podem ser encaminhados pelo grupo para se analisar o efeito da redução do tamanho do lote. Eventualmente, ao se focalizar no projeto piloto os recursos de produção nestes itens da classe A (ou famílias de itens), os *setups* serão reduzidos, até eliminados, o que poderá resultar em uma redução do lote econômico.

No que diz respeito à definição do período de cobertura utilizado no cálculo do número de kanbans, pode-se pensar nesta cobertura associada ao ritmo de produção que se deseja imprimir, como, por exemplo, caso se pretenda produzir os itens uma vez por mês os estoques do supermercado deverão ter uma cobertura de 30 dias ou um mês, Caso se planeje produzir duas vezes por mês, a cobertura seria de 15 dias ou 0,5 meses.

Esta adaptação da fórmula para um período de cobertura é interessante para sistemas produtivos que operam com grande variedade de produtos, pois, a flexibilidade de curto prazo exigida não garante que os tempos dos roteiros serão cumpridos (que seria o tempo de reposição do lote kanban). A utilização de um coeficiente de frequência de produção permite uma abordagem mais geral e simples para efeitos de cálculo e não compromete o sistema caso os tempos padrões não sejam cumpridos.

Quanto à margem de segurança, o grupo deve decidir em cima de qual o percentual do estoque no supermercado que deve ser usado como sinalização de perigo iminente de falta de atendimento da demanda. Essa quantidade será a quantidade da faixa vermelha no painel kanban físico e da mensagem de alerta no sistema virtual futuro, e deve ser suficiente para que ações de emergência sejam tomadas no sentido de reparar os níveis de estoque no supermercado.

Estando o sistema kanban estruturado em termos matemáticos, cabe agora definir sua dinâmica de funcionamento.

### **3.3.3.2 Estrutura Lógica**

O funcionamento diário do kanban está baseado na lógica de puxar a produção, ou seja, ocorrido o consumo em um determinado supermercado, os cartões circulam no sistema indicando a necessidade de reposição/produção. A definição da estrutura lógica vai inserir esta dinâmica na rotina da organização.

Neste momento define-se como se darão as baixas dos produtos do supermercado e de geração de cartões, as responsabilidades por colocação e retirada dos cartões do quadro, a periodicidade de atualização da demanda e acompanhamento do sistema, e os procedimentos para adaptações de curto prazo quando necessárias. Ressalta-se que estas determinações serão inseridas dentro do cotidiano do processo produtivo. Isto deve ser levado em consideração, para que ocorra uma rápida absorção e adaptação dos novos procedimentos à rotina da organização.

Em resumo, é a estrutura lógica que determinará o que deve ser feito, quando deve ser feito, onde deve ser feito, como deve ser feito e por quem deve ser feito. Pode-se usar para definir a estrutura lógica a ferramenta dos 5W1H, provavelmente já dominada pelo grupo de implantação em trabalhos voltados para a padronização dentro do conceito de qualidade total.

### **3.3.3.3 Estrutura Física**

Aqui são providenciados os componentes físicos necessários para o sistema kanban funcionar que são:

1 - Cartão kanban: deve-se decidir por quais informações que serão disponibilizadas no cartão e como eles serão confeccionados. As informações devem ser escolhidas por critérios essenciais, respeitando a filosofia enxuta de simplicidade e fácil visualização. O mesmo princípio deve ser utilizado na confecção do cartão, que deve ser de fácil manuseio. Cabe também decidir, em função das características do processo, se é possível a circulação completa dos

cartões, reutilizando-os preferencialmente no caso da implantação piloto, ou se é necessário eliminá-los e emití-los no fim de cada ciclo. Com certeza, após a implantação piloto, com a introdução de uma grande quantidade de itens e com o controle de forma virtual, não haverá necessidade de reaproveitamento do cartão.

2 - Quadro kanban: neste momento deve-se discutir a estrutura do quadro kanban quanto ao tamanho, número de espaços disponíveis, número de linhas e disposição dos itens no quadro. Após consolidado o *layout* do quadro, sua confecção deve ser providenciada. O quadro kanban também terá caráter provisório visto que com a expansão do sistema o quadro será virtual.

3 - Localização dos supermercados: por fim, definem-se onde e como os supermercados serão organizados, de preferência aproveitando ao máximo a estrutura logística já disponível na empresa, o que facilita a introdução do sistema piloto.

Estruturado o kanban, a etapa seguinte é a sua implantação. Quanto à implantação a observação que merece atenção é a necessidade de um treinamento dos funcionários em relação ao kanban. Além de explicar como se dará o funcionamento, a rotina e regras de colocação e retirada dos cartões, os significados das cores etc., deve-se dedicar atenção especial na compreensão da ferramenta como uma oportunidade de melhoria.

Colocado o kanban em funcionamento dentro da organização deve-se prosseguir com a etapa 3 do método: o acompanhamento.

### **3.4 Etapa 3: Acompanhamento do Novo Sistema**

É a partir do acompanhamento da utilização diária do kanban que surgirão situações específicas advindas da característica do processo. Embora os itens escolhidos tenham os requisitos necessários para serem controlados pelo kanban, é a rotina da produção que mostrará as dificuldades e obstáculos de se fabricar produtos pelo sistema puxado de produção em um ambiente responsável pela manufatura de uma grande variedade de itens.

Sem equívocos, esta é a principal etapa do método e consiste na capacidade do sistema se adaptar ou não aos desafios apresentados. As atividades de acompanhamento devem contemplar a validação das variáveis do modelo, a identificação de necessidades de melhorias e adaptações e o monitoramento do desempenho do kanban.

A validação das variáveis do modelo busca averiguar se os parâmetros definidos na estruturação matemática do kanban, tamanho do lote kanban, período de cobertura e o coeficiente de segurança são adequados para a realidade do sistema de produção. Este acompanhamento pode indicar, por exemplo, se o lote kanban dimensionado pode ser reduzido visto o atual não corresponder com a demanda por ele apresentada.

O coeficiente de segurança também pode ser reduzido para itens em que a demanda é seguramente conhecida e/ou em que o sistema produtivo possa garantir um rápido atendimento pela produção. Por outro lado, alguns itens podem apresentar uma demanda mais instável, o que irá requerer um coeficiente de segurança maior, aumentando assim o nível do supermercado.

O acompanhamento pode levar ainda a identificação de itens que, por apresentarem um alto grau de complexidade de *setup*, necessitem ser produzidos em intervalos maiores. Neste caso, será necessário corrigir o período de cobertura do supermercado para um valor maior, de forma que os lotes kanbans maiores tenham condições de serem disparados pelo sistema de puxar.

Na etapa de acompanhamento o grupo deve também estar atento para a capacidade do sistema produtivo de apresentar o desempenho requerido para o funcionamento do kanban. As limitações do sistema devem ser analisadas, e as melhorias, investimentos e adaptações necessários para que o kanban opere em sua plenitude devem ser apontadas. Estas melhorias e adaptações podem significar necessidades de mudanças em políticas praticadas pelo chão de fábrica, pela área de vendas, pelo PCP e até pela área de desenvolvimento de novos produtos.

É provável, também, que em algum momento o kanban aponte a necessidade de redução dos lotes de produção. Neste caso torna-se interessante a formação de um novo grupo dedicado a estudar a possibilidade de redução de *setups*, da focalização da produção e/ou da melhoria no seqüenciamento da produção. Possibilidades estas já apontadas na etapa de análise geral do sistema produtivo.

Da mesma forma que o sistema produtivo deve ser capaz de melhorar e se adaptar para a implantação do kanban, o kanban também deve ser capaz de se adaptar à realidade do sistema produtivo. Estas adaptações do kanban ao sistema produtivo e do sistema produtivo ao kanban serão específicas de cada caso explorado porém, um fator comum deve ser salientado.

É provável que, grande parte destas adaptações sejam identificadas pelo pessoal de chão de fábrica, pois eles estarão inseridos na rotina do kanban. Cabe ao grupo estar atento e receptivo a estas manifestações e sugestões para que os funcionários se sintam motivados e valorizados e para que o kanban se molde o mais rapidamente à rotina da organização.

É também da natureza do processo de acompanhamento, monitorar o desempenho do sistema pela coleta e medição de dados que indiquem se a ferramenta está de fato atingindo os resultados que se propôs. Alguns destes dados são:

1. *Lead Time* de Produção: O tempo médio para produzir um pedido é uma medida valiosa de desempenho na produção e pode ser monitorada pelo tempo passado entre a fixação do cartão no quadro e a entrada do cartão no estoque de produtos acabados. Este acompanhamento do *lead time* determina o nível de estoque de produtos em processo bem como o nível adequado de estoque de produtos acabados . Reduções no lead time de produção indicam a oportunidade de redução nos níveis de inventário. A adoção do kanban contribui para a redução do *lead times* pela redução dos lotes de produção, pelas reduções nos tempos de preparação e pela otimização da programação das necessidades de produção (cartões).

2. Nível de Estoques: Uma redução no nível de estoques é um dos principais indícios da validade do kanban. Uma comparação dos níveis de inventário antes e após a implantação é, seguramente, a primeira informação a ser gerada.
3. Atendimento ao consumidor: A redução de inventário deve ser analisada em conjunto com o nível de atendimento ao consumidor. O objetivo é reduzir estoques mantendo e melhorando o nível de serviço ao consumidor.

Embora os indicadores acima indiquem uma medida quantitativa de desempenho do kanban, existem outros benefícios que, apesar de não serem passíveis de medição, devem ser considerados na avaliação do sistema. Estes benefícios são:

- Simplicidade na programação e controle da produção: o controle visual da produção pelo chão de fábrica permite uma diminuição do número de processos, pessoas e documentos envolvidos, tornando esta etapa mais eficiente e fluida.
- Kanban incentivando melhorias: como foi abordado na revisão bibliográfica, uma das grandes contribuições do kanban é apontar deficiências no processo produtivo, despertando a organização para a necessidade de buscar melhorias. Esta capacidade do kanban também deve ser considerada no momento em que se avalia seu desempenho.

A coleta destes dados indicará se o sistema puxado de produção via kanban é válido como ferramenta de programação e controle da produção de forma a assegurar o investimento em sua expansão.

### 3.4.1 Resumo das Etapas 2 e 3

A decisão de expansão do sistema kanban, envolverá a avaliação de três alternativas possíveis. A figura 3.6 resume a etapa de desenvolvimento, implantação e acompanhamento do kanban piloto e apresenta estas alternativas de



expansão. As alternativas têm relação com o quanto da demanda atendida pelo sistema produtivo é passível de ser controlada pelo kanban e qual a melhor maneira de controlá-la.

A organização pode optar pela não expansão do kanban caso verifique que os itens selecionados para o piloto já representam uma parcela significativa da sua demanda. Isso ocorrerá em situações em que a classificação ABC-VF apresentar uma alta concentração de demanda no quadrante A e a quantidade de itens responsáveis por esta demanda for baixa.

Difícilmente o caso acima será encontrado em um sistema produtivo que opere com alta variedade de produtos. É provável que nestes casos a demanda seja mais distribuída entre os quadrantes, requisitando uma expansão do controle kanban para um maior número de itens.

A opção pela expansão física é adequada para sistemas que apresentam concentração de demanda no quadrante A e B e cuja quantidade de itens, que representam esta demanda, sejam viáveis de serem manipulados fisicamente. Neste caso, como apresentado na figura 3.6, é somente necessária uma nova seleção de itens, já que o kanban já está estruturado e os funcionários devidamente treinados em função da aplicação do kanban físico piloto.

Se, no entanto, a quantidade de itens é de tal montante que um controle físico é inviável, torna-se interessante para organização a alternativa de expansão virtual do sistema. Neste caso, além dos itens do quadrante A e B, os itens do quadrante C estariam contemplados no controle do kanban. A etapa de expansão do kanban virtual, com seus respectivos passos, é detalhada na próxima seção deste capítulo.

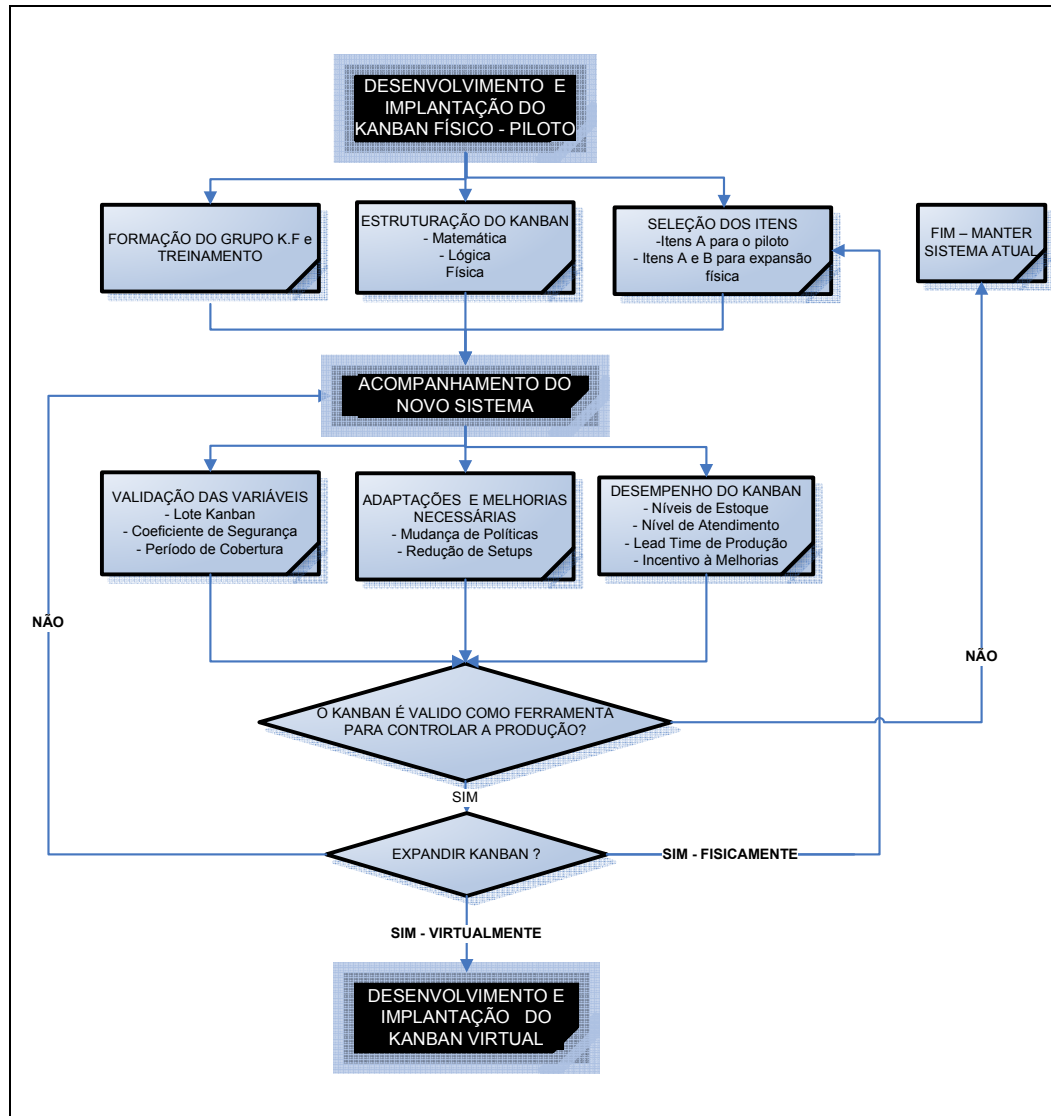


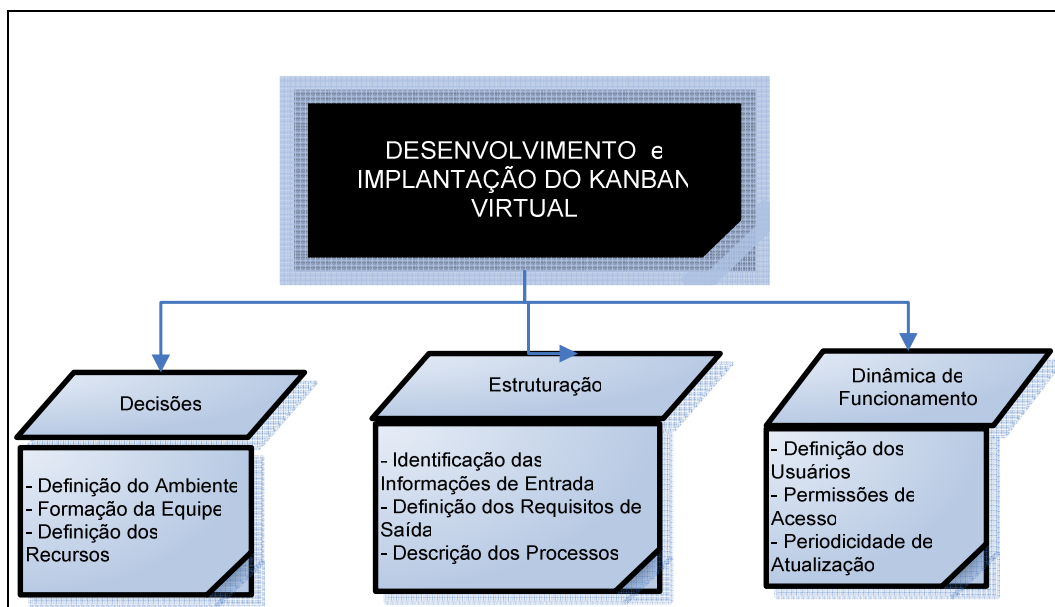
Figura 3-6 Resumo Etapas 2 e 3

### 3.5 ETAPA 4: DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DO KANBAN VIRTUAL

A quarta e última etapa do método, para implantação da programação puxada de produção via kanban em ambientes com grande variedade de produtos, tem como objetivo o desenvolvimento e a implantação de um kanban virtual. Através deste sistema virtual espera-se poder controlar pela programação puxada de produção uma grande quantidade de itens.

O desenvolvimento do kanban virtual depende de um conjunto de decisões e ações vindas de diferentes responsáveis, o que torna interessante para a organização dispor de um esquema que guie o grupo no andamento do projeto. A figura 3.7 fornece uma visão geral dos passos operacionais que compõe o projeto de implantação do kanban virtual.

O primeiro passo é fundamentalmente composto por decisões que determinarão onde, por quem e como o kanban virtual será desenvolvido. O segundo passo orienta os gestores na elaboração da estrutura que deve ser disponibilizada para o desenvolvimento do kanban virtual. Esta estrutura diz respeito às entradas, saídas e processos envolvidos no sistema. Finalmente, o último passo é o de definição da dinâmica de utilização, onde serão determinados os usuários que terão acesso ao sistema bem como aqueles que ficaram responsáveis pela sua manipulação e atualização. Na seqüência, estes três passos serão detalhados.



**Figura 3-7 Desenvolvimento do Kanban Virtual**

### 3.5.1 Passo 1: Decisões

O primeiro passo desta etapa é basicamente composto por decisões que determinarão onde, como e por quem o projeto do kanban virtual (KV) será

desenvolvido e implantado.

A primeira decisão responderá onde, ou seja, em que ambiente o programa será desenvolvido, sendo esta decisão diretamente relacionada com o atual sistema de informações utilizado pela organização (S.I.G). Considera-se aqui que empresas que operam com grande variedade de itens são geralmente de grande porte e que, portanto, já possuem à sua disposição algum tipo de sistema de informações.

Este sistema irá se relacionar de alguma forma com o kanban virtual e, a maneira como esta relação se dará, definirá em que ambiente o kanban virtual será desenvolvido. Esta relação kanban virtual – S.I.G pode acontecer de duas formas: uma opção é desenvolver o kanban dentro do próprio sistema de informações disponível na organização, ou seja, de forma integrada conforme ilustrado na parte superior da figura 3.8. A outra opção, é uma relação mais indireta, ou seja, o sistema de informações da organização geraria as informações para o kanban virtual que seria desenvolvido em um ambiente paralelo, conforme ilustrado na parte inferior da figura 3.8. Neste caso, o S.I.G atuaria como um fornecedor de dados e informações ao kanban virtual.

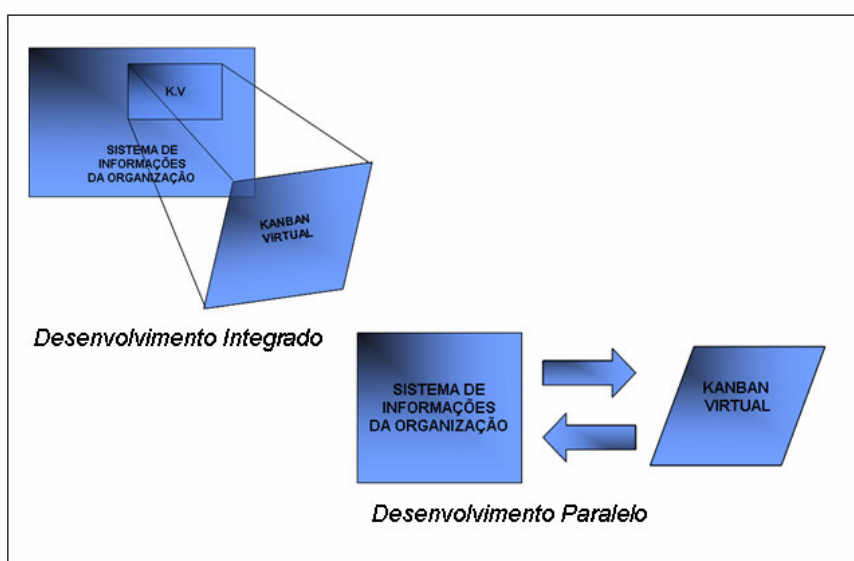


Figura 3-8 Opções de ambiente para desenvolvimento do kanban virtual

É fato que, se já existe um sistema de informações em operação na organização, a decisão mais plausível é a de desenvolver o kanban virtual de forma integrada. Entretanto, dependendo da complexidade, acessibilidade e custos envolvidos; intervenções diretas no sistema podem demandar tempos e recursos mais robustos do que um desenvolvimento paralelo. Nesta alternativa, o sistema de informações opera basicamente como um banco de dados que serão processados independentemente, sem a necessidade de intervenções.

No caso do desenvolvimento em paralelo, deve-se ter especial cuidado com questões referentes à atualização e confiabilidade dos dados que devem representar fielmente as informações disponíveis no sistema da empresa. A capacidade de repassar dados reais ao sistema kanban é de fundamental importância para que seu funcionamento seja de fato válido e que seus resultados sejam seguros para serem utilizados no controle e programação da produção.

Independentemente da configuração escolhida pelos responsáveis, o desenvolvimento e a implantação do kanban virtual exigirá conhecimentos e habilidades específicas que ainda não se dispõem no grupo atualmente formado. Portanto, sugere-se a formação de um subgrupo especial que estará dedicado exclusivamente para a conclusão desta etapa. Este subgrupo, denominado grupo kanban virtual, deve apresentar, entre seus membros, pessoas com as seguintes qualificações:

- Conhecimento teórico e prático da ferramenta kanban: o membro detentor desta exigência deve ser aquele, ou aqueles, que estiveram envolvidos na fase de implantação do kanban físico, ou seja, um membro que já faz parte do grupo kanban. É ele que participará mais ativamente do desenvolvimento e implantação do kanban virtual, haja vista que será o responsável por estabelecer os relacionamentos com os outros recursos. Ele informará ao programador quais são os dados requisitados pelo kanban de uma forma geral e, principalmente, quais os dados específicos/ adaptações e os requisitos do sistema (o que se espera com o kanban virtual). Este membro passará a ser denominado membro kanban físico (MKF).

- Qualificações técnicas acerca do desenvolvimento de sistemas/programas: pessoa com conhecimentos técnicos específicos/qualificações acerca de desenvolvimento de aplicativos. Este membro passará a ser representado pela sigla MKV, ou seja, membro kanban virtual.
- Funcionário da organização com conhecimento acerca do funcionamento do sistema de informações atualmente utilizado, com capacidade de localizar, gerar e de dar acessibilidade aos dados necessários para o desenvolvimento do kanban virtual. Tal membro passa a ser identificado pela sigla MSI, ou seja, membro sistemas de informações.

As três qualificações exigidas não significam que a equipe será composta, necessariamente, por três membros. Um único membro pode possuir duas das qualificações exigidas ou, uma qualificação pode vir representada por dois membros. Isso dependerá de cada caso específico.

É interessante neste momento analisar como foi o processo de implantação do kanban físico, bem como identificar aquele membro ou membros que participaram ativamente de todo o processo de concepção, implantação e adaptação do mesmo. Esta é a pessoa mais indicada para fazer parte da equipe do projeto como MKF.

Se o kanban físico foi implantado com o suporte de uma consultoria externa, talvez seja interessante estabelecer uma nova parceria, agora voltada para a migração para o kanban virtual. Por outro lado, se a adoção do kanban tiver sido decorrente de uma iniciativa interna da organização, é interessante alocar temporariamente o funcionário que liderou esta empreitada para desempenhar a função de MKF na equipe.

Em relação ao MKV, se a empresa dispuser de mão de obra qualificada para o desenvolvimento de sistemas é interessante que este recurso seja disponibilizado para atuar na equipe do projeto do kanban virtual. Caso contrário, a contratação de mão de obra externa apresenta-se como solução.

A vantagem do desenvolvimento interno é o conhecimento já consolidado de todos os processos e práticas do sistema informacional da empresa. Além disso, é

bem provável que este membro acumule a função de MSI, localizando e acessando os dados necessários.

A desvantagem do desenvolvimento interno é que o pessoal da área de sistemas, normalmente, se ocupa com outras atividades rotineiras. Isto exigiria uma dedicação de parte do seu tempo ao projeto kanban virtual. Já um recurso externo estará integralmente dedicado ao desenvolvimento do novo projeto e será de sua total responsabilidade colocar em funcionamento o novo sistema.

Definido o ambiente onde o kanban virtual será desenvolvido (integrado ou em paralelo), definido a origem dos recursos necessários (interno ou externo) e formada a equipe responsável pelo desenvolvimento (MSK, MSF, MSI), pode-se prosseguir no projeto passando para o segundo passo da estruturação.

### 3.5.2 Passo 2: Estruturando o Kanban Virtual

Neste segundo passo da quarta etapa definem-se as variáveis de entrada e saída do kanban virtual, bem como são descritos os processos envolvidos no funcionamento do sistema. É predominante neste momento um intenso fluxo de informações entre os membros da equipe montada para o desenvolvimento do projeto.

#### 3.5.2.1 Definindo as entradas do sistema

O primeiro contato a ser estabelecido é entre o MKF com o MSI. Nesta etapa o MKF deverá listar todas as informações necessárias para que o kanban virtual seja gerado de forma que o MSI identifique onde elas estão dentro do sistema corporativo. Esta lista compõe-se de dois tipos de informações:

1. Informações Gerais: São as informações básicas que precisam ser extraídas do sistema corporativo pelo MSI e disponibilizadas para o MKV para que este possa usá-las em seu processo de desenvolvimento. Estas informações referem-se fundamentalmente à demanda histórica dos produtos, previsões de demandas de longo prazo e demandas confirmadas

de curto prazo, níveis de estoques, cadastro de itens, etc. necessárias para se procederem aos ajustes no kanban.

2. Informações Específicas/Complementares/Adicionais: São as informações necessárias específicas do sistema produtivo, normalmente identificadas pela implantação do kanban físico e pelas especificidades da produção, como tamanho dos lotes, tipos de contenedores, etc.

Esta lista deve ser repassada para o responsável pelo sistema de informações da organização que irá verificar se os dados necessários para a estruturação do kanban já se encontram disponíveis no sistema e, em caso negativo, qual seria a forma de obtê-los. Providenciados os dados, estes devem ficar a disposição do responsável pelo desenvolvimento do sistema (MKV). Esta acessibilidade é dada pela informação de onde localizar estes dados no sistema corporativo e pela permissão de acesso.

Se a opção para o desenvolvimento do kanban virtual foi a de contratação de recursos externos, é provável que o MKV trabalhe fisicamente distante da organização. Neste caso, é necessário que o acesso virtual ao sistema de informações da organização seja permitido, responsabilidade esta do MSI.

### **3.5.2.2 Definindo as saídas do sistema**

Com os dados necessários acessíveis pode-se agora avançar no desenvolvimento do kanban virtual passando para as definições de requisitos do sistema, ou seja, qual é o objetivo do kanban virtual e o que se espera de seu funcionamento. A responsabilidade aqui é novamente do MKF de repassar as expectativas em relação ao desempenho do kanban virtual ao MKV.

De uma maneira geral se pode dizer que o objetivo do kanban virtual é o de controlar uma grande quantidade de itens pela lógica do kanban. Se no kanban físico o controle é desempenhado pela circulação dos itens no quadro e pelo dimensionamento dos supermercados e a programação é gerada pela visualização das cores, significa dizer que o kanban virtual deverá reproduzir, virtualmente, esta dinâmica. E, se para funcionar fisicamente o kanban depende de uma estrutura



matemática, lógica e física, estas também deverão estar contempladas, de alguma forma, no kanban virtual.

Como foi abordado anteriormente, não são todos os itens que são passíveis de serem controlados pelo kanban. Uma seleção deve ser realizada através de uma análise de certas variáveis, como a concentração de demanda e a frequência dos pedidos. Como a variedade de itens é muito grande não é viável para o responsável analisar item por item para então decidir quais são os mais adequados para o kanban. Caberá ao kanban virtual realizar uma análise prévia, informando ao responsável quais itens são os mais indicados para serem controlados pelo kanban, cabendo ao responsável proceder com uma análise mais detalhada naqueles que já estão pré-selecionados. A periodicidade desta seleção pelo responsável dependerá das características da demanda e do produto da organização.

Dada a grande variedade de produtos, outra situação que pode se apresentar é a concorrência por recursos, ou seja, itens que necessitam passar pelo mesmo processo, que na dinâmica do kanban físico se apresentam no quadro porta kanban na mesma posição, no kanban virtual precisam ser filtrados em uma tela ou relatório para que o programador decida as prioridades. A decisão por qual seqüência de produção seguir deve manter os mesmos critérios do kanban físico, ou seja, primeiro os itens na faixa vermelha, depois os da faixa amarela e, por último, os da faixa verde. Portanto, o kanban virtual deverá ser capaz de gerar estas informações de prioridade.

Em casos em que os recursos produtivos não puderem ser dedicados para os itens kanban, é provável que ocorra uma concorrência entre produtos puxados e empurrados. Neste caso regras devem ser criadas para a convivência entre programações empurradas e puxadas para o mesmo recurso. Por exemplo, caso o item no kanban esteja na faixa verde, a prioridade seria para o item de programação empurrada, já caso o item no kanban entre na faixa amarela, ou na vermelha, a prioridade na reposição dos estoques seria sua.

Outro requisito específico que deve ser disponibilizado pelo kanban virtual,

operando uma grande quantidade de itens, é a geração de indicadores de desempenho que mostrem que o sistema kanban projetado está funcionando adequadamente, semelhante as “mensagens de exceção” do MRP que acusa anormalidades no planejamento das necessidades de materiais. Ou seja, o kanban virtual deverá ser capaz de se auto-gerenciar.

Finalmente, como a demanda é a informação mais importante de ser monitorada, caso o sistema corporativo não tenha um módulo de previsão e monitoramento da mesma, o kanban virtual deverá incorporar um sistema dessa natureza que auxilie no processo de previsão, gerando perspectivas confiáveis das demandas futuras.

### **3.5.2.3 Definindo os processos envolvidos**

Disponibilizadas as informações requisitadas e formalizadas as expectativas de desempenho têm-se definidas as entradas e saídas do sistema. Para uma estruturação completa, devem-se definir também, quais serão os processos envolvidos no kanban virtual, ou seja, de que forma os dados deverão ser tratados para que as informações de entrada resultem nos requisitos de saída. Os seguintes quatro processos, detalhados na seqüência, são necessários:

1. Pré-análise dos itens que entram do kanban;
2. Gerenciamento da demanda;
3. Reprodução Virtual do Kanban
4. Geração de indicadores do kanban virtual.

#### Processo 1: Pré-análise dos itens que entram no kanban

A pré-seleção dos itens a serem controlados pelo kanban será uma das funções desempenhadas pelo kanban virtual sendo fundamentalmente baseada na análise de características da demanda. Portanto a informação que deve estar disponível

para ser acessada no sistema de informações da organização neste momento é o histórico da demanda, que poderá abranger um ou mais anos passados.

De posse desta informação os seguintes cálculos deverão ser realizados pelo sistema.

1. Classificar os itens em ABC: Itens A devem representar em torno de 80% da demanda do período, itens B 15% e itens C 5%;
2. Calcular a freqüência dos pedidos: este índice mostra se o item tem uma demanda freqüente, e deve ser calculado dividindo-se o número de meses em que o item teve demanda pelo número de meses totais. Por exemplo, se em dois anos o item apresentou demanda 12 vezes, o índice será de 0,5 (24/12). Devem ser definidos pelo grupo quais os parâmetros para classificar os itens para o kanban, por exemplo:
  - Itens com índice 1 indicam que durante o período analisado ocorreram pedidos em todos os meses e que, portanto, pelo critério de freqüência são considerados ideais para o kanban;
  - Itens com índice entre 0,5 e 1 indicam que mais da metade das vezes o item foi requisitado, o que em determinados casos pode ser considerados ainda viáveis para o kanban;
  - Itens com índice iguais e/ou menores que 0,5 indicam itens que têm uma freqüência baixa e que, portanto, não são adequados para o kanban.

Classificados cada item nestes critérios, o kanban virtual deverá agora ser capaz de gerar uma lista de itens, assinalando aqueles considerados mais adequados para o kanban de acordo com o critério freqüência e volume.

O sistema será responsável por gerar uma lista de itens sugeridos pelo kanban, sendo a decisão final, de incluir ou excluir itens, do usuário do kanban virtual. O sistema deverá assinalar aqueles considerados ideais, por exemplo A e freqüência 1, para que o usuário não perca tempo analisando estes itens e sim aqueles que

apresentam características não tão ideais, mas que ainda assim podem ser colocados no kanban.

### Processo 2: Gerenciamento da demanda

Como ressaltado em oportunidade anterior, dada a grande variedade de itens, dificilmente se disporá de uma previsão que contemple todo o portfólio. Além disso, a demanda tende a ser significativamente variada, não sendo possível ao sistema operar de maneira equilibrada com um número fixo de cartões. Neste sistema, o número de cartões precisa ser ajustado dinamicamente com base em previsões de demanda.

Caberá ao kanban virtual auxiliar nesta etapa, permitindo que o usuário possa visualizar e interagir com a demanda planejada, permitindo mudar os valores calculados, bem como a política de cálculo. A previsão dos produtos acabados utilizada para o dimensionamento dos supermercados poderá ser feita por dois critérios em seqüência de prioridade:

1. Informada pelo mercado: neste caso, a equipe de vendas teria consolidada uma expectativa de demanda que deve ser disponibilizada no sistema de informações da organização para ser acessada pelo kanban virtual. Se a previsão não se encontrar disponível no sistema, deverá ser dada a opção ao usuário de entrar, manualmente, com a informação;
2. Caso o mercado não forneça a previsão, o kanban virtual deverá calculá-la utilizando-se de técnicas de previsão condizentes com o histórico do faturamento dos itens.

Além deste gerenciamento de longo prazo, o kanban virtual deverá auxiliar nos ajustes de curto prazo no sentido de permitir a visão da demanda já colocada pelo mercado e a comparação com os supermercados atuais projetados a partir da previsão. O ideal é que a demanda prevista se confirme, contudo nem sempre isto é possível.

Para a verificação da necessidade de ajustes de curto prazo, o kanban virtual

deverá buscar no sistema da organização a informação dos pedidos já confirmados pelo mercado. Se, por exemplo, ocorrer um pedido maior do que o supermercado dimensionado, o kanban virtual deverá gerar um cartão especial referente à quantidade a mais de itens requisitados, dentro do que seria, uma lógica empurrada.

Esta busca no sistema também trará a informação de pedidos confirmados de produtos que não são controlados pelo kanban, mas sim programados de forma empurrada. O kanban virtual deverá comparar estes pedidos com os estoques atuais destes produtos e, se necessário, gerar um ordem de produção empurrada a ser confirmada pelo usuário. Esta interface do kanban virtual com a programação empurrada é importante, principalmente, para sistemas produtivos onde existirão recursos que estarão sendo disputados por itens controlados de ambas as formas.

Se os itens a serem administrados pelo kanban contemplarem componentes e/ou semi-elaborados, estes terão seus supermercados dimensionados pela explosão das demandas dos produtos acabados com base na lista de materiais de cada item, usando a lógica do MRP. Esta explosão será realizada no sistema de informações da organização que deverá gerar os dados da demanda a serem exportados para o kanban virtual.

### Processo 3: Reprodução virtual do kanban

Selecionados os itens para o kanban, a próxima etapa é a reprodução da estrutura do kanban físico na forma virtual. Na etapa de implantação piloto foi descrito que o kanban físico depende de uma estruturação em termos matemáticos, lógicos, e físicos. Estas estruturas deverão ser reproduzidas, virtualmente, pelo novo sistema kanban.

A estrutura matemática tem como objetivo dimensionar, com base em um conjunto de dados pré-estabelecidos, o número de kanbans por item que irá compor o supermercado e as faixas de controle para o seqüenciamento da produção. Este cálculo deverá ser automatizado segundo a fórmula 3.1, já apresentada, com os seguintes parâmetros:

$$NK = [(Demanda\ Média/Lote\ Kanban) \times Cobertura] \times (1 + Segurança) \quad (3.1)$$

Sendo que:

- Demanda Média: demanda prevista por período, geralmente diária ou mensal;
- Lote Kanban: pré-definido pelo usuário, de forma que o sistema faça um cálculo simples do tamanho dos lotes, relacionando-os com as previsões de demanda dos itens, conforme uma tabela com parâmetros definidos pelo usuário para as faixas, como o exemplo da tabela 3.4.

		Faixas de Demanda		Tamanho Lote
Regras Lote Kanban	Demanda for maior que	20.000		5.000
	Demanda for entre	20.000	10.000	2.000
	Demanda for entre	10.000	5.000	1.000
	Demanda for entre	5.000	2.000	500
	Demanda for menor que	2.000		200

**Tabela 3-4 Definição dos Tamanhos de Lote baseados na demanda**

- Cobertura: número de dias ou meses de cobertura do supermercado definido pelo usuário.
- Segurança: percentual de segurança (em decimais) definido pelo usuário. Sempre que o supermercado ficar abaixo desse nível, o cartão será colocado em vermelho, necessitando prioridade máxima para reposição.

Para se ter uma visão de prioridade no seqüenciamento da produção os níveis do supermercado, através das cores correspondentes, deverão fazer parte das telas e relatórios de controle do kanban virtual. Esta relação do nível de estoque com as cores será determinada pelo dimensionamento das três faixas de controle do sistema kanban:

- Verde: quantidade total de estoque definida na fórmula para o período de cobertura;
- Amarela: quantidade para um “lead time” de produção do lote kanban, em dias ou meses, de consumo. Equivalente ao ponto de pedido dos sistemas

convencionais;

- Vermelha: quantidade correspondente aos estoques de segurança.

Como a estrutura lógica do sistema kanban convencional é baseada na regra de puxar a produção e operacionalizada pela rotina de retirar e colocar cartões no quadro, quando se projeta trabalhar com uma grande variedade de itens, essa manipulação física fica inviável, tanto pela quantidade de informações a serem controladas quanto pela limitação do espaço físico disponível para quadros kanban.

Além disso, a grande variedade de produtos tem como conseqüência uma grande possibilidade de roteiros e estruturas e diferenças nos lotes kanban, que ao longo do processo podem eventualmente serem divididos e consolidados arbitrariamente. Todos estes fatores inviabilizam a fixação e a circulação dos cartões através dos recursos de produção, tornando a opção de controle virtual uma solução plausível para esta situação.

Virtualmente, a lógica do kanban será reproduzida da seguinte forma: quando os itens são consumidos pelos clientes (estoque de produtos acabados ou de produtos em processo) o supermercado atual ficará menor que o supermercado dimensionado, gerando a necessidade de emissão de novos cartões para reposição dos níveis planejados. Dentro do kanban virtual será disponibilizada, para o usuário, uma rotina para atualizar os níveis dos supermercados periodicamente. A mesma, após rodada, informará o número de cartões que necessitam ser emitidos em função da reposição total dos níveis do supermercado.

A confirmação pelo usuário da emissão de cartões representará virtualmente a colocação de cartões no quadro kanban que, neste novo sistema, se tornará desnecessário. O quadro passa a ser representado por um relatório, ou uma tela, que informará o número de cartões a serem produzidos bem como o status atual, ou seja, vermelho, amarelo, ou verde de acordo com as faixas anteriormente definidas.

Dada a grande variedade de itens, poderá ocorrer uma situação onde vários itens se apresentem no quadro/relatório com o mesmo status (vermelho, por exemplo). Neste caso, outro critério deverá ser utilizado para definir a ordem de

prioridade para a produção. Caberá ao kanban virtual fornecer ao usuário diferentes opções de visualização deste relatório, opções estas que levarão em conta outras prioridades de produção, como, por exemplo:

- Carteira: neste caso dar-se-á prioridade para aqueles produtos que têm maior número de pedidos confirmados;
- Data: neste caso, a prioridade será dada àqueles produtos cuja data de entrega está mais próxima ou que forem primeiro pedidos;
- Margem de Contribuição: neste caso a prioridade será dada para aqueles produtos cuja margem de contribuição é maior;
- Cliente/Canal: neste caso a prioridade será dada para aqueles produtos que são vendidos em canais mais representativos, ou para clientes especiais.

Para gerar estas opções o kanban virtual deverá buscar, no sistema de informações da organização os dados necessários, criando uma interface com o usuário que permita a seleção do critério mais adequado. É neste momento também que deve ser dada à opção ao usuário de incluir neste relatório as ordens empurradas de produção. Será gerada desta forma uma lista única de necessidades, permitindo que uma otimização do seqüenciamento possa ser alcançada.

Uma vez no quadro, o próximo fluxo de um cartão físico é, após sua retirada, passar pelo processo produtivo acompanhando o produto/componente correspondente. A circulação desse cartão físico é finalizada quando este dá entrada no estoque do seu respectivo lote kanban, quando então ele, ou é destruído ou, fica junto ao lote, esperando novo consumo para retornar ao quadro.

No kanban virtual este “fluxo” ao longo do processo será representado por uma sinalização de status WIP (work in process) no sistema virtual, ou seja, é como se os cartões tivessem sido recolhidos do quadro e entrassem na linha de produção. Quando os cartões terminarem de ser produzidos e derem entrada no supermercado, automaticamente o status dos cartões muda de WIP para concluído e



o número de cartões, e as quantidades físicas, no supermercado são atualizados. Esta última ação representa os supermercados com os devidos cartões afixados.

A estrutura física do kanban é composta pelos cartões, pelos supermercados e pelo quadro kanban. Virtualmente o supermercado será representado pelo número de cartões disponíveis no momento da consulta (SM atual). A circulação dos cartões passa a ser reproduzida pela geração, confirmação, transformação WIP e atualização dos supermercados. O quadro passa a ser representado pelos relatórios e telas gerados que, a exemplo da prática, também irão permitir a visualização das cores.

Gerada a lista de itens a serem produzidos ou, atualizado o “quadro kanban”, conclui-se o processo de reproduzir a estrutura e dinâmica do kanban.

#### Processo 4: Geração de indicadores do kanban virtual

Com objetivo de acompanhar o desempenho do sistema kanban virtual, um conjunto de indicadores deve ser implementado no sistema e calculado mensalmente. Esses indicadores utilizarão informações vindas do sistema corporativo, bem como informações geradas diretamente pelo sistema kanban.

Como já mencionado, durante a implantação do kanban físico estes indicadores podem ser:

1. Estoque Mensal: número de peças em estoque no final de cada mês;
2. *Lead Time* de Produção: este índice pode ser gerado pela comparação da data em que o cartão foi gerado (confirmação pelo usuário da emissão de cartões) com a data em que o cartão deu entrada no supermercado;
3. Nível de Atendimento: número de pedidos dos clientes (internos/externos) não atendidos no mês.

Outros indicadores podem ser gerados de acordo com as características específicas de cada sistema produtivo.

### 3.5.3 Passo 3: Definindo a dinâmica de Funcionamento

Explicados os processos envolvidos no kanban virtual, resta agora passar ao MKV como será a dinâmica de utilização do sistema. A mesma envolve a definição dos usuários, os acessos permitidos a cada um, bem como, a periodicidade com que cada rotina será executada e atualizada. A tabela 3.5 é um modelo que pode ser utilizado para a definição destas variáveis e serve também como exemplo.

Rotina	Periodicidade de Atualização	Usuário Responsável	Procedimento
Seleção dos Itens Kanban	Mensal	PCP – João da Silva	Sugestão automática/confirmação manual
Gerenciamento da Demanda (Longo Prazo)	Mensal	PCP	Manual e/ou automática
Gerenciamento da Demanda (curto prazo)	Diária	PCP	Automática pela verificação dos pedidos confirmados
Inserção e Ajustes de Parâmetros	Mensal	PCP	Manual
Atualização dos Supermercados e Geração de necessidades de novos cartões	Diária	PCP	Automática pela verificação dos níveis de supermercado e pedidos confirmados
Confirmação de cartões no quadro	Diária	PCP	Confirmação Manual
Geração de Relatórios de Produção	Diária	Chão de Fábrica	Geração automática com a opção de selecionar diferentes prioridades.
Mudança para Status Wip	Quando os cartões derem entrada na produção	Chão de Fábrica	Mudança manual
Mudança para Status Concluído	Quando os cartões derem entrada nos supermercados	----- -	Automático
Entrada de Produtos no Supermercado	Quando os cartões forem produzidos	----- -	Automático
Geração de Indicadores	Mensal	PCP	Automático

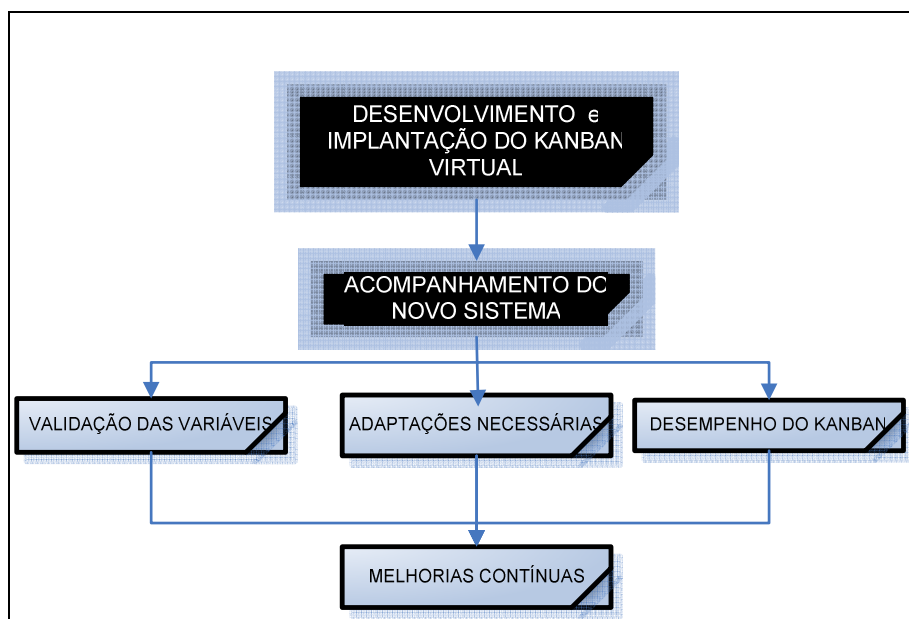
**Tabela 3-5 Modelo para definição da rotina de utilização do kanban**

Uma vez realizadas todas as fases sugeridas até aqui, caberá ao MKV utilizar de todo o seu conhecimento técnico acerca de construção de programas para gerar a ferramenta de acordo com as especificações até aqui definidas. Elaborado o programa pelo MKV, o sistema kanban virtual pode ser introduzido no sistema produtivo, ficando o grupo kanban responsável por providenciar o treinamento adequado para os usuários que terão acesso ao sistema, para que estes possam

manipulá-lo adequadamente.

Da mesma forma que o kanban físico precisou ser validado, o kanban virtual também deverá ser aprovado pelos usuários e, principalmente, sua capacidade de programar e controlar adequadamente a produção de uma grande variedade de itens deve ser comprovada.

Consolidada a nova ferramenta como método alternativo válido retorna-se então a etapa de acompanhamento, promovendo um ciclo de melhoria contínua do kanban e do sistema produtivo como apresentado na figura 3.9.



**Figura 3-9 Visão geral etapa 3**

#### 3.5.4 Resumo da Etapa 4

Para o desenvolvimento e implantação do kanban virtual, etapa 4 do método proposto, é inicialmente necessário que algumas decisões sejam tomadas. Estas decisões definirão o ambiente em que o kanban virtual será desenvolvido, a equipe responsável pela realização do projeto e a origem dos recursos para o desenvolvimento.

Após estas variáveis serem definidas passa-se para a estruturação do kanban virtual onde definem-se as informações de entrada, de saída bem como os processos que precisam ocorrer para que as entradas sejam transformadas nas saídas requisitadas.

Para completar a definição da operacionalização do kanban, define-se sua dinâmica de funcionamento, onde são estabelecidas as permissões de acesso para cada usuário e a periodicidade com que cada rotina deve ser atualizada.

Desenvolvido e introduzido o kanban virtual no sistema produtivo, deve-se proceder com o mesmo acompanhamento anteriormente realizado durante a implantação do kanban físico, validando as variáveis do sistema, realizando as adaptações necessárias e monitorando o desempenho do novo kanban. Estas ações devem se tornar agora, constantes, promovendo um ciclo de melhorias contínuas do sistema. A figura 3.10 apresenta um resumo da etapa 4 do método para implantação do sistema puxado de produção em ambientes com grande variedade de produtos.

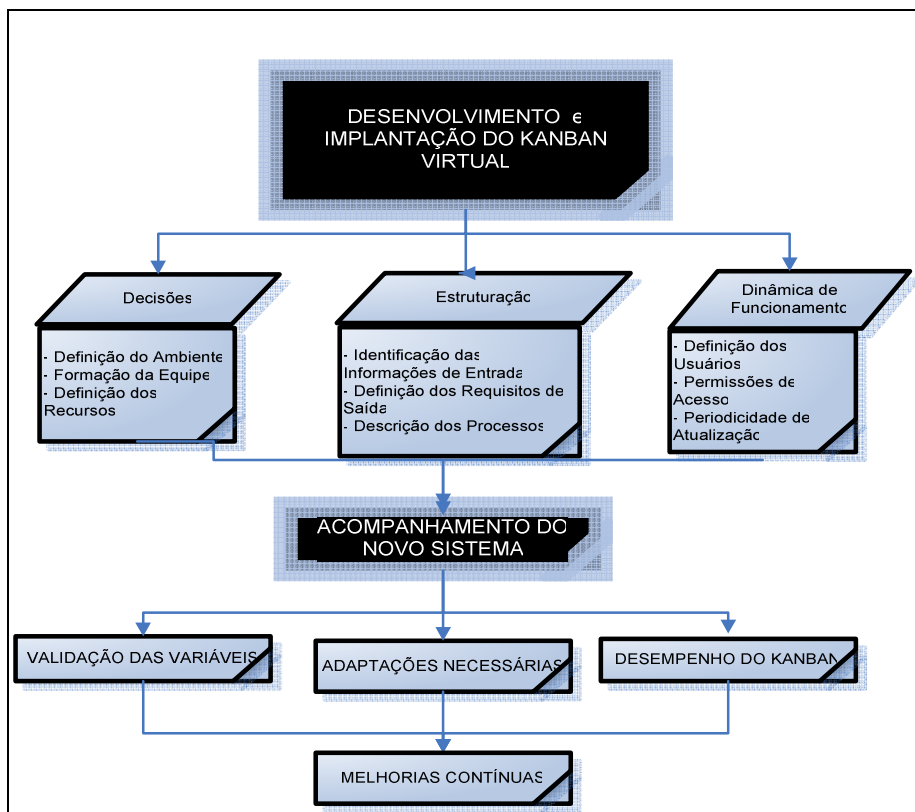


Figura 3-10 Resumo Etapa 3

### 3.6 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo apresentou-se um método para implantação da programação puxada de produção via kanban em sistemas produtivos que operam com grande variedade de produtos. Como abordado durante o capítulo, ambientes deste tipo são considerados por muitos autores como inadequados para a adoção de um sistema baseado em retiradas, como o kanban.

Tais afirmativas baseiam-se em determinadas características comuns destes tipos de sistemas como a variedade de demanda e altos números de *setups*. Durante o desenvolvimento do método procurou-se rever e considerar estas limitações objetivando adaptar o kanban para este tipo de sistema.

O resultado de tal estudo foi a consolidação de uma ferramenta para implantação do kanban, já ajustada para ambientes que produzem uma grande

quantidade de itens.

No próximo capítulo, será descrita a utilização do método proposto em um sistema produtivo com as características requisitadas. A apresentação empírica do método permitirá, no capítulo final desta dissertação, tecer as conclusões e recomendações acerca da viabilidade do trabalho.

## **CAPÍTULO 4    APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO**

No capítulo anterior foi proposto o método para implantar, em sistemas produtivos que operam com grande variedade de produtos, o sistema puxado de programação via kanban. O método proposto teve como norteador principal o cuidado em considerar as principais características normalmente encontradas em ambientes com grande variedade de produtos. Desta forma, ao se escolher uma empresa para sua validação, se buscou uma empresa de grande porte cujo portfólio de produtos é amplo.

Para apresentar a aplicação do método, inicia-se o capítulo com uma breve apresentação da empresa em que o trabalho foi realizado, bem como uma descrição das principais características de seu ramo de negócios, de seus processos e de seus produtos, em especial no setor onde a implantação foi analisada.

Na seqüência, as etapas de implantação propostas no método são descritas a partir do detalhamento da forma como cada uma delas foi sendo desenvolvida, ressaltando-se as limitações práticas que exigiram adaptações do método proposto. Infelizmente, como será relatado ao final do capítulo, devido a limitações na opção estratégica da empresa, esta implantação não se deu em sua íntegra.

### **4.1 A Empresa e o Sistema Produtivo**

O sistema produtivo, submetido à implantação do método, faz parte de um grande complexo fabril de uma empresa de revestimentos cerâmicos. A empresa possui grande representatividade tanto no mercado interno quanto externo, com uma produção na ordem de 2.000.000 m<sup>2</sup>/mês.

A indústria de revestimentos cerâmicos, onde esta empresa está inserida, é caracterizada por uma produção ininterrupta, equipamentos caros e de alto desempenho que devem ser mantidos em regime de alto grau de ocupação para

obterem um custo competitivo. Em função disto, boa parte dos ativos são concentrados na estrutura produtiva e nos estoques.

Normalmente a capacidade total de produção não pode ser aumentada porque é limitada pelo forno, um equipamento caro, altamente especializado e de produção contínua, ou seja, 24 horas por dia, 7 dias por semana, tendo demanda ou não. Este tipo de empresa, normalmente, só é competitiva se sua estrutura produtiva tiver um alto índice de ocupação para que o seu elevado custo fixo possa ser diluído ao máximo. Por isso, as plantas devem ser focadas para produção de poucos produtos e ter uma venda estável e balanceada com a capacidade produtiva.

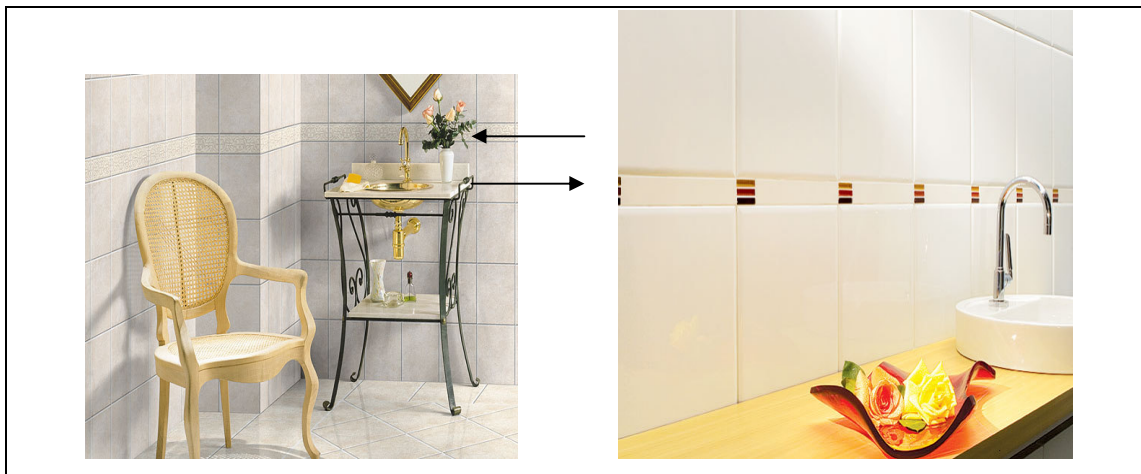
Contudo, cada vez mais as forças competitivas pressionam por diferenciação de produtos e serviços, forçando as empresas a aumentarem o número de produtos produzidos por uma mesma planta e a fragmentarem seus lotes de produção em busca de flexibilidade de atendimento. Numa planta desenhada e construída para produção econômica de grandes lotes de produção, o número excessivo de trocas leva à redução da produção e do índice de ocupação, aumentando o custo unitário dos seus produtos. Para contornar este problema, e manter um nível de serviço adequado, estas empresas produzem lotes maiores, aumentando seus estoques e reduzindo o seu giro. É por isso que, nestas empresas, o estoque constitui uma parcela considerável do seu ativo.

Conciliar estas características produtivas com a demanda crescente do mercado por produtos e serviços personalizados, mantendo níveis baixos de estoques no processo, é um grande desafio que vem sendo enfrentado por este tipo de indústria.

Grande parte desta diferenciação e personalização de produtos é possível quando a empresa oferece, além dos revestimentos cerâmicos como pisos e azulejos, peças especiais. Peças especiais são produtos vendidos unitariamente, que podem ser combinados de diferentes maneiras com os revestimentos, proporcionando ao consumidor a oportunidade de escolher uma composição personalizada.



Alguns exemplos de peças especiais são *rodapés*, *gradinos*, *listellos*, *v-cap* entre outras. As figuras 4.1 e 4.2 apresentam exemplos de aplicações de ambientes onde peças foram combinadas com o revestimento.



**Figura 4-1 Exemplos de aplicação de peças especiais: Listello.**



**Figura 4-2 Exemplo de aplicação de peças especiais: V- Cap.**

As peças podem ter seu desenvolvimento atrelado ao de um revestimento ou, podem ser projetadas independentemente para serem inseridas nas mais diferentes composições.

A empresa de revestimentos cerâmicos estudada dispõe de uma unidade fabril dedicada exclusivamente para a fabricação de peças especiais. E é no sistema

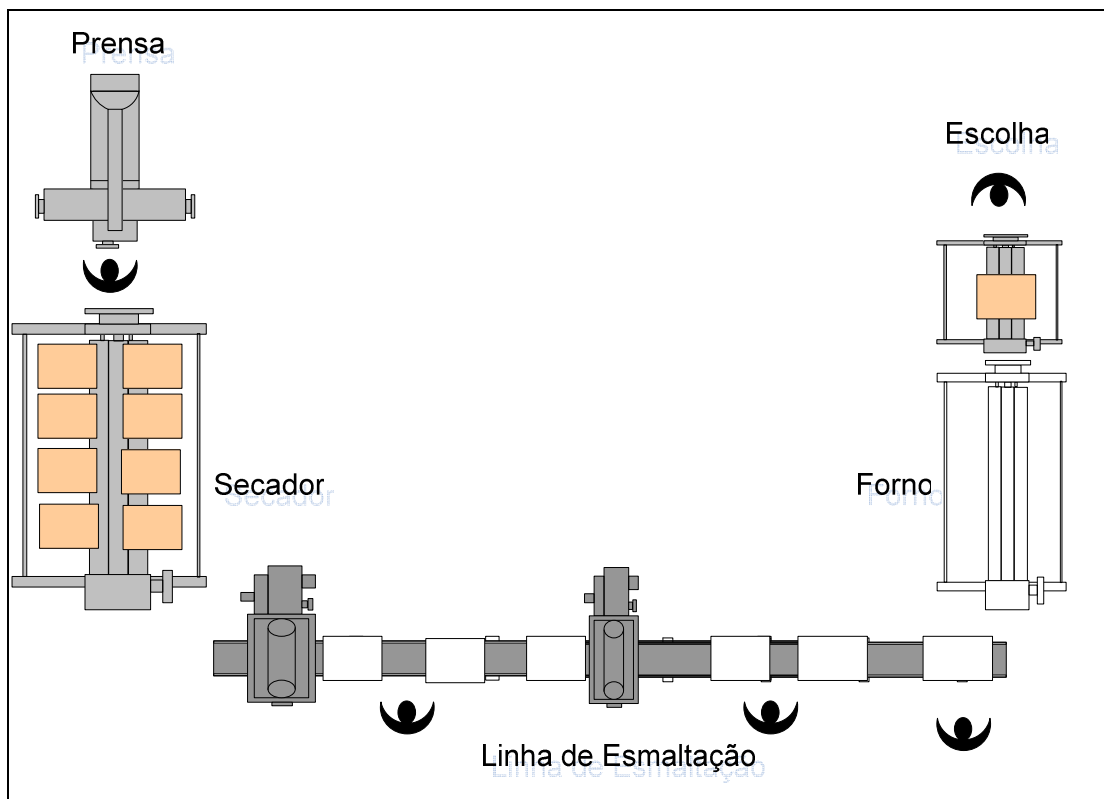
produtivo da fábrica de peças especiais que o método proposto por este estudo foi implantado.

Embora a matéria prima e os recursos envolvidos na fabricação de peças e revestimentos sejam praticamente os mesmos, as características da demanda e da variedade de produto exigem um processo produtivo diferenciado. Enquanto a demanda por revestimentos ocorre em grande volume, sendo seus lotes de produção contabilizados em metros quadrados, a demanda por peças é, consideravelmente, mais modesta e seus lotes são contados em unidades.

Mas sem dúvida a diferença marcante entre revestimentos e peças esta na variedade de produtos envolvidos. Na empresa estudada, por exemplo, uma unidade fabril dedicada á fabricação de determinado tipo de revestimento tem um portfólio que varia em torno de 200 itens. Já a fábrica de peças especiais opera com um portfólio de cerca de 2000 itens.

Além disso, enquanto o processo produtivo de revestimento dispõe de uma grande quantidade de recursos (várias prensas, linhas e fornos), a fábrica de peças é muito limitada em relação a esta disponibilidade, como será verificado adiante. A figura 4.3 apresenta uma visão geral do fluxo produtivo envolvido na fábrica de peças que será detalhado na aplicação do método.

São quatro os processos principais: primeiro, a massa cerâmica, devidamente preparada, é submetida a uma pressão específica, tendo sua forma definitiva denominada neste ponto de biscoito. Após a prensagem, o biscoito passa por um processo de secagem para eliminar completamente a água contida nas peças. A etapa subsequente à secagem é a esmaltação. Nesta etapa, recursos variados aplicam esmaltes sobre o biscoito, esmaltes estes que podem ser de diferentes cores e texturas. Após o processo de esmaltação o produto segue para o forno, onde é efetuada a queima da peça. São nos fornos que o produto adquire suas características finais, tais como alta resistência mecânica, alta resistência à abrasão e baixa absorção. Além disso, é após a queima que algumas cores determinadas são obtidas.



**Figura 4-3 Visão Geral da Fabricação de Peças.**

Estes são os quatro principais processos da indústria cerâmica e, conseqüentemente, da fábrica de peças cerâmicas: prensa, secador, esmaltação e queima. Na manufatura de peças especiais porém, estes processos podem variar em termos de seqüência e freqüência. Um produto final pode, por exemplo, passar duas vezes pela esmaltação ou pelo forno, ou ainda, após a prensa, ir direto para o forno para, depois, ser esmaltado.

Na saída de cada forno, ainda, está instalada a linha de escolha. Nela, os defeitos superficiais são identificados visualmente pelo colaborador, enquanto os dimensionais são verificados por equipamentos eletrônicos apropriados. Após os processos de escolha e classificação, as peças são encaixotadas, identificadas, paletizadas e, em seguida, estocadas na expedição

O método proposto para implantação do sistema puxado de produção via kanban em ambientes com grande variedade de produtos teve sua parte empírica oportunizada pela busca por parte da empresa de aprimorar seu desempenho e

atender melhor, seus clientes. O sistema puxado de programação via kanban foi implantado na fábrica de peças especiais de revestimento cerâmicos pela aplicação das quatro etapas do método proposto, conforme apresentado na figura 3.1 do capítulo anterior, que serão descritas no decorrer do capítulo.

Cabe ressaltar que, por se tratar da introdução de uma ferramenta inédita na empresa, todas as etapas necessárias para implantação do sistema puxado via kanban tiveram o apoio de uma consultoria externa. A equipe consultora ficou responsável por, inicialmente, realizar a primeira etapa de análise geral do sistema produtivo, indo até a definição do grupo kanban físico e do líder do projeto. Posteriormente, a mesma comprometeu-se em acompanhar, em conjunto com o grupo, a realização de todas as demais etapas até que a ferramenta kanban tenha sido satisfatoriamente validada.

## **4.2 Etapa 1 Análise Geral do Sistema Produtivo**

Esta etapa teve como objetivo, realizar uma análise de variáveis do processo produtivo para embasar a decisão de se introduzir ou não o sistema puxado de produção via kanban na fábrica de peças.

Tal decisão estaria suportada pela identificação de duas características no sistema produtivo explorado: a viabilidade e a necessidade. A existência da primeira característica seria determinada pela análise de fatores relacionados ao produto, a demanda e ao processo. Já a segunda característica, a necessidade, seria confirmada pela conclusão de uma real oportunidade na melhoria de desempenho da fábrica de peças em relação aos níveis de estoque e atendimento da demanda, que, neste caso, deveriam apresentar uma relação inversa: os níveis de estoque deveriam cair enquanto o nível de atendimento subir.

Como já mencionado, esta primeira etapa de análise geral do sistema produtivo foi realizada por uma equipe de consultoria externa. Para a conclusão desta análise a equipe trabalhou concomitantemente de duas formas: através de análises de informações que eram requisitadas e fornecidas pelos responsáveis e através de visitas freqüentes ao chão de fábrica da fábrica de peças. Desta forma, a

realização de visitas ao chão de fábrica, aliadas as conversas e entrevistas realizadas com os funcionários diretamente relacionados à programação e a produção de peças, permitiram a identificação das características do processo produtivo descritas na seqüência.

#### 4.2.1 Análise do produto

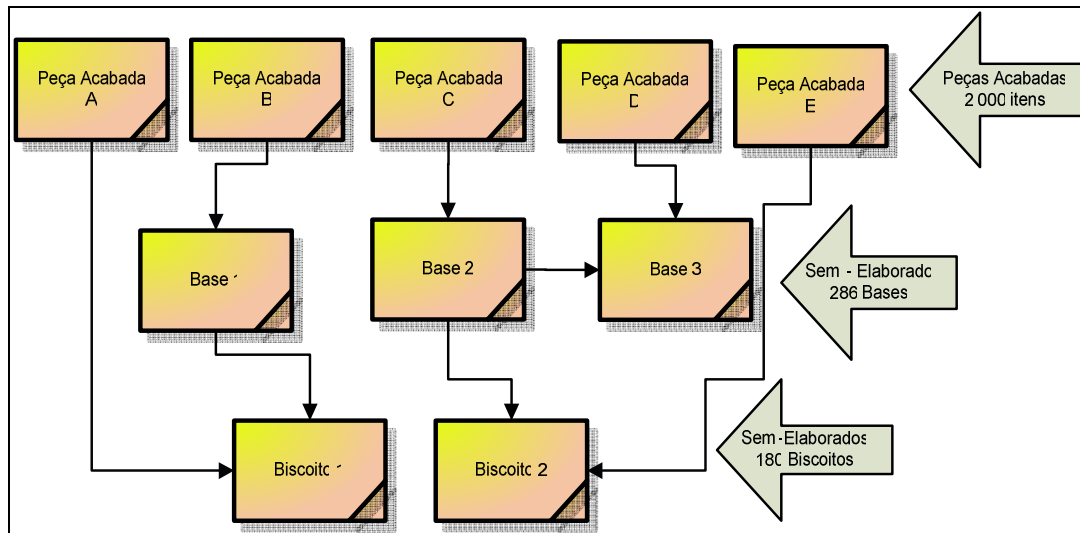
Como já abordado, a principal característica do sistema explorado neste trabalho é a grande variedade de produtos. O primeiro acesso aos dados do portfólio da fábrica de peças confirmou esta característica, demonstrando que o sistema produtivo em questão era responsável pelo faturamento de cerca de 4.000 mil produtos com códigos diferentes.

Esta gama de produtos era reduzida consideravelmente quando verificado que, em função do atendimento de diferentes mercados (interno, externo) a diferenciação de muitos produtos era somente em relação à embalagem utilizada e ao nome colocado. De um universo de cerca de 4.000 mil produtos passou-se a considerar um portfólio de cerca de dois mil produtos, o que ainda é uma variedade considerável. Porém ficou constatada uma grande diferença entre o portfólio de vendas e o portfólio de produção.

Este vasto portfólio era o resultado de uma combinação de cerca de 30 tipos de aplicações diferentes, como já apresentado na figura 4.1 e 4.2, e cerca de 90 linhas de produtos que dizem respeito às diferentes decorações possíveis de serem estampadas (esmaltadas) nas aplicações. Dentro destas linhas poderiam ainda ocorrer variações de cores. Para um melhor entendimento se utilizará um exemplo fictício. A linha “praia”, por exemplo, poderia ter seu portfólio de peças para aplicação composto por trim, listellos, ângulos e v-caps. Cada aplicação poderia receber, ainda, a decoração “praia branca”, “praia bege”, ou “praia cinza”.

Embora a gama de produtos fosse extremamente vasta o que, isoladamente, não estimularia a adoção de um sistema puxado de produção, uma análise da estrutura do produto apresentou outro panorama. Conforme pode ser verificada na figura 4.4, a pirâmide formada pela estrutura das peças era invertida o que indicava

que a grande quantidade de produtos não dependia de semi-elaborados na mesma proporção.



**Figura 4-4 Estrutura das peças de revestimento cerâmico.**

De uma forma geral pode-se dizer que as peças acabadas eram originadas de apenas um semi-elaborado que poderia ser uma base ou um biscoito. Este biscoito além de dar origem a uma peça acabada, dava origem também a todas as bases. Verificou-se desta forma que, em se tratando de semi-elaborados, o portfólio de itens a serem controlados reduz-se de 2.000 para cerca de 470 itens (286 bases + 184 biscoitos). Estes dados tornaram a introdução do kanban bem mais plausível em relação à variedade de produtos, ou seja, em se constatando a inviabilidade de se controlar os produtos acabados de forma puxada, ainda se mantinha a forte possibilidade de se controlar os semi-elaborados por esta técnica.

#### 4.2.2 Análise da demanda

Como já abordado na revisão teórica e considerado no método, a grande variedade de produtos normalmente representa comportamentos de demanda igualmente variados. Tal característica deste ambiente faz com que a decisão pela forma de controle não seja no sentido de escolha de uma alternativa, mas sim com a intenção de adequar cada característica de demanda ao controle adequado.

O primeiro ponto que chamou a atenção na análise da demanda da fábrica de peças foram as variadas formas disponibilizadas para o atendimento do mercado. Tal característica era tão relevante que cada produto tinha uma classificação que mesclava fase de vida com formas de atendimento da demanda. Esta classificação era a seguinte:

- **Produtos Ativos (PA):** podem ser considerados aqueles que gozam de certa confiabilidade na concretização da demanda futura e que, portanto, são passíveis de serem produzidos para estoque.
- **Produtos Sob Pedido (SP):** São produtos que só são programados a partir de uma sinalização da área de vendas da ocorrência de um pedido
- **Produtos Sob Consulta (SC):** São produtos que eventualmente podem ser requisitados, mas que só são fabricados mediante uma consulta para averiguar se os recursos necessários para a produção do pedido especial ainda se encontram disponíveis.
- **Descontinuados e Descontinuidade Programada (DE; DP):** São produtos que já não fazem mais parte do portfólio da empresa, ou seja, não estão sendo mais demonstrados e oferecidos aos clientes, mas que ainda recebem pedidos.

De acordo com as exigências do sistema kanban, só é possível operar com aqueles produtos que são passíveis de serem estocados e ou que são produzidos mediante a sinalização de um cliente em relação à quantidade. Enquadram-se nesta exigência as peças com classificação ativa ou sob pedidos. Uma averiguação da quantidade de itens do portfólio com as respectivas classificações permitiu a elaboração da tabela 4.1.

CLASSIFICAÇÃO	QUANTIDADE DE PRODUTOS	% SOBRE O TOTAL DE ITENS
Ativo	650	59%
Sob Pedido	143	13%
Sob Consulta + Descontinuado	304	27%
Total	1097	100%

 Itens adequados para o kanban = 72%

**Tabela 4-1 Distribuição do portfólio segundo o tipo de atendimento.**

Pela tabela 4.1 é possível verificar que a maioria dos produtos eram fabricados para estoque ou sob pedido (72%), o que para a viabilidade do kanban é uma característica favorável.

Entretanto esta análise só será validada se os itens que foram enquadrados como ativos e sob pedido contribuírem com uma parcela considerável da demanda. Dito de outra forma, se a demanda da fábrica fosse predominantemente de produtos que dependiam de requisitos específicos do cliente e não podiam ser estocados previamente, o kanban já não se tornaria tão interessante.

A tabela 4.2 demonstra que grande maioria da demanda da fábrica de peças, 85%, é atendida pelo estoque ou mediante pedidos colocados, o que mais uma vez assinalou positivamente para a viabilidade do kanban. É em cima desta demanda de itens ativos e sob pedidos que as análises posteriores de concentração e frequência foram executadas.

A classificação ABC dos produtos ativos e sob pedidos da fábrica de peças, apresentada na figura 4.5, representa um exemplo clássico da lei de Pareto, onde 20% da quantidade de itens, cerca de 160 deles (itens A), eram responsáveis por 80% do volume da demanda; 15% dos itens, cerca de 170 deles (itens B), eram responsáveis por 15% do volume da demanda; e, cerca de 465 itens eram classificados como itens C por representarem pouco menos do que 10% do volume demandado.



Classificação	Demanda Faturada Média	% Demanda
ATIVO	R\$ 74.650	85%
SOB PEDIDO		
SOB CONSULTA+ DESCONTINUADO	R\$ 79.064.61	15%
TOTAL	R\$ 5553.714	100%

 % da demanda com possibilidade de ser controlada pelo kanban

Tabela 4-2 Distribuição da demanda faturada segundo o tipo de atendimento

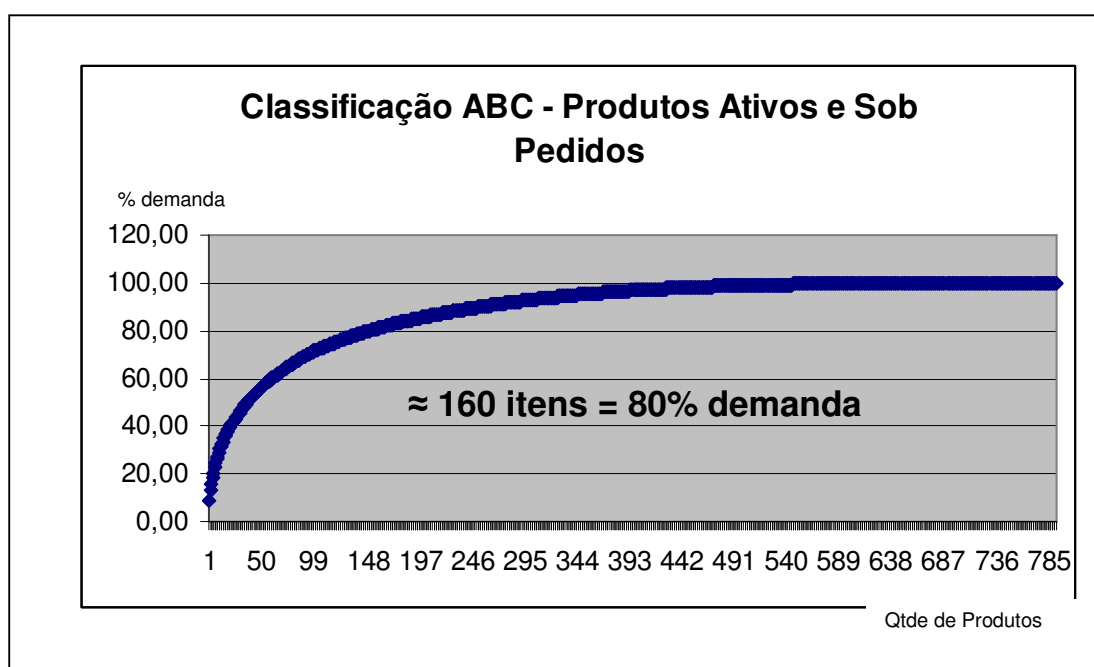


Figura 4-5 Classificação ABC de itens ativos e sob pedidos

A simples utilização da classificação ABC apontava para a possibilidade de 330 itens (Itens A + Itens B), 95% da produção, passarem a ser controlados pelo sistema puxado via kanban. No entanto o método aqui proposto atenta para o fato de que ambiente com grande variedade de produtos tende a apresentar demandas instáveis, e isso pode significar pedidos com volumes grandes, porém pontuais.

Esta ausência de freqüência não torna interessante a formação de supermercados para itens que, apesar de serem classificados como A ou B,

correm o risco de ficarem parados no estoque durante um longo período e contribuir para elevados níveis de estoques do sistema. Buscando identificar estes itens de demandas pontuais foi aplicada uma classificação ABC – VF onde se considerou, além do volume, a frequência dos pedidos.

Os parâmetros para classificar os itens em relação ao volume já haviam sido definidos e calculados na classificação ABC. Restava agora definir os parâmetros em relação à frequência para então se atingir à nova classificação ABC – VF.

Em função das características da demanda de peças de revestimentos cerâmicos e de conversas realizadas com os responsáveis pela área de vendas e de produção, ficou definido que o parâmetro de frequência a ser analisado seria mensal, dentro de um período de histórico de demanda faturada de um ano. Assim, itens que apresentavam demanda faturada nos 12 meses do período analisado receberam índice 1, aqueles que apresentavam demanda faturada em 11 meses, 0,92, 10 meses 0,83 e assim sucessivamente até que todos os itens foram classificados. A tabela 4.3 apresenta um exemplo de como foi realizada esta classificação.

Cod. Produto	Frequência	1/5/2006	1/4/2006	1/3/2006	1/2/2006	1/1/2006	1/12/2005	1/11/2005	1/10/2005	1/9/2005	1/8/2005	1/7/2005	1/6/2005
87089	0,75	3024	0	3132	0	0	8496	9936	14472	9396	18936	62892	1260
86200	0,92	34140	9360	18150	1950	1650	12810	9390	11010	14220	8760	0	6240
86290	0,67	0	0	0	0	2916	22680	7920	31644	18756	12708	5724	2016
92336	0,92	216	576	1908	5076	0	2592	20232	3384	1908	8892	41976	12492
86199	1,00	9720	7050	17130	1560	6840	5280	5520	7530	7860	6990	6780	13500
95950	1,00	20	2280	44760	8640	1580	300	520	360	3380	3620	1860	1360
80515	0,75	1584	10080	540	0	15804	3600	0	9936	720	0	17748	7200
89356	0,67	0	3492	1764	0	0	1548	3600	5148	4932	3132	39780	0
79255	1,00	2239	4600	6005	13136	3110	4653	6115	2427	3986	6030	5295	3707
95953	1,00	7941	7860	2760	7700	2380	1140	4280	4320	2060	6160	4040	5160
89357	0,75	3528	7344	4068	0	0	1656	2160	8280	2160	0	21096	3888
80719	1,00	3191	4075	1910	4050	4040	2832	2130	4061	6400	4875	13520	2471

**Tabela 4-3 Classificação dos Itens em Função da Frequência**

Depois de gerados os índices para todos os itens definiu-se qual seria o ponto de corte, ou seja, a partir de que índice de frequência o item seria considerado um pedido especial, sendo deslocado da classificação A para a classificação “pedidos

especiais”.

Para auxiliar nesta definição observou-se qual foi a cobertura de estoque praticada pela fábrica de peças em relação aos itens da classificação ABC no ano de 2005. Como pode ser verificado na tabela 4.4, para itens A, a cobertura de estoque foi de 3 meses representando quase que metade do estoque total da fábrica.

	<b>MÉDIA</b>	<b>ESTOQUE</b>	<b>COBERTURA</b>
<b>A</b>	696.683	2.106.253	3,0
<b>B</b>	230.750	1.138.552	4,9
<b>C</b>	225.308	2.505.179	11,1
<b>Total</b>	<b>1.152.740</b>	<b>5.749.984</b>	<b>5,0</b>

**Tabela 4-4 Cobertura do Estoque da Fábrica de Peças – ano de 2005.**

Ficou então definido o índice 0,5, ou seja, itens que não apresentassem frequência em pelo menos 6 meses durante um ano, seriam classificados como “pedidos especiais”, não sendo adequados para serem controlados pelo kanban. A intenção do grupo na definição deste ponto de corte foi de reduzir a cobertura de estoque de 3 meses para 1 mês, e assim contribuir com para baixar os níveis de estoque da fábrica de peças

A aplicação da classificação ABC-VF deslocou 20 itens dos 160, anteriormente classificados como A, para o quarto quadrante de pedidos especiais como pode ser visualizado na figura 4.6.

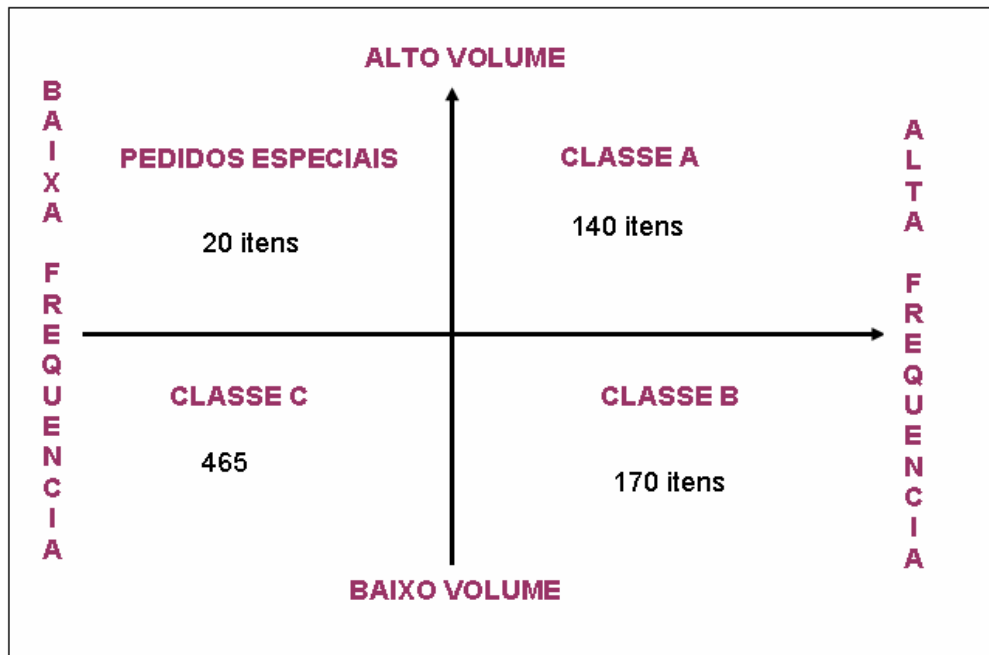


Figura 4-6 Classificação ABC-VF dos itens ativos e sob pedidos

### 4.2.3 Análise do Processo

Como já destacado na introdução do sistema produtivo no início deste capítulo, a fabricação de peças especiais ocorre em função de quatro operações principais: prensa, secador, esmaltação e forno.

O recurso prensa é o responsável por determinar que tipo de aplicação será produzida, (listello, rodapé, gradino, etc.) enquanto a linha de esmaltação é responsável pela definição da linha (decoração) que esta sendo fabricada.

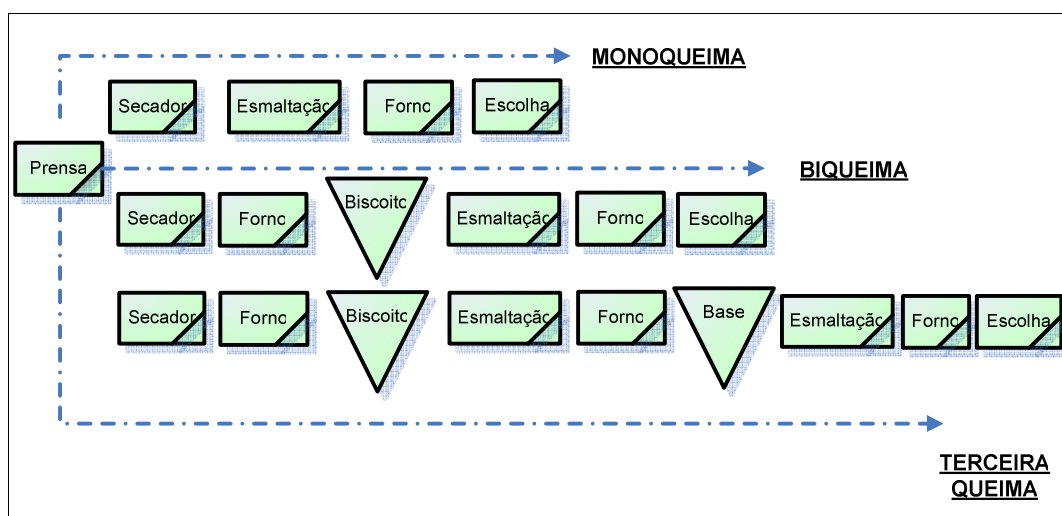
Na mesma introdução foi ainda descrito cada um destes processos, onde se atentou para o fato de que estes poderiam ter diferentes freqüências e seqüências na manufatura de peças especiais de cerâmica. São exatamente estas diferentes freqüências e seqüências de processo que classificam os diferentes produtos acabados e semi-elaborados da fábrica de peças, quais sejam:

- Produtos Monoqueima: São produtos resultantes de um fluxo contínuo de

produção, não existindo qualquer tipo de estoque intermediário. Uma vez prensado a massa, esta já segue para o secador para na seqüência entrar na linha de esmaltação e posteriormente ser queimada.

- Produtos Biqueima: São produtos que são resultantes de um semi-elaborado, portanto, de um fluxo intermitente. Após a prensagem e a secagem a massa vai direto para o forno para ser queimada, dando origem ao semi-elaborado biscoito. O biscoito, que normalmente fica estocado, é então colocado na linha de esmaltação para, posteriormente, receber a segunda queima e então dar origem ao produto final. O resultado desta segunda queima pode também ser um outro semi-elaborado denominado base.

- Produtos Terceira Queima: São produtos resultantes do semi-elaborado, a base, originada no processo de biqueima. A base entrará novamente na linha de esmaltação para receber mais uma decoração de esmaltação para posteriormente dar entrada no forno pela terceira vez.



**Figura 4-7 Roteiros para fabricação de peças**

Como pode ser verificado pela figura 4.7, o fluxo da fábrica de peças é relativamente simples, composto por quatro processos principais, dentre os quais, se repetem a esmaltação e o forno. Além disso, a grande variedade de produtos exige apenas a formação de dois tipos de estoque: base e biscoito.

Embora a quantidade e a variedade de produtos fabricados pela fábrica de peças seja grande, a variedade de recursos não obedece a mesma regra. A alta flexibilidade da fábrica é decorrente de um alto número de *setups* que, diferente da simplicidade do fluxo produtivo, é considerado complexo.

Tal complexidade é decorrente, principalmente, da necessidade de se realizar ajustes em conjunto entre os recursos. Por exemplo, produtos monoqueimas que, aparentemente apresentam um fluxo contínuo e simples, possuem um dos *setups* mais complexos, pois, é necessário realizar um ajuste em conjunto entre a prensa, a linha e no forno para que a primeira peça boa seja de fato produzida. Em produtos biqueima e de terceira queima este ajuste se dá entre as linhas de esmaltação e os fornos.

Esta necessidade de harmonia entre os recursos torna a fase de liberação do produto (nome dado pela fábrica para esta fase de ajustes) extremamente demorada e a principal responsável pelos grandes lotes econômicos praticados pelo sistema. Grandes partes destes lotes não estão equilibradas com a quantidade demandada, o que vinha resultando em estoques excessivos para a fábrica.

Como apontado pela tabela 4.4 um levantamento dos estoques apontou uma cobertura de quase um ano para itens da classe C (baixa demanda).

Segundo abordado na revisão bibliográfica e considerado no método proposto, nos casos em que a flexibilidade do sistema é decorrente de um alto número de *setups*, deve-se buscar a redução dos lotes de produção através de um investimento em trabalhos para redução do *setups* e/ou através de estudos que busquem atingir um seqüenciamento que permita uma produção de lotes menores.

Na fábrica de peças especiais foi relatado pelo chão de fábrica que existia grande possibilidade de melhora na seqüência da produção atualmente praticada. No entanto esta otimização estava comprometida pela constante entrada de pedidos urgentes vindo do PCP, na fila de produção. Tal situação minava qualquer iniciativa no sentido de melhora no seqüenciamento por parte do chão de fábrica.

Segundo os colaboradores se a programação pudesse ser acessada com certa antecedência e a mesma não fosse alterada constantemente, era possível reduzir drasticamente os lotes de produção da fábrica.

No caso da fábrica de peças, a introdução do kanban iria contribuir fortemente para que este seqüenciamento fosse realizado e desta forma, os lotes reduzidos. Isto porque, sendo usado o sistema kanban, suas ferramentas operacionais de caráter visual, como cartão de programação, quadro porta kanban e supermercado, permitiriam um gerenciamento visual do sistema produtivo, fazendo com que os potenciais oportunidades de melhorias, como um bom seqüenciamento, fossem rapidamente percebidos pela gerencia do chão de fábrica.

Além disso, como a formação de supermercado de produtos acabados, o kanban estaria garantindo o pronto atendimento á demanda, não necessitando de pedidos atravessados no curto prazo.

#### 4.2.4 Comparação do Desempenho

Além da viabilidade de introdução da programação puxada de produção na fábrica de peças especiais, foi também verificada a necessidade de mudança no método de programação e controle utilizado. A introdução do kanban deveria ser traduzida em potenciais melhorias no desempenho do sistema.

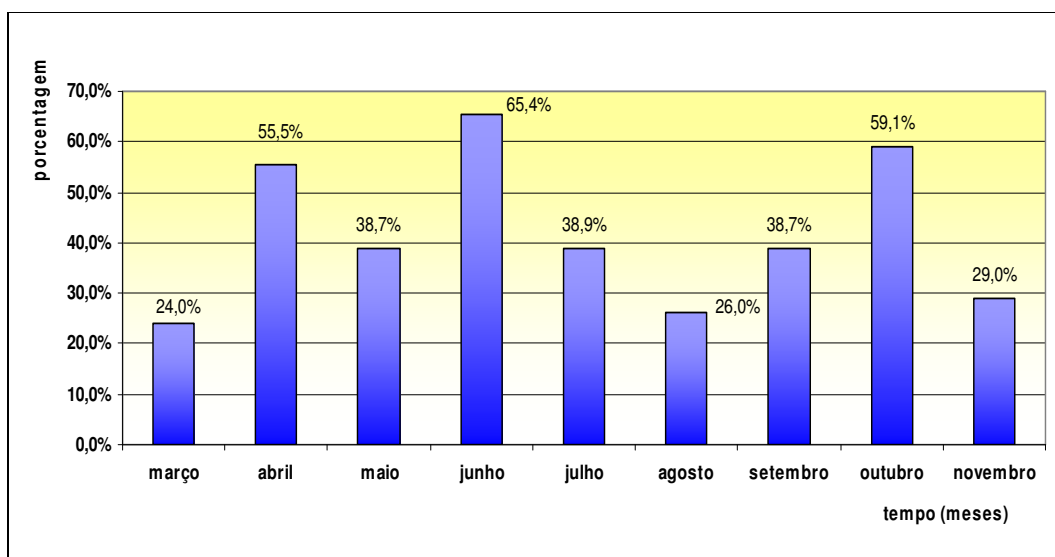
Embora a revisão teórica aponte vastos benefícios que podem advir do kanban, é necessário, neste momento, demonstrar, da forma mais quantitativa possível, os ganhos da utilização da nova ferramenta assegurando assim a confiança no seu investimento.

O método aqui apresentado, propõe a comparação do desempenho atual da fábrica de peças com o desempenho potencial do kanban, em relação a dois aspectos: nível de estoque e atendimento a demanda.

No sentido de ilustrar estes ganhos potenciais que poderiam advir da implantação destes conceitos na Fábrica de Peças foram realizadas simulações,

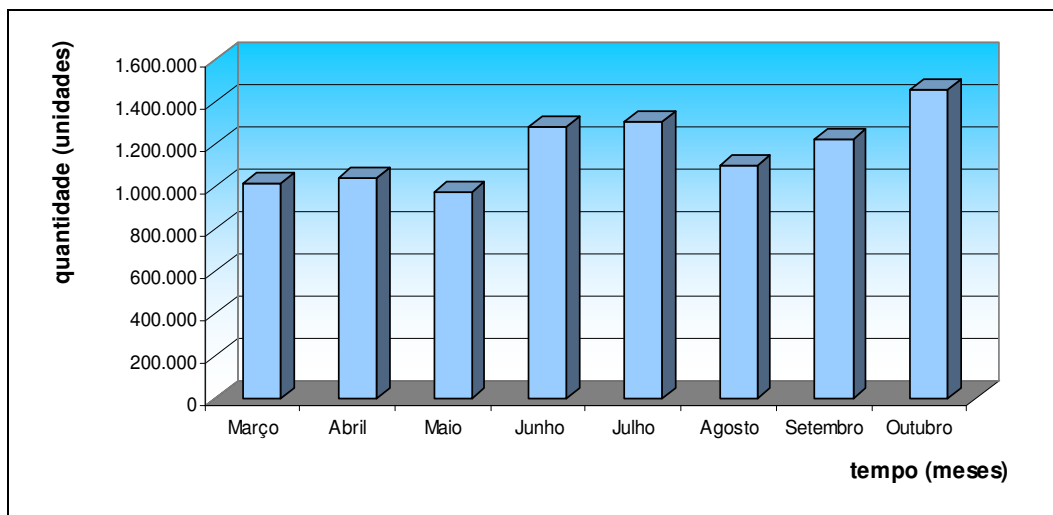
em planilhas do Microsoft Excel 2003, de como seria a produção e a formação dos estoques utilizando as demandas faturadas de março a outubro de 2005 e os resultados comparados entre a dinâmica atual de produção empurrada e a proposta.

Para tanto, foram escolhidas as peças da família (aplicação) TRIM, pois, pelos dados levantados, são em média 42% das peças produzidas no período compreendido entre março a novembro 2005, conforme ilustra a figura 4.8, e 37% da demanda faturada de peças no mesmo período. Já a figura 4.9 mostra a situação dos estoques de TRIM resultantes da dinâmica atual de produção, chegando a um pico de 1.456.649 unidades em outubro de 2005 e um valor médio de 1.176.760 unidades/mês.



**Figura 4-8 Representatividade do TRIM no Total das Peças Produzidas.**





**Figura 4-9 Estoque de Produtos Acabados (TRIM).**

Para simular como se daria a dinâmica de programação puxada para esta família de peças, primeiramente, foi feita uma análise ABC da família TRIM conforme a quantidade faturada no período estudado, seguindo os seguintes critérios de classificação apresentados na tabela 4.5

Demanda Média	Classe ABC	Lote Mínimo de Produção e Disparo
= > 2.500	A	5.000
Entre 300 e 2.500	B	2.000
= < 300	C	1.000

**Tabela 4-5 Parâmetros na dinâmica puxada da família TRIM**

Definido o lote mínimo de produção das peças TRIM, dimensionou-se o supermercado base de cada uma destas peças. Este supermercado foi dimensionado de acordo com a demanda média encontrada no período e de forma a ser múltiplo do respectivo lote mínimo de produção. Com esses parâmetros definidos e com o histórico das demandas ocorridas, formulou-se uma planilha que simula a produção e os estoques gerados caso a programação da produção fosse puxada de acordo com a ME, conforme pode ser visto na tabela 4.6.

Codigo	NOME_PRODUTO	ESTOQUE	SM base	Março				Abril			
				Dem	SMi	Prod	SMf	Dem	SMi	Prod	SMf
93119	PORTO BISCUIT BRIGHT 05X15 TR	23.278	65.000	0	65.000	0	65.000	51.810	13.190	55.000	68.190
93120	PORTO WHITE BRIGHT 05X15 TR	296.513	60.000	0	60.000	0	60.000	74.010	-14.010	75.000	60.990
86289	CALABRIA BISCOTTI 7,5X20 TR	84.204	45.000	48.636	-3.636	50.000	46.364	5.400	40.964	0	40.964
86291	CALABRIA ALFREDO 7,5X20 TR	100.368	45.000	30.672	14.328	35.000	49.328	23.495	25.833	20.000	45.833
87089	MEADOW SAND 7,5X20 TR	21.842	20.000	8.316	11.684	10.000	21.684	3.708	17.976	0	17.976
86290	CALABRIA AMARETTO 7,5X20 TR	28.548	15.000	13.608	1.392	15.000	16.392	6.624	9.768	10.000	19.768
89356	JERUSALEM BONE 7,5X20 TR	21.904	15.000	6.480	8.520	10.000	18.520	2.376	16.144	0	16.144
83098	ITAPARICA BONE 7,5X20 TR	27.406	15.000	3.600	11.400	0	11.400	12.204	-804	20.000	19.196
89358	JERUSALEM WHITE 7,5X20 TR	34.880	15.000	3.168	11.832	0	11.832	28.692	-16.860	35.000	18.140
83099	ITAPARICA WHITE 7,5X20 TR	39.333	15.000	0	15.000	0	15.000	14.688	312	15.000	15.312

**Tabela 4-6 Amostra da planilha de simulação da dinâmica puxada na aplicação TRIM**

A tabela 4.6 representa parte da planilha utilizada na simulação contendo apenas os meses de março e abril e as primeiras peças TRIM. Nas duas primeiras colunas estão identificadas as peças TRIM e seus respectivos códigos. A terceira coluna representa o estoque de novembro de 2005 do item. A coluna SM base representa o supermercado desejável para cada item, este, conforme explicado anteriormente, foi calculado pela média das demandas reais obtidas e é múltiplo do lote mínimo de produção.

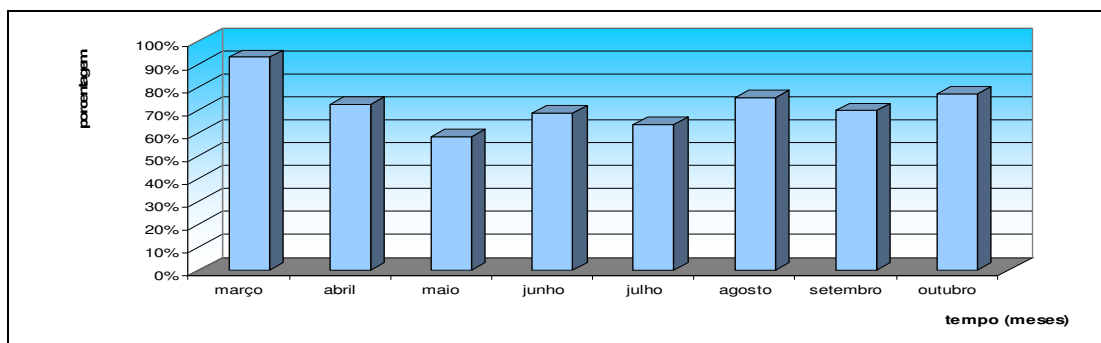
As colunas subsequentes se repetem para cada mês, sendo que a primeira coluna, “Dem”, refere-se a demanda real ocorrida nos meses. A segunda coluna, “SMi”, refere-se ao supermercado inicial no começo de cada mês. Nota-se que no início da simulação, mês de março, o SMI é igual ao SM base, pois a intenção dessa dinâmica de programação é manter o SMI igual ou um pouco acima do SM base, de forma a garantir pronta entrega do produto, ou, se faltar produto no supermercado, que a produção não seja muito elevada.

A terceira coluna da planilha, “Prod”, refere-se à produção necessária para atender a demanda se o SMI não for suficiente, e também cobrir o supermercado base para que haja um nivelamento planejado do estoque. Estes lotes de produção são múltiplos do lote mínimo estipulado para que se possa fazer um controle através dos cartões kanban, cujo valor de produção de cada cartão equivale a um lote mínimo de produção.

A última coluna de cada mês, “SMf”, é o resultado final do supermercado para cada item, ou seja, representa a soma do supermercado inicial e a produção do

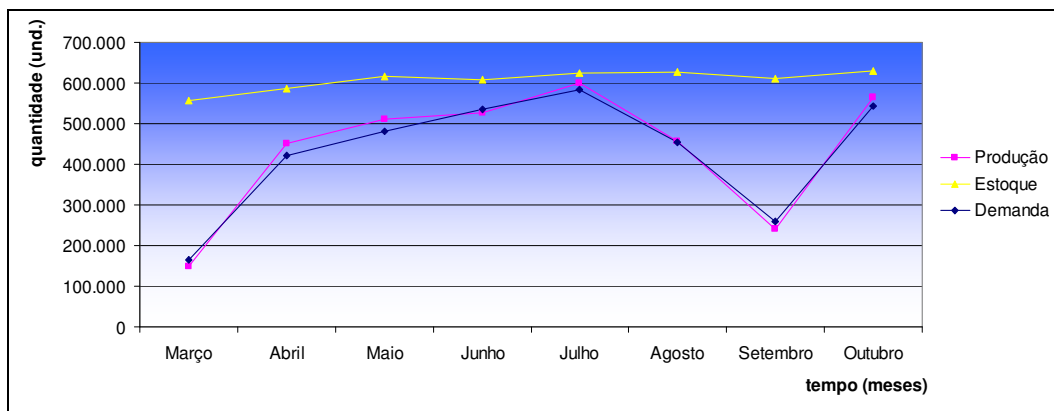
mês, diminuindo-se a quantidade destinada a atender a demanda daquele mês. Este resultado é utilizado para os cálculos do mês subsequente. Essa dinâmica foi repetida para todos os meses e os resultados encontrados estão comentados a seguir.

Com a dinâmica de produção proposta para o kanban, o resultado da simulação obtido aponta para um alto índice de atendimento ao cliente de pronta entrega como pode ser observado na figura 4.10. Isto porque o estoque base é planejado segundo a demanda dos itens. A média de atendimento aos pedidos de pronta entrega ficou em 72% para a simulação realizada.



**Figura 4-10 Índice de Atendimento de pronta entrega (simulação kanban)**

A figura 4.11 representa um resumo da produção, estoque e demanda resultante da simulação para a totalidade das peças TRIM. Nota-se que a produção é sempre muito próxima e nivelada com a demanda do mês. Outro ponto importante que pode ser visualizado na figura é o nível dos estoques que se mantêm constantes no decorrer do período, mesmo com variações na demanda, com uma média de 607.161 unidades/mês.

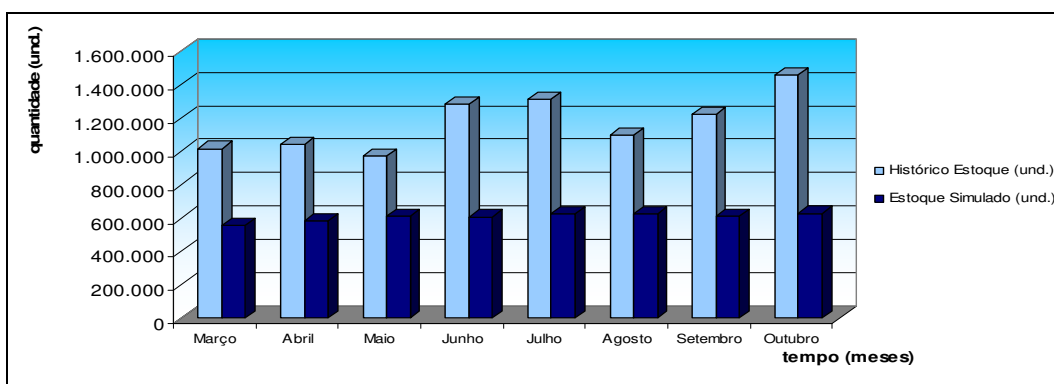


**Figura 4-11 Resultado obtido da simulação do sistema Kanban (família TRIM)**

Comparando-se os resultados obtidos da simulação do sistema kanban com os números levantados da situação atual de programação, observa-se, conforme a tabela 4.7 e na figura 4.12, a significativa redução dos níveis de estoque mensal, na média em 48%, além do nivelamento dos mesmos, resultado da política de formação de um supermercado planejado do sistema kanban.

	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Histórico Estoque (und.)	1.018.755	1.043.218	975.068	1.286.531	1.311.404	1.099.111	1.223.337	1.456.649	1.176.760
Estoque Simulado (und.)	557.207	585.334	615.543	608.708	624.197	627.001	609.793	629.508	607.161
Redução (%)	45%	44%	37%	53%	52%	43%	50%	57%	48%

**Tabela 4-7 Comparação da situação atual de produção e da situação simulada**



**Figura 4-12 Comparação da situação atual de produção e da situação simulada**

#### 4.2.5 Conclusões da Etapa 1

A finalização da etapa 1 de análise geral do sistema produtivo da fábrica de peças, realizada através de visitas ao chão de fábrica e análise de dados, permitiram a identificação dos seguintes pontos relevantes:

- **MIX VARIADO DE PRODUTOS ACABADOS:** A Fábrica opera com grande variedade de mix. São cerca de 90 linhas de produtos e, em torno de 30 tipos de aplicações, o que resulta em um mix de quase 2000 peças. Parte destas peças são acabamentos da mesma linha do fundo, outras são de peças decorativas, independentes, que podem ser combinadas com diversos fundos e revestimentos.
- **FLEXIBILIDADE DE FABRICAÇÃO:** A Fábrica de Peças tem considerada flexibilidade, uma vez que, com a realização de *setup* nas linhas, é possível trabalhar uma grande gama de produtos, sendo que em função disto a programação da produção se altera quase que diariamente.
- **DEMANDA INSTÁVEL:** A demanda por peças tem como característica a baixa previsibilidade, pois tem grandes variações tanto em termos de quantidade com em termos do tipo de produto.
- **DIFICULDADES NA LIBERAÇÃO DA PRODUÇÃO:** Uma das variáveis que exercem influencia direta no desempenho da fábrica é o tempo de liberação das peças, ou seja, leva-se muito tempo até que o processo consiga operar de modo a produzir o produto dentro da padronização exigida para liberar a produção.

Em função destas características levantadas, a Fábrica de Peças possui em relação ao seu planejamento e controle da produção os seguintes pontos críticos:

- **DIFICULDADES NA PROGRAMAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO:** Com um mix grande de produtos, demandas instáveis, e *setups* altos para liberação dos lotes, a programação e o seqüenciamento da produção da Fábrica de Peças é uma atividade

complexa, com regras não muito claras e repetitivas. A produtividade da fábrica depende fundamentalmente da redução na necessidade de *setups* que, por sua vez, está vinculada a elaboração de um bom seqüenciamento, que atualmente não vem ocorrendo.

- **ALTOS ESTOQUES:** Os altos níveis de estoques são resultados da programação empurrada da produção que se baseia na previsão de demanda incerta e instável, tendo como conseqüência sobras ou faltas de produtos para entrega.
- **COMUNICAÇÃO ENTRE O PCP E FÁBRICA DIFICULTADA:** O atual sistema de informações ERP utilizado pela organização ainda não está operando em sua totalidade, o que exige uma constante conferência de informações, verificações manuais de estoques e pedidos de emergência de produção e compras.
- **AUSÊNCIA DE UM CONTROLE EFETIVO E FORMAL DO DESEMPENHO DA FÁBRICA:** Em decorrência da produção de lotes de tamanhos variados (sistema empurrado de programação), a Fábrica de Peças não possui indicadores que permitam averiguar seu desempenho, bem como não existem dados consistentes em relação à capacidade produtiva para as linhas de produtos.
- **MÉTODO DE PREVISÃO DE DEMANDA INEFICIENTE – PEDIDOS ATRAVESSADOS NO CURTO PRAZO:** Como já mencionado, o método atualmente utilizado para a programação não acompanha o dinamismo das variações de demanda, o que resulta em uma necessidade quase que diária de atualização da programação da produção.

A construção de tal panorama permitiu o preenchimento do checklist proposto pelo método, conforme apresentado na Tabela 4.8.

Objetivo: Identificar a viabilidade e necessidade de utilização do kanban para programar e controlar a produção através da coleta e análise de dados referentes ao produto, demanda, processo e comparações de desempenho.		
<b>Check – List</b>		
1	√	Possibilidade de diferenciar o portfólio da produção do portfólio de vendas
2	√	Presença da pirâmide invertida na maioria dos desenhos da estrutura do produto
3	√	Flexibilidade decorrente de <i>setups</i> com possibilidade de melhorias nos tempos de troca e melhoramento no seqüenciamento.
4		Flexibilidade decorrente da disponibilidade de recursos, com a possibilidade de focalizar a produção.
5	√	Demanda atendida predominantemente pelo estoque ou sob pedido (pouca produção depende de especificações da demanda)
6	√	Concentração na demanda no quadrante A e B (pouca representatividade do quadrante pedidos especiais)
7	√	Roteiro de fabricação simples (poucos processos diferentes) com possibilidade de estabelecimento de um fluxo contínuo
8	√	Possibilidade de geração de previsões de demanda confiáveis para produtos frequentemente pedidos
9	√	Nível de estoque proposto pelo kanban menor que o atual
10	√	Nível atendimento à demanda proposto pelo kanban maior que o atual

**Tabela 4-8 Checklist da análise geral do sistema produtivo da Fábrica de Peças.**

Analisadas as características do sistema produtivo em termos de demanda, produto e processo, pôde-se concluir que há viabilidade técnica no sistema produtivo da fábrica de peças para a implantação da programação puxada. Igualmente, foi confirmada a necessidade de implantação do sistema kanban, uma vez que a realização da simulação mostrou que a programação puxada reduzirá os níveis de estoques e melhorará o nível de atendimento da demanda.

Identificada à viabilidade e a necessidade, confirmou-se a decisão de introduzir a programação puxada de produção via kanban na fábrica de peças, e avançou-se para a segunda etapa do método, a implantação do projeto piloto do kanban físico.

### **4.3 Etapa 2: Desenvolvimento e Implantação do Kanban Físico**

Tendo se decidido pela introdução do kanban na fábrica de peças especiais, pôde-se avançar para a segunda etapa do método proposto. A mesma contemplou as atividades necessárias para o desenvolvimento e implantação do sistema kanban físico na forma de um projeto piloto. O objetivo final desta etapa é averiguar

se o sistema kanban é de fato válido para programar e controlar a produção.

Inicialmente formou-se o grupo que ficou responsável pela realização das atividades envolvidas nesta fase. Tal grupo teve como funções a seleção dos itens que fizeram parte do teste piloto, a montagem da estrutura necessária para o seu funcionamento (matemática, lógica e física), e a colocação do kanban em operação.

Coube ainda ao grupo acompanhar o funcionamento do kanban, atentando para as adaptações requeridas, para o monitoramento do seu desempenho e para a validação das variáveis utilizadas pelo sistema. Cada uma destas atividades desenvolvidas é descrita na seqüência.

#### 4.3.1 Formação do grupo kanban piloto e treinamento

Depois de tomada a decisão de introdução do kanban no sistema produtivo, o próximo passo foi a formação de um grupo multidisciplinar, que sob o comando de um líder, estaria responsável pela concretização das etapas seguintes do método e os respectivos passos.

Para o desenvolvimento do projeto foi formado um grupo, que em acordo firmado em reunião, ficou composto por integrantes das seguintes áreas:

- Planejamento e Controle da Produção: dois membros representaram esta área. O primeiro era o responsável pela programação de curto prazo da fábrica de peças, ou seja, aquele que gerava as ordens de produção; e o segundo com responsabilidades mais táticas e estratégicas, de médio e longo prazo, com responsabilidades mais amplas em relação ao PCP da empresa como um todo.
- Chão de Fábrica: o chão de fábrica ficou representado pelo chefe de produção, funcionário antigo da fábrica com profundo conhecimento acerca das especificidades do processo, e por um assistente de produção, com responsabilidades diretas em relação ao controle diário da produção.



- Gerência da Fábrica: Completou a formação do grupo a participação do gerente da fábrica de peças, interessado direto na melhoria de desempenho de seu setor.

Foi sugerida ainda a participação de um membro da área de vendas, porém seu comparecimento não foi possível em nenhuma das reuniões e trabalhos realizados ao longo da aplicação do método. Contudo, o pessoal do PCP que tinha contato diário com Vendas, serviu de interlocutor com o setor no processo de implantação.

Os membros passaram a ser responsáveis por participar das reuniões semanais de discussão e aplicação das decisões em seus setores. Como líder do grupo foi designado o gerente da fábrica de peças.

Procurando homogeneizar e fixar conceitos da Manufatura Enxuta no grupo, foi inicialmente programado e realizado um Workshop com os membros e com alguns outros colaboradores da fábrica que seriam envolvidos no processo. Tal encontro contemplou a discussão de assuntos como: a Manufatura Enxuta e a importância da redução dos lotes de produção, e principalmente o sistema de programação puxado e o sistema kanban, entre outros.

Nesta etapa inicial do projeto foram detalhadas as atividades a serem desenvolvidas e através dessas, formulado um cronograma para controlar o cumprimento das etapas.

#### 4.3.2 Seleção de Itens

A primeira função que foi realizada pelo grupo do kanban piloto foi a seleção dos itens que passariam a ter sua produção programada e controlada de forma puxada.

Seguindo o que foi proposto pelo método, o grupo concentrou sua decisão na escolha de itens posicionados na classificação A do 1º quadrante da classificação ABC-VF, por estes apresentarem características de concentração de demanda, passíveis de serem estocados, ou de serem produzidos sob pedido, e apresentarem frequência regular de demanda.

Como pode se verificado na figura 4.13, tal análise resultou em uma seleção de 80 produtos acabados, dos 140 itens disponíveis no 1º quadrante, que passaram a ocupar os lugares disponíveis no quadro kanban. A lista de itens foi repassada a área de vendas que ficou responsabilizada por disponibilizar as previsões de demanda, conforme acordo anteriormente firmado.

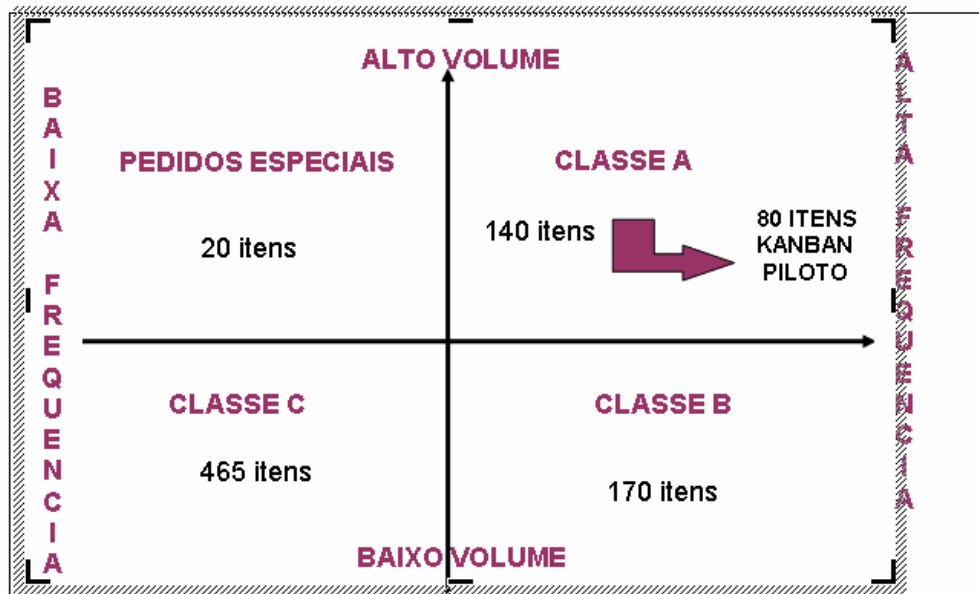


Figura 4-13 Seleção itens kanban piloto pela classificação ABC-VF.

Cabe aqui ressaltar que na etapa de seleção de itens, decidiu-se orientar as avaliações para produtos acabados e não para semi-elaborados (base e biscoito). Embora a análise geral do sistema produtivo tenha apontado a oportunidade de utilizar o kanban para semi-elaborados, a decisão de não incluí-los no projeto piloto foi baseada na baixa confiabilidade do sistema MRP atualmente empregado pelo sistema gerencial da empresa. Acordou-se ser mais seguro, para efeitos de teste da nova ferramenta, considerar apenas produtos acabados.

Selecionados os itens que passariam a ter sua produção controlada pelo sistema kanban, o próximo passo foi sua estruturação, detalhando como se trabalharia a dinâmica de funcionamento do sistema puxado.

### 4.3.3 Estruturação do Kanban

Como já destacado na descrição do método proposto, o kanban tem sua operacionalização viabilizada por uma estrutura composta de três dimensões: uma matemática, uma lógica e uma física.

Para auxiliar neste processo de estruturação do sistema kanban na fábrica de peças, principalmente em relação à estrutura matemática, o grupo de trabalho desenvolveu uma ferramenta computacional denominada “PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE KANBANS DE PEÇAS, BISCOITO E BASE”. O sistema foi desenvolvido utilizando o Microsoft Office Excel 2003, visto ser o mesmo um programa de fácil utilização para o usuário e já empregado no PCP da empresa.

A mesma, além de auxiliar na definição dos parâmetros e realizar os cálculos necessários para o dimensionamento do sistema kanban, permite a realização de ajustes que poderiam advir da etapa de acompanhamento.

Ao abrir a ferramenta, a primeira tela que é exibida, de nome MENU, dá acesso a todas as outras telas que desempenharão a função básica de dimensionamento da quantidade de cartões kanban dos itens referentes ao mês corrente e também as ações de controle necessárias para o mês posterior (colocar e retirar cartões). Há três telas principais de controle que poderão ser acessadas via a tela MENU, conforme ilustrado na figura 4.14, uma referente ao controle de produtos acabados, uma referente ao controle de biscoitos e outra referente ao controle de bases. Como já salientado, o kanban foi testado somente nos produtos acabados, mas toda a estrutura para dimensionamento das bases e biscoitos também foi montada.

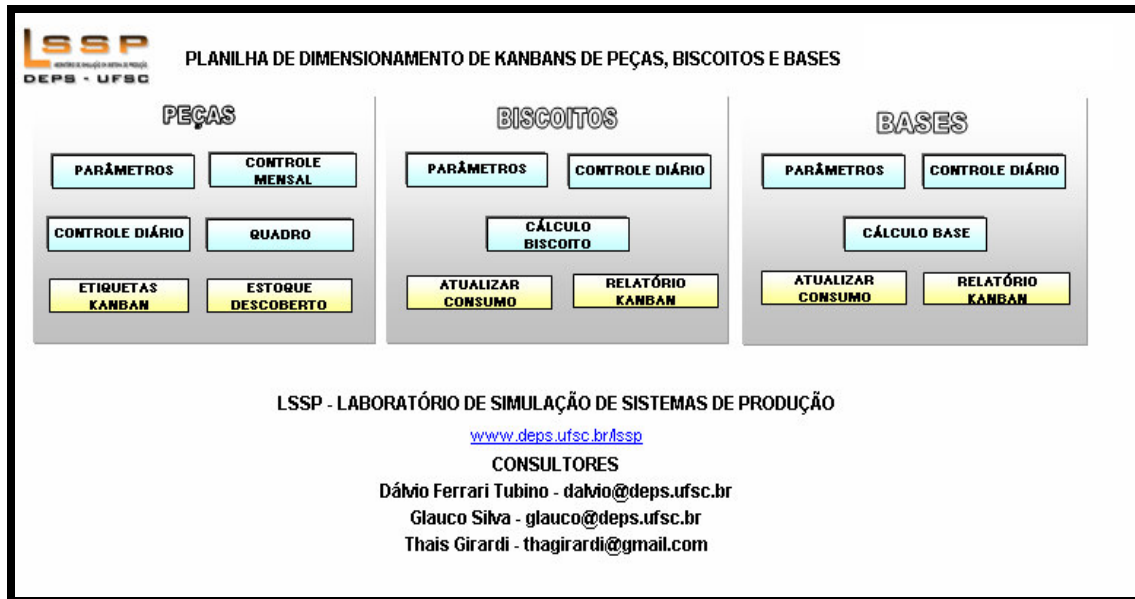


Figura 4-14 Tela de acesso MENU às planilhas do sistema

As primeiras variáveis a serem definidas para a estruturação do kanban são aquelas que determinarão os níveis de supermercado a serem mantidos e controlados pelo sistema kanban. Estas variáveis são os parâmetros do sistema, baseados na coleta de dados históricos da demanda e dos estoques, bem como do lead times de produção. Um dos botões da tela MENU da planilha de controle, por tipo de item, permite a inserção e mudança destes parâmetros, conforme ilustrado na figura 4.15 na tela PARÂMETROS, que são: tamanho dos lotes de produção; lead time de produção; nível de segurança.

MENU						
Regras Lote Kanban	Se	Demanda for maior que	50.000		L. Kanban	5.000
	Se	Demanda for entre	50.000	20.000	L. Kanban	1.000
	Se	Demanda for entre	20.000	2.000	L. Kanban	500
	Se	Demanda for menor que	2.000		L. Kanban	100
Segurança	1,2	Ciclo de Produção por mês	1			

Figura 4-15 Parâmetros do Sistema na Planilha PARÂMETROS.

Em paralelo à definição destes parâmetros, para o dimensionamento do sistema kanban se deve também entrar com os dados de previsão de demanda do mês

corrente e do mês posterior para que a ferramenta possa realizar o cálculo de dimensionamento dos supermercados.

No entanto, como esta informação não era usualmente obtida, ações por parte do grupo foram necessárias para que o departamento comercial passasse a providenciar a previsão de vendas para alimentação da planilha de cálculo do kanban. Para itens que não possuíssem previsão ficou determinado que a demanda utilizada na planilha fosse a média dos 6 últimos meses.

Os parâmetros definidos e a previsão de demanda por item alimentam a planilha CONTROLE MENSAL. Essa planilha executa o dimensionamento do sistema kanban com o cálculo dos níveis de supermercado a serem praticados no período pelo sistema produtivo (tanto em números de cartões como em números de unidades físicas).

Como pode ser visualizada na figura 4.16, a planilha CONTROLE MENSAL gera automaticamente a forma com que os cartões deveriam ser distribuídos no quadro kanban. Por exemplo, o primeiro produto da lista (94493E) tem um supermercado dimensionado de 17 cartões ou 1700 unidades. Ao serem consumidos os cartões do supermercado, estes devem ser colocados no quadro kanban, sempre respeitando a seqüência: os primeiros 12 cartões na faixa verde, os 2 seguintes na amarela e os 3 últimos na vermelha.

Ordem	Código	Descrição	Dem Kanban	L. Kanban	Ciclo/mês	N.K total	S.M. total	vermelho	amarelo	verde
								seg	1 semana	folga
1	94493E	FILETE VETRO BRANCO 02X30	1.405	100	1	17	1.700	3	2	12
2	92336E	BAHIA BEGE 7,5X20 TR	5.064	500	1	13	6.500	3	1	9
3	86199E	CALABRIA ALFREDO 7,5X20	16.400	500	1	40	20.000	7	3	30
4	86200E	CALABRIA BISCOTTI 7,5X20	15.300	500	1	37	18.500	7	3	27
5	86201E	CALABRIA AMARETTO 7,5X20	5.000	500	1	12	6.000	2	1	9
6	86203E	CALABRIA 7,5X20 MULTICOLOR	6.500	500	1	16	8.000	3	1	12
7	88603E	FILETE MALVA 1,5X30	1.304	100	1	16	1.600	3	1	12
8	88606E	FILETE BIANCO 1,5X30	1.375	100	1	17	1.700	3	2	12
9	90854E	FILETE SISAL NATURAL 1,5X30	1.384	100	1	17	1.700	3	2	12
10	88596E	INTUIRE CREMA 05X30	1.225	100	1	15	1.500	3	1	11
11	90847E	SISAL NATURAL 07X30	1.379	100	1	17	1.700	3	2	12
12	95931E	D'AMPEZZO AVANA 08X30 RD	4.857	500	1	12	6.000	2	1	9
13	95966E	CASA BEGE 08X30 RD	1.387	100	1	17	1.700	3	2	12
14	95967E	CASA BIANCO 08X30 RD	2.272	500	1	6	3.000	1	1	4
15	95968E	CASA BEGE 08X45 RD RET	2.524	500	1	7	3.500	2	1	4
16	95969E	CASA BIANCO 08X45 RD RET	2.001	500	1	5	2.500	1	1	3
17	93783E	FILETE CLEAR GREEN 02X30	1.997	100	1	24	2.400	4	2	18
18	93784E	FILETE CLEAR BLUE 02X30	2.084	500	1	6	3.000	1	1	4
19	93785E	FILETE CLEAR BROWN 02X30	2.064	500	1	5	2.500	1	1	3
20	93859E	FILETE CLEAR ORANGE 02X30	1.231	100	1	15	1.500	3	1	11

**Figura 4-16 Planilha de Dimensionamento CONTROLE MENSAL.**

Além da planilha de dimensionamento CONTROLE MENSAL, desenvolveu-se uma planilha chamada de CONTROLE DIÁRIO, com objetivo de organizar diariamente a dinâmica operacional do sistema puxado de produção, com o controle físico dos estoques e dos cartões no quadro. Como o controle no sistema kanban é executado pela circulação dos cartões através do sistema, onde cada cartão alocado no estoque de produtos acabados corresponde a uma quantidade padrão determinada de itens, uma vez que esta quantidade de itens seja consumida pela demanda, o cartão deve sair do supermercado e retornar para o quadro kanban para ser produzido novamente.

Acordou-se em reunião que em função da complexidade envolvida em transferir fisicamente os cartões do quadro (afixá-los aos lotes de produção) para os supermercados na expedição, bem como trazê-los de volta depois de consumidos, se justificava a adoção de um tratamento virtual (informatizado) já nesta etapa do processo.

Desta forma, a origem dos cartões no quadro não seria realizada fisicamente pela expedição e sim gerada pela verificação diária automática dos níveis do supermercado em relação ao supermercado total dimensionado na planilha CONTROLE DIÁRIO. Se o supermercado existente fosse menor que o total,

cartões eram gerados e colocados no quadro. Após a fábrica produzir os cartões, estes eram recolhidos e os produtos seguiam para a expedição sem cartões físicos afixados a eles. Esta verificação dos níveis atuais dos supermercados é realizada na planilha CONTROLE DIÁRIO, disponibilizada no MENU de controle da ferramenta desenvolvida, conforme ilustrada na figura 4.17.

Ordem	Código	L.Kanban	N.K total	S.M. Total	SM Atual	N.K. Atual	Ação Kanban		
							Quadro	Emitir	Sobra
1	94493E	100	17	1.700	953	9	8	0	0
2	92336E	500	13	6.500	7.250	14	0	0	1
3	86199E	500	40	20.000	26.820	53	0	0	13
4	86200E	500	37	18.500	13.705	27	10	0	0
5	86201E	500	12	6.000	7.648	15	0	0	3
6	86203E	500	16	8.000	7.940	15	1	0	0
7	88603E	100	16	1.600	1.493	14	2	0	0
8	88606E	100	17	1.700	1.819	18	0	0	1
9	90854E	100	17	1.700	601	6	11	0	0
10	88596E	100	15	1.500	1.182	11	4	0	0
11	90847E	100	17	1.700	641	6	11	0	0
12	95991E	500	12	6.000	5.240	10	2	0	0
13	95966E	100	17	1.700	5.515	55	0	0	38
14	95967E	500	6	3.000	8.373	16	0	0	10
15	95968E	500	7	3.500	4.317	8	0	0	1
16	95969E	500	5	2.500	4.605	9	0	0	4
17	93783E	100	24	2.400	2.015	20	4	0	0
18	93784E	500	6	3.000	2.155	4	2	0	0
19	93785E	500	5	2.500	3.018	6	0	0	1
20	93859E	100	15	1.500	1.440	14	1	0	0
21	35602E	500	5	2.500	1.793	3	2	0	0
22	84853E	100	20	2.000	2.604	26	0	0	6
23	81357E	100	14	1.400	516	5	9	0	0
24	94175E	100	11	1.100	2.037	20	0	0	9

**Figura 4-17 Planilha CONTROLE DIÁRIO**

Em função da impossibilidade de reutilização dos cartões, uma rotina automática de geração de novos cartões kanban (ETIQUETAS KANBAN) foi desenvolvida dentro da planilha de controle e disposta no MENU principal. Também foram definidas pelo grupo as informações que iriam ser disponibilizadas no cartão kanban. A figura 4.18 ilustra um cartão kanban gerado automaticamente pelo sistema.

<b>FILETE JERUSALEM SEPIA 1,5X30</b>				
<b>89513SF</b>	/	<b>11009SB</b>		
Quadro:		Linha:		
<b>JERUSALEM STONE</b>		<b>L26</b>		
Ton/Cál Padrão:		Lote Kanban:		
		<b>100</b>		
Descrição da Base:		Cód.Base:		
<b>BISCOITO 1.5X30 FILETE</b>		<b>11009SB</b>		
		Data:	10/8/2006	

**Figura 4-18 Etiquetas para cartão kanban**

Em paralelo ao desenvolvimento das planilhas de simulação foram providenciados por membros do grupo os elementos necessários para a confecção dos componentes físicos do kanban: o quadro, os cartões e os recipientes onde seriam colocados os cartões e pendurados no quadro. A figura 4.19 ilustra o resultado deste trabalho.





**Figura 4-19 Quadro Kanban de Peças Especiais.**

Consolidada a etapa de estruturação do sistema kanban, foi desenvolvida uma sistemática de operacionalização de forma a envolver os funcionários do chão de fábrica, do almoxarifado, e do PCP para que houvesse um entrosamento entre as partes, já que no sistema kanban a relação entre fornecedores e clientes deve ser fortalecida. Foram então criados procedimentos operacionais do kanban para a definição das tarefas a serem realizadas, do local onde elas deveriam ser realizadas, dos responsáveis pelas tarefas, e do momento em que elas deveriam ser realizadas, conforme ilustrado na figura 4.20.

O QUE?	QUEM? / ONDE?	QUANDO? / COMO?
Dar saída do estoque no Supermercado de Peças	Distribuidor No Supermercado de Peças na Expedição	Na montagem do percurso Na fase de separação para distribuição, retirando as peças necessárias do Supermercado de Peças e registrando sua saída no sistema Oracle
Analisar o nível de estoque no Supermercado de Peças e de Cartões no Quadro Kanban de Peças.	Programador da Fábrica PB5 No DPM	Diariamente Analisando o nível de estoques no Supermercado de Peças, e de Cartões no Quadro Kanban de Peças e verificando se precisa emitir um Cartão Kanban de produção na Planilha de Controle Diário
Colocar o Cartão Kanban no Quadro Kanban de Peças	Programador da Fábrica PB5 Na Fábrica PB5	Diariamente Imprimindo um Cartão Kanban de produção e colocando o cartão no Quadro Kanban da faixa verde para a vermelha
Programar a produção de peças	Controlador da Fábrica PB5 Na Fábrica PB5	Diariamente Selecionando no Quadro Kanban as peças prioritárias, privilegiando a redução de preparação de linha, e emitindo as Ordens de Produção de peças em múltiplos de lotes Kanban
Apontar a produção de peças e devolver o Cartão Kanban para o PCP	Controlador da Fábrica PB5 Na Fábrica PB5	Após a conclusão da Ordem de Produção de peças Coletando a produção efetiva da Ordem de Produção de peças, registrando no sistema, imprimindo as etiquetas de produção e devolvendo o Cartão Kanban para o DPM
Dar entrada do estoque no Supermercado de Peças	Almoxarife No Supermercado de Peças na Expedição	Após apontamento da produção de peças Transportando as peças para o Supermercado de Peças e registrando sua entrada no sistema Oracle

**Figura 4-20 Procedimento operacional do sistema kanban.**

Realizada a estruturação do kanban em todas as suas dimensões e selecionados os itens, que passariam a ter sua programação e controle, executados pela nova ferramenta, foi possível dar início à utilização do sistema.

As previsões, anteriormente requisitadas à área de vendas, deram entrada na planilha para se proceder os cálculos dos supermercados, balizados pelos parâmetros definidos para esses itens, e a comparação como os níveis de estoques atuais indicaram a necessidade de emissão de cartões, que foram então

colocados no quadro.

Ressalta-se que antes da implantação foi realizado um treinamento dos funcionários que estariam envolvidos com a utilização do kanban. Neste treinamento aproveitou-se para reforçar o conceito da ferramenta trabalhar de forma puxada dando especial atenção para explicação de como passaria a ser a rotina de produção com a introdução do quadro kanban, buscando motivá-los para a nova sistemática de programação, bem como sanar dúvidas operacionais.

#### **4.4 Etapa 3: Acompanhamento do Novo Sistema**

Depois de introduzido o kanban na rotina da fábrica de peças, deu-se início a etapa de acompanhamento do novo sistema.

Uma importante sugestão, que foi rapidamente apontada pelo responsável pela programação de curto prazo, foi a necessidade de geração de cartões kanban especiais. Esta necessidade era decorrente da característica de instabilidade da demanda de peças que, em algumas situações, acabava por superar o supermercado dimensionado para um determinado mês. Isto acontecia sempre que a quantidade de pedidos em carteira era maior que o supermercado total dimensionado.

Para adaptar esta situação ao kanban foi inserida, na planilha CONTROLE DIÁRIO, uma nova coluna, que permitia também o acompanhamento da quantidade de pedidos em carteira. Sempre que os pedidos superavam o supermercado total uma ordem especial, denominada de COMPLEMENTO, era gerada automaticamente. A figura 4.21 traz um exemplo de cartões kanban especiais, COMPLEMENTO, gerados pela planilha de DIMENSIONAMENTO DE KANBANS DE PEÇAS.

<b>BAHIA BEGE 7,5X20 TR</b>	<b>CASA BEGE 08X45 RD RET</b>
92336SF / -	95968SF / -
<b>COMPLEMENTO (und)</b>	<b>COMPLEMENTO (und)</b>
<b>4.000</b>	<b>500</b>
Data: #####	Data: #####

**Figura 4-21 Cartões kanban Especiais - COMPLEMENTO.**

Outra importante adaptação, esta sugerida pelo chão de fábrica, foi em relação às prioridades dadas à produção. Conforme destacado no desenvolvimento do método, em ambientes que operam com grande variedade de produtos pode ocorrer a situação em que vários itens apresentam-se no quadro com o mesmo “status”, vermelhos por exemplo. Aponta-se aí, a necessidade de geração de outro critério para orientar a seqüência de produção.

Buscou-se atender a esta requisição do chão de fábrica mantendo a filosofia de gerenciamento visual da produção. Se, por exemplo, a quantidade de pedidos em carteira verificada em um determinado momento era maior que a quantidade de itens disponíveis no supermercado atual, o sistema gerava automaticamente um cartão de ESTOQUE DESCOBERTO, que era afixado junto à etiqueta de descrição do produto no quadro. Ao visualizar este cartão no quadro, o chão de fábrica entendia que certa prioridade devia ser dada para a produção daquele item. Ressalta-se que a etiqueta ESTOQUE DESCOBERTO não informava quantidades a serem produzidas, sendo apenas uma meio visual de dar prioridade à produção.

A figura 4.22 demonstra como ficou a novo layout da planilha CONTROLE DIÁRIO em função das adaptações apontadas na etapa de acompanhamento. A figura 4.23, por sua vez, ilustra como ficou estabelecida à dinâmica do kanban na Fábrica e o fluxo de informações após as sugestões colocadas.

		MENU		Programação		mai							
						Ação Kanban							
Ordem	Código	L.Kanban	N.K total	S.M. Total	SM Atual	N.K. Atual	Quadro	Emitir	Sobra	Ped. Cart.	Compl.	Est. Desc.	
1	94493E	100	17	1.700	953	9	8	0	0	1047	0	Est. Desc.	
2	92336E	500	13	6.500	7.250	14	0	0	1	11.088	4000	Est. Desc.	
3	86199E	500	40	20.000	26.820	53	0	0	13	10.410	0		
4	86200E	500	37	18.500	13.705	27	10	0	0	10.560	0		
5	86201E	500	12	6.000	7.648	15	0	0	3	2.310	0		
6	86203E	500	16	8.000	7.940	15	1	0	0	2.040	0		
7	88603E	100	16	1.600	1.493	14	2	0	0	1.360	0		
8	88606E	100	17	1.700	1.819	18	0	0	1	340	0		
9	90854E	100	17	1.700	601	6	11	0	0	675	0	Est. Desc.	
10	88596E	100	15	1.500	1.182	11	4	0	0	336	0		
11	90847E	100	17	1.700	641	6	11	0	0	64	0		
12	95991E	500	12	6.000	5.240	10	2	0	0	3.635	0		
13	95968E	100	17	1.700	5.515	55	0	0	38	3.665	0		
14	95967E	500	6	3.000	8.373	16	0	0	10	241	0		
15	95968E	500	7	3.500	4.317	8	0	0	1	4.370	500	Est. Desc.	
16	95963E	500	5	2.500	4.605	9	0	0	4	2.680	0		
17	93783E	100	24	2.400	2.015	20	4	0	0	1.792	0		
18	93784E	500	6	3.000	2.155	4	2	0	0	1.155	0		
19	93785E	500	5	2.500	3.018	6	0	0	1	861	0		
20	93859E	100	15	1.500	1.440	14	1	0	0	1.584	100	Est. Desc.	
21	35602E	500	5	2.500	1.793	3	2	0	0	2.380	0	Est. Desc.	
22	84853E	100	20	2.000	2.604	26	0	0	6	425	0		
23	81357E	100	14	1.400	516	5	9	0	0	304	0		
24	94175E	100	11	1.100	2.037	20	0	0	9	384	0		

Figura 4-22 Cartões kanban Especiais - COMPLEMENTO.

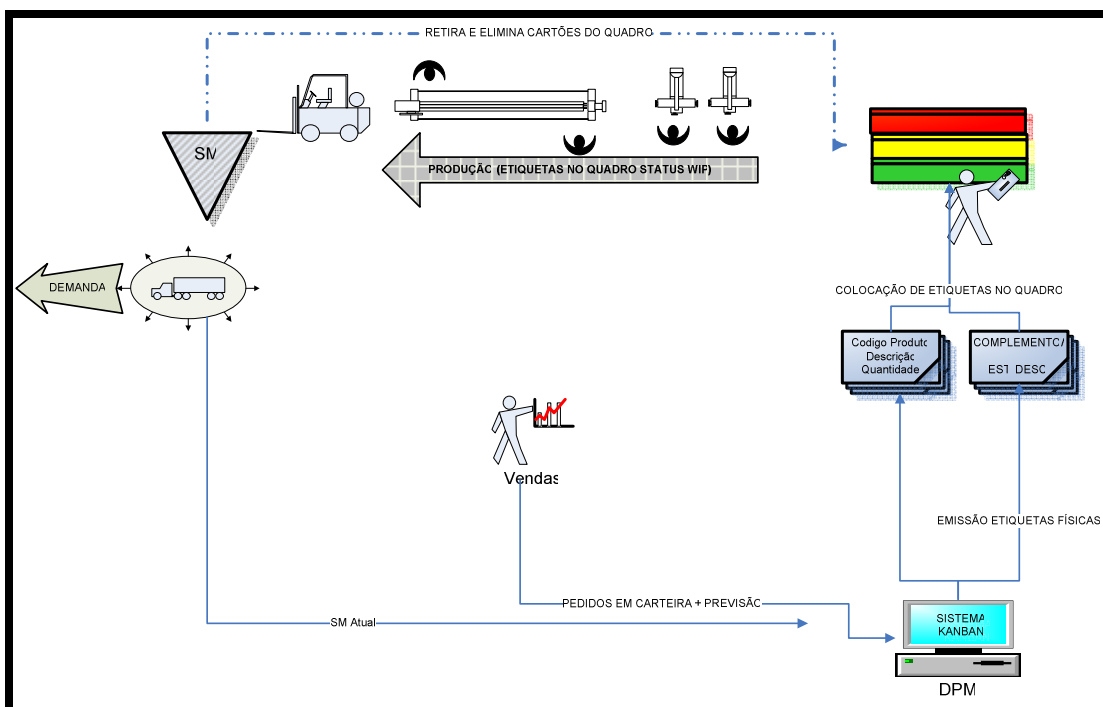


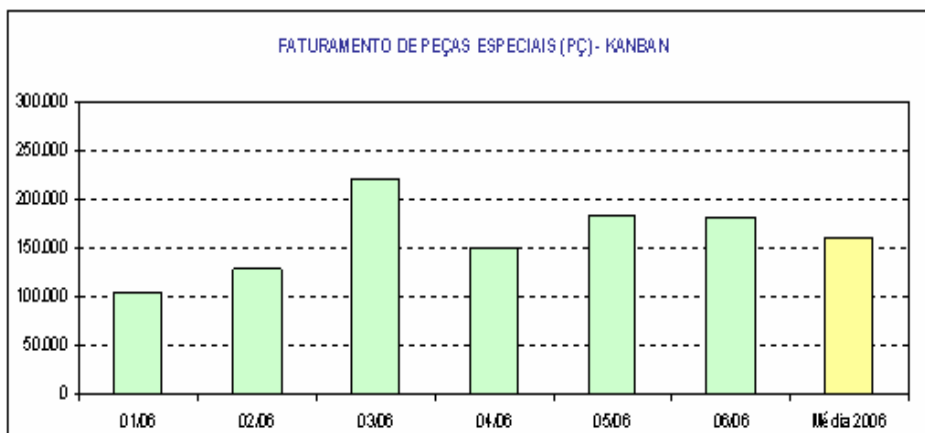
Figura 4-23 Esquema do sistema kanban físico na fábrica de peças.

A principal ação na validação dos parâmetros necessários para o dimensionamento do kanban foi em relação ao lead time de produção ou, como abordada no desenvolvimento do método, à frequência de produção por mês. Inicialmente, definiu-se que, os itens do kanban seriam fabricados duas vezes por mês. No entanto, em função da complexidade dos *setups* envolvidos e das características da demanda, acordou-se que a produção mensal seria mais adequada à realidade do sistema de produção.

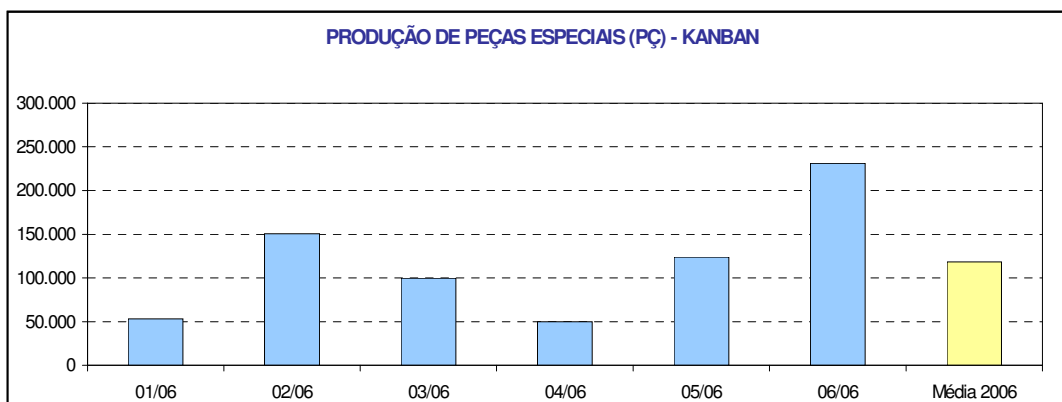
Os resultados da implantação do projeto piloto do kanban na fábrica de peças ainda estão sendo monitorados e verificados, no entanto, alguns benefícios e melhorias já puderam ser constatados no sistema produtivo como as destacadas na seqüência:

- Atribuição de co-responsabilidade pelo estoque: a necessidade de uma previsão de vendas para a operacionalização do kanban tem estimulado a percepção da responsabilidade conjunta do mercado com a produção na formação de estoques de peças. Se anteriormente com a programação empurrada o departamento comercial não se envolvia com o processo de produção e estoques, agora há o início de uma conscientização de que a redução dos estoques depende de uma correta previsão de vendas e de um esforço conjunto em operar o sistema kanban. Tal estímulo tem provocado uma maior atenção no momento das previsões.
- Maior comunicação entre a área Comercial e a Fábrica: a mudança da lógica de programação da produção para esses itens, que passou a ser de forma puxada, estimulou um maior fluxo de informações entre a área comercial e a fábrica, pois esta agora só produz mediante o consumo de produtos nos supermercados.
- Criação de regras para programação de produção: com a introdução do quadro kanban, as prioridades para a produção ficaram acessíveis visualmente, o que facilitou o planejamento da produção e limitou a quantidade a ser programada, uma vez que esta é determinada pela quantidade de cartões.
- Produção baseada em demanda: a produção, que antes era

programada para a formação de estoques, passou a ser executada de forma puxada por um consumo efetivo do supermercado ou mediante uma carteira ou pedido concreto. Verificou-se que os itens que passaram a ser controlados com o kanban apresentaram altos índices de giro, significando que de fato se está produzindo para atender a demanda do mercado e não para estoque. Conforme se pode ver nas figuras 4.24 e 4.25, o faturamento de peças em kanban ficou acima da produção, garantindo o giro dos estoques.



**Figura 4-24 Faturamento de peças especiais em kanban**



**Figura 4-25 Produção de peças especiais em kanban - peças.**

- Redução dos estoques: Uma avaliação dos níveis de estoque também demonstrou que as peças que passaram a ser controladas pelo kanban no projeto piloto apresentaram uma redução em torno de 33%, conforme os valores da figura 4.26.

<b>Estoque Total (Pç)</b>	<b>jan/06</b>	<b>jul/06</b>	<b>ABS jan/jul</b>
Produto Acabado	701.472	470.085	-231.387

**Figura 4-26 Redução de estoques do projeto piloto.**

- Nível de serviço ao cliente: Embora os níveis de estoques tenham sido reduzidos, isso não significou queda no nível de atendimento ao cliente. Pelo contrário, todos os produtos que fizeram parte do projeto piloto atenderam prontamente sua demanda.

#### 4.4.1 Conclusões da Etapa 2 e 3

Os resultados quantitativos auferidos através do acompanhamento do piloto, como a redução dos estoques e o aumento do nível de atendimento do cliente, somados aos resultados qualitativos, como melhor controle de estoque e facilidade para a programação, comprovam a validade do sistema kanban como ferramenta alternativa para a programação e controle da produção na fábrica de peças.

Depois de comprovada a eficácia do kanban, a próxima etapa, de acordo com o método aqui proposto, é a decisão em relação à expansão do sistema. As escolhas entre as três alternativas possíveis têm relação com o quanto da demanda atendida pelo sistema produtivo é passível de ser controlada pelo kanban e qual a melhor maneira de controlá-la.

A opção pela não expansão do kanban na fábrica de peças seria adequada se os 80 itens selecionados para o kanban piloto representassem uma parcela significativa da demanda, em torno de 80%. Porém, como pode ser verificado na classificação ABC-VF, os 80 itens do kanban piloto correspondiam por cerca de 50% da demanda faturada, que apesar de ser grande poderia ser expandida, o que



justificava a sua expansão física ou virtual.

Uma expansão física e significativa do kanban significaria a inserção de cerca de mais 80 itens no quadro, o dobro do que foi colocado no projeto piloto. Tal expansão foi considerada inviável pelo grupo em função das limitações de espaço físico e de mão de obra necessária para controlar e manipular toda a circulação de cartões. Além disso, este tipo de expansão abarcaria apenas os itens A da classificação ABC-VF, não atingindo itens da classe B e C que também eram passíveis de serem controlados pelo kanban.

Soma-se a isto o fato de que, embora no momento da decisão o MRP ainda não estivesse operando com segurança, era intenção da empresa ter também seus semi-elaborados, bases e biscoitos controlados pelo kanban, aumentando ainda mais a quantidade de itens a serem controlados.

Chegou-se ao consenso entre os membros do grupo responsável pela introdução do kanban que a alternativa mais adequada para o sistema de produção da fábrica de peças era a expansão virtual. Foi então dado início a etapa 4 do método proposto para introdução do kanban em ambientes com grande variedade de produtos, descrita na seção seguinte.

Como resultado da aplicação piloto do sistema kanban na fábrica de peças e do seu respectivo acompanhamento foram ainda identificados alguns pontos de entendimento que deveriam ser trabalhados dentro da fábrica de forma a potencializar os ganhos com a disseminação do sistema para todas as peças, entre eles:

**Políticas de Estoque:** Algumas políticas e culturas da organização também dificultaram e dificultam o funcionamento correto do kanban. Por exemplo, a política de comprometimento de estoques praticada pela organização permite que canais de mercado apoderem-se de produtos acabados em estoque sem de fato terem realizado a venda. Nenhum tipo de controle é exercido sobre esta política, ou seja, pode-se descomprometer o estoque caso a venda esperada não aconteça. Isso, além de estimular a superprodução, pode comprometer o funcionamento do

sistema kanban, pois baixas nos supermercados não podem ser em função de comprometimento, mas sim por faturamento/consumo. Para os produtos elencados no projeto piloto a política de comprometimento de estoques não foi praticada, mas com a ampliação do sistema kanban para todas as peças que disponham de demanda prevista, esse comprometimento deve ser rediscutido.

**Vendas Mediante Estoque:** Alguns canais da organização só vendem mediante estoque disponível e isto também pode trazer dificuldades para o kanban que só circula seus cartões mediante demanda. O que ocorre é que o mercado pode não vender por não visualizar o estoque total disponível no momento, enquanto que a fábrica pode não produzir enquanto o supermercado não for consumido. Tal política de vendas pelo estoque é justificável quando a demanda é consideravelmente mais alta que a capacidade de produção, exigindo a formação prévia de estoques, ou quando o cliente deseja entrega imediata. A primeira situação não deveria ocorrer uma vez que há capacidade disponível na Fábrica e, uma vez sinalizada uma demanda pontual mais alta, o sistema kanban emite uma ordem de complemento que deve ficar pronta dentro de prazos acordados com a produção. Da mesma forma, não são todos os clientes que exigem um entrega imediata, normalmente há um lead time de entrega que permite que o pedido seja atendido pela produção. Para que o kanban piloto funcionasse ficou determinado que os itens no sistema kanban tivessem um prazo de entrega de um mês. Esses prazos devem ser discutidos na ampliação do sistema.

**Falta de Padronização das Cores:** A falta de controle em relação á abertura de tonalidades trouxe outro obstáculo ao sistema kanban, pois este não poderia depender da produção de um fundo para dar inicio a sua produção. Neste sentido, o sistema kanban serviu como um forte estímulo para que a organização investisse esforços para que a produção passasse a respeitar a tonalidade padrão. Os produtos kanban passaram a operar com a chamada tonalidade “cravada”.

#### **4.5 Etapa 4: Expansão do Projeto - Kanban Virtual.**

O planejamento da expansão do sistema procurou orientar a organização em relação às decisões, recursos e investimentos necessários para que o kanban fosse ampliado na fábrica de peças. Em função da fábrica de peças produzir um grande número de itens, a ampliação do kanban na forma física para todos os itens seria inviável dado aos seguintes aspectos:

- Falta de espaço físico requerido para um quadro kanban com grande número de itens;
- Uma grande quantidade de itens pressupõe estoques grandes e extensos, difíceis de serem controlados pela manipulação física dos cartões;
- A variedade na demanda pede uma atualização constante no número de cartões pela retirada e emissão dos mesmos. Com poucos itens estas análises são viáveis de serem realizadas visualmente, contudo quando o número de itens é grande isto já não se torna possível.

Desta forma, a sugestão apresentada pelo grupo foi a de ampliação do kanban pelo desenvolvimento de um sistema capaz de reproduzir virtualmente a dinâmica validada no kanban piloto, de forma a controlar a produção via programação puxada de todos os itens que fossem passíveis de programação puxada.

Nessa etapa de expansão do projeto piloto para a sua forma virtual foram propostos três passos de acordo com o método descrito no capítulo 3. O primeiro passo é fundamentalmente composto por decisões que determinarão onde, por quem e como o kanban virtual será desenvolvido. O segundo passo orientará os gestores para na elaboração da estrutura que deve ser disponibilizada para o desenvolvimento do kanban virtual. Já o último passo consiste na definição da dinâmica de utilização, onde serão determinados os usuários que terão acesso ao sistema, bem como aqueles que ficarão responsáveis pela sua manipulação e atualização.

Desses três passos, apenas o primeiro passo foi executado, visto que decisões estratégicas da empresa sobre o momento mais adequado para a expansão do sistema kanban de forma virtual levaram a fábrica de peças a decidir por alocar recursos da área de informática para terminar a implantação do atual sistema de ERP (por exemplo, o MRP da fábrica de peças ainda não estava operacional), para só então prosseguir com a introdução do sistema kanban.

Com relação ao primeiro passo proposto, o responsável junto ao grupo de implantação do sistema kanban por averiguar qual seria a decisão mais adequada para a forma como o sistema seria implantado foi o líder do grupo kanban, ou seja, o gerente da fábrica de peças. Em função de seu cargo ele tinha não só acesso mais direto ao setor de informática da empresa, que julgariam qual seria a decisão mais acertada na área de informática para a organização, como as reuniões com a diretoria industrial que, em última análise, alocaria os recursos da empresa para tal.

Embora o sistema de informações ERP utilizado pela organização e, conseqüentemente pela fábrica de peças, fosse um dos mais avançados do mercado, sua utilização ainda não estava totalmente consolidada na empresa. Dessa forma, julgou-se inadequado proceder com qualquer tipo de intervenção ou customização no ERP antes que o sistema operasse em condições consideradas ideais. Além disso, intervenções diretas no sistema exigiriam recursos financeiros aquém do que a empresa estava disposta a desembolsar naquele momento.

A opção escolhida pela diretoria industrial foi, portanto, de desenvolver uma relação indireta, onde o atual sistema de informações da empresa ficaria apenas responsável por gerar as informações necessárias para o desenvolvimento do kanban virtual que, por sua vez, funcionaria em um ambiente paralelo. Neste caso, atentou-se pra a necessidade de se ter um cuidado especial com questões referentes à atualização e confiabilidade dos dados que deveriam representar fielmente o disponível no sistema da empresa.

Após definido que o kanban virtual seria desenvolvido em um ambiente em paralelo ao sistema de informações da organização, passou-se para o processo de formação de um subgrupo que estaria dedicado exclusivamente para a conclusão

desta nova etapa. Enquanto isto o primeiro grupo mantinha suas funções de acompanhamento do kanban físico que continuava em operação até ser substituído pelo kanban virtual.

Conforme proposto no método, o grupo seria formado pelos seguintes membros:

- **MKF (Membro Kanban Físico):** Pessoa com conhecimento teórico e prático da ferramenta kanban. Foram escolhidos dois membros representantes desta exigência. Um funcionário da organização que foi contratado exclusivamente durante a etapa de implantação do kanban físico e que, portanto, participou ativamente da etapa de acompanhamento ficando responsável pelas adaptações que foram sugeridas ao longo deste processo. O outro membro foi um dos consultores que acompanharam e trabalharam desde o início no projeto.

- **MKV (Membro Kanban Virtual):** Pessoa com qualificações técnicas acerca do desenvolvimento de sistemas/programas: Inicialmente a intenção da organização era de desenvolver o kanban virtual pela utilização de mão de obra interna já que se dispunha de funcionários qualificados para tal tarefa. No entanto, a disponibilidade de tempo de tais funcionários era restrita, o que obrigou a organização a procurar por empresas especializadas para o desenvolvimento do kanban virtual.

- **MSI (Membro Sistemas de Informações):** Foi designado um funcionário do departamento de informática da organização com conhecimento acerca do funcionamento do sistema de informações ERP atualmente utilizado com capacidade de localizar, gerar e de dar acessibilidade aos dados necessários para o desenvolvimento do kanban virtual.

Nesta primeira etapa de decisões ficou definido o ambiente onde o kanban virtual seria desenvolvido e também que o desenvolvimento técnico do sistema ficaria a cargo de terceiros. No entanto a decisão pela empresa terceirizada ainda não havia sido definida uma vez que a organização estava estudando propostas de alguns fornecedores do serviço.

Como para a efetiva implantação do sistema kanban informatizado há necessidade, segundo o método proposto, da execução dos passos 2 e 3 dessa etapa, e esses passos dependem fundamentalmente da interação entre os membros do grupo kanban virtual, e como o MKV ainda não estava definido, a aplicação prática do método se limitou até este ponto.

## **4.6 Conclusões do Capítulo**

O capítulo 4 teve como objetivo apresentar a aplicação prática do método proposto no capítulo 3 para implantar, em sistemas produtivos que operam com grande variedade de produtos, o sistema puxado de programação via kanban. Em decorrência disto, a seqüência utilizada nesta seção procurou obedecer àquela proposta.

Iniciou-se com a análise geral do sistema produtivo onde se pode averiguar, em função das características de demanda, produto e processo, a existência da viabilidade técnica no sistema produtivo da fábrica de peças para a implantação da programação puxada. Igualmente, foi confirmada a necessidade de implantação do sistema kanban, uma vez que a realização da simulação mostrou que a programação puxada reduziria os níveis de estoques e melhoraria o nível de atendimento da demanda.

Avançou-se para a segunda etapa do método proposto de desenvolvimento e implantação do kanban físico que foi completada com sucesso pela equipe responsável pelo projeto após a mesma cumprir com as tarefas de seleção de itens e estruturação do kanban.

A etapa seguinte, de acompanhamento, além de se mostrar extremamente importante por apontar as necessidades de adaptações e validar as variáveis, também contribuiu para validar o kanban como ferramenta para programar a produção e, assim, assegurar sua expansão.

Os três caminhos possíveis de expansão foram avaliados pelo grupo responsável. O mesmo chegou ao consenso de que a expansão virtual era a mais

adequada dada as características do sistema produtivo da fábrica de peças.

Os primeiros passos em direção a expansão virtual foram concluídos, embora, em função de prioridades estratégicas da organização, ficou decidido que a conclusão e introdução do kanban virtual seriam postergadas.

Tal decisão, no entanto, não comprometeu a avaliação do método proposto neste trabalho, que, até aquele ponto, pôde ser considerado efetivo. O método atingiu seu objetivo uma vez que o kanban foi introduzido em um ambiente com grande variedade de produtos passando a programar e controlar sua produção de forma eficiente apresentando desempenho satisfatório.

O desempenho foi constatado pelos ganhos qualitativos e quantitativos apontados pela etapa de acompanhamento do sistema que valem aqui ser resgatados.

- Atribuição de co-responsabilidade pelo estoque:
- Criação de regras para programação de produção:
- Produção baseada em demanda:
- Redução dos estoques
- Nível de serviço ao cliente

Tais resultados foram identificados no curto espaço de tempo interposto entre a etapa de introdução do kanban e o primeiro acompanhamento do novo sistema. A expectativa é que estes ganhos sejam consolidados cada vez mais no sistema produtivo da fábrica de peças com o grande potencial de ampliação através do prosseguimento do método proposto e a conseqüente adoção do kanban virtual.

## **CAPÍTULO 5    CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS**

### **5.1    Considerações Finais**

Mudanças profundas no mercado consumidor vieram estimular a competitividade e a redução de desperdícios da grande maioria das organizações. A nova situação, em que o consumidor passou a definir os padrões de variáveis, antes determinadas pela indústria, como preço e qualidade, exigiu que as empresas repensassem suas estratégias produtivas.

Nesse contexto, o nível de concorrência industrial tem imposto novos desafios para as empresas, como a necessidade de novas abordagens, novos princípios, novos paradigmas para gestão dos sistemas de produção, que proporcionem não só, um incremento na produtividade como também, garantam competitividade.

Grande parte das soluções para o aumento da produtividade em conjunto com o aumento da competitividade, perseguido pelas organizações, foi encontrada com a utilização de conceitos e ferramentas da Manufatura Enxuta.

A vasta utilização desta estratégia de produção em inúmeros sistemas de manufatura vem consolidando esta filosofia como uma das formas eficazes de se diminuir as perdas em processos. Entre as ferramentas utilizadas, o sistema puxado de produção via kanban tem alcançado destaque por simplificar o processo de programação e controle da produção além de contribuir para a redução de desperdícios e melhor atendimento aos clientes.

Embora alguns dos precursores considerem a Manufatura Enxuta ser de aplicabilidade universal, muitos autores questionam esta afirmação dizendo que ela depende de requisitos específicos, nem sempre encontrados em todos os sistemas de produção. As principais críticas recaem exatamente sobre a forma de programar e controlar a produção, executada pela lógica de puxar e operacionalizada pelo kanban. De acordo com os críticos, o sistema kanban só é viável em situações



específicas de estabilidade na demanda, não sendo indicado para certos ambientes, dentre estes, aqueles que operam com uma grande variedade de produtos.

O trabalho aqui realizado tomou como pressuposto básico de que é possível sim, desenvolver um método que permita a implantação da programação puxada de produção via kanban em ambientes com grande variedade de produtos.

Este capítulo final tem a finalidade de averiguar este pressuposto, além de evidenciar o cumprimento dos objetivos geral e específicos apresentados na introdução. Para tal, cada um dos objetivos específicos será retomado para a confirmação do objetivo geral e conseqüentemente do pressuposto sejam defendidas.

O primeiro objetivo visou, através de uma revisão bibliográfica, levantar as principais características da aplicação da Manufatura Enxuta, tendo como foco apontar as funções, benefícios e limitações do sistema puxado de produção via kanban.

As funções do kanban, evidenciadas principalmente na seção 2.2.1, são basicamente três: ser um sistema de informação, um sistema de controle de produção e estoques e um sistema de melhorias. Os benefícios resultantes do desempenho do kanban nestes três aspectos são vários, conforme elencados na seção 2.2.5. Destacam-se aí a simplicidade do controle visual do processo, a eliminação dos estoques intermediários e a redução do lead time de fabricação. Tais objetivos e benefícios basearam a formação das variáveis de análise para avaliação da validade do funcionamento do kanban no método proposto.

Do entendimento da dinâmica envolvida no funcionamento do sistema kanban (seção 2.3 e 2.4), pode-se deduzir que sua implantação é dependente de certos fatores que necessitam ser estabelecidos em conjunto. Uma aplicação marginalizada do kanban pode levar a uma negligência de certos requisitos que influenciam diretamente sua viabilidade, comprometendo seu correto funcionamento. Ficou constatado que estes requisitos são apresentados por muitos

autores como limitações à utilização do kanban. Estes requisitos foram expostos na seção 2.2.6 do trabalho, dentre os quais se destacam: estabilidade da demanda, fluxos produtivos bem definidos, lotes pequenos de produção, segurança no correto funcionamento dos equipamentos, funcionários treinados e comprometidos e pouca quantidade de itens.

A listagem de tais requisitos contribuiu, parcialmente, para o alcance do segundo objetivo específico que consistia em identificar que características e variáveis de um sistema produtivo deveriam ser consideradas e avaliadas para que a programação puxada de produção via kanban pudesse ser adotada. Como este objetivo visava especificamente à adoção do kanban em um sistema considerado “inadequado”, buscaram-se, na literatura disponível, publicações que discutissem e relatassem a aplicação da Manufatura Enxuta e do sistema puxado de produção via kanban em ambientes avaliados desta forma (seção 2.4.3). Tal levantamento teórico completou a conclusão deste segundo objetivo, onde foram então identificadas que variáveis deveriam ser consideradas para que o sistema puxado de produção via kanban pudesse ser avaliado como viável ou não de ser utilizado em um ambiente com grande variedade de produtos. Estas variáveis foram distribuídas em três áreas principais: análise da demanda, do produto e do processo, que formaram a estrutura da primeira etapa do método.

Cabe ressaltar aqui que a revisão teórica apontou a grande dependência do funcionamento do sistema puxado de produção via kanban em relação a outros fatores e ferramentas, como o nivelamento da produção e a troca rápida. Isto ficou ainda mais evidente na seção 2.3 onde uma pesquisa teórica acerca do PCP demonstrou que, para que um sistema produtivo seja programado de forma puxada, o PCP deve desempenhar funções integradas de longo, médio e curto prazo, ou seja, em nível estratégico, tático e operacional. Este trabalho teve como escopo funções de curto prazo a serem desempenhadas em um nível mais operacional, tendo-se consciência da limitação que este tratamento impôs à pesquisa.

Outros dois pontos averiguados na revisão bibliográfica e que corroboraram para a conclusão do terceiro objetivo de estudar quais ações gerais e qual a melhor

seqüência destas ações para que uma grande variedade de produtos de um sistema produtivo fosse programada e controlada de forma puxada por um sistema de cartões, foi primeiro a de que o funcionamento do kanban está calcado em um intenso fluxo de informações e em um ambiente com grande variedade de produtos este fluxo seria inviável de ser controlado fisicamente. Concluiu-se que um tratamento virtual seria a solução mais plausível para este caso. O segundo ponto averiguado é de que o sucesso do sistema puxado e, conseqüentemente do kanban, é extremamente dependente de funcionários treinados e comprometidos com o cumprimento das regras e dos procedimentos exigidos pela ferramenta.

Embora fosse possível introduzir diretamente um kanban virtual no sistema, concluiu-se ser mais adequado desenvolver e implantar um kanban físico, na intenção de treinar e envolver a mão de obra na dinâmica da nova forma de programar e controlar a produção. Desta forma, a seqüência geral de ações considerada mais adequada foi a de análise geral do sistema produtivo, desenvolvimento e introdução do kanban físico, acompanhamento do novo sistema e desenvolvimento e introdução do kanban virtual.

Após consolidada esta seqüência geral de ações, estas foram inseridas e moldadas dentro da proposta de um método que, entendeu-se, permitir a implantação da programação puxada de produção via kanban em um ambiente com grande variedade de produtos. Tal método ficou estruturado em quatro etapas principais cada uma subdividida em passos operacionais. Uma visão macro pode ser verificada na figura 3.1 do capítulo 3, e uma visão micro de cada etapa é encontrada nas figuras 3.4, 3.6 e 3.10.

Finalmente, o quinto e ultimo objetivo do presente trabalho visou à aplicação do método proposto em um sistema produtivo que operasse com uma grande variedade de produtos. A aplicação foi descrita no capítulo 4, seguindo a seqüência proposta pelo método, e pôde-se averiguar que as variáveis e características apontadas e consideradas no desenvolvimento do método foram de fato encontradas ao longo da aplicação, realizada em uma fábrica de peças especiais de revestimentos cerâmicos.

O check list (tabela 4.8) preenchido na seção 4.2.5, apontou tanto a viabilidade quanto a necessidade da mudança do método de programar e controlar a produção na fábrica de peças especiais. Em seguida passou-se para o desenvolvimento e implantação do kanban físico onde um grupo restrito de itens foi selecionado (seção 4.3.2) para testar a ferramenta kanban em um teste piloto.

Após o acompanhamento do novo sistema (seção 4.4) pode-se averiguar que o desempenho apresentado pelo kanban validava-o como forma alternativa de programar e controlar a produção. O sucesso foi comprovado pela constatação por parte da empresa de que a relação nível de atendimento ao cliente versus estoques apresentou um dos melhores desempenhos da companhia. Isso significa que nunca havia se faturado tanto com níveis de estoque tão baixos. Além disso o kanban foi fundamental para questionar certas práticas da empresa que estavam boicotando seu desempenho, além de estimular o investimento em melhorias, como a redução dos *setups* e a padronização das cores.

A análise das alternativas de expansão apontou como melhor opção a ampliação do kanban na fábrica de peças por meio do kanban virtual. Tal decisão foi baseada, principalmente, pelo grande portfólio de produtos que tinham potencial de ser programados e controlados pelo kanban, além de ser constatada a impossibilidade de uma expansão física.

No entanto, em função de prioridades estratégicas a empresa optou por postergar o investimento no desenvolvimento do sistema kanban virtual, mantendo apenas o kanban físico em funcionamento.

Em face do exposto até aqui, pode-se dizer que o objetivo geral de propor um método que permita a implantação da programação puxada da produção, via sistema kanban, em um ambiente com grande variedade de produtos pôde ser considerado alcançado. Mediante o exposto o pressuposto de que é possível desenvolver um método que permita a implantação da programação puxada de produção via kanban em ambientes com grande variedade de produtos foi confirmado.

Para finalizar este capítulo de conclusões algumas considerações advindas da execução desse trabalho que merecem destaque são:

- ✓ Deve-se sempre iniciar a implementação do sistema kanban em setores em que seu potencial de sucesso seja maior. No caso estudado foi primeiramente realizada uma criteriosa seleção para que uma gama restrita de itens fosse testada no kanban físico para depois ser estudada a possibilidade de sua expansão, seja física ou virtual.
- ✓ Não é recomendável também que o kanban virtual seja introduzido sem que antes seja realizada a empreitada física. Deve-se ter a certeza de que a migração de um controle físico para um controle virtual não é nada mais do que a oportunidade de expansão de uma ferramenta que já foi empiricamente testada.
- ✓ A validade já deve ser comprovada e os benefícios alcançados com a implantação do kanban físico bem como a identificação e introdução de todas as ferramentas e técnicas necessárias para o seu funcionamento.
- ✓ É a implantação do kanban físico que proporcionará o conhecimento dos princípios da produção puxada, as vantagens da sua utilização bem como apontará suas limitações. Isso permitirá avaliar como e se a implantação do kanban virtual irá, de fato, contribuir para que as limitações sejam suplantadas, viabilizando a expansão.
- ✓ A necessidade de um kanban virtual deve ser uma solução natural para certas características do ambiente que opera com grande número de itens e que inviabilizam a adoção total de um kanban físico, quais sejam:
  - o espaço físico requerido para um quadro kanban com grande número de itens;
  - grande quantidade de itens pressupõe estoques grandes e extensos, difíceis de serem controlados pela manipulação física dos cartões;
  - dificuldade em se dispor de uma previsão de vendas para todos os

itens;

- a variedade na demanda pede uma atualização constante no número de cartões pela retirada e emissão. Com poucos itens, estas análises são viáveis, mas quando o número de itens é excedente isto já não se torna possível;e,
  - avaliar e selecionar itens passíveis de serem controlados do kanban rotineiramente.
- ✓ É na fase de utilização do kanban manual que as informações específicas e necessárias para o funcionamento do kanban são geradas bem como as adaptações que terão que ser realizadas para que o kanban funcione de acordo com as particularidades do sistema produtivo.

Ressalta-se ainda que, além de ser uma mudança no modo de executar rotinas, a programação puxada de produção via kanban vai de encontro a muitos paradigmas que predominam na maioria dos sistemas de produção.

A otimização da produção, por exemplo, não é só baseada na máxima ocupação das máquinas alcançadas pela programação dos lotes econômicos de produção, mas sim deve estar vinculada à demanda do mercado, o que muitas vezes significa produzir lotes menores do que os usualmente praticados.

Compreender a importância desta mudança e aceitar as conseqüências como, por exemplo, o aumento do número de *setups* não é um processo rápido e instantâneo. A redução do estoque requer disciplina e comunicação direta entre vendas e a fábrica.

Resistências como estas foram constatadas durante a introdução do kanban, quando lotes acima do planejado eram produzidos pelo chão de fábrica, pois este, acreditando que uma nova necessidade seria apontada brevemente, “adiantava” a produção por conta própria. Em virtude disto um maior controle por parte da gerencia foi exigido na relação do planejado versus produzido.

Destacados estes pontos e fechando este trabalho, espera-se que, de fato, o mesmo estimule ainda mais as empresas à buscar soluções simples e eficazes na Manufatura Enxuta, aumentando assim, simultaneamente, sua produtividade e competitividade.

## **5.2 Recomendações**

Como apresentado, o presente trabalho teve como foco propor um método que permitisse a introdução da programação puxada de produção via sistema kanban em um ambiente com grande variedade de produtos.

Embora a ferramenta kanban seja bastante conhecida no meio empresarial, o estudo e o relato de sua aplicação em ambientes diversos daqueles considerados ideais ainda é relativamente escasso. Há muito ainda a se percorrer para se atingir um grau de conhecimento da realidade que permita assegurar o investimento na adoção desta ferramenta em ambientes avaliados, prematuramente, como inadequados.

Apesar de o método ter sido desenvolvido procurando considerar as características principais de um ambiente com grande variedade de produtos, várias dificuldades foram observadas no desenvolvimento do presente trabalho. Estas dificuldades servem de ponto de partida para a recomendação de futuros trabalhos sobre o tema em pauta.

Uma das principais dificuldades do método proposto é de que embora ele seja adequado para empresas que não operem com o kanban, ele pressupõe um nível de organização do trabalho e principalmente de sistemas de informações geralmente encontrados em grandes empresas. A sua aplicação prática, como apresentada no capítulo 4, foi desenvolvida em uma grande empresa que já apresentava as condições básicas para tal. Já para pequenas e médias empresas, nada se pode afirmar quanto à viabilidade de implementação deste método. Desta forma recomenda-se estudar o potencial de aplicação da metodologia proposta para empresas de médio e pequeno porte.

Outra grande dificuldade encontrada na fase de aplicação do método proposto foi a da resistência da mão de obra em compreender, incorporar e aceitar os novos conceitos provenientes da Manufatura Enxuta de produção. Neste sentido recomendam-se trabalhos que procurem explorar os motivos para tais resistências e que, ao mesmo tempo, aponte os meios mais corretos e eficazes de se proceder com estas mudanças.

Finalmente, um aspecto que se apresentou de extrema relevância e que não foi considerado durante o desenvolvimento do método foi em relação a aspectos organizacionais como políticas de estoques e de vendas. Sugere-se o desenvolvimento de trabalhos que explorem os principais aspectos organizacionais que podem exercer influencia negativa ou positiva durante a introdução de técnicas da Manufatura Enxuta como o kanban.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Gilberto José Pereira Onofre de, TUBINO, Dálvio Ferrari. A implantação de sistemas puxados de produção em ambientes com demandas instáveis. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ouro Preto, 2003.

ANDRADE, GILBERTO JOSÉ PEREIRA ONOFRE DE; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. **Metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema kanban interno em malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil.** Florianópolis, 2002. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero.** 1998, 407f. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARGOUD, A.R.T.T., CARDOZA, E., FORTULAN, M.R., GONÇALVES FILHO, E.V. Aplicação de conceitos de Produção Enxuta em um ambiente de alta diversidade de produtos e demanda variável: um estudo de caso. In: **XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Florianópolis: UFSC, 2004.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro/** J. T. Black ; tradução Gustavo Kannenberg. Porto Alegre: Bookman, 1998. 288p.

BONNEY, Maurice. **Reflections on production planning and control (PPC).** Gestão & Produção, v.7, n.3, 2000 p.181-207.

BURCHER, P. DUPERNEX, S. RELPH, G. The road to lean repetitive batch manufacturing: modeling planning system performance. **International Journal of Operations e Production Management**, v. 16, n.2, p. 210-220,1996.

CIVEROLO, J. John. Demand pull (pure kanban): what are the prerequisites for success? Disponível em <http://www.partnersforexcellence.com/kbprereq.htm>. Acessado em 15 de julho de 2006.

COELHO, Rodrigo, Marcelo. **Implantação e Simulação do Sistema KANBAN de Movimentação de Materiais: Estudo de Caso na Indústria Eletrônica do Segmento EMS.** 2003, 133f. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais.

- COLIN, Emerson C. Estudo da implementação do sistema Kanban em uma empresa brasileira de auto-peças: dificuldades e caminhos. In: **XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Piracicaba: Anais, 1996,1 CD-ROM.
- COONEY, Richard. Is lean a universal production system? Batch production in the automotive industry. *International Journal of Operation e Production Management*. v. 22, n.10, p. 1130-1147, 2002.
- ELIAS, S. J. B. **Os Sistemas de Planejamento e Controle da Produção das Indústrias de Confecção do Estado do Ceará - Estudo de Múltiplos Casos. 1999** , 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- FERNANDES, F. C. F. ; SANTORO, M. C. . Avaliação do Grau de Prioridade e do Foco do Planejamento e Controle da Produção (PCP):Modelos e Estudo de Casos. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 1, 2005.
- FULLERTON, R.; MCWATTERS, C. The production performance benefits from JIT implementation. **Journal of Operations Management** v. 9, p.81-96, 2001
- LÉXICO LEAN. The Lean Enterprise Institute, Inc. **Lean Insitute Brasil**. Copyright, 2003.
- GIL, Antonio Carlos. **Metodos e tecnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- GOMES, M. de L. B. **Um modelo de nivelamento da produção à demanda para a indústria de confecção do vestuário segundo os novos paradigmas da melhoria dos fluxos de processos**. 2002, 300f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
- HARMON, Roy L. **Reinventando a fabrica II: conceitos modernos de produtividade na pratica**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- HARMON, Roy L; PETERSON, Leroy D. **Reinventando a fabrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na pratica**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- HENDRY, L. C. Applying world class manufacturing to make to order companies: problems and solutions. **International Journal of Operation e Production Management** v.18, n.11, p. 1086-1100, 1998.
- HUTCHINS, Dabid C. **Just in time**. São Paulo: Atlas, 1993.
- JINA, J.; BHATTACHARYA, A. K.; WALTON, A. Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. **Logistics Information Management**, v.10 n.1, p.5-13, 1997.

- KRISHNAMURTHY, A.; SURI, R.; VERNON, M. Re-examining the performance of mrp and kanban material control strategies for multi-product flexible manufacturing systems. **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v.16, p.123–150, 2004.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica: ciencia e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis**. 2a ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1991. 249p. ISBN 8522406413 (broch.)
- LAGE JUNIOR, Muris ; GODINHO FILHO, M. Estudo da evolução da pesquisa sobre kanban por meio de uma análise crítica de revisões existentes na literatura . In: **XII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção**, 2005, Bauru.
- LEITE, Madalena Osório ; HEINECK, L. F. M. ; PINHO, Igor Barros ; PEREIRA, Pedro Eduardo ; ROCHA, Francisco Eugênio Montenegro da . Aplicação do sistema Kanban no transporte de materiais na construção civil. In: **XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2004, Florianópolis. Anais do XXIV ENEGEP, 2004. p. 1-12.
- LUBBEN, Richard T. **Just-In-Time : uma estratégia avançada de produção**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
- MOLINA, JUAN FRANCISCO; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Tecnológico. **Contribuição da informação no sistema Kanban : criterios e exemplos de implementação**. 1995. 160f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.
- MOURA, Reinaldo A. (Reinaldo Aparecido). **Kanban : a simplicidade do controle da produção**. 3. ed. São Paulo: IMAM, 1994. 355p.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PARRA, Paulo H.; PIRES, Sílvio R. I.. Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 10, n.1,2003.
- RUSSOMANO, Victor Henrique. **PCP, planejamento e controle da produção**. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Pioneira, c1995. 320p.
- SCHONBERGER, R. J.. **Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas Sobre Simplicidade**. Pioneira: São Paulo. 1992.
- SCHONBERGER, Richard. **Fabricação classe universal: as ligações de simplicidade ampliadas**. São Paulo: Pioneira, 1988.
- SEIBEL, Silene; Universidade Federal de Santa Catarina. **Um modelo de**

**benchmarking baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira.** Florianópolis, 2004. 217 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed Porto Alegre: Bookman, 1996. 291p.

SHOOK, John; ROTHER, Mike: **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para** agregar valor e eliminar desperdício. São Paulo. Lean Institute, 1999

SILVA, Edson Z. **Automação e a eliminação das perdas: a base de uma estratégia de produção para assegurar uma posição competitiva na indústria.** 2002, 191f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre.

SILVA, L.A. GANGA, G. M. JUNQUEIRA, R. P. Como determinar os sistemas de controle da produção a partir da lei de Pareto **XIV Encontro Nac. de Eng. de Produção.** Anais Eletrônicos, Florianópolis, 2004.

SLACK, Nigel. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997. 726p.

STOCKTON, D.J.; LINDLEY, R.J. Implementing kanbans within high variety/low volume manufacturing environments. **International Journal of Operations e Production Management**, v. 15, n. 7, p. 47-59, 1995.

TAVARES, Alencar; TUBINO, Dalvio Ferrari; Universidade Federal de Santa Catarina. **Um estudo da aplicação dos sistemas de planejamento e controle da produção em empresas metal-mecânica no estado do Ceará.** Florianópolis, 2000. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção :** a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999. 182p.

VIEIRA, G.E. , CORREA NETTO, Oswaldo J.C. Em busca de um melhor desempenho através da reestruturação das atividades de planejamento e controle da produção. In: **X Simpósio de Engenharia de Produção**, 2003, Bauru

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. 6. ed Rio de Janeiro: Campus, 2004. 408p.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A maquina que mudou o mundo.** 4. reed. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 347p.

<http://www.seade.gov.br>

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)