

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção

GILBERTO JOSÉ PEREIRA ONOFRE DE ANDRADE

METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE VIABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN* INTERNO EM MALHARIAS PERTENCENTES A UMA CADEIA PRODUTIVA TÊXTIL

Florianópolis

2002

GILBERTO JOSÉ PEREIRA ONOFRE DE ANDRADE

METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE VIABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN* INTERNO EM MALHARIAS PERTENCENTES A UMA CADEIA PRODUTIVA TÊXTIL

Dissertação submetida à Universidade Federal

de Santa Catarina para obtenção do

Grau de Mestre em Engenharia.

Florianópolis, junho de 2002.

GILBERTO JOSÉ PEREIRA ONOFRE DE ANDRADE

METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE VIABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN* INTERNO EM MALHARIAS PERTENCENTES A UMA CADEIA PRODUTIVA TÊXTIL

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Ricardo Miranda Barcia Ph.D.
COORDENADOR DO CURSO

Prof. Dalvio Ferrari Tubino, DR.
ORIENTADOR

Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph.D..

Prof.Osmar Possamai, DR.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a um exemplo de dedicação. Ao meu maior amigo, sempre presente, motivador e incansável admirador. Sem o qual, nada disso teria sido possível.

Meu Pai.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, meu grande agradecimento é para minha família, meu Porto Seguro distante, que, acima de tudo, sempre confiou e apoiou minhas atitudes e decisões,

Ao mentor e amigo Professor Dalvio, pela brilhante orientação e por mostrar que quando se acredita tudo é possível.

Especialmente ao CNPq pelo suporte financeiro, que viabilizou a melhor opção, continuar estudando.

Ao PPGEp pela oportunidade de fazer parte de um grupo privilegiado de alunos.

Aos amigos feitos em Floripa, unidos por um objetivo em comum de permanecer na Ilha.

Aos morros, lagoas, cachoeiras, praias, trilhas, dunas.....que tantos momentos de alegria me proporcionou.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------------------------------|------------------|
| <u>LISTA DE FIGURAS</u> | <u>09</u> |
| <u>LISTA DE TABELAS</u> | <u>10</u> |
| <u>LISTA DE SIGLAS</u> | <u>11</u> |
| <u>RESUMO</u> | <u>12</u> |
| <u>ABSTRACT</u> | <u>13</u> |
| | |
| <u>1- INTRODUÇÃO</u> | <u>14</u> |
| | |
| 1.1. Contextualização do Problema de Pesquisa | 14 |
| 1.2. Objetivos | 17 |
| 1.2.1. Objetivo Geral | 17 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 17 |
| 1.3. Limitações do Trabalho | 18 |
| 1.4. Estrutura do Trabalho | 19 |
| | |
| <u>2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u> | <u>21</u> |
| | |
| 2.1. Introdução | 21 |
| 2.2. Filosofia <i>Just-in-Time</i> e suas Ferramentas | 21 |
| 2.2.1. Produção Focalizada | 23 |
| 2.2.2. Polivalência da mão-de-obra | 24 |
| 2.2.3. Nivelamento da Produção | 25 |
| 2.2.4. Troca Rápida de Ferramentas (TRF) | 26 |
| 2.2.5. Manutenção Preventiva | 27 |
| 2.3. O Sistema <i>Kanban</i> | 28 |
| 2.3.1. Requisitos para o <i>Kanban</i> | 29 |
| 2.3.2. Supermercado Americano | 30 |
| 2.3.3. Cartões <i>kanban</i> | 31 |
| 2.3.4. Quadro <i>Kanban</i> | 33 |
| 2.3.5. Fluxo e Controle da Produção Puxada | 36 |
| 2.3.6. Cálculo e Ajuste do Sistema | 39 |
| 2.4. Método Pareto | 41 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 2.5. Trabalhos Relacionados com o Sistema <i>Kanban</i> | 42 |
| 2.6. Considerações Finais do Capítulo | 49 |
| <u>3- METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE VIABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA KANBAN INTERNO EM MALHARIAS PERTENCENTES A UMA CADEIA PRODUTIVA TÊXTIL.</u> | <u>50</u> |
| 3.1. Visão Macro da Metodologia | 51 |
| 3.2. Etapa de <i>Pré-Projeto</i> | 54 |
| 3.2.1. Apoio da Alta Direção | 55 |
| 3.2.2. Análise de Viabilidade | 57 |
| 3.2.3. Formação do Grupo <i>Kanban</i> | 61 |
| 3.2.4. Definição do Cronograma | 64 |
| 3.3. Etapa de <i>Ação</i> | 66 |
| 3.3.1. Dimensionamento do Sistema <i>Kanban</i> | 68 |
| 3.3.2. Adequação dos Recursos Produtivos | 71 |
| 3.3.3. Treinamento Operacional | 74 |
| 3.3.4. Implantação do Sistema <i>Kanban</i> | 76 |
| 3.4. Etapa de Acompanhamento do Sistema | 77 |
| 3.5. Considerações Finais do Capítulo | 80 |
| <u>4- APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA</u> | <u>82</u> |
| 4.1. Introdução | 82 |
| 4.2. Sistema Produtivo da Empresa | 83 |
| 4.2.1. Planejamento e Controle da Produção | 84 |
| 4.2.2. Malharia | 86 |
| 4.2.3. Beneficiamento | 87 |
| 4.3. Implantação do Sistema <i>Kanban</i> na Malharia | 88 |
| 4.3.1. Aplicação da Etapa <i>Pré-Projeto</i> | 90 |
| 4.3.2. Aplicação da Etapa <i>Ação</i> | 95 |
| 4.3.3. Aplicação da Etapa Acompanhamento | 106 |
| 4.4. Resultados Alcançados | 109 |
| 4.5. Considerações Finais do Capítulo | 115 |

| | |
|---------------------------------------------|-------------------|
| <u>5- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u> | <u>117</u> |
| 5.1. Conclusões | 117 |
| 5.2. Recomendações | 121 |
| <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> | <u>123</u> |
| <u>ANEXOS</u> | <u>126</u> |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2.1- Puzzle de ferramentas JIT | 23 |
| Figura 2.2- Célula em “U” | 24 |
| Figura 2.3- Lote econômico | 26 |
| Figura 2.4- Funções e regras do <i>kanban</i> | 30 |
| Figura 2.5- Subdivisões dos cartões <i>kanban</i> | 32 |
| Figura 2.6- Modelo de cartão | 33 |
| Figura 2.7- Quadro <i>kanban</i> | 34 |
| Figura 2.8- Fluxo <i>kanban</i> | 36 |
| Figura 2.9- Sistema com um cartão | 37 |
| Figura 2.10- Sistema com dois cartões | 38 |
| Figura 2.11- Número de <i>kanbans</i> | 39 |
| Figura 2.12- Classificação ABC | 41 |
| Figura 3.1- Visão macro da metodologia | 52 |
| Figura 3.2- Passos da etapa de Pré-Projeto | 55 |
| Figura 3.3- Modelo de cronograma | 65 |
| Figura 3.4- Passos da etapa Ação | 67 |
| Figura 3.5- Modelo de quadro para malha C | 73 |
| Figura 3.6- Passos da etapa Acompanhamento | 78 |
| Figura 4.1- Fluxo produtivo | 83 |
| Figura 4.2- Fluxo de informação gerado pelo PCP | 85 |
| Figura 4.3- Lead time teórico | 86 |
| Figura 4.4- Relação de teares da Malharia | 87 |
| Figura 4.5- Classificação ABC das malhas da coleção Verão 2001 | 92 |
| Figura 4.6- Coeficiente de Giro | 92 |
| Figura 4.7- Cronograma do Projeto | 94 |
| Figura 4.8- Lote <i>kanban</i> e cartão | 100 |
| Figura 4.9- Quadro <i>kanban</i> das malhas A e B | 100 |
| Figura 4.10- Supermercado de Malhas Cruas (SMC) | 102 |
| Figura 4.11- Layout da Malharia | 103 |
| Figura 4.12- Desempenho do Índice de Pontualidade | 110 |
| Figura 4.13- Desempenho do Índice Estoque Médio do SMC | 112 |
| Figura 4.14- Desempenho do Índice Saldo Final SMC na troca de coleção | 113 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| <u>Tabela 3.1 - Modelo de planilha de cálculo do sistema</u> | <u>70</u> |
| <u>Tabela 3.2 - Planilha de acompanhamento do sistema</u> | <u>79</u> |
| <u>Tabela 4.1 - Planilha de cálculo do sistema</u> | <u>96</u> |
| <u>Tabela 4.2 - Planilha de acompanhamento da troca de coleção</u> | <u>108</u> |

LISTA DE SIGLAS

- ERP - Planejamento dos recursos do negócio (Enterprise Resource Planning)
- JIT - Justo a tempo (Just-in-time)
- KANBAN - Sistema puxado de programação e acompanhamento da produção
- Layout - Disposição das instalações industriais
- MLA - Mini-linhas de Fabricação
- MP - Manutenção Preventiva
- MRP - Planejamento das necessidades de materiais (Material requirements planning)
- OB - Ordem de Beneficiamento
- Obo - Ordem de Bordado
- OC - Ordem de Corte
- OE - Ordem de Estamparia
- OL - Ordem de Lavação
- OM - Ordem de Malharia
- OP - Ordem de Produção
- PCP - Planejamento e Controle da Produção
- PEPS - Primeiro que entra primeiro que sai
- QFD - Desdobramento da função qualidade (quality function deployment)
- Setup - Troca de ferramentas ou preparação de máquinas
- SMA - Supermercado de Malhas Acabadas
- SMC - Supermercado de Malhas Cruas
- TI - Tecnologia da Informação
- TQC - Controle Total da Qualidade (Total Quality Control)
- TRF - Troca Rápida de Ferramentas

RESUMO

A escolha da Cadeia da Indústria Têxtil, como objeto de estudo, levou em conta a sua importância econômica e social, tanto nos setores primários, quanto nos secundários, da economia brasileira.

Sob o ponto de vista de uma organização do setor, que domine a maior parte da Cadeia Produtiva, ou até mesmo toda ela, um dos principais objetivos de seus gerentes e diretores, é garantir uma produção que tenha fiabilidade. É neste contexto, que as técnicas e ferramentas que compõem a filosofia *Just-in-Time* podem ser aplicadas, com sucesso.

O principal objetivo deste trabalho é propor uma Metodologia para implantação do sistema *Kanban* em Malharias que fazem parte de uma cadeia produtiva têxtil. A metodologia, proposta, é dividida em três grandes etapas, relacionadas com os respectivos horizontes de planejamento, quais sejam: pré-projeto, ação e acompanhamento.

Leva-se em consideração, como parte da metodologia, a aplicação de duas ferramentas básicas da Engenharia de Produção, sejam elas: a Classificação ABC ou técnica de Pareto e a Focalização da Produção. Uma aplicação, passo a passo, em uma grande empresa do setor é descrita, trazendo à tona os resultados que vem validar a eficácia da metodologia e encorajar a aplicação do *Kanban* à outras partes da Cadeia Produtiva Têxtil.

ABSTRACT

Production chains within the Brazilian textile industry are a significant component of the social and economic framework of the Brazilian economy, particularly the primary and the secondary sectors.

From the Textile Corporation point of view, the main objective of production chain management (which incidentally dominates most, if not all production chains) is to guarantee that the production flows continuously. Within this context, the techniques and operational tools that belong to the *Just-in-Time* philosophy can be used successfully.

The principal objective of this dissertation is to introduce a new methodology to implement a *Kanban* system into a Textile Production Chain at a Mill. The proposed methodology is related to production chain planning and is divided into three main parts: pre-project, action, and accompanying.

Two well-known production tools are also considered: the ABC Classification and the Focused Factory. The methodology is validated by practical application at a big Textile sector enterprise. However the Kanban system could not be considered the best practice for a Mill, that belongs to a production chain, the results achieved were good enough to encourage to extend this practice to others parts of the Textile Production Chain.

1- INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do Problema de Pesquisa

A indústria têxtil tem papel relevante na economia de muitos países, colaborando para o desenvolvimento econômico da nação. Empresas como a Toyota, Mitsubishi e Nissan, no Japão, originariamente eram empresas têxteis e, assim, como muitos outros grandes grupos empresariais, também tiveram, ou têm, participação neste tipo de indústria.

A indústria têxtil incorpora, em seu desenvolvimento, todas as atividades nos campos das Ciências Físicas, Químicas e Biológicas, não só no âmbito daqueles que cuidam da obtenção de novos equipamentos, objetivando melhor produção, qualidade e maior produtividade, como também no âmbito daqueles que prezam o desenvolvimento de produtos que venham, cada vez mais, satisfazer as necessidades do ser humano na busca de melhor conforto e segurança, sem agressão ao meio ambiente.

Moreira Ferreira (IEL; CNA; SEBRAE, 2000), Presidente da Confederação Nacional das Indústrias, assim se posiciona:

Como se sabe, as indústrias têxteis representam a quarta maior atividade econômica do mundo. O Brasil, que reconhecidamente possui um dos maiores mercados consumidores do planeta, tem um consumo per capita de 8,6 kg/habitante/ano, superando a média anual que é de 7,65 kg. Estudos realizados sobre a cadeia produtiva da indústria têxtil têm indicado que, nos últimos anos, a cadeia têxtil aceitou o desafio da abertura econômica e da concorrência internacional e vem promovendo ajustes para garantir uma maior produtividade e competitividade.

Como a indústria têxtil é uma grande fonte empregadora de mão de obra e

geradora de divisas, existe uma preocupação constante no Brasil no sentido de garantir e aumentar a competitividade da sua cadeia produtiva têxtil. Muito dinheiro é gasto no sentido de se identificar e solucionar os problemas relevantes que limitam a competitividade destas empresas.

Em função dos grandes grupos têxteis trabalharem com altos volumes de produção, para boa parte de suas empresas, muitas vezes solucionar problemas resume-se em investir em equipamentos modernos, com alta capacidade de produção e elevado grau de automação e qualidade, mas que, dependendo do problema, nem sempre trazem a solução esperada.

Malharias com teares automatizados que, praticamente, dispensam a atenção constante dos tecelões, ou Tinturarias onde “cozinhas” automatizadas geram receitas padrões para grandes carregamentos de malhas em Jets (equipamentos de tingimento) de 800 quilos, tem sido a melhor visão de produtividade para os gerentes destes setores. Com certeza, capacidade de produção é desejável e necessária neste ramo, no entanto, somente alta capacidade não irá resolver todos os problemas de produção, principalmente quando estes forem problemas relacionados ao fluxo de informações para o gerenciamento da produção, tais como: constantes atrasos nas ordens de produção, controle insatisfatório do que se produz, grande sobra de malhas ao final das coleções e, em conseqüência, elevados níveis de estoque.

Neste sentido, a filosofia JIT/TQC (Just-in-time / Controle Total da Qualidade) no geral, e suas técnicas em particular, podem trazer benefícios para a racionalização da produção no setor Têxtil, fazendo com que estes equipamentos de alta performance sejam utilizados adequadamente.

Algumas destas técnicas já estão sendo disseminadas no ramo Têxtil, como é o caso de células com operadores polivalentes para os setores de costura, onde pequenas máquinas, associadas a atividades simples e manuais de costura, facilitam a solução de problemas. Contudo, a gerência das Malharias, em função da diversidade e sazonalidade da demanda, associada a grandes lotes de produção

solicitados pelo cliente Tinturaria, tem se mantido afastada da procura por soluções simples e práticas, como as encontradas na filosofia JIT/TQC.

Em seu favor cabe salientar que a filosofia JIT/TQC, e o sistema *Kanban* em especial, é reconhecidamente, como será discutido no Capítulo 2, aplicada em empresas que apresentam médio a elevado volume de produção, grande repetitividade e razoável estabilidade de demanda. A indústria automobilística foi a grande percussora deste novo sistema de produção, conhecido como Sistema Toyota de Produção.

Sendo assim, este trabalho pretende explorar a seguinte questão de pesquisa:

Será que o sistema kanban, aplicado com sucesso em tantos outros sistemas produtivos, não seria uma alternativa interessante para se gerenciar o fluxo de informações e produção nas Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil?

Teoricamente o sistema *Kanban* de controle da produção não seria aplicável em Malharias, devido a grande variedade de itens e ao curto ciclo de vida dos produtos neste tipo de Indústria. No Brasil, não há conhecimento de aplicações práticas desta técnica em Malharias. Contudo, advoga-se que é possível implantar o sistema *Kanban* em Malharias, desde que os seguintes pressupostos sejam encontrados no sistema produtivo:

Concentração de demanda em determinados grupos de malhas:

- Havendo concentração de demanda em determinados grupos de malhas, pode-se tratar de forma diferente cada grupo, como, por exemplo: para malhas com alto volume de produção, pode-se usar o sistema *Kanban* para administrar grupos de teares dedicados a estas malhas;

☞☞ Previsão de demanda relativamente confiável:

- Quando a Malharia faz parte de uma cadeia produtiva têxtil, o planejamento da produção é conjunto, permitindo uma visão mais clara da demanda futura, utilizada para dimensionamento do supermercado de malhas, tanto para a formação do mesmo, no início de uma coleção, como para a desaceleração da rotina de reposição, ao final de uma coleção;

☞☞ Capacidade de produção flexível:

- Havendo a disponibilidade de grupos de teares compatíveis com vários grupos de malhas é possível deslocar estes teares, de forma rápida, para atender variações de demanda, desde que previamente previstas.

É através da verificação destes pressupostos que o presente trabalho pretende alcançar uma resposta favorável à questão levantada, e confirmar que *o sistema Kanban é uma alternativa interessante para se gerenciar o fluxo de informações e produção nas Malharias, pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil*. Sendo assim, pode-se apresentar o objetivo geral do trabalho e seus objetivos específicos.

1.2. Objetivos do Trabalho

1.2.1. Objetivo Geral

Propor uma metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema *Kanban* interno em Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil.

1.2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos deste trabalho pode-se citar:

✍️ Estudar em detalhes as nuances do sistema produtivo em Malharias, assim como das demais partes da cadeia têxtil relacionadas com ela, para identificar o potencial de aplicação do sistema *Kanban*;

✍️ Identificar as ações de longo, médio e curto prazos necessárias para compor uma metodologia de implantação do sistema *Kanban* em Malharias;

✍️ Desenvolver um Banco de Dados que servirá como ferramenta de suporte, tanto para a fase de planejamento como para a rotina operacional do sistema *Kanban*.

1.3. Limitações do Trabalho

Uma primeira limitação deste trabalho consiste em que a metodologia aqui proposta, com sua descrição, está voltada para malharias que fazem parte de uma cadeia produtiva de uma empresa, formato comumente encontrado em grandes empresas do setor têxtil. Estas grandes empresas, geralmente, dominam todo ou quase todo, o processo têxtil que inclui Fiação, Malharia, Beneficiamento, e Manufatura (Corte e Costura). Neste caso, haveria um interesse comum dentro da cadeia produtiva em otimizar o fluxo de materiais como um todo e as informações, principalmente sobre a demanda futura, seriam trocadas entre clientes (Tinturaria) e fornecedores (Malharia) internos. Esta visão é crítica dentro das técnicas relacionadas à filosofia JIT/TQC, principalmente na implantação do sistema *Kanban*, visto que o mesmo deve ser estruturado com base numa visão de longo, médio e curto prazo, como será visto no Capítulo 3.

Contudo, a metodologia proposta pode ser aplicada também a Malharias que fornecem malhas para outras empresas. Neste caso, os clientes da Malharia seriam outras empresas, e a grande limitação seria a necessidade de se ter uma visão de parceria entre estes clientes e a Malharia no sentido de se obter informações sobre a previsão da demanda, necessárias para o planejamento do sistema *Kanban*.

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 das empresas. 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.

É oportuno lembrar que qualidade assegurada entre etapas de produção, assim como uma Manutenção Preventiva consistente, que garanta o bom funcionamento dos equipamentos, são fundamentais para que se obtenha um bom desempenho do sistema *Kanban*. Não menos importante é a participação ativa dos operadores no processo de mudança, visto que o sistema *Kanban*, dentro da filosofia JIT/TQC, tem como princípio de apoio o melhoramento contínuo com envolvimento da mão-de-obra.

E, finalmente, cabe limitar este trabalho quanto ao seu escopo como uma metodologia para implantação do sistema *Kanban* “interno” em Malharias, ou seja, não se buscará aplicar o sistema em todo o fluxo logístico da Malharia, como, por exemplo, na aquisição de fios com fornecedores, mas apenas como um sistema gerenciador da produção de malhas nos teares. Muito menos se buscará estender o estudo da produção puxada para as demais etapas que compõem a cadeia produtiva de uma empresa na área Têxtil, que seja aplicada ao produto final, neste caso as peças de vestuário já confeccionadas. É importante ressaltar que, em se tratando de produtos acabados, a diversidade de itens será, em muito, superior à diversidade analisada dentro do nível de malhas cruas, pois essas serão abertas em diferentes cores, diferentes tamanhos e com composições distintas.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em cinco capítulos distintos.

No segundo capítulo, é feita a revisão bibliográfica sobre a filosofia JIT/TQC e suas ferramentas, com foco no sistema *Kanban* e na técnica de Pareto, assim como um apanhado geral dos trabalhos realizados, envolvendo os assuntos pertinentes ao escopo deste trabalho.

No terceiro capítulo, é apresentada a proposta da metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema *Kanban* interno em Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil, descrevendo todas as etapas e sub-etapas que compõem a referida metodologia.

No quarto capítulo, é relatada a experiência prática da aplicação da metodologia proposta em uma Malharia, ressaltando os resultados obtidos neste ambiente selecionado.

No quinto capítulo, são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros a serem desenvolvidos, oriundos da realização do trabalho.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Introdução

Neste capítulo, serão abordados temas considerados necessários para se estabelecer uma base conceitual a fim de responder à questão de pesquisa proposta no capítulo anterior, qual seja: *Será que o sistema kanban, aplicado com sucesso em tantos outros sistemas produtivos, não seria uma alternativa interessante para se gerenciar o fluxo de informações e produção nas Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil?*

A pesquisa bibliográfica foi realizada com base na bibliografia dos principais autores da área, assim como em trabalhos e pesquisas publicadas em anais de congressos e periódicos de Engenharia de Produção e Administração de Empresas.

A abordagem do tema proposto se inicia com conceitos gerais da Filosofia *Just-in-Time* e suas ferramentas básicas, em seguida, detalha-se o sistema *Kanban* em suas diferentes formas de aplicação e apresenta-se a técnica da curva de Pareto como ferramenta de análise. Por último, ao final do capítulo, são apresentados os principais trabalhos e pesquisas relacionados com o tema desta dissertação.

2.2. Filosofia *Just-in-Time* e suas Ferramentas

O nome *Just-in-Time* em uma tradução livre, significa “*bem na hora*” ou “*em tempo*”, e, de fato, este é um dos principais conceitos da Filosofia *Just-in-Time* (JIT), que tem como característica a procura contínua do caminho da simplicidade, através do atendimento das necessidades dos clientes de forma exata e no momento requerido. Evita-se assim, desperdícios de uma maneira geral, eliminando tudo aquilo que não agregue valor ao processo ou produto.

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

Como Filosofia, o JIT atua de forma completa, envolvendo a organização como um todo em todos os seus processos (marketing, financeiro, vendas, produção) e nas inter-relações entre eles. O foco principal deste trabalho está centrado no sistema produtivo, sendo assim, dar-se-á ênfase ao Sistema de Produção JIT e aos aspectos a ele relacionados.

Segundo Tubino (1997, p.44) as metas de um sistema JIT de produção são: satisfazer as necessidades dos clientes, eliminar desperdícios, melhorar continuamente, envolver totalmente as pessoas, e manter organização e visibilidade.

Para se alcançar estas metas, o sistema JIT tem como estratégia de produção a busca pelo estoque zero, gerando, dessa forma, uma redução do nível de estoques a patamares mínimos, o que, na prática, traz à tona os problemas e fragilidades já existentes na cadeia produtiva e que, antes, ficavam encobertos pelo alto nível de estoque.

Somente quando se conhecem os problemas existentes é que se pode atuar na eliminação de suas causas, e, assim, direcionar os esforços no sentido da melhoria contínua. A nível operacional, existe um grupo de ferramentas JIT usadas para viabilizar a busca por estas metas.

A implantação de um sistema JIT requer uma mudança ampla e sistemática em toda a organização, envolvendo, desde aspectos operacionais, até os emocionais, necessitando do comprometimento integral de todas as pessoas com o processo de mudança. Por isso trata-se de uma mudança a longo prazo.

Ao nível do chão-de-fábrica, como apresentado na Figura 2.1, existem algumas ferramentas que dão suporte ao desenvolvimento adequado das atividades que constituem o chamado sistema JIT de produção, como: a manufatura celular, a

polivalência da mão-de-obra, a troca rápida de ferramentas (TRF), o nivelamento da produção, a padronização das operações, a produção puxada e a manutenção preventiva, que serão abordadas de forma simplificada a seguir.

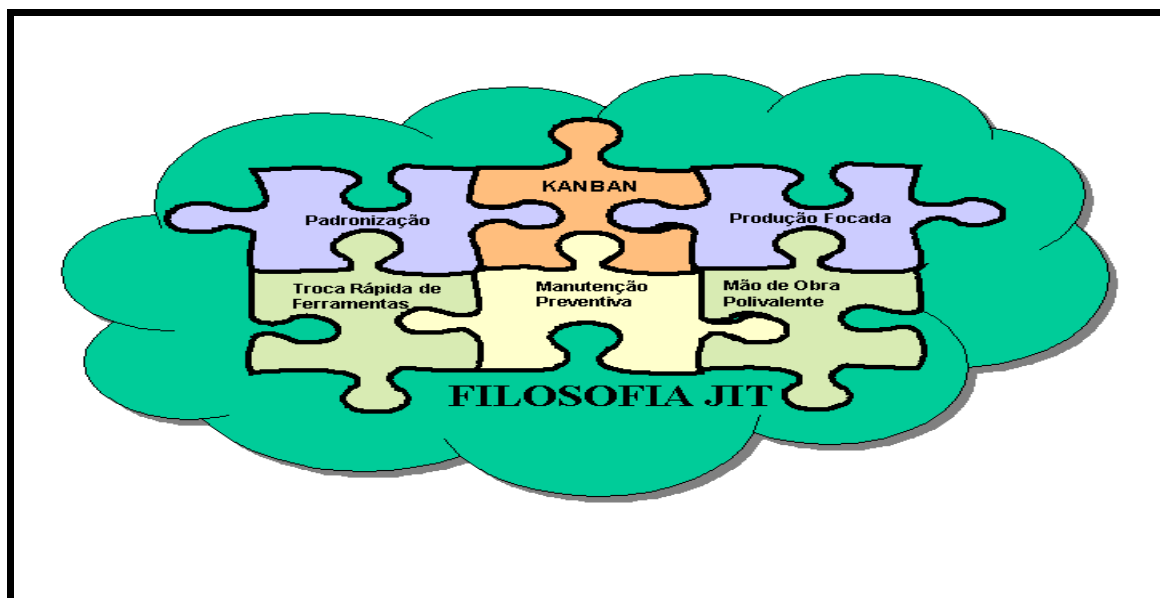


Figura 2.1 - *Puzzle* de ferramentas *JIT*.

2.2.1. Produção Focalizada

A produção focalizada, também conhecida como mini-fábrica, refere-se à maneira como os equipamentos são dispostos, formando pequenas unidades produtivas, geralmente compostas por células, onde todos os processos para a fabricação completa de um ou mais componentes/produtos são dispostos em seqüência. Na Figura 2.2 é apresentado um exemplo de célula em “U”. Este tipo de arranjo físico permite e favorece o uso de mão-de-obra polivalente.

De acordo com Tubino (1999, p.49), inúmeras são as vantagens do arranjo celular, ou focalizado, tais como: redução de movimentação e transporte, grande flexibilidade de produção, diminuição de estoques intermediários, drástica redução e até, eliminação de alguns tempos que compõem o *lead time* produtivo. Tudo isto resulta em uma conversão mais rápida de matérias-prima em produtos acabados, o que garante maior agilidade no atendimento às necessidades dos consumidores.

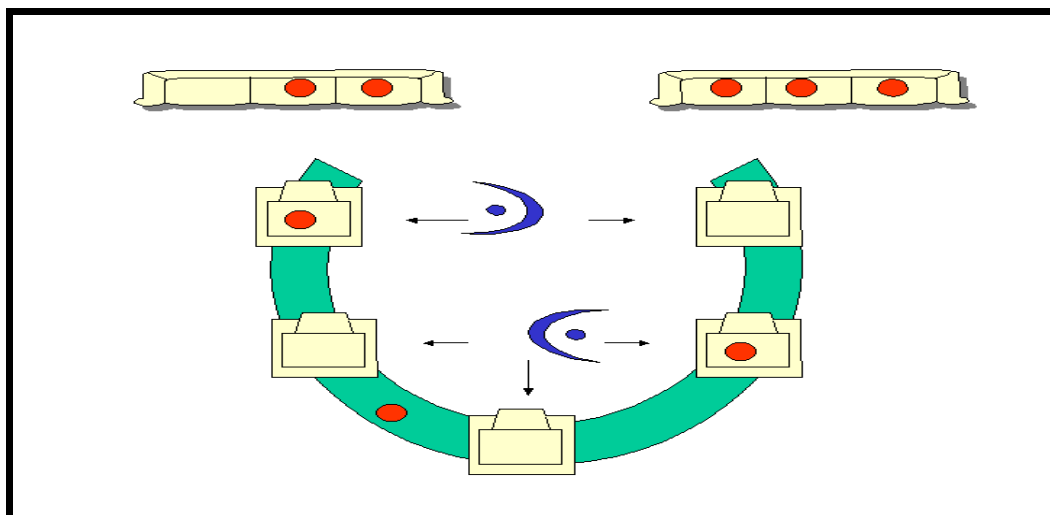


Figura 2.2 – Esquema de Manufatura -Célula em “U”.

De acordo com Black (1998, p.103), durante a formação das células de produção, alguns critérios devem ser considerados:

O critério ou exigência de um conjunto funcional para células de manufatura é a flexibilidade. Para ser flexível, o processo deve ser capaz de lidar com mudanças no projeto do produto, bem como em projetos para novos produtos. Assim para ser flexível o sistema de manufatura deve ser capaz de ser reconfigurado facilmente.

2.2.2. Polivalência da mão-de-obra

A polivalência da mão-de-obra significa uma competência maior por parte dos operadores, que passam a dominar diferentes processos. O desenvolvimento de um número cada vez maior de habilidades é privilegiado pelo *layout* celular, como apresentado, onde máquinas diversas são agrupadas em mini-fábricas, possibilitando que o colaborador possa operar, simultaneamente, vários processos em andamento.

Como resultado dessa forma de organização fabril, obtém-se um melhor aproveitamento dos recursos, assim como um contínuo desenvolvimento das competências dos operadores. Conhecendo melhor as diversas partes que compõem os processos, os operadores desenvolvem uma visão crítica mais

aguçada, contribuindo, em muito, para melhorias no processo como um todo. Além disso, estes se sentem mais responsáveis pelo produto final, mais motivados e mais satisfeitos e, conseqüentemente, a tendência é o crescimento da eficiência.

2.2.3. Nivelamento da Produção

A busca pelo nivelamento da produção com a demanda é feita com o planejamento e programação de pequenos lotes de fabricação, possibilitando a produção na quantidade e momento exatos em que existir a necessidade. No entanto, na prática, existem inúmeras variáveis do processo que dificultam esse nivelamento.

Em processos contínuos, a decisão é estabelecer o ritmo de produção de acordo com a demanda existente. Nos demais processos, geralmente, estoques intermediários funcionam como amortecedores da falta de balanceamento.

Para se alcançar um melhor nivelamento da produção, substituem-se os grandes lotes, que privilegiam a otimização dos equipamentos, pelo uso de lotes menores, visando diminuir o descompasso entre produção e demanda, gerando assim, maior flexibilidade e agilidade em reagir a mudanças de mercado.

Conforme Schonberger (1992, p.15) coloca, o nivelamento da produção contribui para uma otimização dos níveis de estoque médio.

Deve ser claro para todos que quando se encomendam quantidades maiores, o estoque médio deve elevar-se, juntamente com o custo de mantê-lo. Quem desejar reduzir o custo de sua manutenção deve, portanto, simplesmente encomendar às fornecedoras entregas menores e mais freqüentes.

A questão é que deve se buscar o tamanho de lote ideal para o sistema de produção existente. Mas qual é o tamanho ideal de lote? Matematicamente, é definido pela otimização dos custos envolvidos: o de preparar o equipamento e processar o pedido (que diminui com o aumento do tamanho de lote) e o custo de

manter os estoques (que aumenta com o aumento do tamanho de lote), conforme mostra o gráfico da Figura 2.3.

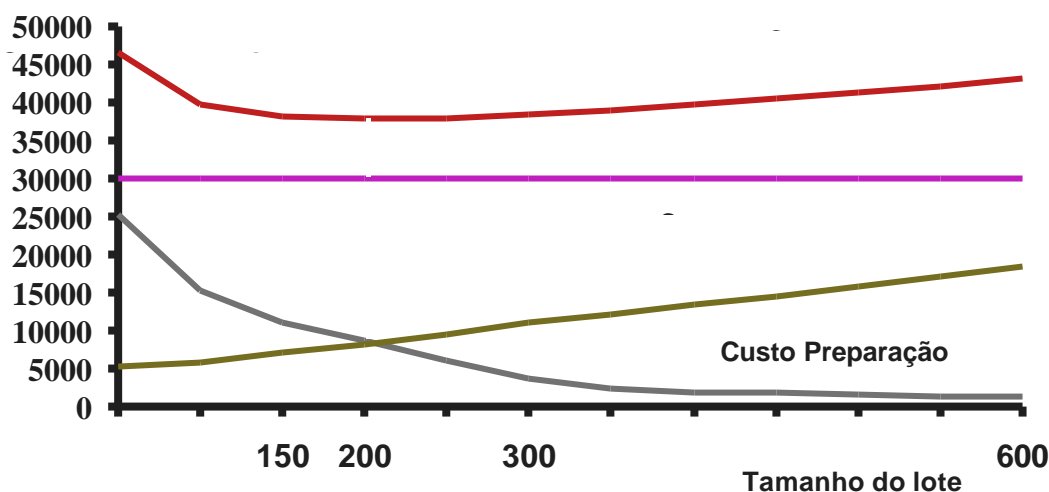


Figura 2.3 - Lote econômico. (Tubino, 1997, p.114).

O lote econômico se encontra na faixa entre a interseção das curvas do custo de manutenção e preparação, marcada pela linha tracejada na Figura 2.3. Nesta faixa é que se encontram os menores Custos Totais.

2.2.4. Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

A melhoria dos *setups* ou troca de ferramentas das máquinas é fundamental para proporcionar flexibilidade ao sistema, assim como para a redução do *leadtime* produtivo e o nivelamento da produção com a demanda. Neste aspecto, a troca rápida de ferramentas é a principal técnica. Consiste em procedimentos e metodologias para se executar a operação de *setup* o mais rápido e eficientemente possível.

De acordo com Shingo (2000, p.44), as operações de *setup* são separadas em dois tipos: operações de *setup* interno (tempo de preparação interno) que exige que a máquina esteja parada, e operações de *setup* externo (tempo de preparação externo) que pode ser feito com o equipamento em funcionamento. Sendo assim, após a separação clara de atividades internas e externas, para se chegar a TRF

deve-se buscar a conversão de atividades internas em atividades externas de forma a racionalizar o processo de *setup*.

2.2.5. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva (MP) tem como objetivo a eliminação das causas de falhas potenciais, decorrentes do desgaste e fadiga dos equipamentos. Se não se está mantendo, ou melhorando um processo, naturalmente ele está se degenerando. Segundo Black (1998, p.177), "...a manutenção preventiva é projetada para preservar e aumentar a confiabilidade de equipamentos. Um programa de MP, corretamente implementado, irá fornecer um aumento significativo da capacidade de produção em todo o sistema produtivo."

As paradas para manutenção devem ser programadas de forma a privilegiarem a continuidade da produção. Na medida do possível, estas paradas devem ser feitas quando não existe a necessidade de produção, ou, ao menos, quando esta estiver baixa.

De acordo com a filosofia *JIT*, quando não existe a necessidade não se deve produzir, e sim utilizar este momento para realizar a manutenção, no entanto não se sabe ao certo quando a produção se encontrará nesta condição; por isso o programa de manutenção preventiva, assim como a equipe responsável, deverá ser flexível o suficiente para aproveitar estas oportunidades. É obvio que existem intervalos máximos de tempo a serem atendidos, e que devem ser respeitados.

Eventualmente as máquinas deverão ser paralisadas a fim de se cumprir o programa definido, mesmo que signifique um inevitável atraso na produção. De nada adianta seguir produzindo incessantemente, sem garantir a integridade dos equipamentos. Uma eventual quebra de máquina necessariamente incorrerá em uma paralisação muito mais crítica para produção.

2.3. O Sistema *Kanban*

O *Kanban*, um método de controle de estoque e controle da produção, surgido no Japão por volta da década de 60, traz itens às estações de trabalho na quantidade e no momento em que são necessários. Na sua forma básica, ele constitui um método de controle visual por meio de cartões, que se sustenta em “kanbans” (cartão ou bilhete em japonês) reutilizáveis, os quais autorizam a realimentação de material das estações de trabalho ou depósitos precedentes. Várias formas diferentes de sistemas *Kanbans* foram estabelecidos, desde que Taiichi Ohno introduziu o *Kanban* em fábricas de automóveis da *Toyota*.

O *Kanban* basicamente segue uma abordagem *JIT*, o que significa produzir ou arranjar as partes requeridas, no tempo necessário, na quantidade necessária, da maneira mais econômica possível. O *Kanban*, não apenas serve na função de fornecer informações sobre tempo e quantidade, como também molda processos de produção de forma que facilitem o aperfeiçoamento, além dos padrões originais. Este é um conceito importante a ser compreendido antes de se iniciar uma abordagem do *Kanban*.

Como ferramenta de informação, ele serve na função de fornecer informações oportunas às estações de trabalho precedentes e, portanto, controla o processo de fabricação. Como ferramenta de aperfeiçoamento, ele torna aparentes as fraquezas no fluxo do material. Todo o processo ganha em transparência, e as falhas (ou desperdícios) tornam-se óbvias. Este conceito pode, até mesmo, ser expandido para incluir a fábrica do fornecedor. O *Kanban* é também extremamente amigável ao usuário. Devido a sua simplicidade, os operadores geralmente se identificam com o sistema e sentem senso de propriedade sob o mesmo.

A seguir, tem-se um detalhamento maior das partes que compõe um sistema *Kanban*, quais sejam: o supermercado, os cartões, o quadro, o fluxo de informações e material e, por último, o dimensionamento do sistema.

2.3.1. Requisitos para o *Kanban*

Além dos benefícios já citados, existem alguns requisitos para a implementação bem-sucedida do *Kanban*. É claro que cada sistema produtivo tem suas especificidades e características próprias, que devem ser analisadas em detalhes para uma eventual aplicação de um sistema *Kanban*, mas, de uma maneira geral, pode-se definir alguns requisitos para uma implementação bem sucedida.

A produção, por exemplo, deve ser repetitiva e em grande volume. A estabilidade de demanda também é importante. Não chega a ser um requisito que inviabilizaria a aplicação do *Kanban*. No entanto, é altamente desejável evitar-se as mudanças de curto prazo pois, somente com a estabilidade, será possível alcançar todo potencial que o sistema pode oferecer.

Os ajustes de máquinas devem ser rápidos e pouco freqüentes, o que confere maior flexibilidade ao sistema. Um alto nível de manutenção preventiva é necessário para se evitar paradas não programadas e os itens devem chegar às estações de trabalho livres de defeitos, ou seja, com qualidade assegurada.

Os operadores devem ser treinados e comprometidos com os objetivos do sistema. Como se pode notar, muitos destes requisitos são exatamente as ferramentas que compõem a filosofia *JIT*, evidenciando assim a forte inter-relação e o caráter complementar existente entre cada uma delas.

Satisfazer a estas, aparentemente, difíceis condições pode ser um árduo empreendimento, mas que facilita tremendamente a implementação de um sistema baseado em retiradas, como o *Kanban*. Entretanto, 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.

Na Figura 2.4, são apresentadas as regras e funções do sistema *Kanban*. A

abordagem e as atitudes corretas, regadas a um pouco de criatividade, levarão eventualmente ao resultado desejado.

| FUNÇÕES DO KANBAN | REGRAS PARA UTILIZAÇÃO |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fornecer informação sobre apanhar ou transportar. | O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>Kanban</i> no processo precedente. |
| Fornecer informação sobre a produção. | O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo <i>Kanban</i> . |
| Impedir a superprodução e o transporte excessivo. | Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>Kanban</i> |
| Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias. | Serve para afixar um <i>Kanban</i> às mercadorias. |
| Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz. | Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livre de defeitos |
| Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques. | Reduzir o número de <i>Kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas. |

Figura 2.4 - Funções e regras do Kanban. (Ohno 1997, p.48).

Segundo Tubino (1999, p.109), muito dificilmente todos os pré-requisitos serão atendidos plenamente antes de se iniciar a produção em *Kanban*, por isso deve-se iniciar a implementação do sistema juntamente com as demais técnicas *JIT*, em setores em que seu potencial de sucesso seja maior. Toda empresa possui algum setor, onde o fornecedor e o cliente de uma gama restrita de itens estejam próximos e as demandas sejam regulares. A medida em que os fluxos produtivos forem se organizando, pela focalização da produção, a implantação inicial do sistema pode se expandir com segurança.

2.3.2. Supermercado

A dinâmica envolvida na utilização de um supermercado é a essência do sistema *Kanban*. Ao trazer este conceito para as linhas de produção, como fez Ohno, originalmente, no sistema de produção da *Toyota*.

Os supermercados são estoques posicionados estrategicamente de forma a garantir o abastecimento de toda a cadeia produtiva.

Entre as diferentes etapas de produção de um sistema, são criados os supermercados que abastecem o processo subsequente (cliente interno), com os

itens necessários, e que armazenam a produção do processo precedente (fornecedor interno).

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. Às vezes, é claro, o cliente pode comprar mais do que ele ou ela precisa. Em princípio, entretanto, o supermercado é um lugar onde compramos conforme a necessidade. Os operadores do supermercado, portanto, devem garantir que os clientes possam comprar o que precisam em qualquer momento.

Os supermercados são também chamados de *Buffers*, Pulmões ou estoques intermediários. O princípio básico é o de se repor exatamente aquilo que foi consumido das “prateleiras”, e somente no momento em que o consumo efetivamente existiu. A sinalização ao processo precedente, via cartão, é o que autoriza a produção do item e, assim, requisita a recomposição do supermercado consumido.

"O sistema *Kanban*, na sua forma de agir, simplifica, em muito, as atividades de curto prazo, desempenhadas pelo PCP, dos sistemas de produção *JIT*, delegando-as aos próprios funcionários do chão de fábrica."(TUBINO, 1999, p.87).

Com os supermercados, a rotina de trabalho, trazida para o chão de fábrica, tornou-se extremamente simples. Pode-se dizer que a reposição dos supermercados, utilizando-se das facilidades de comunicação visual criadas, funciona como a principal diretriz para o trabalho dos operadores. Geralmente os supermercados são posicionados o mais próximo possível das unidades produtivas, buscando-se minimizar, ou, se possível, até eliminar o transporte interno.

2.3.3. Cartões *kanban*

Kanban significa cartão ou bilhete em japonês. É através dos cartões que se comunicam, para as diversas etapas produtivas, as informações referentes à

produção e movimentação dentro do sistema.

Inúmeras são as informações que podem estar contidas no cartão, tais como: identificação do item, centro de produção ao qual o item pertence, tamanho do lote, tipo de contenedor no qual é transportado, capacidade do contenedor, endereço de armazenagem no supermercado (coluna, prateleira), composição do item, fornecedor dos itens de composição, destino do item, tempo de produção, e tantas outras quanto forem julgadas relevantes para o bom funcionamento do sistema. Tais informações podem estar impressas diretamente no cartão ou preferencialmente vinculadas a um código de barra, o que possibilita uma maior agilidade no fluxo de informações.

Geralmente os cartões são confeccionados em material perene, resistente a intenso manuseio. É muito importante preservar a integridade das informações contidas nos mesmos, uma vez que servirão como diretrizes para a produção e movimentação dos itens. Os cartões podem ser divididos entre os cartões de Produção e os cartões de Movimentação ou Requisição, este por sua vez pode ser subdividido em *Kanban* de Requisição Interna e *Kanban* de Fornecedor. Conforme apresentado na Figura 2.5.

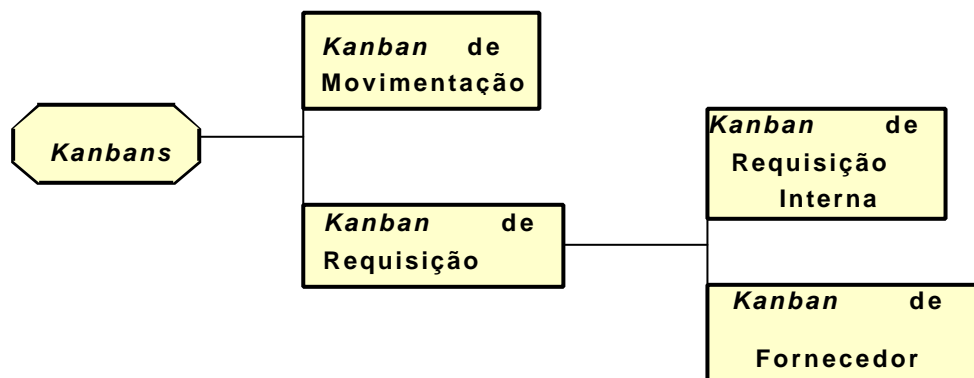


Figura 2.5 - Subdivisões dos cartões *Kanbans*. (Tubino 1997, p. 197).

O *Kanban* de Produção é empregado para autorizar a fabricação ou montagem de determinado lote de itens, tendo sua área de atuação restrita ao centro de trabalho ou célula que executa a atividade produtiva dos itens. "Os cartões de

produção exercem as funções das ordens de fabricação e montagem dos sistemas convencionais de PCP". (TUBINO, 1999, p. 88)

Kanbans de requisição são os cartões que autorizam a movimentação dos itens ou lotes de itens entre as etapas de produção. O uso destes cartões é necessário quando as unidades produtivas, clientes e fornecedores internos, estiverem fisicamente distantes entre si. . Na Figura 2.6, apresenta-se um exemplo de modelo de cartão.


| | | |
|------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| PRODUTO: <i>ZMRT345678</i> | | |
| SETOR: <i>Fundição</i> | | CÓDIGO KANBAN <i>KF500</i> |
| LOTE KANBAN: <i>500 KG</i> | | |
| CONTENEDOR <i>Baú c/ rodas</i> | FORNECEDOR <i>A21</i> | CÉLULA <i>15</i> |
| KANBAN PRODUÇÃO / REQUISIÇÃO | |  |

Figura 2.6 - Modelo de Cartão.

Podem ser cartões de requisição interna, quando a movimentação ocorre entre as células ou unidades de produção dentro da fábrica. Ou podem ser cartões de requisição de fornecedores externos, envolvendo estes, diretamente, com o abastecimento da produção. Sendo assim, esses cartões funcionam como ordens de compra desburocratizadas, o que facilita todo o processo de aquisição de matéria-prima, resultando em ganhos para ambas as partes. A empresa é atendida conforme sua necessidade, sem ter que se preocupar em iniciar o processo de compra, e o fornecedor consegue organizar melhor sua produção interna, buscando sincronizar esta com a demanda do cliente, o que lhe garante um planejamento interno mais eficiente

2.3.4. Quadro *Kanban*

Assim como os cartões, os Quadros ou Painéis porta-*kanbans* são peças

devem ter espaços individualizados no quadro, que os garanta um endereçamento adequado no sistema.

De acordo com a lógica estabelecida para o funcionamento do quadro, existem duas regras básicas: a Regra de Lançamento e a Regra de Produção. A Regra de Lançamento dos *Kanbans* no quadro, segundo a qual os cartões devem ser lançados no quadro porta-*kanban*, seguindo a ordem de primeiro preencher as células verdes, depois as células amarelas e, por último, as células vermelhas. Isto garante um sequenciamento racional da produção, pois, do ponto de vista do operador, que deve sempre seguir a segunda regra, definida como Regra de Produção, este sempre vai dar prioridade para produzir os *kanbans* que estiverem ocupando as células vermelhas, depois as amarelas, e por último as verdes, ou seja, seguindo a ordem inversa da regra de lançamento.

A urgência é para se produzir os *kanbans* das células vermelhas, pois de acordo com a Regra de Lançamento, se existem *kanbans* nestas células, significa que as demais células, verdes e amarelas, estão todas preenchidas, indicando que o supermercado deste item está praticamente vazio, configurando assim o caráter de urgência na reposição deste item. Seguindo estas regras para todos os itens, obtêm-se, como resultado final, um seqüenciamento racional em pleno acordo com o ritmo e ordem em que os itens estão sendo consumidos.

O método de trabalho definido com o uso dos cartões e do quadro porta-*kanban* é de fácil entendimento, amigável e se constitui uma importante ferramenta de monitoramento e acompanhamento do sistema produtivo. Sinaliza problemas eminentes, possibilitando, assim, uma ação preventiva a tempo. A simplicidade de funcionamento do sistema é uma de suas melhores características, constituindo-se como excelente motivador para o comprometimento dos colaboradores com o sucesso da implementação. É um sistema que confere uma maior autonomia de decisão aos operadores, o que, na prática, reflete-se com um aumento da responsabilidade dos mesmos para com o produto final.

2.3.5. Fluxo e Controle da Produção Puxada

Em um sistema de Produção Puxada, a informação flui no sentido oposto à movimentação de materiais, conforme mostra a Figura 2.8. São as últimas células da cadeia produtiva que repassam a informação para as células precedentes que, por sua vez, dão seqüência ao fluxo de informação no mesmo sentido, comunicando a necessidade de produção para o início do processo, de onde, por sua vez, inicia-se o fluxo de materiais em sentido contrário, até a completa conversão de matéria-prima em produto acabado.

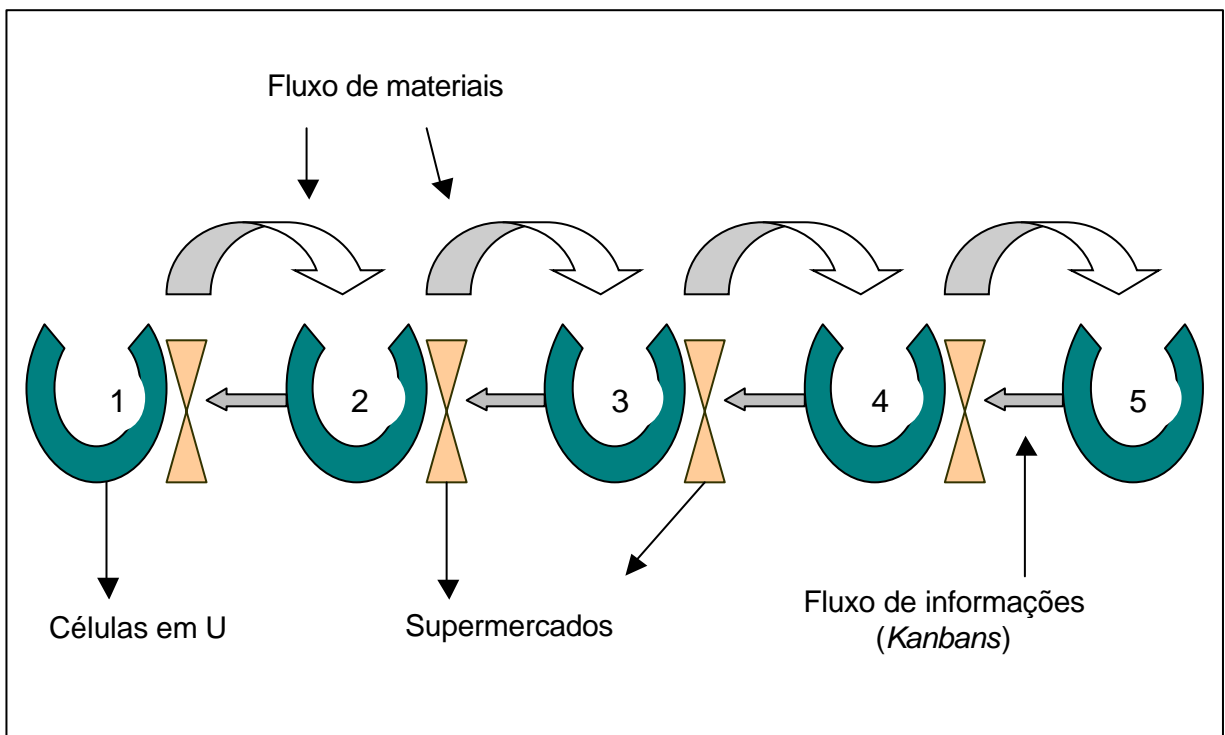


Figura 2.8 - Fluxo *Kanban*. (Black 1998, p.203).

De acordo com a distância entre as células de produção, podem ser usados sistemas com um ou dois cartões de sinalização. Quando os processos produtivos são fisicamente próximos, indica-se o uso do sistema com um único cartão controlador, um *Kanban* de produção.

No sistema com um cartão, o *Kanban* funciona como sinalizador de produção para o processo precedente, e fica afixado junto ao item produzido, estocado no supermercado. Sendo assim, o cartão poderá se encontrar em apenas dois locais

distintos: ou está no quadro de produção, sinalizando uma necessidade de reposição, ou como dito anteriormente, está afixado com o item no respectivo supermercado, como mostra o fluxo apresentado na Figura 2.9. Este mesmo supermercado de matérias-primas para o cliente interno é o estoque de produtos em processo para o fornecedor interno.

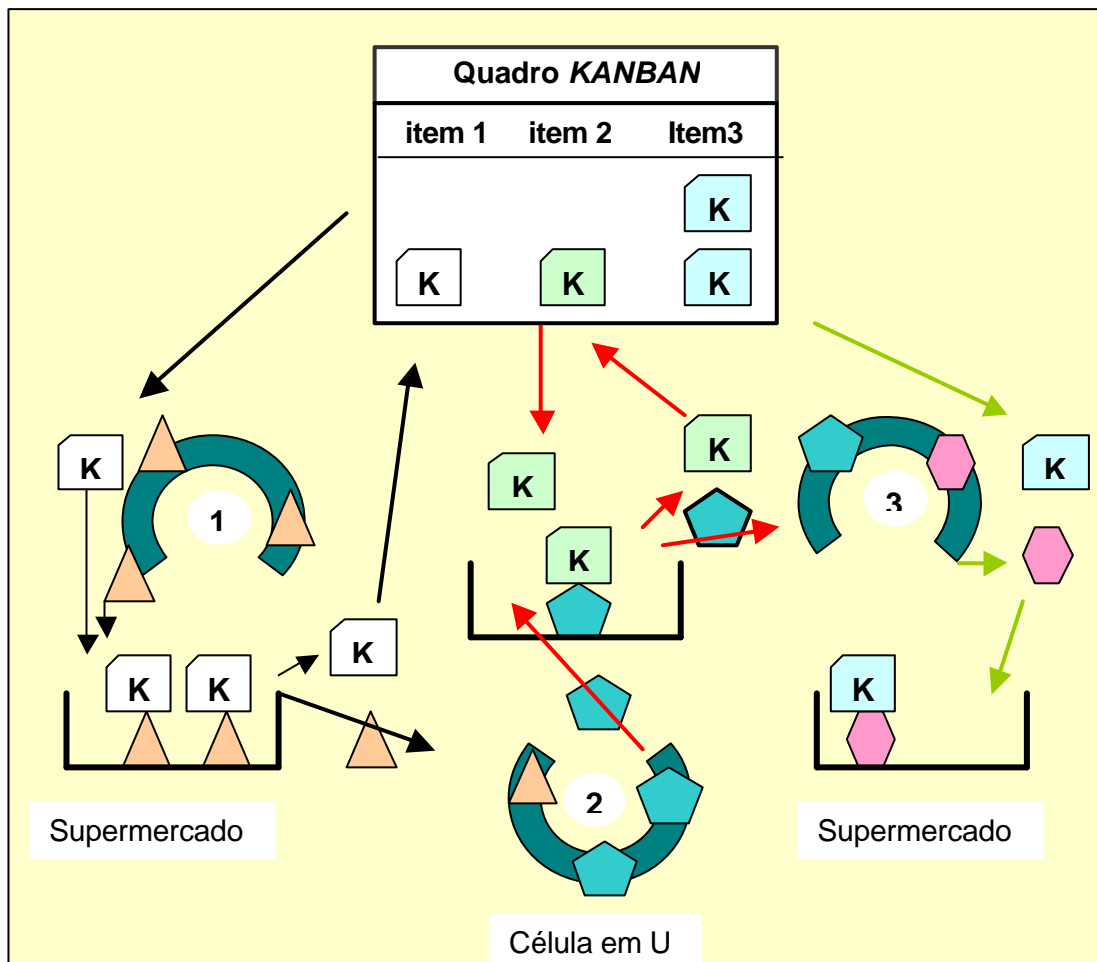


Figura 2.9 - Sistema com um cartão.

No caso da distância física entre clientes e fornecedores internos ser considerável, é mais adequado fazer-se o uso do sistema kanban com dois cartões. Um cartão de produção e um cartão de movimentação.

Neste tipo de sistema, apesar de o produto em processo e a matéria-prima serem fisicamente o mesmo item, o supermercado de produtos em processo do fornecedor interno não é o mesmo que o supermercado de matéria-prima do cliente interno. A distância física existente entre os processos cria a necessidade de espaço físico

para alocar, tanto as matérias-primas, como os produtos em processo próximos aos respectivos centros produtivos. Ou seja, cada célula de produção tem dois supermercados distintos: um, que alimenta o sistema com insumos de entrada e outro, que é alimentado pelo sistema com insumos de saída. A Figura 2.10 auxilia na compreensão do sistema.

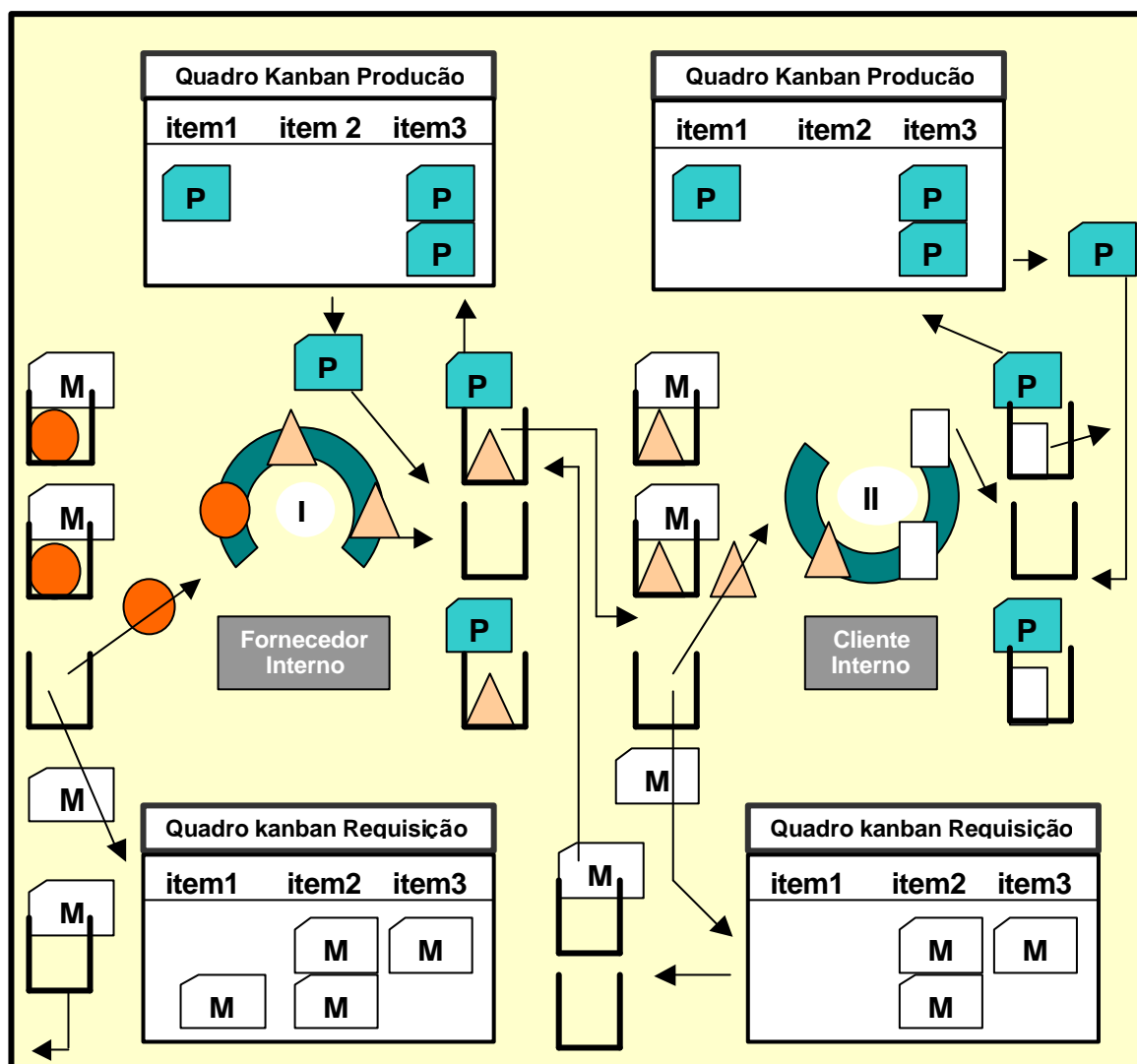


Figura 2.10 - Sistema com dois cartões. Tubino (1997, p.205).

O cartão de produção, que funciona como uma ordem de montagem ou fabricação, limita-se a circular entre o supermercado de produtos em processo do fornecedor e o quadro porta-kanban de produção deste mesmo centro produtivo. Já o cartão de movimentação, que autoriza o transporte entre estações de trabalho e supermercados, circula entre o quadro porta-kanban de movimentação do cliente interno, entre o supermercado de produtos em processo do fornecedor interno e o

supermercado de matérias-primas do cliente interno.

Sistema *Kanban* com o fornecedor externo funciona da mesma forma como se o fornecedor fosse interno, só que, neste caso, ele está fisicamente fora da planta fabril. Faz-se necessário, então, o uso de um sistema com cartão de movimentação. Através de uma logística apurada, os supermercados de matéria-prima do cliente são abastecidos conforme a necessidade.

[...] para que o sistema seja realmente eficiente, tanto para o cliente como para o fornecedor, não basta que o fornecedor faça as suas entregas freqüentes em pequenos lotes na fábrica do cliente, mas sim, que ele sincronize seu processo produtivo com essa freqüência de entregas, reduzindo os custos totais da cadeia produtiva (TUBINO, 1999, p.101).

2.3.6. Cálculo e Ajuste do Sistema

O nível de estoque é diretamente proporcional ao número de *kanbans* que circulam no sistema. Mas qual é o número de *kanbans* correto? Para responder a essa pergunta, Moden (1984) desenvolveu a primeira expressão matemática para se efetuar o cálculo do número de cartões para cada um dos itens, de acordo com a fórmula apresentada na Figura 2.11.

$$K = [D \cdot LT_{max}]^* Cs$$

Onde: K = número de cartões *Kanban*;
 D = demanda diária expressa em *Kanbans*;
 Cs = coeficiente de segurança;
 LT_{max} = *lead time* máximo para cada produto.

Figura 2.11 - Número de *kanbans*.

Segundo Moden, o número de *Kanbans* é calculado em função direta do tamanho do lote por contenedor, da demanda diária do item, do *lead time* produtivo e do coeficiente de segurança estabelecido.

A primeira decisão que deve ser tomada para se proceder ao dimensionamento do sistema é estabelecer o lote padrão *Kanban*. Este lote é a quantidade de itens que um único cartão *Kanban* representa. Pode ser um lote único ou com vários itens. Esta escolha vai depender muito das características específicas do produto e do próprio processo de produção envolvido. Características tipo: dimensões do produto, formas de transporte usadas, equipamentos, frequência e complexidade dos *setups* necessários são os quesitos de maior importância para a definição do tamanho de lote. O ideal é se buscar o lote unitário, contudo um *kanban* representando um único item do produto nem sempre é possível, mas é recomendável se trabalhar com os menores lotes viáveis.

O valor de demanda é um valor médio diário do item. O coeficiente de segurança visa atender às flutuações da demanda evitando um redimensionamento do sistema desnecessariamente. Já o *lead time* produtivo é o somatório dos tempos de produção, tempos de movimentação e tempos de espera.

Tempos curtos de trocas de ferramentas fazem com que seja possível responder rapidamente à mudanças, além disso um ciclo de produção curto permite que se consiga operar com um mínimo de *kanbans*, já que informações confiáveis sobre mudanças estarão facilmente acessíveis e o sistema pode responder prontamente (SHINGO, 1996, p.215).

Os tempos de movimentação devem ser reduzidos ao máximo e, se possível, até eliminados. A escolha dos contenedores deve levar em consideração a questão da movimentação; talvez um pequeno aumento da capacidade do contenedor pode levar a uma grande economia em transporte. Os tempos de espera, obviamente são completamente indesejáveis, e devem ser eliminados a todo custo.

Inúmeros são os trabalhos que tratam especificamente desta parte do dimensionamento do número de *kanbans*, como serão citados na seqüência do trabalho. Em sua maioria, estes tem como objetivo a otimização deste número através do uso de técnicas, como: algoritmos de cálculo e simulações computacionais. A questão de definir o número ótimo de cartões que sustenta o sistema, foge ao escopo deste trabalho, e por isso não será aprofundado aqui.

2.4. Método Pareto

Curva de Pareto é um método de classificação relativa de itens, referente ao todo do qual fazem parte, ou seja, dentro do volume total de itens, qual a representatividade de cada um deles em relação ao todo.

Comumente se conhece este método como Classificação ABC de itens, como mostra o gráfico apresentado na Figura 2.12.

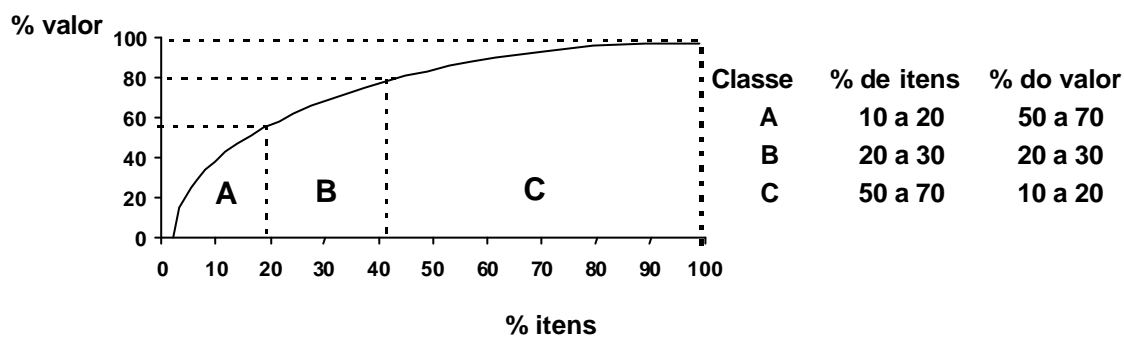


Figura 2.12 - Classificação ABC. (Tubino 1997, p.109).

Os itens analisados são dispostos em ordem decrescente. Os limites de classe devem ser definidos de acordo com os objetivos da classificação. Por exemplo: arbitra-se que os itens que representam 60% do volume total, fazem parte da classe A, os itens que representam os 25% seguintes, fazem parte da classe B e os itens que representam os 15% restantes, fazem parte da classe C.

Esta é uma ferramenta de análise bastante útil que pode ser aplicada nas mais diversas situações: para se administrar estoques, levantar as principais causas de problemas, analisar demanda, etc. Os resultados da análise permitem identificar o grau de importância de cada um dos itens e, assim, estabelecer um controle mais ou menos rigoroso.

2.5. Trabalhos Relacionados com o Sistema *Kanban*

A seguir, serão apresentados os principais trabalhos encontrados sobre os assuntos abordados para elaboração deste trabalho. Constatou-se que grande parte das pesquisas é focada na confrontação entre sistemas empurrados e sistemas puxados, determinação e otimização do número de *Kanbans* circulantes e fatores críticos que afetam o *JIT* e o *Kanban*. No entanto, muito pouco se encontrou sobre a aplicação do *Kanban* em sistemas com uma grande variedade de mix produtivo, como é o caso de malharias no ramo têxtil.

Miltenburg (2001) coloca que, além de nivelar a produção com a demanda, o sistema de puxar a produção traz consigo, de forma intrínseca, os conceitos da qualidade total na prática, pois confere à produção uma maior transparência, possibilitando uma pronta identificação dos problemas existentes e, assim, a elaboração de planos de ações corretivas que visam eliminar definitivamente as causas dos problemas identificados, prevenindo o seu reaparecimento.

Conforme Lubben (1989, p.8) coloca, a filosofia de produção *JIT* é de operar um sistema simples e eficiente capaz de otimizar o uso dos recursos necessários da melhor maneira possível. Para isso, deve-se incorporar aspectos importantes de outros sistemas e fundi-los, de forma integral, em um sistema global. Algumas das principais técnicas que exercem influência sobre um sistema *JIT* são: sistemas *kanbans* dos japoneses; controle da qualidade total; controle estatístico do processo; e tecnologia de grupo.

Já outro autor da área de Qualidade, Paladini (2000, p.245), relata que, para garantir a melhoria contínua das atividades produtivas, a Gestão da Qualidade tem-se utilizado de estratégias que organizam os processos, otimizam seu funcionamento e procuram sua evolução permanente, tais como: implementação da filosofia *JIT* e suas ferramentas, programa de zero defeito, *bechmarking* e QFD.

Colin (1996) apresenta um trabalho que tem como objetivo principal proceder a

uma análise da situação atual de uma empresa do ramo de autopeças, reportando à forma pela qual a mesma fez a implementação do sistema *Kanban*. De acordo com Myake (1993), citado pelo autor, a implementação de um programa *JIT* deve ocorrer simultaneamente com a implementação de programas de Gestão da Qualidade Total e programas de Manutenção Preventiva, pois irão funcionar de maneira complementar, possibilitando alcançar uma produção enxuta. Na empresa analisada, a implementação do *Kanban* teve início com um projeto piloto no setor de montagem final que, posteriormente, foi estendido ao setor de pintura, precedente a este. O sistema de produção tornou-se misto, sendo que, dos quatro setores que participavam da produção, os dois primeiros trabalhavam no sistema tradicional e os dois últimos trabalhavam com o *Kanban*. Não houve alteração de layout e nenhum treinamento específico para a mão-de-obra envolvida foi oferecido, a não ser para os encarregados direto com a movimentação interna, que foram esclarecidos da importância da técnica.

Como resultado final, conseguiu-se melhorar o atendimento ao cliente, pois não havia mais atrasos na entrega. No entanto, o nível de estoque intermediário entre setores aumentou, devido ao fato de ter-se levado em consideração uma gama muito grande de produtos durante a fase de dimensionamento do sistema, resultando em grande número de cartões, o que, invariavelmente, levou a um aumento do custo de produção. A pouca importância dada à fase de instrução e comunicação com os envolvidos no projeto contribuiu para que os objetivos tenham sido atingidos apenas parcialmente.

Teixeira; Teixeira (1996) procederam a uma análise de como implementar os princípios da filosofia *JIT*, como base de sustentação para o diagnóstico de uma empresa de produtos de limpeza, no que concerne à existência de aspectos que tornem possível a implementação do *JIT* na administração da produção. Segundo a teoria apresentada, para que a filosofia *JIT* seja implementada, faz-se necessária a observância de alguns pressupostos, como: a demanda se apresentar estável no decorrer do tempo, e o fato de que a faixa de diversificação de produtos deva ser relativamente estreita. Os autores observaram que não é somente na área Industrial que o *JIT* pode ser empregado. Cada vez mais é comum a sua utilização em

empresas de prestação de serviços, tais como: bancos, seguradoras e corretoras, trazendo benefícios diretos: na redução do volume de processamento de documentos, no número de transações, no espaço físico utilizado e no pessoal. Durante o trabalho prático de diagnóstico da empresa, os autores perceberam a importância dos princípios da abordagem como um instrumento eficaz de gestão estratégica, ligados, não somente ao sistema de produção, mas também na condição de uma filosofia de estratégia empresarial que envolve todos os níveis da organização.

Santos; Silva (2001), reforçando a observação dos autores do artigo anterior, analisaram, em seu artigo, a aplicação do Sistema *Toyota* de Produção (STP) em uma pequena empresa de serviços, a partir dos cinco princípios estabelecidos por Womack; Jones (1998), quais sejam: valor, cadeia de valor, fluxo, produção enxuta e perfeição. A empresa analisada é prestadora de serviços na área de tratamento e distribuição de objetos de correspondência. Para o setor analisado, melhorias podem ser geradas com enfoque na eliminação das perdas, tanto no processo quanto nas operações. A adoção de novo *layout*, baseado na eliminação das perdas por transporte e movimentação excessiva, ficou como proposta dos autores para a melhoria do processo. Independente das diferenças conceituais entre produtos e serviços, percebe-se que a produção enxuta pode extrapolar o âmbito da manufatura e ser aplicada ao ramo de prestação de serviços.

Ribeiro; Côrtes (1996) colocam em seu artigo que um grande volume de produção, assim como uma demanda estável, é indispensável para o funcionamento do sistema *Kanban*. Entenda-se por estabilidade de demanda uma pequena variação nas quantidades consumidas, assim como uma pequena variação nos produtos, ou seja, em um sistema com um grande *mix* de produção, o *Kanban* não seria eficaz. Os autores reportam a utilização do sistema *Kanban* em duas grandes empresas, a Multibrás S.A e a Prosdócimo, ambas atuantes no mercado de eletrodomésticos, as quais se caracterizam como tendo um alto volume de produção considerada estável, e com uma pequena variação do *mix* de produção dos itens controlados por *Kanbans*. Desta forma, ambas se enquadram no perfil de empresa adequada para se aplicar o *Kanban*, de acordo com a teoria apresentada neste artigo.

Por outro lado, os autores Abdul-Nour; Lambert; Drolet (1998) apresentam, em seu artigo, uma adaptação dos conceitos da filosofia *JIT* e da técnica *Kanban* de controle da produção, para serem aplicados à uma pequena empresa. Buscando-se entender e superar as dificuldades que a maioria das empresas pequenas tem para implementar o *JIT*, tais como: falta de material e recursos humanos, alta rotatividade de mão de obra, e pouca influência sobre os fornecedores externos e, de acordo com a estratégia de implementação empregada pelos autores, iniciou-se o uso de *Kanbans* no setor principal. A expansão para os demais setores foi feita de forma progressiva. Como resultado final obtiveram-se índices de produtividade e qualidade maiores e uma redução do *lead time* produtivo considerável. A empresa analisada trabalha com produção sob-encomenda, onde a previsão de demanda é quase impraticável, e existe uma grande variação da quantidade e do tipo de itens produzidos. O artigo mostra, assim, a grande adaptabilidade do *Kanban* para os diferentes processos produtivos, independente do tamanho da empresa e de seu mix de produção.

Elias (1999) elaborou uma metodologia para o diagnóstico dos sistemas de planejamento e controle da produção (PCP) utilizados pelas indústrias de confecções do Estado do Ceará, cobrindo as funções de longo, médio e curto prazo. Foram analisados múltiplos casos de empresas neste setor, que demonstraram não estar muito em sintonia com as modernas abordagens gerenciais que aprimoram o PCP, tais como *JIT* e *TQC*. Por exemplo, nenhuma das empresas analisadas faz uso do *Kanban*, embora o desejo predominante das diretorias tenha sido a redução de estoques. Segundo o autor, apesar da variação dos modelos de artigos de vestuário, que mudam em função da moda, o *Kanban* é plenamente possível de ser usado neste tipo de indústria. Para isso seria necessário um esforço das empresas no sentido de proporcionar uma certa estabilidade dos projetos dos produtos, o que, na prática mostra-se bastante viável. Além disso, o arranjo celular e o reduzido tempo de *setup* presente em todas as empresas analisadas garantem uma grande flexibilidade de produção, o que favoreceria o uso do *KANBAN*.

Tubino; Danni (1996) fazem uma avaliação operacional do ambiente *JIT* em seu artigo, ressaltando de que forma a implementação do *JIT* traz mudanças que

influenciam na performance do sistema produtivo, como este sistema deve mudar para atender aos requisitos do ambiente *JIT*, e como se pode estabelecer um sistema de avaliação de desempenho para tal ambiente. Foram apresentadas as ferramentas de chão de fábrica que irão suportar a filosofia *JIT*, quais sejam: produção puxada, nivelamento da produção, manufatura celular. Segundo os autores, em um ambiente *JIT* o sistema de avaliação de desempenho deve ser revisado e adequado no sentido de posicionar a empresa na mesma direção das mudanças. De acordo com o objetivo de um sistema de avaliação, que é aferir a empresa de modo a gerenciar sua performance para se atingir determinadas metas, os autores propõem a criação de indicadores de desempenho, voltados para um ambiente de produção *JIT*, quais sejam: volume de produção, tempo de passagem, estoque em processo, taxa de utilização das máquinas, taxa de utilização da mão-de-obra, taxa de utilização do espaço físico e margem de segurança.

Ahmadi; Matsuo (2000) apresentam um artigo sobre a criação de Mini-linhas de fabricação (MLA) para se viabilizar um sistema de produção puxada. Em particular foram tratados os problemas para se proceder a focalização da produção, através da criação das MLAs, sendo os principais:

- ?? Quantas MLAs devem ser formadas;
- ?? Quantas máquinas devem ser alocadas para cada MLA;
- ?? Qual o grupo de produtos que deve ser agrupado em uma mesma MLA;
- ?? Quanto e quando cada família de produto deve ser produzida;
- ?? Como é controlado o abastecimento de matéria-prima nas MLAs.

Este estudo foi realizado para o caso específico da produção de placas de circuito impresso, onde se tem uma grande variedade de produtos e componentes, sendo as placas produtos com um ciclo de vida curto, usando máquinas que

requerem *setups* demorados. Usou-se de simulação computacional para testar as várias configurações possíveis para as MLAs, e, com isso, foi possível demonstrar que as Mini-linhas de produção controladas por *kanbans* se adaptam bem à mudança de mix de produção, assim como à eventos não controláveis como, por exemplo, a quebra de equipamentos.

Sarker; Balan (1999) apresentam a aplicação de um sistema *Kanban* em um sistema produtivo de múltiplos estágios com demanda linear. O objetivo do trabalho é otimizar a quantidade de matéria-prima requisitada, o número de *kanbans* que circula entre os processos, o tamanho do lote de entrega ao cliente e do lote padrão de produção. Desenvolveu-se uma função custo, considerando-se o custo da matéria-prima, dos estoques de produtos em processo e de produto acabado. De acordo com a característica de crescimento linear da demanda, os autores encontraram que as taxas de produção devem estar balanceadas com o consumo de itens, evitando-se o excesso ou falta de produção em qualquer estágio, e que a taxa de produção também deve ser crescente. As pesquisas indicaram que um seqüenciamento dos lotes de produção bem feito traz uma redução significativa ao tempo de ciclo *Kanban*. Os autores verificaram que as questões referentes ao material em processo, tamanho de lote e demanda de matéria-prima são interdependentes e devem ser consideradas em conjunto ao invés de serem analisadas separadamente. Foram usadas técnicas matemáticas para se otimizar esses parâmetros e assim configurar um sistema *Kanban* funcional e eficiente.

Markhan; Mathieu; Wray (1998) colocam, em seu artigo, o uso da técnica da Regra de Indução para se solucionar o problema da definição do número de *kanbans* no sistema. Em particular, a técnica da árvore de classificação e regressão (CART) é usada para gerar as regras de produção baseadas em árvores de decisão. A metodologia apresentada permite, segundo os autores, ao supervisor de chão de fábrica, identificar as relações entre as diferentes linhas de produção que devem ser monitoradas mais de perto, para se obter uma otimização do sistema produtivo como um todo.

Outros trabalhos que tratam, exclusivamente, a questão do dimensionamento do

número ideal de cartões no sistema são os de Price (1994) e Bitran; Chang (1997), que fizeram uso de modelos de programação matemática para determinar o número de *Kanbans* em sistemas determinísticos, com múltiplos estágios de produção. Contudo os autores não analisaram explicitamente quais os principais fatores que influenciam a preparação do *Kanban*. Também Bard; Golany (1991) desenvolveram um modelo usando operadores lógicos, com variáveis não lineares, para determinar o número de *Kanbans* em um processo produtivo de múltiplos estágios, com múltiplos produtos. Já Danni (1997), em sua dissertação de mestrado, desenvolveu uma metodologia para o ajuste dos parâmetros do sistema *Kanban* que proporciona melhores condições de trabalho, usando a simulação computacional como ferramenta de análise.

Oliveira; Argenda (2001) apresentam, em seu artigo, uma análise do Sistema *Kanban* com vistas a uma abordagem de Tecnologia da Informação (TI) para sua implementação. Os autores destacam que a aplicação de elementos de TI, para auxiliar o *Kanban*, ampliam, consideravelmente, a abrangência do sistema, inclusive com capacidade para o mesmo ser integrado com os demais setores empresariais. O *Kanban* Eletrônico, como é chamado pelos autores, propicia a automação de processos, o que quebra com premissas de que o *Kanban* não se aplica a processos de produção customizada.

A proposta dos autores é a de unir a Tecnologia de Processos, usando-se a ferramenta de *Workflow*, com a Tecnologia da Informação, através do uso de *softwares* de comunicação, banco de dados e redes de computadores; tudo isto, aplicado ao Sistema *Kanban*, geraria o subprocesso produtivo do *Workflow* de produção. As ferramentas apresentadas pelos autores formam um elo que une a TI à Tecnologia de processos e à Tecnologia de produtos. Isto se dá devido ao sistema de multidisciplinaridade apresentada pela ferramenta de *Workflow*, que complementa o *Kanban*, unificando-o ao restante da organização. Esta unificação, segundo os autores, pode abranger plantas e escritórios distantes fisicamente, assim como pode ser englobada à cadeia de suprimentos, envolvendo os fornecedores externos.

2.6. Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foram abordados os temas considerados para se estabelecer a base conceitual e responder à questão da pesquisa proposta, qual seja: *Será que o sistema kanban, aplicado com sucesso em tantos outros sistemas produtivos, não seria uma alternativa interessante para se gerenciar o fluxo de informações e produção nas Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil?*

A pesquisa bibliográfica foi realizada com base nos principais autores da área, assim como em trabalhos e pesquisas publicadas em anais de congressos e periódicos de Engenharia de Produção e Administração de Empresas. A abordagem do tema proposto teve início com conceitos gerais da Filosofia *Just-in-Time* e suas ferramentas básicas, em seguida, detalhou-se o sistema *Kanban* em suas diferentes formas de aplicação e apresentou-se também a técnica da curva de Pareto como ferramenta de análise. Ao final do capítulo, foram apresentados os principais trabalhos e pesquisas relacionados com o tema desta dissertação.

Conforme relatado, pouco se encontrou, nos estudos pesquisados na bibliografia, sobre a aplicação da técnica *Kanban* em ambientes com grande diversidade do *mix* produtivo, mais especificamente, nada foi encontrado sobre a aplicação do *Kanban* em ambientes de Malharias. Em função disto, no próximo capítulo será apresentada uma metodologia para análise de viabilidade e implementação do *Kanban* em Malharias, dividida em três etapas: Pré-projeto, Ação e Acompanhamento.

3- METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DE VIABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN* INTERNO EM MALHARIAS PERTENCENTES A UMA CADEIA PRODUTIVA TÊXTIL.

O presente capítulo apresenta uma metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema *Kanban* interno em Malharias. Malharias são sistemas produtivos com uma grande variedade de itens produzidos, onde, segundo a bibliografia pesquisada, o uso de um sistema baseado em retiradas não seria aplicável. A metodologia proposta busca rever estes conceitos e permitir a adaptação do sistema *Kanban* também para malharias.

A metodologia aqui proposta e sua descrição está voltada para malharias que fazem parte de uma cadeia produtiva de uma empresa, formato comumente encontrado em grandes empresas do setor têxtil. Estas grandes empresas geralmente dominam todo, ou quase todo, o processo têxtil que inclui a Fiação, Malharia, Beneficiamento das malhas, e Manufatura (Corte e Costura). Neste caso haveria um interesse comum dentro da cadeia produtiva em otimizar o fluxo como um todo.

Contudo, a metodologia proposta pode ser aplicada também a Malharias que fornecem malhas cruas para outras empresas. Neste caso os clientes da Malharia seriam outras empresas, e a grande limitação talvez fosse a necessidade de se ter uma visão de parceria entre estes clientes e a Malharia, no sentido de se obter informações sobre a previsão da demanda, necessárias para o planejamento do sistema *Kanban*, como será relatado no decorrer do capítulo.

Este capítulo foi organizado da seguinte forma: inicia-se, apresentando a metodologia proposta sob uma visão macro de suas etapas; posteriormente, cada uma das três etapas que constituem esta visão macro será detalhada em passos de aplicação; na seqüência, cada um dos passos que constituem as etapas da

metodologia será apresentado, focando-se sempre sua aplicabilidade à ambientes reais; por último, serão feitas as considerações finais do capítulo.

3.1. Visão Macro da Metodologia

A metodologia proposta para analisar a viabilidade e implementar o sistema *Kanban* para a programação e controle da produção em Malharias está, conforme apresentado na Figura 3.1, dividida em três etapas: *Pré-projeto*, *Ação* e *Acompanhamento*.

De acordo com a dinâmica do sistema *Kanban*, que escalona no tempo diferentes decisões e procedimentos, estas etapas estão relacionadas com o horizonte de trabalho, ou seja, o *Pré-projeto* é uma etapa de longo prazo, a *Ação* é uma etapa de médio prazo, e o *Acompanhamento* é uma etapa de curto prazo.

Como a metodologia proposta irá romper os paradigmas atuais e alterar profundamente a estrutura produtiva convencional da Malharia é conveniente que a mesma seja implementada a partir de uma consultoria externa com experiência no assunto que dará suporte a todas as etapas: de *Pré-projeto*, *Ação* e *Acompanhamento*.

Como etapa de longo prazo, o *Pré-projeto* constitui-se na fase de análise de viabilidade e planejamento da metodologia. Nesta etapa fomenta-se a utilidade da técnica e busca-se o apoio da alta direção como suporte para a subsequente implantação. As necessidades de produção são levantadas e análises de viabilidade de aplicação da técnica são procedidas a fim de se estabelecer um plano de ações coerente. Identificada a viabilidade, ainda nesta etapa de *Pré-projeto*, tem-se a formação do grupo *Kanban* que irá conduzir todos os passos subsequentes da etapa de implantação definidos em um cronograma.

A etapa de *Pré-projeto* está baseada em se buscar identificar dentro do sistema produtivo da Malharia a aplicabilidade de dois conceitos clássicos de administração

da produção que permitam a implantação do sistema *Kanban*: a classificação ABC, ou curva de Pareto, para a demanda das malhas, e a focalização da produção, para redução de *setups*.

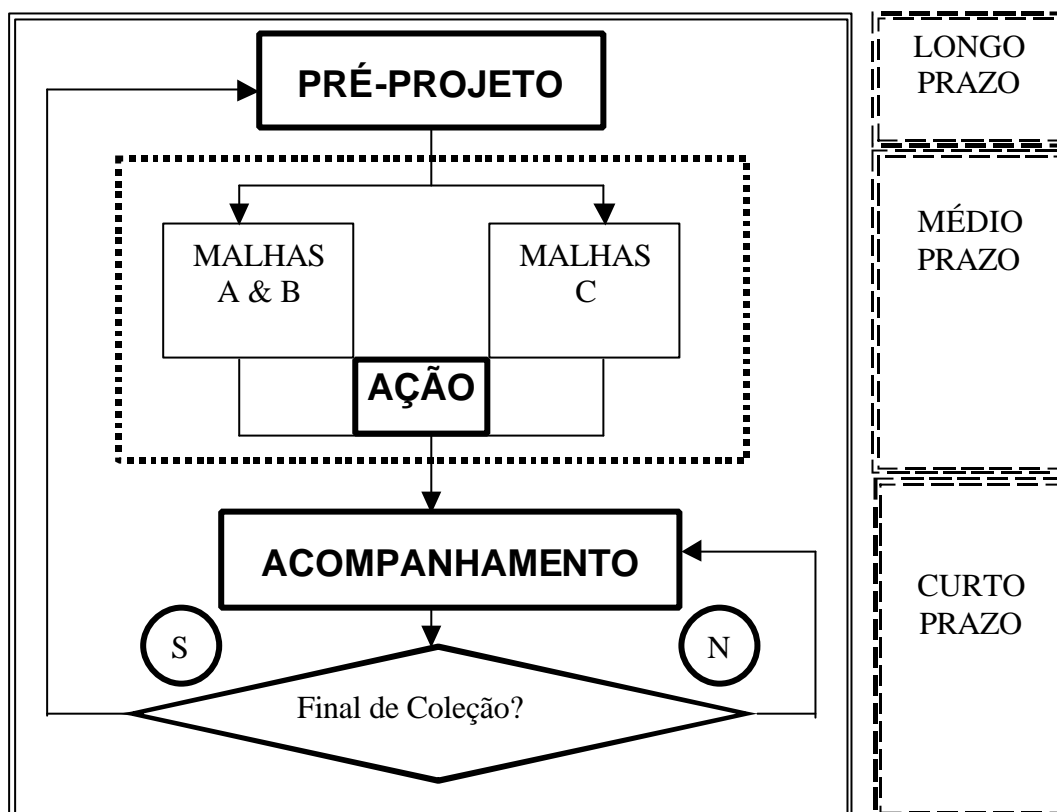


Figura 3.1 - Visão macro da metodologia.

De uma forma geral, as malharias trabalham para atender clientes (internos ou externos) que lançam coleções sazonais com diferentes tipos de malhas. A classificação ABC irá separar estas malhas por importância relativa de volume demandado e dirá se existe concentração de volume nos itens (malhas) das classes A e B que justifiquem o uso do sistema *Kanban* para sua programação e controle.

Caso exista a concentração de demanda, este pequeno número de itens, que representa um grande valor de demanda, pode ter sua produção focalizada a grupos de teares, eliminando-se praticamente os *setups* demorados que se tem quando ocorre a mudança de produção de uma malha para outra muito diferente.

A lógica, neste caso, é controlar de forma simples e eficiente, via sistema *Kanban*, em torno de 80% de toda a produção, fazendo com que seus lotes de produção girem rapidamente focados a grupos de teares, várias vezes ao dia.

Os 20% restantes, classificados como itens C, por possuírem demandas pequenas, ocupam um pequeno tempo de produção dos teares. Neste caso, ir-se-á privilegiar a redução dos *setups*, pelo aumento do número de lotes destes itens a serem feitos de cada vez, fazendo com que seus giros sejam baixos, em períodos semanais, quinzenais, ou, até mesmo, mensais. Desta forma, cada tear para este grupo irá dedicar-se a um conjunto de malhas classe C e irá proceder ao *setup*, geralmente demorado, de tempos em tempos.

Recebido o apoio estratégico da diretoria, comprovada a viabilidade de implantação do sistema *Kanban* na Malharia, constituído o grupo de implantação, e montado o cronograma, a próxima etapa, chamada de *Ação*, busca no médio prazo a preparação da empresa para o funcionamento do sistema, o que envolve diversos passos práticos, tais como: o dimensionamento do sistema, a adequação dos recursos, o treinamento operacional e a implantação, propriamente dita, do sistema.

Conforme se pode ver na Figura 3.1, esta etapa é dividida em duas linhas de ação simultâneas, separando o grupo de malhas de alta representatividade, composto pelos itens classificados como A e B, do grupo de malhas de baixo volume de produção, composto pelos itens C.

Esta separação é necessária, pois, como explicado acima, estes grupos de malhas terão tratamentos diferenciados na sua operacionalização dentro do sistema *Kanban*.

Uma vez implantado o sistema, em curto prazo tem-se a etapa importantíssima de *Acompanhamento* do mesmo. No sistema *Kanban*, de uma forma geral e, em particular, no proposto para as Malharias que trabalham com previsões de vendas, o monitoramento é fundamental para se identificar potenciais alterações da demanda prevista, e se proceder aos ajustes necessários nos parâmetros do número de lotes

no supermercado e capacidade de teares focados de forma a permitir uma reação adequada a estas mudanças de demandas.

Outro ponto particular das Malharias, que a etapa de *Acompanhamento* deve privilegiar, é como monitorar uma eminente troca de coleção. Como a demanda é sazonal, a cada entrada de uma nova coleção, a grande maioria das malhas são substituídas por outras mais adequadas à estação seguinte. Logo, nesta etapa de transição, deve-se projetar mecanismos para se ir reduzindo os estoques disponíveis no supermercado das malhas que estão saindo e, ao mesmo tempo, ir se montando os níveis do próximo supermercado.

A cada nova coleção, o ciclo de implantação, conforme a Figura 3.1, deve ser refeito a partir da Análise da Viabilidade, durante o *Pré-projeto*, pois os itens a serem produzidos são distintos e demandam toda uma nova análise de adequação.

Na seqüência do capítulo, estas três etapas da metodologia proposta serão melhor detalhadas em passos operacionais a serem seguidos.

3.2. Etapa de *Pré-Projeto*

Nesta primeira etapa, serão realizados os passos necessários à análise de viabilidade e planejamento da implantação do sistema *Kanban* em Malharias. Como pode ser visto na Figura 3.2, estes passos compreendem: o apoio da alta direção da empresa, a análise de viabilidade, a formação do grupo *Kanban*, e a definição do cronograma de implantação.

Como dito, esta é uma etapa a ser vencida no horizonte de longo prazo, que em malharias pode ser considerado como quatro a seis meses, dependendo da dinâmica de coleções lançadas pelos clientes (internos ou externos).

A idéia geral é de que, a cada lançamento de uma nova coleção, os passos desta etapa inicial sejam refeitos, a partir da análise de viabilidade. Já o apoio da

direção da empresa, uma vez conquistado inicialmente e retribuído através do bom desempenho do sistema implantado, não precisará ser buscado novamente.

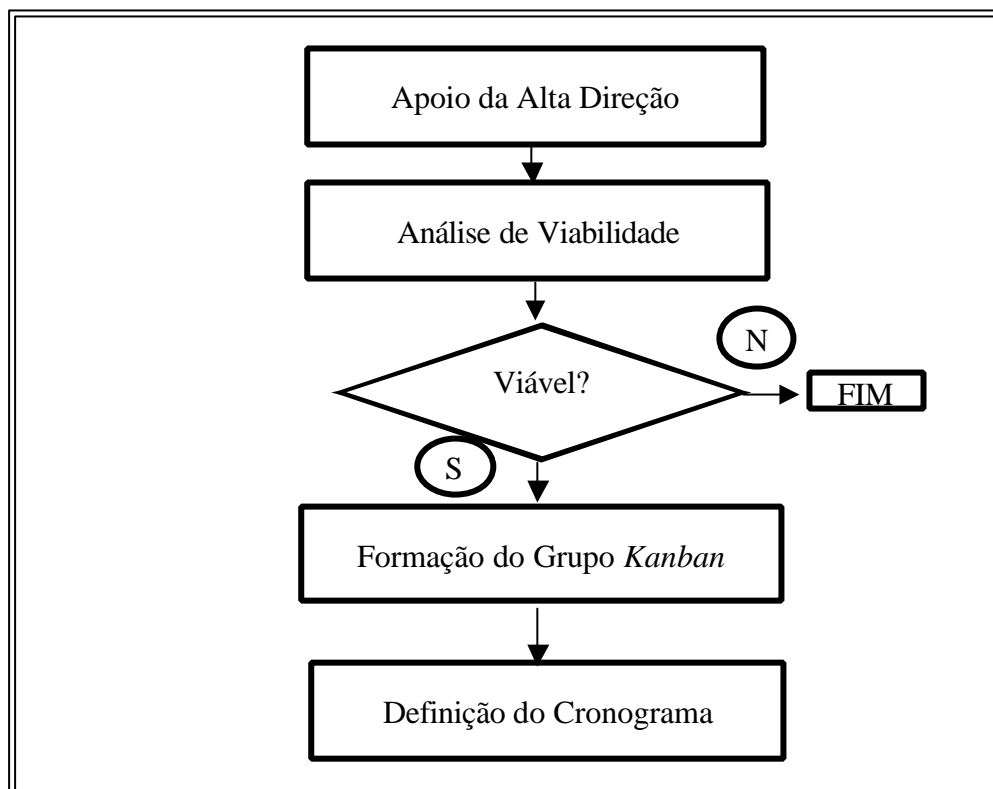


Figura 3.2 - Passos da etapa de *Pré-projeto*.

A seguir, cada um dos passos apresentados na Figura 3.2 será detalhado.

3.2.1. Apoio da Alta Direção

Qualquer projeto a ser implantado em uma empresa necessita, primeiramente, do apoio da alta direção. Em particular, o projeto envolvendo atividades dentro da esfera de planejamento e controle da produção via sistema *Kanban*, pois, neste caso, a mudança de atitudes e paradigmas em relação ao sistema convencional será grande.

Por um lado, as atividades que originalmente eram de responsabilidade exclusiva do PCP passam a ser desempenhadas pelos próprios operadores da malharia. Por outro, a interação do sistema com os mais diversos setores da empresa aumenta.

Quando a Malharia faz parte da cadeia produtiva de uma empresa, há necessidade de um entrosamento grande entre Vendas, Engenharia, PCP, Fiação, Malharia, Beneficiamento, Manufatura (Corte e Costura) e Expedição. A administração conjunta e o controle destas interfaces só podem ser exercidos pela alta direção da empresa.

Por exemplo, onde, antes, Vendas empurrava uma carteira de pedidos, e, a partir dela, o PCP emitia ordens para o sistema produtivo, agora, Vendas só poderá solicitar produtos com malhas planejadas e disponíveis no supermercado da Malharia e qualquer nova inclusão de itens vendidos deverá ser analisada em um horizonte de prazo maior, que permita seu planejamento na dinâmica do supermercado de malhas. Sendo assim, apesar do projeto ser da esfera da diretoria industrial, esta mudança só poderá ser feita com o apoio e cooperação da diretoria de vendas.

Um outro ponto importante, relacionado com a mudança de paradigmas produtivos, que exigirá um comprometimento da alta direção da empresa, diz respeito à lógica de puxar a produção do sistema *Kanban*. Quando não houver demanda de determinadas malhas alocadas a um grupo de teares, eles ficarão sem programação e parados. Em sistemas produtivos convencionais isto nunca poderá ocorrer, pois é visto como uma perda de produtividade. Já, no sistema *Kanban*, eventualmente, isto pode ocorrer e sem o apoio da alta direção, as regras básicas do sistema, como apresentado no capítulo anterior, não serão cumpridas.

Com relação às pessoas que participarão de forma direta, ou indireta, no projeto, a necessidade de criação de um ambiente adequado ao envolvimento das mesmas, com as mudanças que estão sendo propostas, só será alcançada com a participação da alta direção. Isto porque, mais do que simplesmente uma mudança na forma de controle da produção, o sistema *Kanban* requer uma mudança de cultura, e as mudanças, freqüentemente, representam uma ameaça à estabilidade das pessoas e geram resistências.

Um ambiente propício para o envolvimento de todos com o novo sistema,

obrigatoriamente, deverá começar de cima para baixo. A alta direção deve ser coerente com aquilo que se está propondo, conhecer os detalhes do projeto, assim como, acompanhar os resultados que estão sendo obtidos. Isto é, acreditar no que será implantado e cobrar resultados de todos os que estejam envolvidos, contribuindo, assim, para uma confiança mútua cada vez maior, condição básica para se fomentar qualquer tipo de mudança futura dentro da empresa.

Olhando, também, para o lado mais prático da implantação, a disponibilidade dos recursos necessários para se operacionalizar o sistema *Kanban* depende diretamente, da autorização de investimentos que a empresa deve destinar para este fim. Geralmente os investimentos necessários não são altos quando comparados a outros projetos na mesma área, como, por exemplo, a implantação de sistemas ERPs (Enterprise Resource Planning). Claro que a necessidade de recursos de cada sistema produtivo deve ser analisado de acordo com suas características específicas, mas a agilidade em se ter acesso a esses investimentos necessários é um forte indicativo de apoio da alta direção.

A postura da alta administração, em relação à condução do projeto, terá reflexo imediato nas atitudes dos demais colaboradores, principalmente, no que diz respeito ao engajamento e comprometimento de todos com os objetivos desejados.

A cúpula diretiva deve mudar seu modo de pensar e se comprometer a reverter o fluxo convencional de produção, transferência e entrega. Isto encontrará muita resistência e exige coragem. Mas quanto maior o comprometimento, tanto mais bem-sucedida será a implementação do Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997, p.49).

3.2.2. Análise de Viabilidade

Conforme discutido no capítulo anterior, o ambiente produtivo ideal para a implantação do sistema *Kanban* é aquele encontrado nos sistemas de produção repetitivos em lotes, onde a demanda pode ser prevista e tem certa estabilidade no curto prazo. O cliente e o fornecedor estão situados próximos, e os itens não são perecíveis, permitindo sua armazenagem no supermercado por um longo tempo,

bem como os equipamentos, onde serão repostos os lotes, devem possuir *setups* baixos para a mudança de lote.

Contudo, o sistema *Kanban* é acima de tudo uma ferramenta flexível, o que possibilita sua adequação á vários tipos de processos produtivos existentes.

O *Kanban* é um sistema idealizado para trabalhar em processos repetitivos em lotes, porém empresas que trabalham com produção sob encomenda, ou com processos de produção em massa de fluxo contínuo, podem fazer uso dos seus princípios para tratar itens, dentro de seus sistemas produtivos, que tenham características de repetitividade (TUBINO, 1999, p.109).

Segundo Ohno (1997, p.61), na experiência com pesos e balanceamento, na Toyota, o *Kanban* mostrou-se efetivo, mesmo para o gerenciamento de peças especiais, onde, por se utilizar uma quantidade instável, o *Kanban* poderia parecer, a princípio, inaplicável.

Logo, uma vez recebido o apoio da diretoria, o segundo passo em um projeto de implementação do sistema *Kanban* em Malharias consiste em se fazer uma análise crítica do sistema produtivo como um todo, a fim de se identificar quão perto, ou longe, destes requisitos ideais o sistema está e o que se pode fazer para adaptá-lo. Isto passa por identificar os processos que compõem a cadeia fornecedor/cliente de produção, como se dá o relacionamento entre eles e quais são as características específicas do setor onde será implantado, tais como: flexibilidade de *mix* de produção e capacidade dos equipamentos, *setups* existentes, proximidade física entre cliente e fornecedor, variedade de itens produzidos, volume (demanda) de produção e previsibilidade, sistema de movimentação, grau de polivalência dos operadores, entre outros.

Ao se fazer um *checklist* da existência, ou não, destas características ideais para a implantação do sistema *Kanban*, geralmente, o que se encontra em Malharias pertencentes a grandes empresas têxteis são:

- ✎✎O processo é repetitivo em lotes, e, apesar da demanda por malhas ser de até toneladas por semana, estes lotes podem variar, dependendo do tipo da malha, de 16 kg até 32 kg por rolo de malha tecida, visto que a cada rolo há a necessidade de cortá-lo e retirá-lo do equipamento;
- ✎✎Teares para malhas são equipamentos de pequeno porte, e as grandes malharias possuem uma grande quantidade dos mesmos, geralmente agrupados por tipo de malha que produzem;
- ✎✎Os *setups* nos teares podem variar de minutos, na simples troca ou retirada de uma agulha, até oito horas, quando se procedem a remoção e montagem de todo o bloco central do equipamento;
- ✎✎A demanda do produto acabado, que gera a necessidade de malhas, é sazonal e tem uma vida útil de 3 a 6 meses, acompanhando o lançamento de coleções, contudo esta demanda pode ser organizada e prevista com alguma antecedência visto que, enquanto se está vendendo e produzindo uma coleção, se está projetando a próxima;
- ✎✎Apesar da variedade de produtos acabados em uma coleção, poder chegar facilmente à casa dos milhares, quando se considera tamanhos e cores diferentes por peça, em relação às malhas cruas, por serem comuns a diferentes produtos acabados, sua variedade fica na casa das centenas, ou, até mesmo, de algumas dezenas;
- ✎✎O produto malha não é perecível, podendo ser armazenado por determinado tempo, contudo deve-se cuidar para que o sistema PEPS (primeiro que entra primeiro que sai) seja usado no supermercado, visto que alguns tipos de malhas não podem sofrer a ação de um peso contínuo por muito tempo;
- ✎✎Apesar de não serem perecíveis, as malhas possuem geralmente vida útil dentro de um horizonte de uma coleção e são substituídas por

outras na nova coleção projetada. Em função disto, sobras de malhas ao final de uma coleção geram grandes desperdícios e devem ser evitadas;

✍✍ Os tecelões de Malharias são de certa forma polivalentes, pois operam vários teares em simultâneo, e a introdução de novas funções como a programação da sua produção via coleta do cartão *Kanban* no quadro não deve encontrar problemas para serem introduzidas na rotina de operações padrão dos funcionários;

✍✍ Como o volume de malhas trabalhadas em uma coleção é grande, já existe um local físico, ou almoxarifado, para a armazenagem de malhas cruas, onde elas ficam aguardando a solicitação do Cliente Interno para prosseguir o seu roteiro de fabricação. Este almoxarifado de malhas cruas normalmente está situado, tanto perto da Malharia, como do Cliente Interno;

✍✍ Deve haver, neste almoxarifado de malhas cruas, a disposição do cliente interno (Beneficiamento), no mesmo momento, todas as malhas que entram em um produto acabado para serem tingidas, simultaneamente, nos Jets, haja vista que não adianta tingir a malha para o corpo de uma camiseta pólo, por exemplo, e não se tingir as malhas para as mangas ou gola ao mesmo tempo, estabelecendo uma relação de dependência entre esses itens.

A partir destas características básicas encontradas em Malharias, pode-se buscar as condições mínimas necessárias para a implantação do sistema *Kanban* na administração da produção das malhas nos teares. Como colocado no item inicial 3.1 da visão macro da metodologia, estas condições mínimas estão baseadas na aplicação dentro do sistema produtivo da Malharia, de dois conceitos clássicos de administração da produção: a classificação ABC, para verificar a concentração de demanda das malhas, e a focalização da produção, para redução de *setups*.

A classificação ABC, conforme foi detalhado durante a revisão teórica do capítulo anterior, permitirá separar, o conjunto de malhas, por importância relativa de volume demandado, em malhas classe A, classe B e classe C.

Quanto mais concentrada for a demanda nas malhas da classe A e B, mais simples e efetiva será a implantação do sistema *Kanban* na Malharia. Havendo esta concentração de demanda, este pequeno número de malhas, que representa um grande valor de demanda, poderá ser focalizado a um grupo de teares, eliminando-se praticamente os *setups* demorados que se tem, quando se muda a produção de uma malha para outra muito diferente. Como a demanda destas malhas será suficiente para manter, pelo menos um tear ocupado todo o tempo, ou, no caso de demandas maiores, manter um grupo de vários teares focalizados, ter-se-á, então, um processo, praticamente, contínuo gerenciado pelos cartões no painel *Kanban*.

A lógica, neste caso, como foi dito anteriormente, é controlar de forma simples e eficiente, via sistema *Kanban*, 80% do volume total de produção, fazendo com que os estoques das malhas A e B, divididos em pequenos lotes individuais de produção, girem rapidamente, focados a grupos de teares, várias vezes ao dia. Já os 20% restantes de volume, classificados como malhas C, por possuírem demandas pequenas e ocuparem um pequeno tempo de produção dos teares, irão privilegiar a redução dos *setups* pelo aumento do número de lotes destes itens a serem feitos de cada vez, fazendo com que seus giros sejam baixos, em períodos semanais, quinzenais, ou até mesmo mensais. Desta forma, cada tear para este grupo irá se dedicar a um conjunto de malhas classe C e irá proceder ao *setup*, geralmente demorado, apenas de tempos em tempos.

Analisadas as características da Malharia e de sua demanda, pode-se concluir se há viabilidade na implantação do sistema *Kanban*, ou não. Havendo viabilidade, passa-se para o passo de formação do grupo *Kanban* que irá desenvolver o projeto.

3.2.3. Formação do Grupo *Kanban*

Uma vez que o projeto tenha o apoio incondicional da Alta Direção e o sistema

produtivo da Malharia possua as características citadas no item anterior, o próximo passo é a formação de um grupo multidisciplinar, que deve estar sob o comando de um coordenador geral.

Esse coordenador geral do projeto deve ser, sem dúvida, o gerente responsável pela Malharia, e ele, assim como qualquer outro gerente de projeto, deve ter certas características que, em geral, já fazem parte do perfil de um gerente, incluindo os seguintes aspectos: capacidade de planejamento; liderança; agilidade na tomada de decisão; competência técnica; pleno conhecimento do processo produtivo e do mercado; visão horizontal da organização; interatividade.

Como o sistema *Kanban* faz parte da lógica de Planejamento e Controle da Produção (PCP), a escolha do coordenador poderia recair sobre o gerente do PCP, contudo o fato de o sistema *Kanban* no curto prazo delegar suas atividades aos funcionários do setor, onde ele será aplicado, parece mais correto se manter a hierarquia funcional direta sobre estas pessoas, delegando a coordenação geral ao responsável direto pela Malharia.

O coordenador deverá exercer uma forte liderança sobre o grupo, conduzindo todo o processo de mudança para que seja o mais suave possível, e aproveitar o potencial dos recursos disponíveis para uma implementação tranquila. Neste contexto, o papel do coordenador é fundamental para o sucesso do projeto, que acima de tudo deve demonstrar forte interesse no alcance dos objetivos, através de ações determinadas e decisivas. É importante ressaltar que a comunicação deve ser efetiva, definindo-se uma estrutura de reuniões com os participantes do grupo para se estabelecer uma realimentação de informações constantes, durante todo o andamento do projeto, o que possibilitará a correção de eventuais desvios do planejamento inicial.

Para a formação do grupo *Kanban* é fundamental envolver as pessoas dos diferentes níveis dentro da organização, desde o nível de gerência até o chão de fábrica. Observa-se que é muito importante a participação das pessoas que fazem parte dos processos precedentes e subseqüentes ao setor onde será implantado o

sistema *Kanban*, ou seja os clientes e fornecedores internos da Malharia.

Conforme coloca Ohno (1997, p.60), para que o sistema *Kanban* seja efetivo a estabilização e sincronização da produção são condições indispensáveis. Só é possível alcançar a sincronização e estabilização da produção se existir uma colaboração mútua entre setores, assim como um objetivo comum. Como foi dito anteriormente, o sistema *Kanban* não traz melhoras somente ao setor onde está sendo implementado, mas sim, ao processo produtivo como um todo, que obtém um desempenho geral melhor. Os integrantes do grupo devem, não somente ter total domínio do funcionamento do sistema *Kanban*, como dos objetivos desejados, pois serão estes os responsáveis por multiplicar os conceitos e objetivos por toda a organização, funcionando como multiplicadores para os demais colaboradores.

No grupo devem estar presentes, além do gerente da Malharia, como coordenador geral, e do consultor, que dará o apoio técnico, o gerente do PCP, o programador responsável pela programação macro da empresa como um todo, o programador interno da Malharia, os líderes de turnos e os ferramenteiros responsáveis pelos *setups* dos teares, bem como um representante do cliente, neste caso o Beneficiamento, que poderá ser o programador interno deste setor. O grupo deve participar de um treinamento que aborde o sistema *Kanban* e todos os conceitos a ele relacionados, tais como os tratados na revisão bibliográfica, no Capítulo 2 deste trabalho. Para este grupo, não basta somente compreender o sistema em sua plenitude, mas também conhecer as implicações futuras dentro da organização, e de que forma se dará o impacto no sistema produtivo. Este treinamento pode ser dado pelo gerente da Malharia, apoiado pelo consultor externo, ou pelo próprio consultor.

O material usado durante o treinamento deve ser de fácil compreensão. Como existe farta bibliografia sobre o assunto, geralmente montam-se pequenos manuais, onde são apresentados os objetivos, os princípios por trás da filosofia JIT, as técnicas específicas do sistema *Kanban*, exemplos e problemas em potencial. É altamente recomendável o uso de recursos audiovisuais, assim como simulações do sistema, para facilitar a assimilação dos novos conceitos.

O grupo deve ser encorajado a levantar questões duvidosas e de cunho prático. Deve ser dedicado um amplo tempo para que os líderes de turno esclareçam todas dúvidas pertinentes e contribuam com informações adicionais se necessário, haja vista que serão eles os multiplicadores dos conceitos para os tecelões e demais colaboradores da Malharia que irão participar do sistema na prática.

Deve-se aproveitar esta oportunidade para discutir com o grupo quais indicadores de desempenho irão acompanhar o processo de implantação do sistema *Kanban*. Geralmente a empresa, como um todo, e a Malharia, em particular, já possuem indicadores padrões de desempenho que podem ser utilizados para tal. Recomenda-se que haja indicadores avaliando, pelo menos, os seguintes pontos:

- ✍️ estoque médio de malhas cruas (físico e financeiro);
- ✍️ giro dos estoques de malhas cruas;
- ✍️ nível de atendimento da demanda;
- ✍️ falta de malhas no supermercado e possíveis causas;
- ✍️ área física requerida para estoque;
- ✍️ índice de satisfação dos colaboradores.

Uma vez definidas as medidas de desempenho, é conveniente iniciar a coleta periódica das informações referentes a esses indicadores, para que, posteriormente, sirvam como parâmetros de avaliação da evolução do novo sistema.

3.2.4. Definição do Cronograma

O último passo da etapa de *Pré-projeto* consiste em identificar e detalhar as tarefas de ação distribuídas pelas três etapas propostas na metodologia,

estabelecendo a seqüência e a cronologia para a execução destas. É apresentado um modelo de cronograma na Figura 3.3, similar a um diagrama de Gantt, que servirá como um guia de implementação. Neste modelo, estão listadas as tarefas de cada etapa, os indicadores de progresso e os períodos de tempo a serem considerados.

A cronologia proposta deve ser coerente com a realidade da organização. De nada adianta estipular um cronograma muito apertado, o que trará ansiedade por resultados, podendo vir até a comprometer o projeto. Por outro lado, também não é interessante se colocar prazos muito grandes, pois isto irá contribuir para a falta de motivação das pessoas.

| Tarefas | Indicadores de Progresso | Mês | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | |
| Análise de Viabilidade | Sistema analisado | | | | | | | | | | | | |
| | Classificação ABC | | | | | | | | | | | | |
| | Viabilidade identificada | | | | | | | | | | | | |
| Formação do Grupo <i>Kanban</i> | Coordenador definido | | | | | | | | | | | | |
| | Grupo constituído | | | | | | | | | | | | |
| | Treinamento realizado | | | | | | | | | | | | |
| | Indicadores definidos | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto detalhado | | | | | | | | | | | | |
| Dimensionamento | Lote Padrão definido | | | | | | | | | | | | |
| | Fórmula de cálculo definida | | | | | | | | | | | | |
| | Planilha desenvolvida | | | | | | | | | | | | |
| Adequação dos Recursos | <i>Layout</i> definido | | | | | | | | | | | | |
| | Supermercado pronto | | | | | | | | | | | | |
| | Quadros preparados | | | | | | | | | | | | |
| | Cartões preparados | | | | | | | | | | | | |
| | Contenedor definido | | | | | | | | | | | | |
| Treinamento Operacional | Workshop realizado | | | | | | | | | | | | |
| | Pessoas treinadas | | | | | | | | | | | | |
| Implantação | Supermercados montados | | | | | | | | | | | | |
| | Quadros posicionados | | | | | | | | | | | | |
| | Controle iniciado | | | | | | | | | | | | |
| Acompanhamento | Identificação de desvios | | | | | | | | | | | | |
| | Ações corretivas tomadas | | | | | | | | | | | | |
| | Monitoramento da Demanda realizado | | | | | | | | | | | | |

Figura 3.3 - Modelo de cronograma.

Como a Malharia trabalha em ciclos sazonais de coleções, estes ciclos podem ser utilizados para definir o cronograma das etapas. Por exemplo, em uma primeira coleção, pode-se implantar o sistema para as malhas da classe A e B, fazer todos os

testes, treinamentos e correções para, em seguida, na próxima coleção introduzir as demais malhas da classe C.

Para um melhor acompanhamento do andamento da implementação do sistema *Kanban* para cada uma das tarefas, propõe-se o uso de indicadores de progresso que servirão como evidência objetiva da conclusão da tarefa em questão.

Por exemplo, para a conclusão do dimensionamento do sistema *Kanban* dentro da etapa de *Ação* haverá necessidade de se ter definido o lote padrão do *Kanban*, a fórmula de cálculo dos níveis de estoque no supermercado e a planilha onde os dados serão trabalhados.

Com o aval da Diretoria, com a viabilidade analisada, com o grupo *Kanban* montado e treinado, e com o cronograma definido, pode-se passar, então, para a etapa de *Ação* propriamente dita.

3.3. Etapa de Ação

Esta é a etapa de médio prazo da implementação do sistema onde se tem toda a preparação das partes componentes do sistema *Kanban* para que a programação e o controle da produção passem a ser feito via cartões. Esta etapa está dividida em quatro passos, conforme apresentado na Figura 3.4, que são: o dimensionamento do sistema, a adequação dos recursos produtivos, o treinamento operacional, e, uma vez confirmados os passos acima, a implantação propriamente dita.

Em função da estratégia escolhida para atacar o problema de diversificação de itens no sistema *Kanban* a ser implantado, baseada na classificação ABC das malhas e na focalização dos teares, a presente etapa é dividida em duas linhas de ações paralelas, onde os itens são escalonados de acordo com seu respectivo volume de produção, dando origem ao grupo de malhas A e B, com baixa variedade e alto volume de produção; e ao grupo de malhas C, com alta variedade e baixo volume de produção.

Em ambos os grupos, são aplicados, simultaneamente, os mesmos passos apresentados na Figura 3.4, no entanto com abordagens distintas.

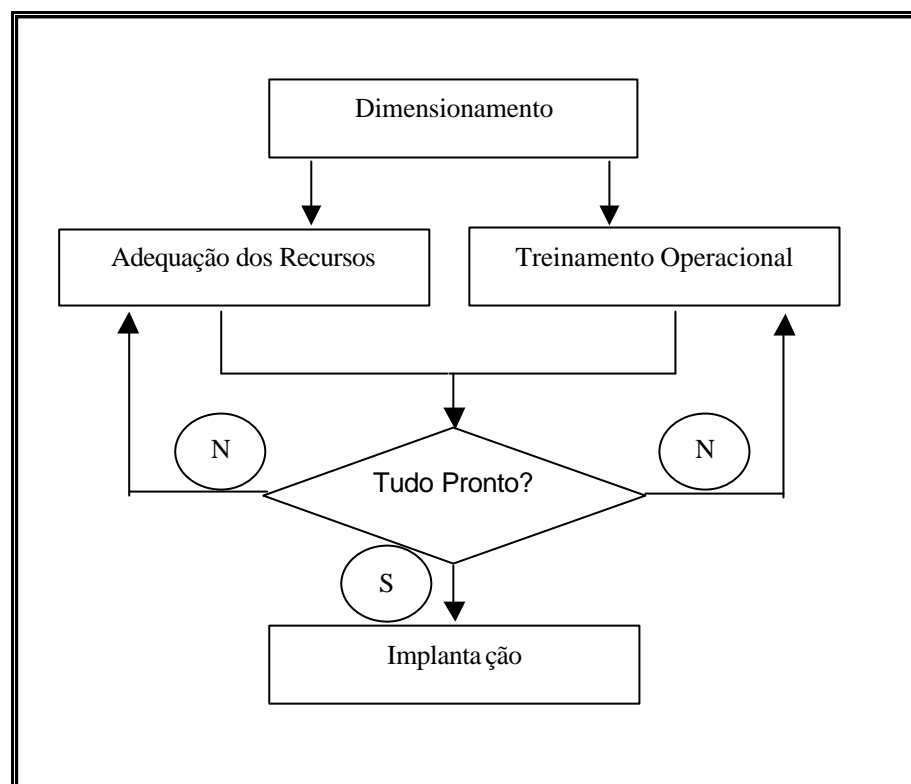


Figura 3.4 - Passos da etapa Ação.

A lógica neste caso, como já dito anteriormente, é controlar de forma simples e eficiente, via sistema *Kanban* convencional, 80% do volume total de produção, fazendo com que os estoques das malhas A e B, divididos em pequenos lotes individuais de produção, girem rapidamente, focados a grupos de teares, várias vezes ao dia. Já os 20% restantes de volume, classificados como malhas C, por possuírem demandas pequenas e ocuparem um pequeno tempo de produção dos teares, irão privilegiar a redução dos *setups*, pelo aumento do número de lotes destes itens a serem feitos de cada vez, gerando giros baixos, em períodos semanais, quinzenais, ou até mesmo mensais. Desta forma, cada tear para este grupo irá se dedicar a um conjunto de malhas classe C e irá proceder ao *setup*, geralmente demorado, apenas de tempos em tempos.

3.3.1. Dimensionamento do Sistema *Kanban*

O primeiro passo dentro da etapa de *Ação* consiste em definir o valor das variáveis de entrada e calcular os parâmetros que irão balizar a dinâmica de puxar a produção via sistema *Kanban*. Evoluindo-se a partir da fórmula inicial, apresentada na revisão bibliográfica, como variáveis de entrada para o cálculo do sistema, têm-se a demanda média diária do item, o tamanho do lote *Kanban*, o tempo de reposição (*lead time*) do lote *Kanban* no sistema e a margem de segurança. Com estas variáveis é possível dimensionar o número de cartões *Kanbans* via a seguinte fórmula padrão:

$$\text{Número de Kanbans} = [(\text{demanda diária/tamanho do lote}) * \text{lead time}] * (1 + \text{coeficiente de segurança})$$

A demanda diária das malhas cruas deve ser obtida do sistema de informação corporativo da empresa. Geralmente o PCP faz sua programação em períodos semanais com base nos produtos acabados (peças) da coleção que pretende produzir. Através da lógica de explosão do *MRP (Material Requirements Planning)* parte-se das peças a produzir e chega-se nas necessidades líquidas de malhas cruas para o período.

Nestas grandes empresas do setor têxtil, a dinâmica de vendas e produção consiste em, ao lançar uma coleção nova no mercado, produzir com antecedência um nível de estoque de peças acabadas baseado em previsões. E, a medida em que os pedidos dos clientes forem entrando e os níveis de estoques de produtos acabados for baixando, passa-se a repô-los.

Desta forma, têm-se duas linhas bem claras de demanda para serem usadas na dinâmica de cálculo do sistema *Kanban*: uma demanda inicial com base em previsões, e uma demanda posterior com base em vendas reais e níveis de estoques. Neste primeiro momento, na etapa de *Ação*, será utilizada a demanda média diária com base na previsão inicial, e, a medida em que os pedidos dos clientes forem entrando, dentro da etapa de *Acompanhamento*, ela será substituída

pela demanda real.

Quanto à definição do tamanho dos lotes *Kanbans*, a lógica é optar pelo lote padrão já gerado no tear, ao ser cortada a malha em rolos para sua movimentação e armazenagem. Estes lotes podem variar de 16 até 35 quilos, dependendo da densidade da malha. Com isto pode-se aproveitar a estrutura já empregada para a movimentação e armazenagem do sistema, bem como a documentação correspondente, causando o mínimo de turbulência no sistema atual durante esta etapa de implantação.

No que diz respeito à definição do *lead time* utilizado no cálculo do número de *Kanbans*, na metodologia proposta para Malharias não se está utilizando como *lead time* o tempo de reposição de um lote *Kanban* de malha, mas sim o giro em número de dias que se pretende dar aos diferentes grupos (ABC) de malhas, aqui chamado de “coeficiente de giro”, que pode já incluir também o coeficiente de segurança, previamente apresentado nas fórmulas de cálculo.

Um lote de malhas considerado isoladamente, tem seu *lead time* girando em torno de duas a três horas, desde que não se leve em conta *setups* altos ou esperas para movimentação e entrada em estoque. Contudo, como na metodologia proposta se busca diferenciar as ações de acordo com a classe da malha, propõem-se um giro alto (ou coeficiente baixo) para as malhas classe A, um giro médio (ou coeficiente médio) para as malhas classe B e um giro baixo (ou coeficiente alto) para as classe C.

Como as malhas da classe A terão vários teares a sua disposição, e não ocorrerão *setups* nestes teares dado que eles estão focados só em uma malha, pode-se utilizar um coeficiente baixo, como por exemplo um dia, ou até meio dia, para o giro do cartão. Ou seja, espera-se que um cartão *Kanban* colocado no quadro *Kanban* retorne para o supermercado com o rolo de malha em até um, ou meio, dia.

Já para as malhas da classe C, que estarão competindo por um mesmo tear e exigindo *setups*, muitas vezes altos, buscar-se-á um giro baixo, como por exemplo

de duas semanas, ou dez dias, aumentando o número de lotes *Kanbans* feitos de cada vez. Desta forma, o estoque de malhas classe C no supermercado deve ser suficiente para garantir a demanda durante este período. Cabe lembrar que, apesar do giro do estoque de malhas classe C ser baixo, seu volume em estoque será pequeno, pois está relacionado com malhas que possuem pequenas demandas, e o objetivo maior é de organizar os *setups* nos teares alocados a estas malhas.

Com relação às malhas da classe B, cabe tomar uma posição intermediária, como por exemplo: um giro de meia semana, ou dois dias e meio. Neste grupo devem estar classificadas malhas que exijam a focalização de, pelo menos, um tear. Os valores de giro aqui expressos são apenas referenciais demonstrativos da metodologia, cabe ao grupo *Kanban* defini-los para cada situação específica da Malharia onde o sistema for aplicado.

Como forma de agilizar o cálculo e controle do sistema, deve-se empregar uma planilha, conforme ilustrado na Tabela 3.1. Nela se tem o código das malhas, a classificação ABC destas, o respectivo coeficiente de giro, a demanda média diária, o lote padrão *Kanban*, o número de cartões *Kanbans* calculado, a capacidade média de produção dos teares para estas malhas e o número de teares necessário por dia de 24 horas de produção.

| Malha | Classe | Coeficiente (dias) | Demanda Dia (Kg) | Lote <i>Kanban</i> (Kg) | Número <i>Kanbans</i> | Capacidade Produção (Kg/h) | Número Teares |
|-------|--------|--------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------|
| 1112 | A | 1,0 | 1500 | 25 | 60 | 10 | 6,25 |
| 1109 | B | 2,5 | 800 | 16 | 125 | 15 | 2,22 |
| 2527 | C | 10,0 | 100 | 32 | 32 | 10 | 0,42 |
| 3789 | C | 10,0 | 50 | 25 | 20 | 10 | 0,21 |

Tabela 3.1 - Modelo de planilha de cálculo.

Para efetuar o cálculo do número de *Kanbans* na planilha, evoluiu-se das fórmulas apresentadas para a seguinte fórmula:

$$\text{Número de Kanbans} = (\text{Demanda Dia} * \text{Coeficiente Giro}) / \text{Lote Kanban}$$

Onde o Lead Time produtivo e o Coeficiente de Segurança foram substituídos pelo Coeficiente de Giro, conforme foi apresentado acima, que diz respeito ao giro, em dias, que se pretende dar a cada um dos itens no sistema.

Uma informação importante dentro da estrutura da metodologia proposta diz respeito ao número de teares que serão focados a determinadas malhas. Conforme relatado, as malhas da classe A terão vários teares a sua disposição, as malhas da classe B terão pelo menos um, enquanto as malhas da classe C deverão ser agrupadas em grupos com familiaridade de *setups* para ocuparem um tear. Para se efetuar o cálculo do número de teares necessários na planilha usou-se a fórmula:

$$\text{Número de Teares} = (\text{Demanda Dia} / 24 \text{ h}) / \text{Capacidade de Produção}$$

Uma vez dimensionado o sistema, a proposta da metodologia para a implantação do sistema *Kanban* interno em Malharias exige os passos de adequação dos recursos produtivos ao novo sistema que irá entrar em funcionamento e o treinamento operacional.

3.3.2. Adequação dos Recursos Produtivos

Durante este passo, tem-se a preparação dos componentes físicos necessários para o sistema *Kanban* funcionar, e deve ser trabalhado pelo grupo *Kanban* depois que o dimensionamento tenha sido feito. De posse do tamanho do lote padrão, do número dos cartões, e das necessidades de teares por grupos de malhas dá-se início à adequação dos recursos, que basicamente consiste em: definir o cartão *Kanban* e suas informações, definir o quadro *Kanban* e seu posicionamento, definir a estrutura do supermercado e sua dinâmica de reposição.

Como base para a definição do cartão *Kanban* e suas informações, deve-se seguir os princípios da filosofia JIT por traz do sistema, ou seja, ele deve ser simples, com o mínimo de informações, de fácil manuseio e visualização. Para uma

malha ser produzida, as informações básicas necessárias são o código da malha e seu tamanho de lote padrão. Contudo, algumas informações adicionais, muitas delas relacionadas com os sistemas de qualidade implantados nas empresas, necessitam acompanhar o cartão de produção, como: a data de produção, o tecelão e o tear onde foi produzida a malha, o lote de fio empregado, o peso real do rolo de malha, entre outras.

A sugestão é de que as informações que necessitam seguir para o controle interno da Malharia estejam em um cartão de produção que é emitido para cada rolo de malha (como geralmente já é empregado no sistema convencional) e que este cartão seja colocado em um “envelope” identificado por código de malha que irá retornar ao sistema quando a malha for consumida no supermercado. O envelope, que deve ser confeccionado em material resistente ao manuseio intenso, agirá como o cartão *Kanban* do sistema, disparando a produção sempre que retornar ao quadro.

Com relação ao quadro *Kanban* e seu posicionamento, há de se fazer uma distinção entre o quadro que será empregado para as malhas A e B e o quadro *Kanban* para as malhas C. Neste ponto cabe aqui uma ressalva, muitas malhas, apesar de serem da classe C em função de sua demanda, são malhas idênticas a determinada malha A ou B, exigindo nenhum, ou pouco, *setup* para sua produção no mesmo tear. Desta forma, é mais lógico controlar a produção destas malhas junto com seus pares da classe A ou B, sendo que, de tempos em tempos, o tecelão irá interromper a produção da malha A ou B alocada ao seu grupo de teares e repor os cartões da referida malha C que entrou no quadro *Kanban*.

No caso do grupo de malhas A e B, o quadro *Kanban* segue o padrão convencional (como o exemplo apresentado na Figura 2.7) e deve ser dimensionado para ter tantas colunas quantas forem as malhas A e B controladas por ele, sendo posicionado de forma central para facilitar o acesso dos diferentes tecelões dos grupos de teares focados a estas malhas. O número de posições para fixação dos cartões *Kanbans* (envelopes) de cada malha deve ser planejado para absorver variações visto que a demanda das malhas tende a ser variável em função de diferenças entre o previsto no início de uma coleção e o real durante o período de

vendas.

Quanto ao uso das cores verde (produção normal), amarelo (produção prioritária) e vermelho (produção urgente) para direcionar o seqüenciamento dos teares a sugestão é de que se divida por três o número de cartões *Kanbans* de cada malha e os distribua homogeneamente.

Para as malhas de baixo volume de produção da classe C, como elas exigirão um tempo pequeno de produção por tear, deve-se agrupar várias malhas por tear, ou até para um pequeno grupo de teares, e adotar um quadro *Kanban* dedicado para cada tear, ou grupo, específico, que será responsável pela programação das diferentes malhas classe C neste tear e pelo seqüenciamento das necessidades de *setup*. A Figura 3.5 ilustra este quadro que deverá fisicamente ficar perto do tear, ou grupo, relacionado.

| KANBAN TEAR X | |
|---------------|-------------------|
| PRODUÇÃO | COLETA DE CARTÕES |
| | |
| | |
| | |

Figura 3.5 - Modelo de quadro para as malhas C.

Neste modelo de Quadro *Kanban*, existem duas colunas distintas: a primeira, dividida nas linhas vermelha, amarela e verde, é usada para se fazer o seqüenciamento da produção das malhas classe C na semana atual; a segunda coluna serve para o recolhimento dos cartões consumidos durante a presente semana, mas que somente serão seqüenciados para produção na semana seguinte. Cabe lembrar que para as malhas da classe C foi proposto um giro de estoque acima de uma semana, o que permite a manutenção de malhas (cartões *Kanban*) no supermercado dentro desta dinâmica de reposição semanal.

Tendo o cartão *Kanban* definido e os quadros *Kanbans* montados e posicionados, resta preparar, para o funcionamento do sistema *Kanban*, a estrutura do almoxarifado de malhas, que passará a ser conhecido como “Supermercado de Malhas Cruas” ou SMC. O SMC deve ser projetado para ter uma capacidade compatível com o número de *Kanbans* calculados para cada uma das malhas, incluindo as potenciais variações na demanda. Os rolos de malhas podem ser armazenados em prateleiras ou em paletes, em locais fixos e bem identificados, sendo que as malhas das classes A e B, como terão um giro maior, deverão ficar posicionadas junto aos pontos de entrada e saída de malhas, enquanto que as malhas classe C ficarão ao fundo.

No SMC deve ser colocada uma caixa de coleta dos cartões *Kanbans* (envelopes) para que os almoxarifes, ao darem saída na malha, coloquem o cartão *Kanban* da malha consumida e, periodicamente, eles sejam recolhidos e enviados para serem posicionados nos quadros *Kanbans* correspondentes.

Uma vez montada a estrutura física para suportar a nova dinâmica de programação da produção, deve-se, em paralelo, antes da implantação do sistema propriamente dito, providenciar o treinamento operacional dos colaboradores da Malharia.

3.3.3. Treinamento Operacional

Este é o passo em que se estará disponibilizando todos os conceitos do sistema *Kanban* aos demais colaboradores da Malharia. Com toda a certeza, é um dos passos mais importantes da etapa de *Ação* da metodologia, uma vez que é o fator humano que suportará toda essa nova maneira de se trabalhar, determinando, assim, o sucesso, ou não, do novo sistema de programação e controle da produção.

Como mudanças físicas estarão ocorrendo na Malharia com a montagem de quadros *Kanbans*, organização do SMC, testes preliminares; o esclarecimento dos colaboradores, quanto à nova dinâmica que será implantada, se fará necessário. Em função disto, este passo, na Figura 3.4, está colocado em paralelo ao passo de

adequação dos recursos produtivos.

Todos os colaboradores da Malharia deverão receber este treinamento, desde os tecelões que acionarão os teares em função dos cartões *Kanban* no quadro, os almoxarifes que se encarregarão de montar e retirar as malhas do SMC, liberando os cartões *Kanban*, até os ferramenteiros que utilizarão os quadros *Kanban* para organizar a seqüência dos *setups* nos teares alocados as malhas da classe C. Eles devem ser treinados pelos próprios líderes ou chefes de turnos, com base no sistema físico que se está montando. Estes devem utilizar-se do material didático empregado na etapa de *Pré-projeto* para a própria formação do grupo *Kanban*, abordando o sistema *Kanban* e todos os conceitos a ele relacionados.

Como visto anteriormente, este material usado durante o treinamento deve ser de fácil compreensão, montando-se pequenos manuais, onde são apresentados os objetivos, os princípios por trás da filosofia JIT, as técnicas específicas do sistema *Kanban*, exemplos e problemas em potencial. Como o funcionamento do sistema na Malharia já foi pensado e estruturado pelo grupo *Kanban*, é recomendável o uso de simulações do sistema no ambiente real, ou em sala de aula, para facilitar a assimilação dos novos conceitos e levantar dúvidas que possam aparecer.

Um outro ponto importante, relacionado com a mudança de paradigmas produtivos que deve ficar bem entendido por todos no treinamento, diz respeito à lógica de puxar a produção do sistema *Kanban*. Quando não houver demanda de determinadas malhas alocadas a um grupo de teares, ou seja, quando não houver um cartão *Kanban* no quadro, eles ficarão sem programação e parados, evitando a formação de estoques indesejados. Como nos sistemas produtivos convencionais parar a produção é sempre a última alternativa, pois é visto como uma perda de produtividade, há uma tendência ao não entendimento e cumprimento desta regra.

Freqüentemente uma das maiores preocupações está relacionada com as novas responsabilidades assumidas pelos colaboradores, que passarão a exercer funções de programação, anteriormente destinadas ao PCP. Neste caso o líder deverá explicitar a simplicidade de funcionamento do sistema e explicar muito bem as

razões para a implementação eminente, sempre encorajando-os a desenvolver uma autonomia e participação cada vez maior no que diz respeito ao controle da produção, assim como uma maior interação com sugestões de mudanças e melhorias. Desenvolverá com isso, uma confiança mútua crescente, privilegiando o estabelecimento de um espírito de grupo cada vez mais forte.

É recomendável que, logo após o término das sessões de treinamento, tenha-se início ao processo de implementação real do sistema, garantindo que os conceitos trabalhados durante os treinamentos estejam vivos e que a tensão da expectativa pela mudança eminente trabalhe em favor de um processo suave de transição.

3.3.4. Implantação do Sistema *Kanban*

Com o sistema dimensionado, os recursos adequados e os colaboradores treinados nas novas rotinas de trabalho, parte-se para a inclusão das malhas dentro do novo sistema de programação e controle. A sugestão da metodologia aqui proposta é de que esta implantação seja feita em etapas, das malhas da classe A (e outras afins) para as da classe C, e, se possível, no início de uma nova coleção para que as malhas da classe C tenham tempo suficiente para girar em estoque.

Como procedimento de inclusão das malhas no sistema, iniciando-se pela malha da classe A com maior volume de produção, e assim sucessivamente, sugere-se a seguinte ordem:

1. Emissão dos cartões *Kanbans* – emitir os cartões *Kanbans* calculados na planilha para esta malha;
2. Montagem do quadro *Kanban* – reservar os espaços necessários para esta malha no quadro *Kanban* correspondente;
3. Montagem da malha no SMC – produzir tantos rolos quantos necessários da malha em questão e alocá-los junto com os cartões em local predefinido no SMC;

4. Iniciar a produção puxada – excluir esta malha da programação empurrada e autorizar a dinâmica de programação e controle via *Kanban*.

Uma vez concluída a implementação bem sucedida destas primeiras malhas da classe A, que, pelas suas características (alto volume e homogeneidade na demanda e teares focados sem *setup*), não deverão apresentar muitos problemas para a implantação do sistema *Kanban*, o grupo deverá estabelecer metas no que diz respeito ao ritmo da inclusão das demais malhas no sistema.

Já para as coleções futuras, quando o sistema já tiver sido testado em sua plenitude, todas as malhas devem ser inclusas simultaneamente desde o primeiro momento. Deve-se aproveitar o fato de que ao final de uma coleção a demanda das referências desta coleção está em declínio para se iniciar a montagem do SMC com as malhas da nova coleção, de forma a se ter todo o SMC montado no início da produção da nova coleção.

Com a etapa de *Pré-projeto* (longo prazo) e a de *Ação* (médio prazo) concluídas, ao se introduzir as malhas no SMC e a dinâmica de puxar a produção pela inclusão dos cartões *Kanbans* no quadro, entra-se na esfera do curto prazo dentro do sistema, chamada aqui de etapa de *Acompanhamento*.

3.4. Etapa de Acompanhamento do Sistema

Sem dúvida, um dos pontos mais críticos para a eficiente implantação do sistema *Kanban* em empresas está no entendimento correto de sua dinâmica de atividades e prazos. No longo prazo, o sistema é planejado, no médio prazo o sistema é montado, e no curto prazo o sistema é acompanhado para permitir correções de parâmetros.

Quanto mais dinâmica for a demanda de um item controlado pelo sistema *Kanban*, mais importante será esta etapa de acompanhamento. No extremo, em processos que trabalham sob encomenda, o sistema *Kanban* não pode ser aplicado

em função da falta de previsão e constância da demanda.

Felizmente não é o caso das Malharias que pertencem a grandes grupos têxteis. Nestas empresas, como já colocado, são lançadas coleções de roupas sazonais vendidas com alguma antecedência ao mercado lojista. Sendo assim, as referências (e as malhas cruas por conseguinte) são previamente conhecidas e serão produzidas durante toda a vigência da coleção. A grande incógnita encontra-se em cima do valor desta demanda para cada referência.

Pode-se dizer que estas empresas trabalham com dois tipos de informações da demanda. Uma previsão inicial que será utilizada para produzir e armazenar as referências antes do lançamento de uma nova coleção e uma demanda real que está sendo solicitada pelos clientes após o lançamento da coleção. Raramente elas são idênticas. Como o sistema *Kanban* proposto para a Malharia foi projetado com base na demanda inicial prevista, cabe monitorar a demanda real, por malhas, periodicamente, para adequar a estrutura do sistema às novas necessidades. A Figura 3.6 ilustra os passos desta etapa de *Acompanhamento*.

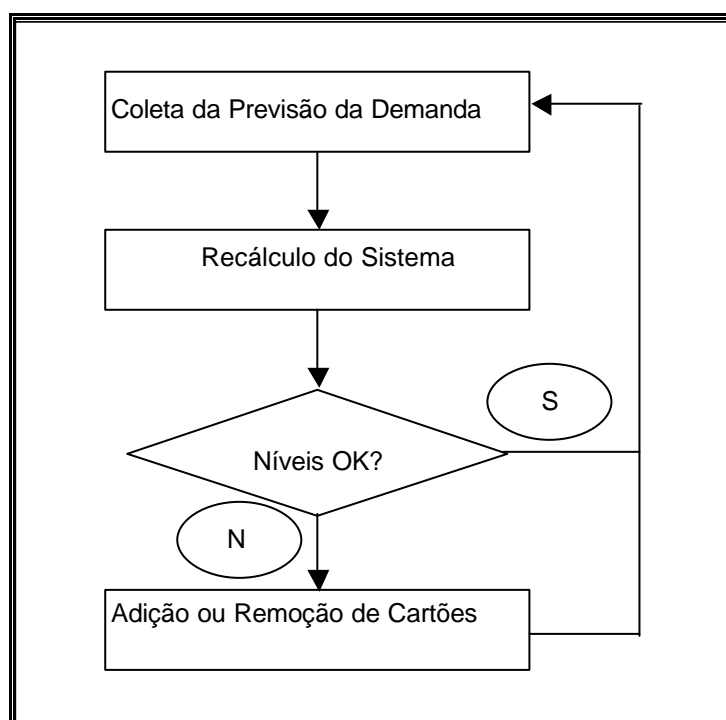


Figura 3.6 - Passos da etapa de Acompanhamento.

O primeiro passo da etapa de *Acompanhamento* consiste em periodicamente, geralmente em ciclos semanais, coletar a previsão da demanda das malhas para o próximo período. Como já enfatizado, a demanda das malhas cruas é obtida do sistema de informação corporativo da empresa. Geralmente, o PCP faz sua programação em períodos semanais com base nos produtos acabados (ou referências) da coleção que pretende produzir. Através da lógica de explosão do *MRP* parte-se das referências a produzir e chega-se nas necessidades líquidas de malhas cruas para o período.

De posse destas informações, procede-se ao recálculo do sistema, utilizando-se a Tabela 3.2, abaixo, semelhante à Tabela 3.1 empregada para o dimensionamento do sistema na etapa de *Ação*. A diferença é que nesta tabela de acompanhamento tem-se uma visão clara do número de cartões *Kanbans* atualmente em giro no sistema e do novo número exigido pela nova demanda. Da mesma forma, se obtém um comparativo entre o número de teares focados para cada malha e o novo número exigido.

| Malha | Clas. | Coef. (dias) | Dem. Dia (Kg) | Lote <i>Kanban</i> (Kg) | Número <i>Kanbans</i> Atual | Número <i>Kanbans</i> Calculado | Cap. Prod. (Kg/h) | Número Teares Atual | Número Teares Calculado |
|-------|-------|-----------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1112 | A | 1,0 | 1500 | 25 | 50 | 60 | 10 | 5 | 6,25 |
| 1109 | B | 2,5 | 800 | 16 | 126 | 125 | 15 | 3 | 2,22 |
| 2527 | C | 10,0 | 100 | 32 | 35 | 32 | 10 | 0,5 | 0,42 |
| 3789 | C | 10,0 | 50 | 25 | 20 | 20 | 10 | 0,21 | 0,21 |

Tabela 3.2 - Planilha de acompanhamento do sistema.

Não havendo mudanças significativas, como por exemplo para a malha 1109, mantêm-se os dimensionamentos atuais visto que o próprio giro dos cartões absorve estas pequenas mudanças. Ocorrendo mudanças mais acentuadas na demanda, como por exemplo para a malha 1112, haverá necessidade de intervenção do PCP da Malharia para adicionar ou remover cartões do sistema. No caso da malha 1112 deve-se adicionar mais dez cartões no sistema e incluir um novo tear ao grupo de teares focados a esta malha.

Em situações extremas pode inclusive ocorrer uma mudança de classe de uma

malha, o que acarretará a mudança do valor do coeficiente de giro na planilha.

Cabe ressaltar que estas mudanças de demanda são consideradas normais na área Têxtil, desde que seja mantido o limite de capacidade produtiva da Malharia ao se estabelecer a programação macro da empresa. Não deverá ocorrer problemas ao se deslocar um tear focado a uma malha para outra. Haverá, é claro, a necessidade de *setup*, mas, planejado com antecedência, ele pode e deve ser feito.

Um último ponto que não deve ser esquecido no acompanhamento da demanda da Malharia é a virada de coleções, quando a maioria das malhas será trocada por outras novas. Para as malhas A e B, isto não acarreta grandes problemas, visto que seu giro está previsto para ser diário, e dentro de uma semana, ou até nas semanas que antecedem a virada de coleção, pode-se ir reduzindo, gradativamente, o número de cartões e rolos de malhas no SMC.

Já para as malhas da classe C, a virada de coleção, apresenta-se como crítica, pois o seu giro está projetado para ser de períodos semanais, quinzenais ou, mesmo, mensais. Desta forma, para evitar o risco de sobrar uma quantidade excessiva destas malhas em estoque, uma atenção especial já deve estar sendo tomada quanto à previsão de suas demandas com, pelo menos, um mês de antecedência.

Com a redução da demanda ao final de uma coleção, começa-se a analisar as características da demanda de malhas da nova coleção e a se projetar e montar o novo sistema *Kanban* para suportar os períodos futuros de produção, realimentando a metodologia a partir da etapa de *Pré-projeto*, como ilustrado na Figura 3.1, ao início deste capítulo.

3.5. Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foi apresentada uma metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema *Kanban* interno em Malharias. Como discutido durante o

capítulo, Malharias são sistemas produtivos com uma grande variedade de itens produzidos, onde, segundo a bibliografia pesquisada, o uso de um sistema baseado em retiradas, como o sistema *Kanban* não é recomendado. A metodologia proposta buscou rever estes conceitos e adaptar o sistema *Kanban* também para malharias.

Um dos pontos que reforçam esta adaptação é de que a metodologia proposta está voltada para malharias que fazem parte de uma cadeia produtiva de uma empresa, formato comumente encontrado em grandes empresas do setor têxtil. Estas grandes empresas, geralmente, dominam todo, ou quase todo, o processo têxtil que inclui a Fiação, Malharia, Beneficiamento e Manufatura (Corte e Costura). Neste caso haveria um interesse comum dentro da cadeia produtiva em otimizar o fluxo como um todo.

Contudo, a dinâmica de cálculo e acompanhamento, proposta na metodologia, permite que ela possa ser aplicada também a Malharias que forneçam malhas para outras empresas. Neste caso, a limitação seria a necessidade de se ter uma visão de parceria entre estes clientes e a Malharia, no sentido de se obter informações sobre a previsão da demanda, necessárias para o planejamento do sistema *Kanban*.

Este capítulo iniciou apresentando a metodologia proposta sob uma visão macro de suas etapas; identificadas como *Pré-projeto*, *Ação* e *Acompanhamento*, posteriormente cada uma das três etapas que constituem esta visão macro foi detalhada em seus passos componentes. No próximo capítulo, uma aplicação prática da metodologia será descrita, o que permitirá no capítulo final desta dissertação, tecer as conclusões e recomendações acerca da viabilidade do trabalho.

4- APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

4.1. Introdução

A indústria têxtil é considerada como sendo uma das mais antigas do mundo. Acham-se incluídas neste tipo de indústria todas as empresas com atividades compreendidas entre a fabricação de fibras, ou filamentos, e o acabamento final de fios, ou tecidos.

O foco principal deste trabalho consiste em propor uma metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema *Kanban* interno em Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil, no sentido de aumentar a eficiência geral do setor e contribuir com ganhos de competitividade para a cadeia produtiva da Indústria Têxtil como um todo.

Apesar da metodologia proposta no capítulo anterior ser passível de adaptação para aplicação em qualquer tipo de Malharia, conforme dito anteriormente, ela foi concebida para aplicação em Malharias que fazem parte da cadeia produtiva de uma empresa. Desta forma, a empresa escolhida para validação é uma empresa de grande porte e de alta representatividade dentro do mercado nacional, com domínio de toda a cadeia produtiva, desde a tecelagem das malhas até a confecção final das peças de vestuário.

Para apresentar a aplicação da metodologia proposta, este capítulo foi estruturado da seguinte forma: primeiro é apresentada a empresa e seu respectivo sistema de produção de malhas, onde se deu a implantação analisada, e as partes da empresa que têm maior interatividade com a Malharia; na seqüência serão apresentadas de que forma as etapas da Metodologia proposta foram sendo aplicadas, ressaltando quais foram as limitações que demandaram adaptações para uma correta aplicação; uma vez relatada a experiência de aplicação, serão apresentados os resultados alcançados e as considerações finais do capítulo.

4.2. Sistema Produtivo da Empresa

A empresa alvo da aplicação da Metodologia proposta neste trabalho apresenta-se como sendo uma empresa de classe mundial com uma produção na ordem de 600 toneladas/mês de malhas e 80.000 peças/dia. Recentemente tem direcionado contínuos investimentos para a modernização de seu parque industrial, que são evidenciados pela compra de equipamentos de última geração, no desenvolvimento de processos mais eficientes, sistemas computacionais de corte, racionalização de operações e implementação de novas técnicas de produção, na qual se insere a aplicação do *Kanban*. A empresa apresenta um fluxo produtivo como ilustrado na Figura 4.1.

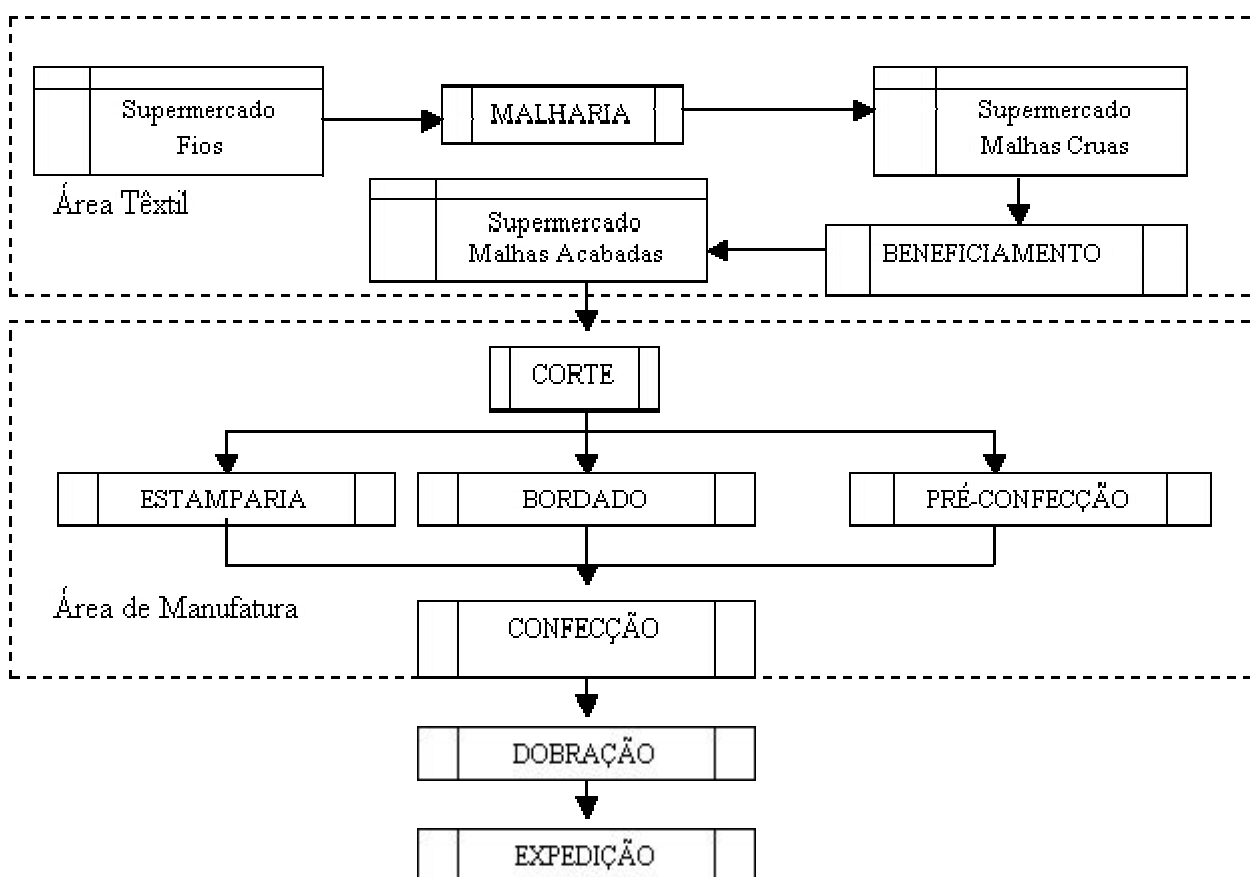


Figura 4.1 - Fluxo produtivo da empresa pesquisada.

A empresa tem hoje sua produção verticalizada, partindo do uso do fio como matéria-prima principal para a produção das malhas até a completa confecção das

peças de vestuário comercializadas. Sendo assim, apresenta um processo produtivo complexo, envolvendo diversas etapas de produção, como se pode observar na Figura 4.1.

Os departamentos de Vendas, Sistemas, Suprimentos, Engenharia, Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Desenvolvimento de Produto são considerados como sendo departamentos de apoio e não estão diretamente envolvidos na produção dos bens acabados.

Os departamentos de Malharia e Beneficiamento constituem a área Têxtil da empresa que fornecem as malhas beneficiadas para as próximas etapas. Os departamentos de Corte, Estamparia, Bordado e Confecção definem a área de Manufatura da empresa que processa as malhas beneficiadas em peças acabadas.

Os departamentos de Dobração e Expedição são as últimas etapas do processo produtivo a partir da qual os bens produzidos finalmente serão colocados no mercado para comercialização.

Em função do envolvimento profundo com a metodologia proposta, os departamentos de PCP, Malharia e Beneficiamento serão melhor detalhados para uma plena compreensão da dinâmica de reposição do supermercado de malhas cruas.

4.2.1. Planejamento e Controle da Produção

O departamento de PCP utiliza o sistema de informação corporativo existente para executar suas atividades através da emissão de relatórios e consultas ao banco de dados da empresa.

Baseado na previsão de vendas, nos estoques de referências disponíveis e nas informações técnicas fornecidas pelo departamento de Engenharia formula-se um Planejamento-Mestre da Produção (PMP) explodido em referências, gerando as chamadas Ordens de Produção (OPs) com uma frequência e carga semanal de

referências a serem produzidas.

Pela explosão da estrutura das referências, as ordens de produção (OP) semanais, geradas no PMP dão origem às ordens de fabricação específicas para os diferentes setores. Desta forma são originadas as Ordens de Corte (OC), que, por sua vez, dentro da área têxtil dão origem às Ordens de Beneficiamento (OB) e às Ordens de Malharia (OM), conforme é apresentado na Figura 4.2.

Além destas ordens, também são geradas as outras ordens que acionam a área de manufatura, como as Ordens de Confeção (OCo), Ordens de Estamparia (OE), Ordens de Lavação (OL) e Ordens de Bordado (OBo).

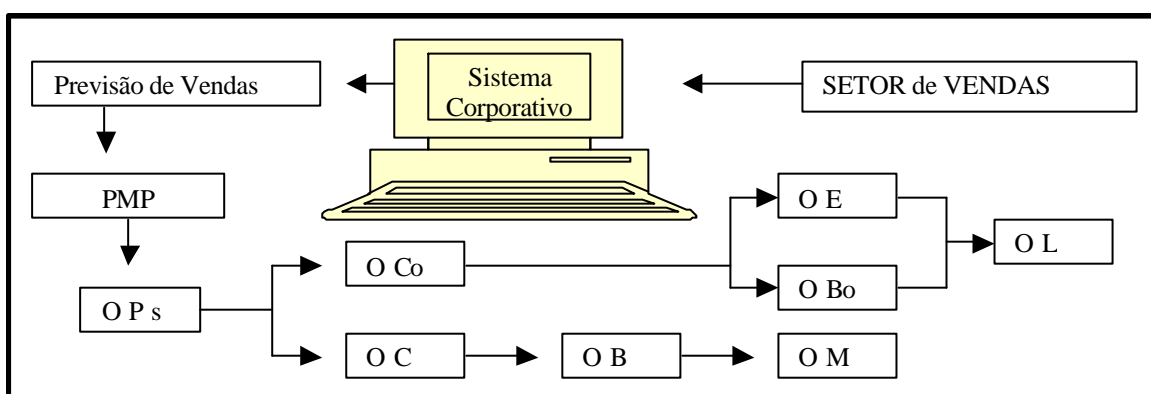


Figura 4.2 - Fluxo de informações gerado pelo PCP.

A programação da produção é feita, levando-se em conta a disponibilidade dos recursos necessários, tendo-se como regra básica propor uma programação que respeite a capacidade instalada do setor, levando-se em conta as paradas para manutenção e *setups* dos equipamentos.

O PCP também é responsável por monitorar a execução das Ordens de Produção e as negociações de ajustes de capacidade necessárias.

O *lead time* produtivo teórico das referências é de 28 dias, conforme mostra a Figura 4.3. Onde tem-se 18 dias úteis destinados para a produção, dos quais 4 dias são gastos com a programação da produção, os outros 10 dias são destinados

para as operações de venda e expedição da produção.

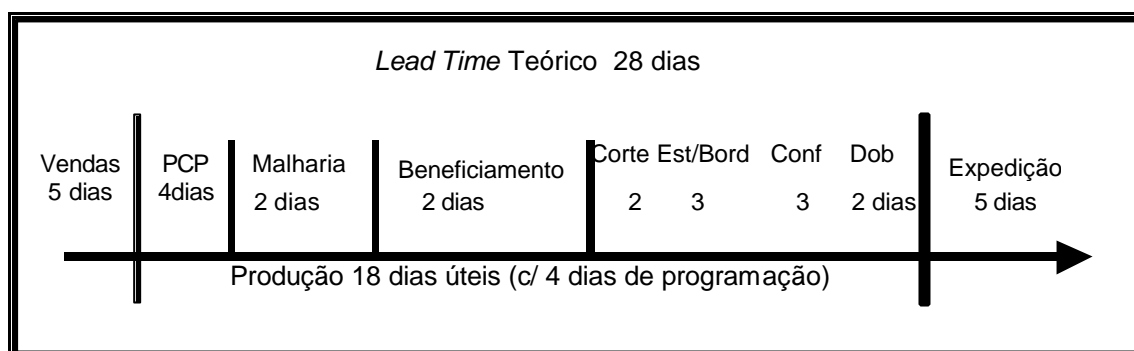


Figura 4.3 - Lead time teórico.

No entanto, problemas por falta de malhas cruas e/ou malhas prontas, assim como a reposição de lotes que tiveram problemas durante alguma das etapas de produção resulta em um atraso da produção, elevando o *lead time* atual para 44 dias em média.

4.2.2. Malharia

A Malharia é o início do processo de transformação da matéria-prima em produto acabado. Como matéria-prima, têm-se os diversos tipos de fios (algodão, poliamida, elastano, poliéster e viscose) que podem ser crus ou tingidos. Como produto final deste setor, têm-se diferentes malhas produzidas, tais como moleton, cotton lycra, ribana, piquet, moletinho, meia malha e malhas trabalhadas.

Para efeito de distribuição da mão-de-obra, os teares da malharia foram organizados em células produtivas, compostas em média por 8 teares com 2 tecelões para cada uma delas. Este arranjo físico confere, ao setor, alto nível de flexibilidade, possibilitando uma grande variação do mix de produção, podendo-se direcionar cada célula, ou, até mesmo, teares dentro das células, para malhas diferentes. A Malharia tem uma capacidade instalada que possibilita uma produção máxima entre 25 e 30 toneladas/dia, dependendo das diferentes malhas desenvolvidas para as coleções. Os tecelões podem ser considerados polivalentes, pois operam diferentes tipos de teares.

As malhas produzidas são armazenadas no Supermercado de Malhas Cruas (SMC), em rolos ou fraldas, onde ficam aguardando para comporem um lote de tingimento, de acordo com a respectiva Ordem de Beneficiamento (OB). O transporte destas malhas dos teares para o SMC é feito pela figura do carregador, que transporta os rolos ou fraldas assim que ficam prontos nos teares em um pequeno carro de movimentação. Levando-se em consideração que a distância física entre setores é pequena, o tempo despendido na movimentação dos lotes de malhas pode ser considerado irrelevante para efeitos de análise.

Recentemente o setor teve sua área física ampliada, assim como novos teares foram adquiridos para suprir a crescente demanda existente no mercado. A configuração da capacidade produtiva do setor é apresentada na Figura 4.4 de acordo com a relação dos equipamentos em funcionamento, sendo que a taxa de produção varia com o tipo de malha que esta sendo produzida, mas em média tem-se para os teares mono frontura uma taxa de 25 kg/hora e para os teares dupla frontura 16 Kg/hora.

Devido às características de flexibilidade reunidas no setor, tanto dos teares como dos operadores, e do potencial de melhoria quanto ao atendimento do cliente Beneficiamento, a Malharia foi escolhida para sediar a implantação do projeto piloto de controle da produção via sistema *Kanban*, conforme será apresentado em detalhes no decorrer deste capítulo.

| TIPOS de TEARES | QUANTIDADE |
|-----------------|-------------|
| Retilíneos | 15 unidades |
| Semi Jacquard | 11 unidades |
| Jacquard total | 04 unidades |
| Circulares | 97 unidades |
| TOTAL | 127 teares |

Figura 4.4 - Relação de teares da Malharia.

4.2.3. Beneficiamento

O Beneficiamento é composto por uma série de processos necessários para dar acabamento e cor às malhas que seguirão para a operação de corte e subsequente

confeção em peças de vestuário. Estes processos podem ser agrupados em Tinturaria e Acabamento.

Na Tinturaria é onde as malhas provenientes do SMC são tingidas de acordo com as OBs programadas, utilizando-se de diversos produtos químicos tais como: corantes reativos, dispersos, enxofre, ácidos e naftol. O processo de tingimento é todo automatizado. As receitas vêm impressas por computador e os equipamentos as implementam automaticamente. O tintureiro fica responsável por abastecer os equipamentos com as malhas, observar a operação, retirar as malhas após a conclusão do ciclo e, finalmente, encaminhar o lote de malhas tingidas para a próxima operação.

Apesar de todas as facilidades oferecidas pelos modernos equipamentos de tinturaria, vários são os fatores de ordem técnica que restringem a formação dos lotes, resultando em um sequenciamento complexo de se efetuar e podem levar à atrasos no fluxo produtivo bem como consumos irregulares de malhas cruas do SMC.

Durante a etapa de Acabamento, as malhas passam por uma série de outros processos com objetivo de melhoria no toque, tais como: estabilidade da malha, secagem, controle de encolhimento, compactação e felpagem. Ainda durante o acabamento, as malhas são todas revisadas de acordo com os padrões estabelecidos de qualidade. No caso da ocorrência de defeitos, as malhas são encaminhadas para o retrabalho, caso contrário, seguem o fluxo normal da produção, sendo armazenadas no Supermercado de Malhas Acabadas (SMA) que abastece a área de Manufatura da empresa.

4.3. Implantação do Sistema *Kanban* na Malharia

A metodologia proposta para implantação do sistema *Kanban* em Malharias foi escalonada no tempo em três etapas distintas, conforme detalhado na Figura 3.1 do capítulo anterior. Dentro do longo prazo, definiu-se a etapa de *Pré-projeto* como

primeiramente voltada para a obtenção do apoio da Alta Direção da empresa, no sentido de se levantar as barreiras para operar mudanças substanciais na fábrica. Em seguida, se procede a análise da aplicabilidade da técnica no sistema produtivo em estudo, e, por último, apresenta-se a realização de todo o planejamento das ações e definições de responsabilidades para a condução do projeto. Acima de tudo, esta é uma etapa de diagnóstico e planejamento do projeto.

Dentro do horizonte de médio prazo, passa-se para a etapa de *Ação*, onde tudo é preparado para que o sistema *Kanban* possa ser implantado com sucesso. Esta etapa contempla todo o dimensionamento do sistema, a adequação dos recursos físicos necessários, os passos de informação e treinamento das pessoas envolvidas e, por último, a implantação propriamente dita do sistema.

Uma vez implantado o sistema, no curto prazo, tem-se a etapa de *Acompanhamento* do mesmo. No sistema *Kanban*, para as Malharias que trabalham com seu ciclo produtivo, regido por uma demanda sazonal, que se alterna conforme se alteram mudanças de coleções no decorrer do ano, o monitoramento é fundamental para se identificar potenciais alterações da demanda prevista, e se proceder aos ajustes necessários nos parâmetros de número de lotes no supermercado e capacidade de teares focados de forma a permitir uma reação adequada a estas mudanças de demandas.

No caso da implantação da metodologia na Malharia da empresa analisada, cabe lembrar que, para se implantar o Projeto Piloto na coleção de Verão 2001, foi necessário se iniciar as etapas de *Pré-Projeto* e *Ação* ainda durante as coleções anteriores, a fim de garantir que tudo estivesse pronto a tempo.

Em vista de ter sido uma implantação inédita na empresa, ressalta-se a importância de se ter estabelecido um Projeto Piloto na aplicação da técnica. Elegeu-se um grupo seletivo de itens que apresentavam as características favoráveis à implantação. Além de testar a funcionalidade do sistema, esta primeira experiência serviu para disseminar os conceitos pela fábrica e validar a metodologia de aplicação, conforme será detalhado na seqüência do capítulo.

4.3.1. Aplicação da Etapa *Pré-Projeto*

Como se tratou de uma implantação inédita na empresa, todos os trabalhos de análise e implantação do Sistema *Kanban*, na Malharia, tiveram o apoio de uma consultoria externa.

A equipe consultora ficou responsável por: inicialmente conduzir esta etapa de *Pré-Projeto*, até a definição do Grupo *Kanban* e Coordenador do projeto; e, posteriormente, acompanhar todo o desenvolvimento do sistema, até que a Metodologia de aplicação tenha sido satisfatoriamente validada.

Em consenso com a Alta Direção, ficou definido que o espaço de tempo referente a duas coleções consecutivas seria suficiente para validar a Metodologia, assim como desenvolver as ferramentas e as competências internas necessárias para dar continuidade aos trabalhos.

O primeiro passo, durante esta etapa, foi o de conseguir o apoio incondicional da Alta Direção da empresa para se promover as mudanças necessárias no sentido de se aplicar a Metodologia proposta.

Neste aspecto, não existiram maiores dificuldades, uma vez que a Alta Direção via neste projeto a oportunidade de resolver problemas de atendimento do Beneficiamento.

Sendo assim, desde o início, a Alta Direção sempre deu crédito e acompanhou o desenvolvimento do projeto. Com esta postura de sustentar o desenvolvimento do sistema, ficou bem mais simples de se conseguir o comprometimento dos demais colaboradores envolvidos, sendo esta uma condição vital para processo de mudança iniciado.

A Alta Direção promoveu uma aproximação maior entre setores distintos dentro da empresa, como os setores de Vendas, Engenharia, PCP, Malharia e

Beneficiamento, mobilizando as pessoas pertinentes para que se estabelecessem discussões sobre a melhor forma de se proceder as mudanças, quais as implicações práticas nos diferentes setores da empresa, como estabelecer a colaboração intersetorial, quais as novas rotinas a serem criadas, com que alocação de recursos, enfim, a discussão inicial passou por definir qual a melhor maneira de se implantar o novo sistema proposto e analisar de que forma e em que intensidade se daria o impacto na organização.

Apesar de não se tratar de grandes investimentos, os recursos necessários para o novo sistema foram prontamente disponibilizados assim que requisitados, o que demonstrou a forte colaboração da Alta Direção no sentido de viabilizar o sucesso da implantação.

Com o apoio da Alta Direção da empresa conquistado, o próximo passo dentro desta etapa de *Pré-Projeto* foi a Análise de Viabilidade técnica do setor Malharia. Este passo foi conduzido pela equipe de consultoria externa, e se caracterizou por um intenso levantamento de informações e dados técnicos do setor, tais como: levantamento dos fluxos de material e informações, capacidade de produção instalada no setor, *setups* existentes e duração dos mesmos, relacionamento com os demais setores, confiabilidade das informações obtidas para a programação e execução da produção, turnos de trabalho existentes, número de colaboradores em cada turno, formas de movimentação dos rolos de malha, tipos de matérias-primas, número e relacionamento com os fornecedores de fios, diversidade de malhas produzidas, flexibilidade do mix de produção, grau de polivalência dos operadores e outras informações pertinentes ao setor.

O alvo de implantação foi direcionado para a coleção Verão de 2001, sendo assim, os trabalhos foram iniciados durante a coleção Inverno de 2001. Para as malhas da coleção alvo, foi aplicada a técnica da curva de Pareto ou Classificação ABC das malhas, conforme apresentado no Capítulo 2.

O objetivo desta classificação, segundo o volume demandado de malha na coleção, foi identificar a existência de concentração de demanda em alguns itens.

A classificação foi feita com os dados referentes à coleção Verão 2001 e apresentou a seguinte curva, ilustrada na Figura 4.5.

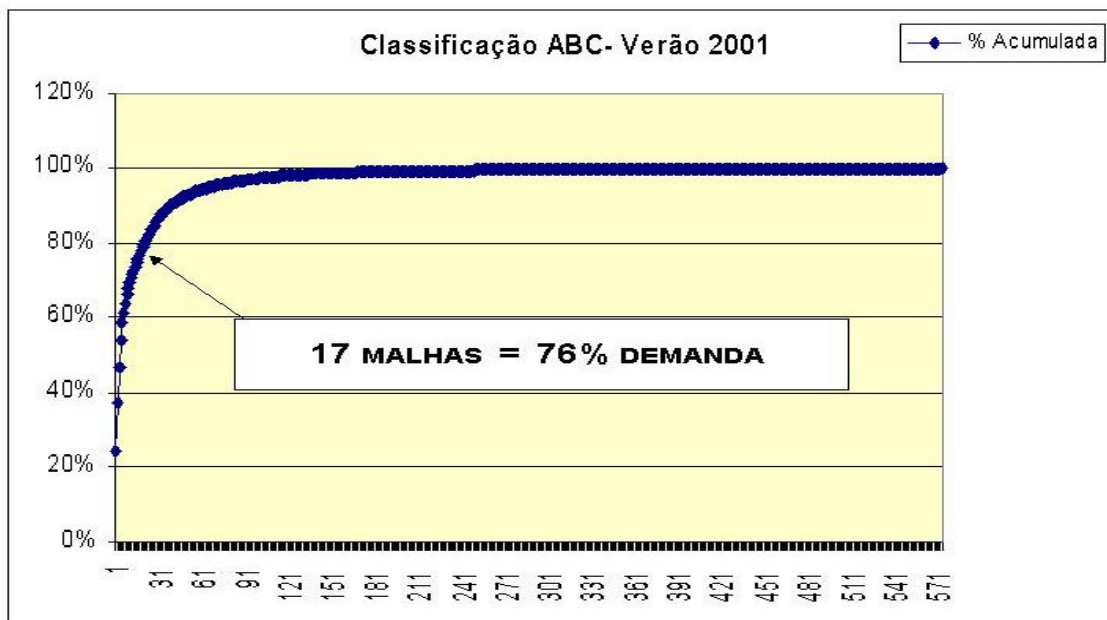


Figura 4.5 - Classificação ABC das malhas da coleção Verão 2001.

Como pode ser visto na Figura 4.5, para esta coleção em questão, existia uma concentração elevada de demanda em determinadas malhas, o que na prática, segundo a Metodologia proposta neste trabalho, justifica e favorece a aplicação da técnica *Kanban* no setor. Neste caso, ficou aparente que a técnica seria altamente viável nesta Malharia. Na Figura 4.6 é apresentado a quantidade de malhas por classe e seu respectivo Coeficiente de Giro.

| Número de Malhas | Classificação ABC | % da Demanda | Coeficiente de Giro |
|------------------|-------------------|--------------|---------------------|
| 17 | A | 76% | 1,2 dias |
| 23 | B | 14% | 7,5 dias |
| 534 | C | 10% | 12 dias |

Figura 4.6 - Coeficiente de Giro.

Conforme o gráfico apresentado na Figura 4.5, dentro do total das 574 malhas que compunham a coleção em questão, as 17 primeiras malhas concentravam aproximadamente 76% de toda a demanda analisada, os 24% da demanda restante estavam distribuídos entre as 557 malhas que completavam a coleção. Desta forma,

optou-se por definir estas 17 primeiras malhas como as malhas classe A. Como malhas classe B, identificou-se as 23 malhas seguintes que, juntas, somavam mais 14% da demanda, e, por último, as 534 malhas restantes, que somavam os 10% finais da demanda, foram classificadas como malhas classe C.

Posteriormente, durante a etapa de *Ação*, na qual foi dimensionado o tamanho dos supermercados de cada uma das classes de malhas, esta classificação ABC foi usada nos cálculos de dimensionamento, estabelecendo-se um coeficiente de giro em dias para cada classe, conforme será melhor detalhado na explicação desta etapa. Confirmada a viabilidade técnica de aplicação do *Kanban* nesta Malharia, deu-se seqüência a esta etapa de *Pré-Projeto*, partindo para a formação do Grupo *Kanban*, que ficou responsável por conduzir os trabalhos a partir da etapa de *Ação*, durante a qual o sistema foi estruturado para funcionar.

Seguindo a Metodologia proposta, procurou-se formar um grupo multidisciplinar, envolvendo, além das pessoas do próprio setor, as pessoas dos setores de PCP e Beneficiamento que interagem com a Malharia como fornecedores e clientes. A coordenação geral do Grupo *Kanban* ficou alocada ao Gerente da Malharia, fazendo parte também deste grupo a equipe de consultoria externa.

Um treinamento gerencial sobre os conceitos envolvidos na operacionalização do sistema *Kanban* foi ministrado pelo consultor externo para todo o Grupo *Kanban* e pessoas chaves da produção. Este foi um treinamento mais elaborado, que abordou diversos dos assuntos tratados durante a Revisão Bibliográfica deste trabalho. O treinamento ocorreu em uma única sessão de aproximadamente 2 horas de duração, onde, principalmente, os chefes de turno e ferramenteiros foram bastante incentivados a fazer uma análise crítica sobre a proposta de mudança, focando sempre o caráter prático de operação. Algumas contribuições por parte destes colaboradores foram bastante significativas durante as etapas subseqüentes de preparação e operação do sistema, como por exemplo o *lay out* do quadro.

Definiu-se uma freqüência de reuniões semanal, onde se discutia todas as questões pendentes para preparação, implantação e acompanhamento do sistema

Kanban na Malharia. Já em sua primeira reunião, quando o grupo foi formado, montou-se um cronograma de ações, conforme é apresentado na Figura 4.7.

Procurou-se definir um cronograma que atendesse aos prazos de troca de coleção, de forma a viabilizar a implantação de um projeto piloto desde o começo da coleção Verão 2001. Prazos muito apertados ou muito longos, que provavelmente se mostrariam irrealistas ou desmotivadores, foram evitados afim de não se gerar frustrações desnecessárias logo no início do projeto.

Foram criados indicadores de progresso para cada uma das tarefas relacionadas no cronograma da Figura 4.7. A este respeito, pode-se dizer que tais indicadores funcionaram como marcos de cumprimento das tarefas, facilitando, ao grupo o acompanhamento dos prazos previstos para execução de todas as etapas do projeto.

| Tarefas | Indicadores de Progresso | Mês | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | |
| Análise de Viabilidade | Sistema analisado | ■ | | | | | | | | | | | |
| | Classificação ABC | | | ■ | | | | | | | | | |
| | Viabilidade identificada | | | | ■ | | | | | | | | |
| Formação do Grupo <i>Kanban</i> | Coordenador definido | | | | | | | | | | | | |
| | Grupo constituído | | | | | | | | | | | | |
| | Treinamento realizado | | | | | ■ | | | | | | | |
| | Indicadores definidos | | | | | | ■ | | | | | | |
| | Projeto detalhado | | | | | | | ■ | | | | | |
| Dimensionamento | Lote Padrão definido | | | | | | | | | | | | |
| | Fórmula de cálculo definida | | | | | | | | | | | | |
| | Planilha desenvolvida | | | | | | | | | | | | |
| Adequação dos Recursos | Layout definido | | | | | | | | | | | | |
| | Supermercado pronto | | | | | | | | | | | | |
| | Quadros preparados | | | | | | | | | | | | |
| | Cartões preparados | | | | | | | | | | | | |
| | Contenedor definido | | | | | | | | | | | | |
| Treinamento Operacional | Workshop realizado | | | | | | | | | | | | |
| | Pessoas treinadas | | | | | | | | | | | | |
| Implantação | Supermercados montados | | | | | | | | | | | | |
| | Quadros posicionados | | | | | | | | | | | | |
| | Controle iniciado | | | | | | | | | | | | |
| Acompanhamento | Identificação de desvios | | | | | | | | | | | | |
| | Ações corretivas tomadas | | | | | | | | | | | | |
| | Monitoramento da Demanda realizado | | | | | | | | | | | | |

Figura 4.7 - Cronograma do Projeto.

Com os prazos e tarefas detalhadas no Cronograma definido pelo Grupo *Kanban* teve-se o início da etapa de Ação da Metodologia, que será apresentada a seguir.

4.3.2. Aplicação da Etapa Ação

Como descrito na Metodologia, esta etapa tem duas abordagens diferentes: uma para as Malhas A e B e outra para as Malhas C. Em função disto, optou-se por operar a mudança do sistema de controle da produção em dois momentos.

Primeiramente, com a aplicação de um Projeto Piloto, durante a coleção Verão 2001, envolvendo somente as Malhas A e B, e posteriormente, na coleção seguinte, Inverno 2002, com aplicação da técnica a todas as malhas desde o início da coleção, inclusive às Malhas C.

Na coleção Verão 2001, por se tratar de um Projeto Piloto, esta fase caracterizou-se essencialmente pelo intenso aprendizado do Grupo. Neste sentido, por um lado, a simplicidade do sistema favoreceu uma implantação harmônica e gradual, que foi facilmente aceita pelos setores envolvidos, e por outro lado, alguns resultados quase imediatos fortaleceram a teoria de aplicabilidade da técnica ao setor, o que trouxe um maior interesse e engajamento de todos na mudança.

Nesta fase piloto do projeto, o objetivo principal era a implantação do *Kanban* para o controle das Malhas A e B, que por, serem em menor variedade e concentrarem cerca de 90% de todo o volume da demanda, conforme apresentado na Figura 4.5, favoreciam e simplificavam a implantação do sistema.

Esta aplicação, como era previsto, ocorreu tranqüilamente e sem maiores problemas, trazendo resultados rapidamente e possibilitando um entendimento gradual e duradouro sobre os conceitos envolvidos no sistema de puxar a produção, o que facilitou o segundo momento da implantação para as Malhas C

Conforme é apresentado na Figura 3.4, a etapa de Ação divide-se nas fases de dimensionamento, seguido da adequação dos recursos e treinamento operacional, que podem ocorrer simultaneamente, e, por último, a fase de implantação.

As mesmas fases foram aplicadas tanto ao Projeto Piloto, abrangendo somente as Malhas A e B, como na coleção Inverno 2002, envolvendo todas as malhas, como será detalhado a seguir.

Dimensionamento

Uma vez definido os detalhes do Projeto Piloto, deu-se início à etapa de dimensionamento do sistema. Os dados levantados durante a fase de Análise de Viabilidade juntamente com outros dados obtidos do sistema corporativo, foram, então, usados para os cálculos de dimensionamento.

Montou-se uma planilha de dimensionamento do número de *Kanbans* e necessidade de teares para cada uma das malhas, como mostra a Tabela 4.1.

| Malha | Classe | Coef. de Giro (dias) | Demanda OP (Kg) | Demanda Diária (Kg) | Lote <i>Kanban</i> (Kg) | Número <i>Kanban</i> | Taxa Produção (Kg/h) | Teares |
|-------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| 151 | A | 1,2 | 19000 | 3800 | 16 | 285 | 18,73 | 8,45 |
| 191 | A | 1,2 | 14000 | 2800 | 37,5 | 90 | 23,87 | 4,88 |
| 1074 | B | 7,5 | 2000 | 400 | 35 | 86 | 14,40 | 1,15 |
| 511 | B | 7,5 | 3875 | 775 | 37,5 | 155 | 29,24 | 1,10 |
| 5346 | C | 12,0 | 365 | 73 | 16 | 55 | 14,60 | 0,42 |
| 1745 | C | 12,0 | 250 | 50 | 16 | 38 | 19,38 | 0,21 |

Tabela 4.1 – Planilha de cálculo.

A primeira decisão foi referente ao tamanho de lote padrão adotado. Por questões de transporte e armazenagem, optou-se por definir o lote padrão como sendo unitário, ou seja, um cartão era equivalente a um único rolo de malha produzido.

No entanto, como rolos de diferentes malhas têm pesos distintos, em função dos equipamentos de produção usados e das características da estrutura da malha, os lotes padrões variavam de 16 a 37 Kg por rolo. Pequenas variações também podiam ocorrer entre o peso de rolos da mesma malha, mas estas foram desconsideradas,

estabelecendo-se um lote padrão por malha para efeito do cálculo dos números de *Kanbans*.

Como se pode ver na Tabela 4.1, para cada registro de malha tem-se sua respectiva classificação ABC e seu Coeficiente de Giro, que foi estabelecido em 1,2 dias para a classe A, 7,5 dias para a classe B e 12 dias para a classe C, e representa o tempo em dias para esta malha girar no supermercado, incluindo sua segurança. Com isso, pôde-se calcular o número de cartões *Kanbans* para cada malha aplicando a fórmula:

$$\text{Número de } \textit{Kanbans} = [(\text{demanda diária} / \text{lote } \textit{Kanban}) * \text{Coeficiente de Giro}]$$

Para a malha 151 da classe A, por exemplo, com uma demanda diária de 3800 Kg eram necessários 285 cartões que deveriam ser renovados no SMC em 1,2 dias. Para a malha 1074 da classe B, com uma demanda diária de 400 Kg, eram necessários 86 cartões para se ter um giro de 7,5 dias. Enquanto que para a malha 1745 da classe C, com uma demanda diária de 50 Kg, eram necessários 38 cartões para se manter um giro de 12 dias.

Uma informação importante dentro da estrutura da metodologia proposta diz respeito ao número de teares que serão focados a determinadas malhas. Conforme relatado no capítulo anterior, as malhas da classe A terão vários teares a sua disposição, as malhas da classe B terão pelo menos um, enquanto as malhas da classe C deverão ser agrupadas em grupos com familiaridade de *setups* para ocuparem um tear. Para se efetuar o cálculo do número de teares necessários na Tabela 4.1 usou-se a fórmula:

$$\text{Número de Teares} = (\text{demanda diária} / 24 \text{ h}) / \text{Taxa de Produção}$$

Aplicando-se esta fórmula, obteve-se que, para a malha 151, eram necessários 8,45 teares, para a malha 1074, eram necessários 1,15 teares, e para a malha 1745 eram necessários apenas 0,21 tear.

Em função destes cálculos, como proposto pela metodologia, para as malhas da classe A, foram direcionados vários teares, focados nestas malhas, no sentido de fazer com que a reposição destes *Kanbans* se desse de forma contínua, logo, por exemplo, a malha 151 foi alocada à uma célula com 9 teares e a uma coluna específica no quadro porta-*Kanbans*. No caso das malhas da classe B pelo menos um tear era alocado a esta malha.

Como o nível de demanda das malhas C não justificava a focalização de equipamentos para a produção de uma única malha, foi necessário proceder a uma análise comparativa dos tempos de *setup* entre malhas, para agrupá-las em grupos com afinidades de *setup*. As malhas que tinham menor *setup* entre si foram agrupadas e um mesmo equipamento ficou alocado para a produção de diversos itens, que eram produzidos em maior quantidade, porém menos freqüentemente.

Os dados de entrada para alimentar a Planilha de Cálculo foram obtidos diretamente do sistema de informações corporativo, e se resumiam, basicamente, ao valor de demanda prevista para os próximos períodos.

Dos cálculos efetuados pela Planilha, resultou o número de *Kanbans* por malha, assim como o número necessário de Teares para a focalização da produção.

Com o número de cartões calculados, foi possível, então, definir o tamanho do supermercado e tamanho do Quadro. De acordo com o número de Teares necessários para produção das malhas, pode-se definir a focalização da produção, ou seja, quais Teares seriam dedicados à produção de quais malhas.

Como dito anteriormente, nas grandes empresas do setor têxtil, a dinâmica de vendas e produção consiste em, ao lançar uma coleção nova no mercado, produzir com antecedência um nível de estoque de peças acabadas, baseado em previsões. E, a medida em que os pedidos dos clientes forem entrando e os níveis de estoques de produtos acabados forem baixando, passa-se a repô-los.

A este respeito, pode-se dizer que na fase inicial da coleção todo o

dimensionamento foi feito, baseado em previsões de venda, seguindo as tendências de mercado, e, posteriormente, foi realizado com base em vendas reais e níveis de estoques atuais. Neste primeiro momento, na etapa de *Ação*, foi utilizada a demanda média diária com base na previsão inicial, e, a medida em que os pedidos dos clientes foram entrando, dentro da etapa de *Acompanhamento*, conforme será apresentado no decorrer deste capítulo, a demanda prevista foi substituída pela demanda real ajustando o dimensionamento inicial para a realidade confirmada.

✍️ Adequação dos Recursos

Com os números do dimensionamento calculados, deu-se início à preparação das partes físicas do sistema, que se resumiu basicamente em: definir o cartão *Kanban* e suas informações, definir os quadros *Kanban* e seus posicionamentos, definir a estrutura do supermercado e sua dinâmica de reposição.

Começando pela definição do cartão *kanban*, optou-se por usar um envelope contendo apenas o código da Malha, no qual era inserida a Ordem de Malharia (OM), que continha todas as informações referentes a este lote de malha. Desta forma, a introdução do *Kanban* no setor não causou maiores complicações, uma vez que se conservou o uso das OMs.

Na Figura 4.8, é apresentado o lote *Kanban*, neste caso um único rolo de malha, com seu cartão inserido.

Na coleção Verão 2001, durante a implantação do Projeto Piloto, teve-se a produção controlada de forma puxada através do *Kanban* nas Malhas A e B e, controlada, de forma empurrada, nas Malhas C. Algumas malhas, mesmo sendo da classe C, foram incluídas nesta etapa piloto tendo em vista sua afinidade com uma malha A ou B, não exigindo *setup* para sua produção.

Neste sentido, preparou-se um quadro central, conforme apresentado na Figura 4.9, onde foram controladas as malhas do Projeto Piloto.



Figura 4.8 - Lote *Kanban* e cartão.

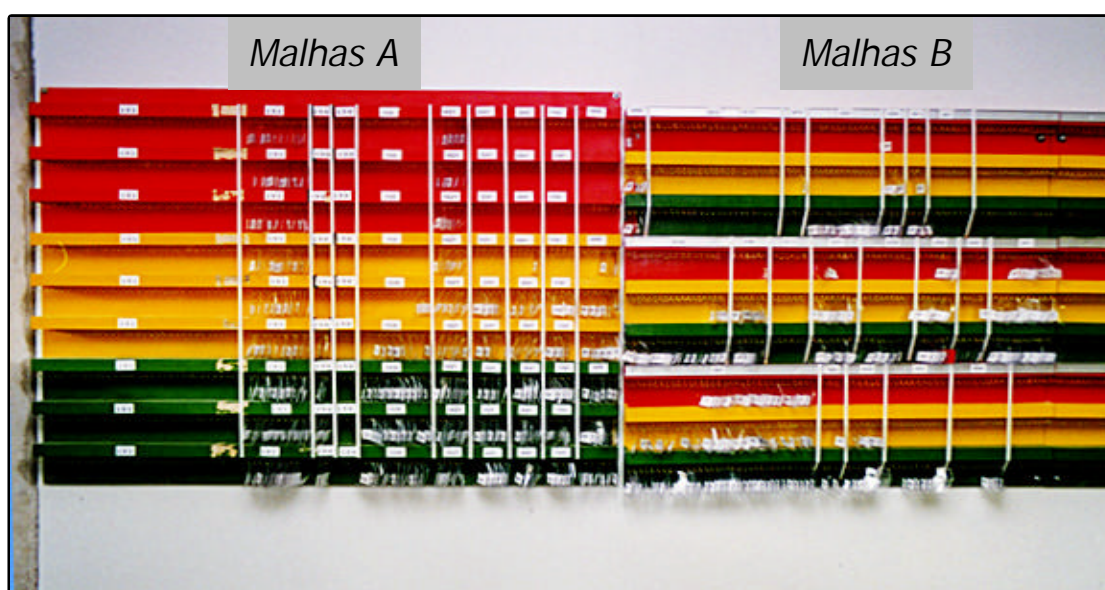


Figura 4.9 - Quadro *Kanban* das malhas A e B.

Neste quadro, as malhas (ou malhas afins) foram diferenciadas em colunas exclusivas, tendo tantas colunas quantas foram as Malhas A e B e com as linhas divididas pelas cores verde, amarelo e vermelho, estabelecendo, assim, a relação de prioridade que orienta as ações de curto prazo. O quadro foi posicionado estrategicamente de forma a atender aos diversos grupos de teares focalizados para a produção destes itens, classificados como A e B.

O número de posições para fixação dos cartões *Kanbans* de cada malha foi planejado para absorver variações, visto que a demanda das malhas tende a ser variável em função de diferenças entre o previsto, no início de uma coleção, e o real, durante o período de vendas.

Na coleção seguinte, quando o sistema foi expandido para todas as malhas, outro modelo de quadro foi criado, conforme apresentado na Figura 3.5, para o controle das demais malhas, com baixo volume de produção. Este quadro foi dedicado a um mesmo tear, ou grupo de teares, no qual as malhas de baixo volume, como dito antes, foram agrupadas de acordo com a afinidade de produção entre elas.

Durante esta coleção Inverno 2002, todas as malhas foram controladas via *Kanban*, utilizando-se os dois modelos de quadro apresentados. De acordo com a Metodologia, o quadro para as Malhas C foi dividido em apenas duas colunas, cada qual equivalente a uma semana. A primeira coluna, referente à semana atual, orientava a produção do momento, e os cartões desta coluna, que foram recolhidos na semana anterior, eram seqüenciados pelo operador do tear de forma a privilegiar o *setup* da máquina, sendo que toda a produção seqüenciada tinha que ser produzida até o final da semana. A segunda coluna funcionava somente para a coleta dos cartões consumidos durante a semana atual, mas que só eram posicionados para produção na semana seguinte a esta.

A dinâmica, criada com este Quadro, está de acordo com o coeficiente de giro de 12 dias, que garante um estoque no SMC quinzenal para essas malhas. Por exemplo, um item que foi consumido hoje, teve seu cartão lançado na coluna de coleta, que, por sua vez, somente será lançado para produção na semana seguinte, ou seja, a partir da data de consumo do item, sua reposição pode demorar até duas semanas inteiras e os estoques no SMC devem atender ao cliente neste período.

Os quadros alocados para as Malhas C foram posicionados junto ao Quadro central das Malhas A e B. No caso de um tear, ou grupo de teares, terminar toda a produção da semana atual, este deveria puxar os cartões da semana de coleta. Caso este termine com toda a produção das duas semanas, deveria ,então, puxar a produção alocada para outro tear ou grupo de teares, segundo orientação do programador da produção.

Para a armazenagem das malhas produzidas, optou-se por trabalhar com um

supermercado central, já existente na empresa, chamado de supermercado de malhas cruas (SMC). Durante o Projeto Piloto, as malhas controladas por *Kanban* tiveram uma separação física das demais e, de acordo com número de cartões calculados, alocou-se a área requerida para cada uma das malhas dentro do supermercado, conforme é apresentado na Figura 4.10.



Figura 4.10 - Supermercado de Malhas Cruas (SMC).

Já na coleção Inverno 2002, o SMC teve que ser adequado para receber todas as demais malhas controladas pelo *Kanban*. De acordo com os números do dimensionamento de cada uma das malhas, estas tiveram os devidos espaços alocados no SMC, obedecendo a um *layout* onde as malhas A e B, que são constantemente movimentadas, foram posicionadas mais próximas da Malharia, enquanto as Malhas C ficaram alocadas mais ao fundo do SMC.

Os teares, que já eram agrupados de acordo com suas características técnicas, foram simplesmente alocados para a produção focalizada de uma malha ou grupo de malhas. Sendo assim, não houve necessidade de realizar mudanças de *layout* dentro da Malharia, que permaneceu como mostra a Figura 4.11.



Figura 4.11 - *Layout* da Malharia.

O transporte dos rolos de malhas até o SMC é feito pelos carregadores, que, de tempos em tempos, passavam pela Malharia, recolhendo todos os rolos produzidos com um pequeno carro de transporte, levando-os para a pesagem e seus respectivos locais no SMC. No SMC colocou-se uma caixa de coleta para os cartões consumidos, que, uma vez coletados, eram posicionados nos quadros na Malharia pelo mesmo carregador que fazia o transporte das malhas para o SMC, de forma que, quando este retornava à Malharia para recolher as malhas, já levava consigo os cartões que eram lançados nos quadros.

Treinamento Operacional

Esta fase da etapa de *Ação* foi iniciada em paralelo às mudanças físicas que estavam sendo efetivadas nos setores, ou seja, enquanto se procedia a adequação dos recursos produtivos, os demais colaboradores envolvidos estavam sendo treinados e informados sobre o funcionamento do novo sistema.

Procurou-se sincronizar os treinamentos operacionais com a montagem física do sistema, de forma a possibilitar que logo na seqüência ao treinamento se desse início ao sistema puxado. Uma vez que as sessões de treinamento foram

relativamente rápidas, em média 1 hora por sessão, o que definiu o início do funcionamento do sistema foi realmente a fase de adequação dos recursos.

Os treinamentos operacionais foram ministrados pelos Chefes de Turno, que já tinham participado do treinamento gerencial dado ao Grupo *Kanban*, logo no início do projeto. Participaram dos treinamentos operacionais todos os demais colaboradores envolvidos na operacionalização do sistema, tais como os tecelões, almoxarifes, carregadores e ferramenteiros. A estratégia de formar os Chefes de Turno como sendo os multiplicadores dos conceitos foi muito bem aceita, uma vez que estes já conheciam bem o grupo com o qual tinham uma relação de respeito estabelecida, o que contribuiu para o bom andamento dos treinamentos.

O material usado durante o treinamento foi semelhante ao usado para o treinamento gerencial, sendo de fácil compreensão, e estruturado em forma de pequenos manuais, onde foram apresentados os objetivos, os princípios por trás da filosofia JIT, as técnicas específicas do sistema *Kanban*, exemplos e problemas em potencial.

Uma vez que o sistema físico já estava praticamente montado, após a apresentação dos conceitos em sala de aula, o grupo em treinamento foi levado para conhecer o sistema in loco, realizando-se simulações no ambiente real, o que possibilitou que as últimas dúvidas existentes fossem levantadas e esclarecidas. Esta simulação no ambiente real também favoreceu ao surgimento de sugestões operacionais, muitas das quais foram analisadas e colocadas em prática no funcionamento do sistema.

Desde o começo do projeto, tinha-se a certeza da importância desta fase do treinamento operacional, por isso não se pouparam esforços para se garantir um treinamento completo e eficaz, uma vez que foram essas pessoas treinadas, as responsáveis por conduzir a produção, de acordo com os novos conceitos introduzidos. Logo após a finalização de todos os treinamentos, deu-se início ao funcionamento do sistema, passando a controlar as Malhas A e B segundo os princípios da filosofia JIT, conforme é apresentado a seguir.

Implantação

De acordo com a estratégia adotada para implantar o *Kanban* na empresa, como colocado antes, optou-se por proceder à implantação completa em duas coleções consecutivas. Na primeira coleção, introduziu-se somente as malhas de alto volume e na coleção seguinte, quando a técnica já estava dominada, estendeu-se o sistema para as demais malhas, aplicando a técnica a todas as malhas, desde o início da coleção.

Com o sistema montado fisicamente e todos os colaboradores treinados, teve-se a implantação propriamente dita das malhas A e B no sistema puxado, seguindo a ordem prevista na Metodologia, ou seja:

1. Emissão dos cartões *Kanbans* – emitiu-se os cartões *Kanbans* calculados na planilha para as malhas A e B;
2. Montagem do quadro *Kanban* – alocou-se os espaços necessários para estas malhas no quadro *Kanban* correspondente;
3. Montagem da malha no SMC – produziu-se tantos rolos quantos necessários de cada malha em questão e alocou-os junto com os cartões em local predefinido no SMC;
4. Iniciar a produção puxada – excluiu-se estas malhas da programação empurrada e autorizou-se a dinâmica de programação e controle via *Kanban*.

Desta forma, este grupo de malhas pertencentes ao Projeto Piloto foi implantado na coleção Verão 2001. Foi muito significativo ter-se optado por dividir a implantação por partes, priorizando o início com as malhas de alto volume, fazendo com que a transição do sistema tenha sido tranqüila, o que possibilitou aos colaboradores um aprendizado gradual, assim como um aumento da credibilidade da nova técnica.

Da mesma forma, para a coleção Inverno 2002, quando todas as malhas foram incluídas no sistema simultaneamente, a implantação destas se deu seguindo a mesma ordem descrita acima. A inclusão das malhas desde o início da coleção foi especialmente importante no caso das malhas C, que, por terem um ciclo de produção mais longo, necessitaram de um prazo maior para poderem ter sua produção repetida durante a coleção.

Com a etapa de *Pré-projeto* (longo prazo) e a de *Ação* (médio prazo) concluídas, ao se introduzir as malhas no SMC e a dinâmica de puxar a produção pela inclusão dos cartões *Kanbans* no quadro, entrou-se na esfera do curto prazo dentro do sistema, chamada aqui de etapa de *Acompanhamento*.

4.3.3. Aplicação da Etapa Acompanhamento

A partir do momento em que os itens foram inclusos no sistema, já se entrou na etapa de curto prazo da Metodologia proposta no Capítulo 3 de *Acompanhamento* da produção. Etapa essa que foi vital para os ajustes referentes às diferenças entre os valores de demanda projetados no começo da coleção e os valores efetivados durante a coleção.

De acordo com a dinâmica das Malharias, conforme já foi colocado antes, trabalhou-se com dois tipos de informações sobre os valores de demanda. Durante o planejamento da coleção, na etapa de *Pré-Projeto*, a informação obtida diretamente do PCP era dos valores de demanda média, baseados em previsão de venda, uma vez que o momento de produção das malhas ocorre muito antes da venda propriamente dita. Em um segundo momento, quando as vendas realmente começaram a existir, os valores de demanda foram alterados e a informação repassada é baseada nas vendas reais, o que, em muitos casos, apresenta diferenças consideráveis dos valores iniciais projetados no começo da coleção, vindo inclusive a fazer com que determinadas malhas mudem de classe.

Referente ao acompanhamento da produção, pode-se dizer que basicamente as atividades de acompanhamento são divididas em duas atividades principais: o

acompanhamento semanal da produção, e o acompanhamento da troca de coleção.

Na empresa, a rotina semanal de acompanhamento é executada com o auxílio de uma planilha de cálculo, semelhante à usada no Dimensionamento, onde os valores de demanda, obtidos do sistema de informações corporativo, semanalmente, entram na planilha e substituem a demanda anterior. Depois calculam-se os novos números de cartões e o número de teares para as malhas. Este novo dimensionamento é comparado com o dimensionamento atual, e, caso a diferença seja superior, ou inferior a 20%, procede-se ao rebalanceamento do sistema físico atual, acrescentando, ou retirando cartões e teares para estas malhas.

A variação da demanda é comum no ambiente que envolve as Malharias, sendo assim, desde que a premissa básica de se respeitar a capacidade de produção instalada pelo PCP seja respeitada, não existiam maiores problemas com esta dinâmica de acrescentar ou retirar cartões do sistema. Eventualmente, variações muito significativas acarretaram atrasos na produção, pois exigiam que teares fossem realocados para produção de outras malhas, incorrendo em operações de *setup* não previstas. Nestas situações extremas aconteceu de se ter malhas que chegaram a mudar de classe, o que acarretou a mudança do valor do coeficiente de giro usado na planilha destas malhas.

A atividade de acompanhamento destina-se também a monitorar o evento de troca de coleção, quando há uma mudança considerável no mix de malhas produzidas. No caso da coleção Verão 2001, da qual só fizeram parte as Malhas A e B, este monitoramento não chegou a ser uma atividade crítica, uma vez que estas malhas tinham um giro alto e o estoque gerado pôde ser facilmente consumido nas últimas semanas da coleção, bastando simplesmente não repor os cartões consumidos, ou repô-los em menor número, de forma a atender a demanda final, cuidando para não produzir além do necessário.

Por outro lado, na coleção Inverno 2002, quando todas as malhas estavam na dinâmica do *Kanban*, a atividade de acompanhamento mostrou-se muito importante no sentido de terminar a coleção com o menor estoque possível de malhas cruas.

Especialmente no caso das malhas C, que tinham um ciclo quinzenal de produção, ou seja, caso fosse produzido um lote de produção dessas malhas no final da coleção, muito dificilmente estes rolos de malha seriam consumidos até o final da coleção.

Sendo assim, com uma antecedência de quatro semanas, passou-se a realizar um acompanhamento diário da demanda dessas malhas, através de uma Planilha de Cálculo, como apresentada na Tabela 4.2, onde com os valores da demanda prevista até o final da coleção calcula-se o total, em Kg de malhas, necessário para atender a coleção e visualiza-se a quantidade de malhas em estoque, permitindo, assim que se equilibre o número de cartões com a demanda futura.

| Malhas | Classe | Últimas OPs da coleção (Kg) | | | | TOTAL (Kg) | Saldo SMC (Kg) | N° KB Atual (Kg) | N° KB Calculado (Kg) |
|--------|--------|-----------------------------|-------|------|------|------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | OP47 | OP48 | OP49 | OP50 | | | | |
| 151 | A | 11000 | 10200 | 9300 | 8000 | 38500 | 2325 | 4560 | 1925 |
| 191 | A | 7800 | 7500 | 7025 | 6950 | 29275 | 1125 | 2200 | 1463 |
| 1074 | B | 1756 | 1640 | 1320 | 1540 | 6256 | 235 | 400 | 312 |
| 511 | B | 2700 | 2500 | 2345 | 2115 | 9660 | 300 | 650 | 483 |
| 5346 | C | 312 | 285 | 264 | 270 | 1131 | 46 | 70 | 56 |
| 1745 | C | 267 | 231 | 202 | 198 | 898 | 28 | 60 | 45 |

Tabela 4.2 - Planilha de troca de coleção.

Um banco de dados foi projetado para armazenar os dados analisados durante toda a coleção, no entanto, não foi possível terminar esta ferramenta antes do final da coleção Inverno 2002, que foi a última analisada neste trabalho.

O objetivo principal desta ferramenta é auxiliar toda esta fase de *Acompanhamento*, incluindo nela: a rotina de cálculo semanal, a rotina de troca de coleção, e a rotina de planejamento da próxima coleção, que é iniciada em paralelo ao monitoramento da troca de coleção. Ou seja, enquanto, por um lado, está se acompanhando os estoques e demandas das malhas da coleção vigente afim de evitar uma sobra excessiva de malhas ao final, por outro lado, está se iniciando as

etapas de *Pré-Projeto* e *Ação* para a próxima coleção, através do estudo de viabilidade da coleção e dimensionamento do supermercado inicial.

Além disso, o banco de dados possibilita a coleta de dados sobre o desempenho do sistema no atendimento ao cliente e aos tipos de problemas que ocorreram, o que forma uma base de dados consistente para diversos tipos de análises futuras.

No Anexo II são apresentadas as telas usadas no *Banco de Dados de Acompanhamento do Sistema Kanban*.

4.4. Resultados Alcançados

Como forma de acompanhar o desempenho do sistema *Kanban* na implantação da lógica de puxar a produção de malhas cruas foram acompanhados alguns indicadores básicos: o índice de pontualidade da Malharia, o estoque médio do SMC e o saldo final do SMC na troca de coleções.

O índice de pontualidade, obtido pelo percentual em quilos entregues no prazo da OP para o Beneficiamento, indica como está se dando o atendimento ao cliente, no caso, o Beneficiamento, pela Malharia.

A pontualidade é medida entre setores, evidenciando a capacidade dos setores em atender às necessidades de seus clientes internos.

O nível de estoque médio do SMC, aponta a quantidade média de malhas cruas em estoque.

O índice de pontualidade passou a ser levantado a partir da OP38 de 2001, ou seja, na terceira semana de setembro de 2001, quando se iniciou efetivamente a dinâmica de inclusão das malhas A e B no sistema *Kanban*, e vem sendo monitorado desde então. O desempenho do índice de pontualidade pode ser visto na Figura 4.12.

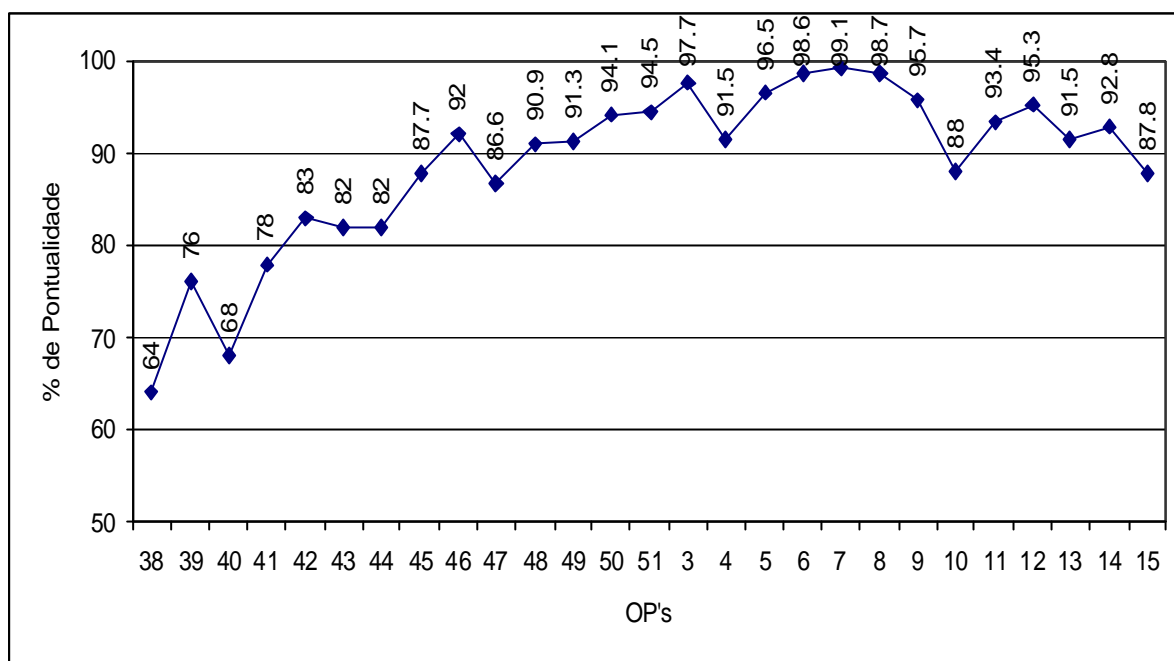


Figura 4.12 - Desempenho do Índice de Pontualidade.

Como pode ser visto na Figura 4.12 a pontualidade da Malharia estava na casa dos 70% no início da implantação e foi subindo gradualmente até a OP46, em novembro de 2001, chegando aos 92% de pontualidade. A partir daí, subiu-se até o patamar de 97,7% na OP3, onde já estavam implantadas as malhas classe C no sistema com a introdução da coleção inverno 2002, e chegou-se até a OP9 com índices excelentes, muito perto da meta de 100%. Na OP10, problemas de reposição de malhas em teares gargalos reduziram o índice para 88%, voltando em seguida para faixas superiores aos 90%. Na OP15, a última incluída nesta análise, a pontualidade baixou para 87,8% em função da entrada na OP das malhas para montagem do mostruário, não passível de controle pelo sistema *Kanban*, visto ainda serem malhas em planejamento que, uma vez confirmadas na coleção e previstas suas demandas, serão motivo da formação do estoque pulmão para início da nova coleção dentro da lógica *Kanban*.

Quanto à questão da pontualidade no sistema *Kanban* implantado, cabe comentar dois aspectos: um em relação ao uso da informação e outro em relação à origem dos problemas que não permitem atingir-se 100% de pontualidade.

Quanto aos problemas detectados nas reuniões semanais de acompanhamento do sistema, cabe ressaltar que não foram identificados problemas com a dinâmica do sistema *Kanban* em si, mas sim uma gama de problemas que impactam na pontualidade em função de fatores externos, como:

- ✎ programações acima da capacidade de recursos gargalos ou acima da previsão anteriormente utilizada para dimensionar os níveis de estoques;

- ✎ a falta de fios tintos;

- ✎ taxas de produção superdimensionadas no projeto e conseqüente gargalo dos recursos;

- ✎ reposições de malhas por problemas de qualidade, entre outros.

Para se atingir 100% de pontualidade, problemas como estes devem ser solucionados.

Neste ponto, o acompanhamento do índice da pontualidade incentivou a busca pelas causas dos problemas acima levantados, pois acredita-se que somente com uma ação definitiva, de eliminação das causas primárias, que tais problemas serão impedidos de acontecerem novamente, caracterizando uma ação corretiva adequada e efetiva. Neste sentido, foi criado um grupo de trabalho para acompanhar, analisar e sugerir soluções para os problemas relacionados à pontualidade no setor Têxtil da empresa.

O outro indicador básico acompanhado foi o nível de estoque médio no SMC, que inclui, tanto as malhas dentro da dinâmica do sistema *Kanban*, como aquelas que, por algum motivo, não puderam ser incluídas no sistema. A Figura 4.13 apresenta um gráfico com estes dados levantados a partir de março de 2001.

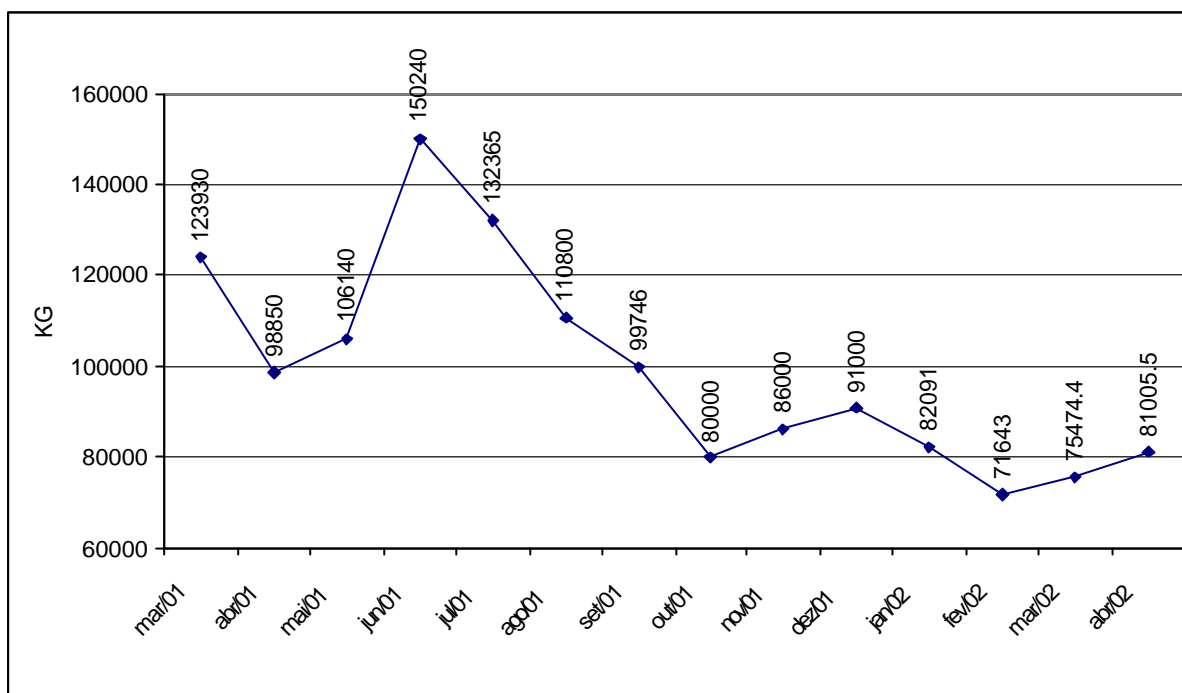


Figura 4.13 - Desempenho do Índice Estoque Médio do SMC.

Como pode ser observado, os estoques médios do SMC chegaram a patamares de 150 toneladas em junho de 2001 e, gradativamente, foram se reduzindo para o nível de 80 toneladas em outubro de 2001, após a introdução das malhas A e B no sistema *Kanban*. Em parte, esta redução inicial deu-se devido à organização e limpeza do estoque de malhas, retirando-se malhas de coleções anteriores que se encontravam fora de produção e que, com o sistema *Kanban*, ficaram “muito” visíveis e ocupando espaços para a montagem do pulmão da nova coleção. A outra parte da redução, deveu-se ao aumento de giro dado nas malhas, visto que as malhas classe A foram projetadas para um giro de 1,2 dias e as B para 7,5 dias de demanda, como já detalhado. A partir deste ponto, conseguiu-se manter o estoque médio do SMC sob controle e organizado na dinâmica do *Kanban* em patamares inferiores a 80 toneladas, e, com a introdução das malhas C, pode-se reduzir até abaixo de 70 toneladas, com exceção de dois pontos: em dezembro de 2001 e abril de 2002, em função da necessidade de se montar o pulmão da nova coleção.

Cabe ressaltar que, em relação ao controle do nível de estoques no SMC, o sistema *Kanban*, em função de só repor o que realmente está sendo usado, não permite o aumento descontrolado do nível do estoque, a não ser que a demanda

prevista, utilizada para cálculo do número de cartões, aumente. Desta forma, o sistema *Kanban* garante um nível máximo de estoques projetados. Por outro lado, caso a demanda prevista diminua, para diminuir também o nível de estoques no SMC, deve-se recalcular o novo número de cartões.

Um terceiro indicador de desempenho da implantação do sistema *Kanban*, não menos importante, ligado ao SMC está relacionado ao nível de estoques “que sobram” ao final de uma coleção, conforme ilustrado na Figura 4.14.

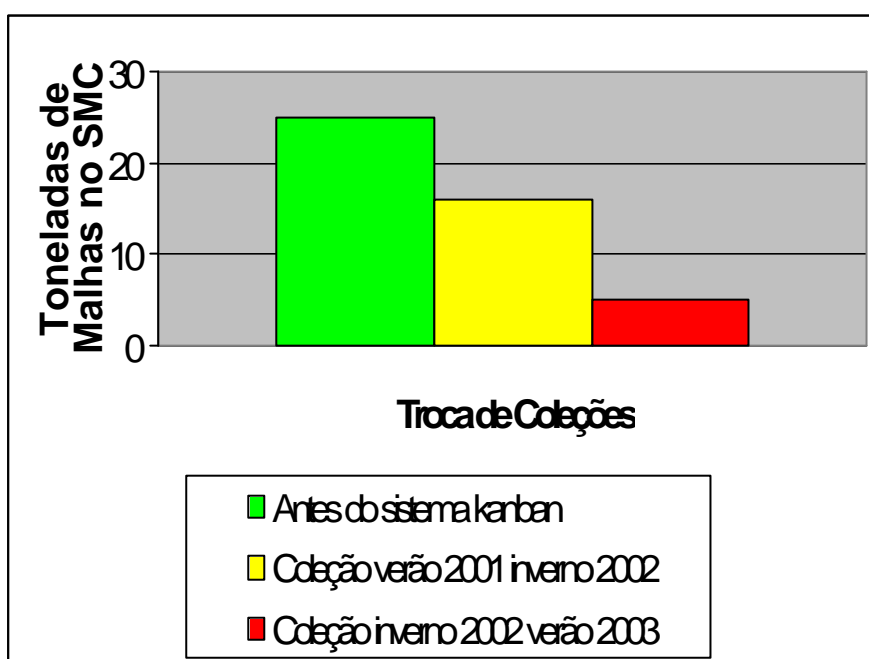


Figura 4.14 - Desempenho do Índice Saldo Final SMC na troca de coleção.

Antes da implantação do sistema, sobravam, em média, 25 toneladas de malhas cruas. Já na mudança da coleção Verão 2001 para a coleção Inverno 2002, com as malhas classe A e B no sistema *Kanban*, obteve-se um saldo final de 16 toneladas de malhas no SMC. Na troca da coleção Inverno 2002 para a coleção Verão 2002 (que irá ocorrer na OP21), com todas as malhas controladas via *Kanban* e a dinâmica de acompanhamento de mudança de coleções implantada, espera-se um saldo final inferior a cinco toneladas.

Além destes indicadores quantitativos, cabe ressaltar alguns aspectos

qualitativos na implantação do sistema *Kanban* na Malharia. A implantação do *Kanban* ocorreu muito suavemente e não causou quaisquer interrupções no processo de produção visto que foi projetado para não interferir no fluxo de informações já utilizado. Como colocado no início deste trabalho, o *Kanban* funciona como ferramenta de controle de produção e como ferramenta de aperfeiçoamento.

O *Kanban* adicionou um elevado nível de transparência ao processo. Com auxílios visuais e procedimentos diretos, vários problemas foram identificados durante a fase de implementação. Entre eles estavam:

- ✂✂ Armazenagem inadequada das malhas no SMC, dificultando a montagem das cargas de tingimento;
- ✂✂ Montagem antecipada de cargas de malhas com medo de não entrega no momento oportuno;
- ✂✂ Desbalanceamento entre produção e consumo de malhas;
- ✂✂ Programação da produção, privilegiando grandes lotes para evitar *setups*;
- ✂✂ Excesso de *Setups*, quando os grandes lotes eram trocados, reduzindo a capacidade efetiva dos teares;
- ✂✂ Malhas fora de produção, estocadas junto com as malhas de coleção.

Grande parte destes problemas foram sendo resolvidos com a própria implantação do Sistema *Kanban*, que trouxe resultados quase imediatos. A simples identificação e a busca conjunta por ações corretivas, viáveis por parte do Grupo de Pontualidade, já trouxeram melhoras substanciais. Com a implantação do sistema *Kanban*, diversos melhoramentos tornaram-se visíveis, tais como:

- ✂✂ Maior organização e visibilidade no SMC;

- ✍✍ Diminuição do tempo da montagem das cargas para os tingimentos e simplificação das tarefas dos montadores;
- ✍✍ Montagem das cargas apenas no momento oportuno, visto haver garantia de abastecimento das malhas;
- ✍✍ Aumento da satisfação dos colaboradores;
- ✍✍ Aumento de confiança na provisão de malhas;
- ✍✍ Racionalização nas atividades de programação e controle da Malharia, reduzindo *setups* e organizando melhor as tarefas dos mecânicos;
- ✍✍ Melhor controle sobre a situação das malhas e sobre a capacidade real de responder a uma OP futura;
- ✍✍ Implantação de um calendário de eventos, dentro do calendário geral da Marisol, para organizar o fluxo de informações e atividades necessárias para o planejamento da Malharia.

Finalizando, cabe ressaltar que o sistema *Kanban*, implantado na área Têxtil da empresa analisada, é um sistema baseado nas *pessoas*, assim, necessita de um constante monitoramento com envolvimento de todos os participantes, sejam os analistas de PCP, sejam os operadores, que estão manuseando os cartões, e, esta motivação deve ser constantemente monitorada e estimulada.

4.5. Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foi apresentada a experiência de aplicação da metodologia proposta no capítulo 3 em uma grande empresa da área têxtil. Inicialmente apresentou-se a empresa na qual foi aplicada a metodologia, ressaltando-se seu

sistema produtivo e detalhando-se as áreas de maior envolvimento com a aplicação do *Kanban*. A seguir, de acordo com as etapas previstas na metodologia, foi apresentado de que forma cada uma delas foi sendo cumprida dentro da empresa. Conforme colocado antes, optou-se por escalonar a aplicação da metodologia durante duas coleções consecutivas, a fim de se proceder a uma mudança gradual no sistema produtivo da empresa.

Não é surpreendente que os resultados obtidos durante a coleção Inverno 2002 tenham sido melhores do que os obtidos na anterior. É muito significativo lembrar que as mudanças implementadas demandaram que certos paradigmas na empresa fossem quebrados, ou seja, conceitos básicos, antes tidos como verdades absolutas, foram sendo substituídos por novos conceitos. Somente com os resultados positivos alcançados é que foi possível quebrar a inerente resistência à mudança, existente em qualquer ambiente profissional.

A expectativa é de que os resultados continuem sendo ainda melhores a cada coleção implementada, pois se acredita que, à medida em que o sistema continue proporcionando bons resultados, mais pessoas estarão se engajando em eliminar as causas de problemas residuais, muitas das quais tem suas origens em outros departamentos da empresa que não a Malharia.

Deve ser notado neste ponto, que a implementação do *Kanban* não faz com que os problemas desapareçam automaticamente. Ao invés disto, o *Kanban* torna os problemas identificáveis. Apenas após a sua subsequente eliminação são obtidos os resultados desejados. Devido às características do *Kanban*, o processo de melhorias é contínuo e permite um desafio constante à gerência para otimizar a suas operações. De fato, o foco pode e deve ser expandido para outras áreas do negócio.

No próximo capítulo, serão apresentadas as conclusões finais do trabalho desenvolvido, ressaltando-se o alcance dos objetivos estabelecidos, as limitações encontradas e, por último, as sugestões para novos trabalhos complementares a este.

5- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Resgatando, do Capítulo 1, a questão de pesquisa norteadora do trabalho: *será que o sistema kanban, aplicado com sucesso em tantos outros sistemas produtivos, não seria uma alternativa interessante para se gerenciar o fluxo de informações e produção nas Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil?* Buscou-se como objetivo principal, propor uma metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema *Kanban* interno em Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil.

Em paralelo, no intuito de atingir o objetivo geral, trabalhou-se nos seguintes objetivos específicos: revisar a bibliografia sobre a filosofia JIT/TQC e o sistema *Kanban* a fim de estabelecer a base conceitual necessária para o desenvolvimento de uma metodologia de aplicação deste sistema em Malharias; estudar, em detalhes, as nuances do sistema produtivo em Malharias, assim como das demais partes da cadeia têxtil, relacionadas com ela, para identificar o potencial de aplicação do sistema *Kanban*; identificar as ações de longo, médio e curto prazos necessárias para compor uma metodologia de implantação do sistema *Kanban* em Malharias; implantar o sistema *Kanban*, seguindo a metodologia proposta, em uma Malharia, a fim de comprovar o pressuposto de aplicabilidade deste sistema neste tipo de indústria, e, ainda, desenvolver um Banco de Dados que servisse como ferramenta de suporte, tanto para a fase de planejamento como, para a rotina operacional do sistema *Kanban*.

Neste sentido, no o Capítulo 2, procedeu-se à revisão bibliográfica sobre os assuntos envolvidos, particularmente a filosofia JIT/TQC e o sistema *Kanban*, pesquisando-se os principais autores de livros, artigos e periódicos sobre o tema. Desta revisão bibliográfica, pôde-se concluir que a grande maioria dos trabalhos relatados abordava, como tema, comparações entre os sistemas empurrado *versus*

puxado. Outro ponto muito presente nas publicações foi a questão referente ao dimensionamento e otimização do número de cartões dentro de um sistema baseado em retiradas. Muito pouco, ou quase nada, se encontrou sobre a aplicação do *Kanban* em sistemas produtivos com grande variedade de itens que tenham um curto ciclo de vida, como é o caso de Malharias. Em particular não se encontrou nenhum relato de experiências, mesmo que mal sucedidas, de aplicação do sistema *Kanban* neste tipo de processo produtivo. Sendo assim, pode-se afirmar que o presente trabalho veio trazer uma contribuição teórica importante e inédita para o tema.

A partir desta constatação, no Capítulo 3, desenvolveu-se a Metodologia para a análise de viabilidade e implementação do sistema *Kanban* interno em Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil. Para tanto, foi necessário identificar que ações de longo, médio e curto prazos iriam compor a metodologia, fazendo com que a mesma fosse dividida em três etapas distintas. A etapa de *Pré-Projeto*, que se caracterizou basicamente por ser uma etapa de diagnóstico e levantamento de dados do sistema produtivo, voltada para identificar a viabilidade de aplicação da técnica. A etapa de *Ação*, onde, após atendidos os requisitos de funcionamento, é montado o sistema para operação. Por último, a etapa de *Acompanhamento*, que diz respeito ao monitoramento do sistema, onde os desvios existentes são identificados e as ações pertinentes são tomadas.

Uma vez desenvolvida a metodologia, no Capítulo 4, buscou-se implantar o sistema *Kanban* em uma Malharia, a fim de comprovar o pressuposto de aplicabilidade deste sistema neste tipo de indústria. Como relatado, aplicando-se a metodologia dentro de um ambiente, real pôde-se validar o pressuposto de que é possível se utilizar o sistema *Kanban* com sucesso, dentro de sistemas produtivos com grande variedade de itens que tenham um curto ciclo de vida, como é o caso de Malharias. A partir da aplicação prática da metodologia, foi possível também fazer um levantamento claro e objetivo dos problemas e suas origens dentro das Malharias.

A este respeito, é importante colocar que as condições encontradas dentro da

empresa onde foi feita a aplicação favoreceram o sucesso da implantação e funcionamento do sistema, sejam elas:

✍️✍️ Concentração de demanda em determinados grupos de malhas:

- Ao se analisar a demanda de uma coleção, pôde-se constatar grande concentração em determinados tipos de malhas que permitiram um tratamento diferenciado e simplificador na montagem da lógica de funcionamento do sistema *Kanban*;

✍️✍️ Previsão de demanda relativamente confiável:

- Como a Malharia fazia parte de uma cadeia produtiva têxtil, o planejamento da produção era conjunto, a partir da definição das chamadas OPs semanais, permitindo uma visão clara da demanda futura que foi utilizada para o dimensionamento do supermercado, tanto para a formação do mesmo no início de uma coleção, como para a desaceleração da rotina de reposição ao final de uma coleção.

✍️✍️ Capacidade de produção flexível:

- O sistema produtivo da empresa era bastante flexível, com mais de 120 teares na Malharia que permitiam a produção a partir de lotes de 26 quilos;

Um ponto muito importante que não estava listado como pressuposto inicial, mas que veio facilitar e estimular a busca por soluções, diz respeito aos níveis de estoques existentes na Malharia quando do início da aplicação, que permitiram que fossem montados supermercados para a dinâmica do sistema *Kanban* sem a necessidade de aumentá-los, muito pelo contrário, como relatado, a organização conseqüente da implantação do sistema proporcionou uma grande redução dos níveis de estoque.

Em relação ao atendimento do segundo objetivo específico proposto no Capítulo 1, pode-se dizer que, durante o desenvolvimento da etapa de *Pré-Projeto* da metodologia, fez-se necessário proceder a um levantamento do funcionamento das demais áreas da empresa, desde o funcionamento do processo de vendas e aquisição de suprimentos, até o processo de desenvolvimento dos produtos e entrega destes. Com isso, foi possível estudar, em detalhes, as nuances do sistema produtivo em Malharias, assim como das demais partes da cadeia têxtil, relacionadas com ela, para identificar o potencial de aplicação do sistema *Kanban*.

Uma constatação significativa, oriunda da aplicação do modelo em um ambiente real, foi a importância de se ter confiabilidade nas informações obtidas do sistema corporativo, principalmente nas informações referentes à previsão de demanda, utilizadas durante o dimensionamento e monitoramento do sistema. A falta de acuracidade destas informações é ainda mais crítica durante a fase de planejamento da nova coleção. Enquanto, por um lado, está se monitorando os estoques da coleção atual para evitar sobras em excesso, por outro, está se preparando o sistema para receber a nova coleção. Um dimensionamento errôneo neste momento acarretará em um desbalanceamento da produção, que por sua vez, irá repercutir na forma de atrasos durante boa parte da coleção.

Quanto a isto, um problema crítico para o funcionamento adequado da metodologia proposta, identificado a partir de sua aplicação, é o surgimento de demandas não previstas oriundas de reposições de produção defeituosa que só são detectadas em etapas mais a frente, como corte ou costura. Tais reposições demandam a produção de lotes complementares de malhas cruas. Caso esta demanda complementar não esteja prevista na demanda empregada para cálculo do sistema, ela irá trazer problemas de abastecimento, principalmente se forem de malhas classe C onde os lotes disponíveis no supermercado são pequenos.

Apesar destes problemas identificados, pode-se concluir também que a metodologia proposta, além de proporcionar a melhoria da performance logística do setor e se mostrar uma excelente ferramenta para gerenciar e otimizar o nível de estoques, trouxe grande transparência interna para o sistema produtivo,

possibilitando que os problemas existentes se tornassem evidentes e, a partir desta evidência, propiciasse a implantação de uma dinâmica de análise de causa e efeito dos mesmos.

Como atendimento ao último objetivo específico, ao final da aplicação prática da Metodologia, foi desenvolvido um Banco de Dados que servirá como ferramenta de suporte, tanto para a fase de planejamento, como para a rotina operacional do sistema *Kanban*. Tem-se a expectativa de que, com o uso desse Banco de Dados, os procedimentos administrativos, referentes à produção, tornem-se ainda mais simplificados.

Encerrando-se estas conclusões, pode-se responder à questão de pesquisa formulada afirmando que: *o sistema kanban, aplicado com sucesso em tantos outros sistemas produtivos, é uma alternativa viável para se gerenciar o fluxo de informações e produção nas Malharias pertencentes a uma cadeia produtiva têxtil!* A seguir, para encerrar o trabalho, são colocadas algumas recomendações julgadas interessantes para que trabalhos futuros nesta área possam ampliar a resposta obtida.

5.2. Recomendações

Considerando-se o escopo deste trabalho, e suas limitações descritas no Capítulo 1, seguem algumas sugestões de temas a serem abordados em trabalhos futuros que direta, ou indiretamente, levantem estas limitações e ampliem o escopo do atual trabalho.

Como a primeira limitação deste trabalho é de que a metodologia proposta está voltada para malharias que fazem parte de uma cadeia produtiva de uma empresa, onde haveria um interesse comum dentro desta cadeia produtiva em otimizar o fluxo de materiais como um todo e as informações, principalmente sobre a demanda futura, propõem-se desenvolver uma nova metodologia para ser aplicada também a Malharias que forneçam malhas para outras empresas. Onde, neste caso, os

clientes da Malharia seriam outras empresas, e a grande limitação a ser analisada pela metodologia seria a necessidade de se ter uma visão de parceria entre estes clientes e a Malharia no sentido de se obter informações sobre a previsão da demanda, necessárias para o planejamento do sistema *Kanban*.

Como o outro ponto limitante do trabalho é o de que ele está calcado em um fluxo de informações confiáveis e as informações usadas para operacionalizar o sistema *Kanban* são obtidas, em parte, diretamente do sistema de informações corporativo. Pode-se estender o escopo deste trabalho, propondo a ampliação do mesmo no sentido de agregá-lo ao sistema de informações gerenciais corporativo, geralmente um software do tipo ERP. Uma análise de como o ERP deve ser estruturado para absorver o sistema *Kanban* em uma etapa do processo produtivo poderia ser aprofundada.

Ainda, como este trabalho propôs uma metodologia para implantação do sistema *Kanban* “interno” em Malharias, ele não buscou aplicar o sistema em todo o fluxo logístico da Malharia, como, por exemplo, na aquisição de fios com fornecedores, nem aplicar para as demais etapas que compõem a cadeia produtiva de uma empresa na área Têxtil. Neste sentido, há espaço em trabalhos futuros para explorar a lógica do sistema puxado de produção, tanto para trás como para frente, da Malharia na cadeia produtiva têxtil, gerando novas metodologias.

Além destas limitações de escopo da metodologia proposta, a partir da aplicação da mesma na empresa, identificou-se uma oportunidade de desenvolver trabalhos na área de previsão de demanda e análise do processo de venda envolvido neste tipo de mercado. Visto que a dinâmica de alternância de coleções trabalha constantemente sob o efeito de sazonalidade do mercado e das condições climáticas, acredita-se que um programa de parceria junto aos clientes poderia trazer uma melhor distribuição das demandas, evitando a concentração das vendas em determinados períodos, o que limita a aplicação de um sistema puxado de produção mais amplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-NOUR, Georges; LAMBERT, Serge; DROLET, Jocelyn. Adaptation of JIT philosophy and Kanban technique to a small-sized manufacturing firm: a project management approach. **Computers Ind. Engng**, v. 35, n. 3-4, p. 419-422, 1998.
- AHMADI, Reza H.; MATSUO, Hirofumi. A mini-line approach for pull production. **European Journal of Operation Research**, v. 125, p. 340-358, 2000.
- ARAI, Seyu. **ARABAN - O Princípio das Técnicas Japonesas de Produção : Qualidade - Custo - Prazo de Entrega**. São Paulo: IMAM, 1989.
- BARD, J.; GOLANY, B. Determining the number of kanbans in a multiproduct multistage production system. **Internacional Journal of Production Research**, v. 29, n. 5, p. 881-895, 1991.
- BITRAN, G. R.; CHANG, L. A. A mathematical programming approach to a deterministic Kanban system. **Management Science**, v. 33, n. 4, p. 427-442, 1997.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, , 1998.
- BRITO, Rodrigo G. F. A. **Planejamento Programação e Controle da Produção**. São Paulo: IMAN, 1996.
- BURBIDGE, John L. **Planejamento e Controle da Produção** São Paulo: Atlas, 1981.
- CAMPOS, Vicente Falcone. **TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A., 1992.
- 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.
- CORRÊA, Henrique; GIANESI, Irineu. **Just in Time, MRPII e OPT - Um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.
- COSTA, Moacir Lisboa. **Como imitar os japoneses e crescer (sem frescuras)**. Florianópolis: EDEME, 1991.
- DANNI, T. dos S. **Ajuste e estudo do sistema Kanban auxiliado pela simulação computacional**. 1997. 97f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ELIAS, Sérgio J. B. **Os sistemas de planejamento e controle da produção das Indústrias de confecções do estado do Ceará: Estudo de múltiplos casos**. 1999. 186f.._Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- HALL, Robert W. **Excelência na Manufatura**. São Paulo: IMAM, 1988.
- HARMON, Roy L. **Reinventando a Fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- HARMON, Roy L. **Reinventando a Fábrica II : Conceitos Modernos de Produtividade na Prática**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- HUTCHINS, David. **Just in Time**. São Paulo: Atlas, 1993.

IEL; CNA; SEBRAE. Análise da eficiência e da competitividade da cadeia têxtil brasileira. Brasília: IEL, 2000.

IMAI, Masaaki. **Kaizen**. São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.

LUBBEN, Richard T. **Just-In-Time - Uma Estratégia Avançada de Produção**. São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.

MARKHAM, Ina S.; MATHIEUS, Richard G.; WRAY, Barry A. A rule induction for determining the number of kanbans in a Just-in-Time production system. **Computers Ind. Engng**, v. 34, p. 717-727, 1998.

MILTENBURG, John. U-shaped production lines: a review of theory and practice. **Internacional Journal of Production Economics**. v. 70, p. 201-214, 2001.

MIYAKE, Dario I. **Programas de melhoria da produtividade e qualidade: um estudo comparativo dos modelos just-in-time, total quality control e total productive maintenance**. 1993. 112f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) apresentada à Universidade de São Paulo, São Paulo.

MOURA, Reinaldo A. **KANBAN, a Simplicidade do Controle da Produção**. São Paulo: IMAM, 1989.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema TOYOTA de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.

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

OLIVEIRA, Leonardo R.; ARGENDA, Caio E. B. **Análise do sistema Kanban para gerenciamento da produção com auxílio de elementos de tecnologia da informação**. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador: Anais, 2001, 1 CD-ROM.

PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

PEINADO, Jurandir. **Implantação de um programa Just-in-Time: uma proposta de metodologia para empresas industriais**. 2000. 95f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PLOSSL, George W. **Administração da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1993.

PRICE, W.; GRAVEL, M.; NSAKANDA, L. A. A review of optimization models of kanban-based production systems. **European Journal of Operation Research**, v. 75, p. 1-12, 1994.

RIBEIRO, Andréa C. E.; CÔRTEZ, Mauro, R. **A utilização do sistema Kanban por empresas da região de São Carlos: o caso de duas indústrias do setor linha branca**. In: XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Piracicaba: Anais, 1996, 1 CD-ROM.

RUSSOMANO, Vitor. **Planejamento e Acompanhamento da Produção**. São Paulo: Pioneira, 1986.

SANTOS, Gilberto T.; SILVA, Ed N. **Aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção em uma empresa prestadora de serviços**. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador: Anais, 2001, 1 CD-ROM.

SARKER, Bhaba R.; BALAN, Chidambaram V. Operations planning for a multi-stage Kanban system. **European Journal of Operation Research**, v. 112, p. 284-303, 1999.

SCHONBERGER, Richard J. **Fabricação Classe Universal**. São Paulo: Pioneira, 1988.

SCHONBERGER, Richard J. **Técnicas Industriais Japonesas : Nove Lições Sobre a Simplicidade**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

SHINGO, Shigeo. **A revolution in manufacturing: the SMED system**. Cambridge, Norwalk: Productivity Press, 1985.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

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

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Troca Rápida de Ferramentas: uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

TEIXEIRA, Regina C. F.; TEIXEIRA, Ivandi S. **Uma análise de como implementar os princípios da filosofia JIT**. In: XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Piracicaba: Anais, 1996, 1 CD-ROM.

TUBINO, Dalvio F.; DANNI, Túlio S. **Avaliação operacional no ambiente Just-in-Time**. In: XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Piracicaba: Anais, 1996, 1 CD-ROM.

TUBINO, Dalvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, Dalvio F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

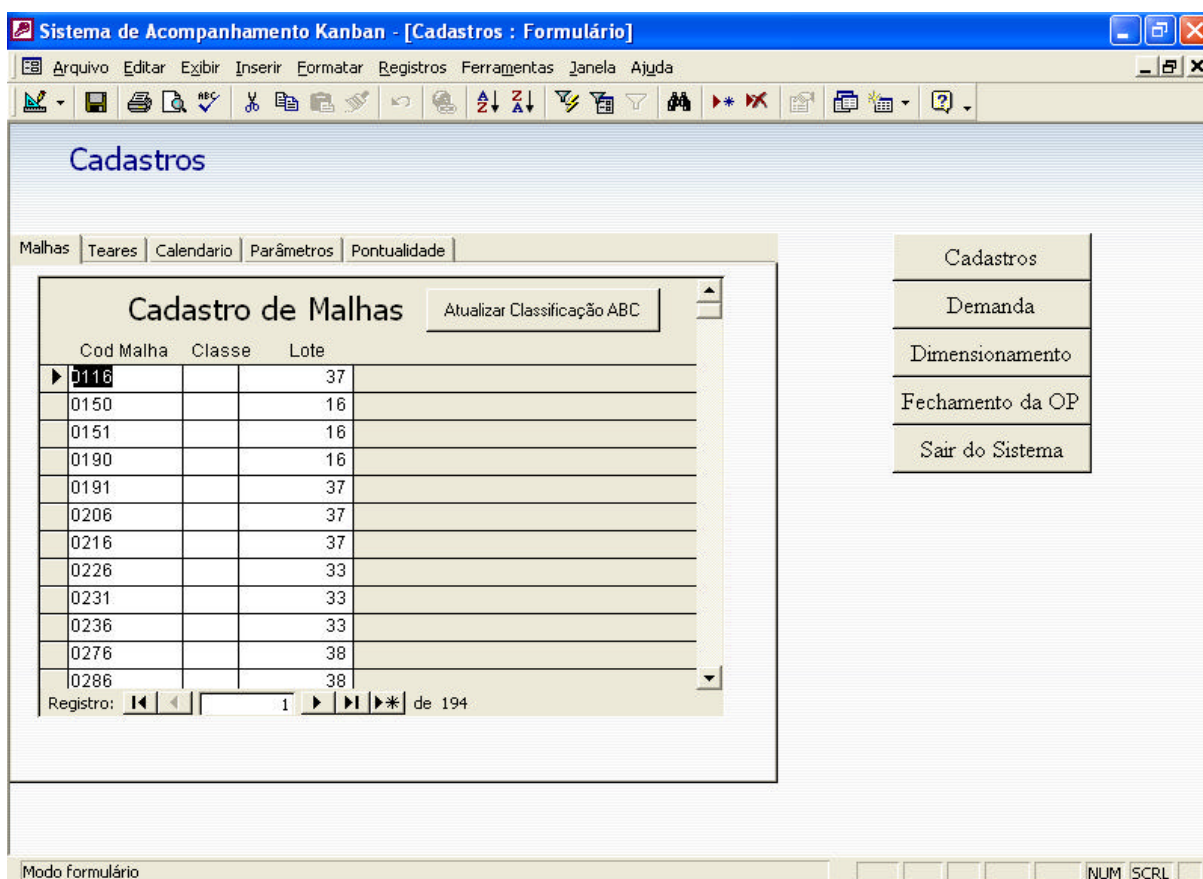
WOMACK, James P. et alli. **A Máquina Que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James P., JONES D. T. **A mentalidade enxuta das empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ZACCARELLI, Sérgio B. **Programação e Controle da Produção**. São Paulo: Pioneira, 1982.

ANEXO I

Banco de Dados de Acompanhamento do Kanban



Sistema de Acompanhamento Kanban - [Demanda]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Planejamento da OP 26 Data de Início: 29/5/2002
 Data Final: 4/4/2002
 OP Atual: 25

Programação

| Malha | Demanda da OP | Previsões | | | |
|-------|---------------|-----------|-------|-----|-----|
| | | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 0116 | 37 | 200 | 500 | 851 | 741 |
| 0150 | 44 | 207 | 2.310 | 65 | 154 |
| 0151 | 1.916 | 4.400 | 0 | 0 | 0 |
| 0190 | 171 | 834 | 0 | 0 | 0 |
| 0191 | 1.538 | 6.082 | 0 | 0 | 0 |
| 0350 | 197 | 361 | 300 | 320 | 352 |
| 0351 | | 31 | 30 | 28 | 25 |
| 0510 | 26 | 65 | 0 | 0 | 0 |
| 0511 | 3.275 | 5.713 | 0 | 0 | 0 |
| 0736 | 33 | | 30 | 31 | 30 |
| 0936 | 33 | | 0 | 0 | 0 |
| 1071 | 113 | 118 | 120 | 115 | 118 |
| 1306 | 21 | | 0 | 0 | 0 |
| 1490 | 74 | 326.796 | 0 | 0 | 0 |

Registro: 14 de 40

Registro: 3 de 7

Modo formulário CAPS NUM SCRL

Sistema de Acompanhamento Kanban - [Calendario]

Arquivo Editar Inserir Registros Janela Ajuda

Dimensionamento da OP Data de Início: Data Final: OP Atual: 0

Cálculo do Número de Kanbans Malhas para Análise Dimensionamento de Teares

| Malha | Demanda OP | SM Calc | SM Atual | Diferença | SM Arb | Status |
|-------|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| 0150 | 456 | 5472 | 8460 | 55% | 124 | |
| * | | | | | | |

Registro: 1 de 1

Registro: 1 de 1 (Filtrado)

Modo formulário FLTR NUM SCRL

Atualizar OP Atual e SM Atual

Sistema de Acompanhamento Kanban - [Calendario]

Arquivo Editar Inserir Registros Janela Ajuda

Fechamento da OP 25

Data de Inicio: 29/5/2002
Data Final: 4/4/2002
OP Atual: 25

Pontualidade | Monitoramento do Supermercado

| Demanda | | | | |
|---------|------|------------|--------------|---------|
| Malha | 25 | Fechamento | Pontualidade | Motivos |
| 0116 | 500 | 500 | 0% | 0 |
| 0150 | 45 | 25 | 44% | 0 |
| 0151 | 457 | 450 | 2% | 0 |
| 0190 | 786 | 105 | 87% | 0 |
| 0191 | 457 | 458 | 0% | 0 |
| 0350 | 368 | 321 | 13% | 0 |
| 0351 | 678 | 458 | 32% | 0 |
| 0510 | 987 | 698 | 29% | 0 |
| 0511 | 125 | 14 | 89% | 0 |
| 0736 | 1753 | 780 | 56% | 0 |
| 0936 | 458 | 25 | 95% | 0 |
| 1071 | 458 | 468 | -2% | 0 |
| 6614 | | | | |

Registro: 12 de 40

Registro: 3 de 7

Modo formulário

Cadastros

Demanda

Dimensionamento

Fechamento da OP

Sair do Sistema

Sistema de Acompanhamento Kanban - [Calendario]

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Fechamento da OP 7

Data de Inicio: 15/6/2002
Data Final: 23/6/2002
OP Atual: 7

Pontualidade | Monitoramento do Supermercado

| Malha | Demanda da OP | Média Prevista | SMC Tend. | SMC Atual | Total a Produzir | Diferença Atual-Tend. | Saldo SMC |
|-------|---------------|----------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|-----------|
| 0206 | 8.980 | 0 | 0 | 1.578 | 8.980 | 100% | 4.568 |
| 0150 | 4.567 | 0 | 0 | 258 | 4.567 | 100% | 578 |
| 0350 | 9.870 | 0 | 0 | 1.654 | 9.870 | 100% | 4.158 |
| 0601 | 100 | 0 | 0 | 267 | 100 | 100% | 111 |
| * | | | | | | | |

Registro: 4 de 4

Registro: 1 de 1 (Filtrado)

Modo formulário

Cadastros

Demanda

Dimensionamento

Fechamento da OP

Sair do Sistema