

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Felipe Tanner

SANTA BÁRBARA D'OESTE - SP

2008

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

**PROPOSTA DE SISTEMA DE TECNOLOGIA DE GRUPO PARA
ORGANIZAR UM KANBAN DE PRODUÇÃO**

Felipe Tanner

Orientador: Profº. Dr. Milton Vieira Junior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE - SP

2008

**PROPOSTA DE SISTEMA DE TECNOLOGIA DE GRUPO PARA ORGANIZAR UM
KANBAN DE PRODUÇÃO.**

FELIPE TANNER

**Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 26 de Agosto de 2008, pela
Banca Examinadora constituída pelos Professores:**

Profº. Dr Milton Vieira Junior

Presidente e Orientador

Profº. Dr. Fernando Celso de Campos

Unimep

Profº. Dr Renato de Campos

UNESP

DEDICATÓRIA

A Deus e aos meus pais, por me guiarem a este caminho

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas e amigos que colaboraram e incentivaram este trabalho.

Agradeço ao Professor Milton Vieira Junior, pela orientação segura e pela dedicação constante, permitindo a realização deste desafio.

À empresa onde a inquietação teve origem, e a possibilidade de questionar, interferir e melhorar o problema identificado por essa pesquisa. E aos amigos Alexandre, Cabral e outros que ali colaboraram com discussões importantes ao desenvolvimento do projeto.

Finalizando, gostaria de mencionar o apoio de meus familiares e de minha noiva nos momentos de trabalho, em detrimento do convívio familiar e social.

RESUMO

Neste trabalho é proposto um método para modificar um sistema *Kanban* de produção tradicional, por meio da associação deste último com a Tecnologia de Grupo (TG). O *Kanban* vem sendo utilizado em larga escala por inúmeras empresas; porém, ele apenas pondera os níveis de estoques consumidos, mas não considera a perda de eficiência gerada pelo elevado número e/ou tempo de *setups* no sequenciamento da produção. A TG é uma metodologia que tem como principal objetivo encontrar as características de projeto e/ou produção para agrupar produtos a partir de similaridades, com intuito de reduzir tempos de *setups*, entre outras vantagens. Deste modo, a união de ambas tecnologias foi vista como uma excelente ferramenta para combater as deficiências encontradas no Sistema *Kanban* Tradicional. Essa proposta foi feita para uma unidade produtora de lixas de lotes médios e pequenos e, a partir da análise dos resultados, conclui-se que há várias vantagens em se migrar para um sistema *kanban* associado com TG, tais como: maior taxa de ocupação de máquina, redução do custo de produção, maior padronização no sequenciamento da produção e melhoria do nível de atendimento ao cliente.

Palavras-chaves: Sistema *Kanban* – Tecnologia de Grupo – Sistema de Classificação e Codificação.

ABSTRACT

This issue proposes a method for the improve of conventional production Kanban systems thru Group Technology (GT). Nowadays, Kanban is being used in large scale by a great number of manufacturers; however, it just considers the consumption of stock levels but not the efficiency losses generated by a high number of setups on the production sequencing. GT is a methodology that aims to find and group projects and production processes by similarities, as a mean to reduce setup times and losses, among other advantages. Thus, the conjugation of both technologies was seen as an excellent way to remediate the deficiencies found on traditional Kanban systems. This new system was proposed to a coated abrasives manufacturing plant, which uses small and medium lot sizes. By the analyses of the final results it was concluded that there is several advantages in the new Kanban-TG conjugated system, such as higher run time, production cost reduction, standardization of production sequencing and costumer service improvement.

Keywords: *Kanban System – Group Technology – Classification and Coding System.*

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE QUADROS	ii
LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS	iii
1. Introdução	1
1.1. <i>Definição do Problema</i>	2
1.2. <i>Justificativa</i>	3
1.3. <i>Relevância do Trabalho</i>	4
1.4. <i>Objetivos</i>	5
1.4.1. <i>Objetivo Geral</i>	5
1.5. <i>Estrutura da Dissertação</i>	5
2. Metodologia	7
2.1. <i>Método de pesquisa utilizado - abordagem</i>	7
2.2. <i>Procedimentos metodológicos para a realização da pesquisa</i>	8
2.3. <i>Método de investigação: Pesquisa-ação</i>	8
3. Referencial teórico	12
3.1. <i>O Sistema Kanban</i>	12
3.1.1. <i>Just in Time(JIT)</i>	13
3.1.2. <i>Origem do sistema Kanban</i>	15
3.1.3. <i>O Objetivo do sistema Kanban</i>	17
3.1.4. <i>Os principais benefícios do Kanban</i>	21
3.1.5. <i>Principais Tipos de Kanban</i>	22
3.1.6. <i>“Puxar” a Produção</i>	25
3.2. <i>Tecnologia de Grupo(TG)</i>	28
3.2.1. <i>Conceitos da TG</i>	28
3.2.2. <i>Os objetivos da TG</i>	32
3.2.3. <i>Vantagens e desvantagens da TG</i>	34
3.2.4. <i>Métodos de Formação de Famílias</i>	36
3.2.5. <i>Métodos baseados em Algoritmos de Agrupamento</i>	38

3.3.	<i>Caracterização da Produção de Lixas</i>	39
3.3.1.	Abrasivos aplicados/Lixas abrasivas	40
3.3.2.	Caracterização do produto	40
3.3.3.	Caracterização do processo produtivo	43
4.	Proposta de Sistema de Tecnologia de Grupo na Classificação e codificação para elaboração de um Kanban de produção.	48
4.1.	<i>Sistema Kanban existente na empresa</i>	48
4.2.	<i>Sistema de codificação existente na empresa</i>	51
4.3.	<i>Proposição do sistema de TG - SCC</i>	52
4.3.1.	Estrutura da codificação	53
4.3.2.	Sistema Kanban com TG	60
4.3.3.	Descrição do funcionamento do sistema proposto	61
5.	Análise dos resultados obtidos	64
5.1.	<i>Apresentação dos resultados.</i>	64
6.	Conclusões	69
6.1.	<i>Sugestões para trabalhos futuros.</i>	70
	Referências Bibliográficas	72
	ANEXOS	78
	Anexo A – Quadro Kanban com SCC.	78
	Anexo B – Teste do Kanban com SCC.	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Impacto do tempo de <i>setup</i> na Produção em Massa vs Sistema <i>Kanban</i>	3
Figura 2 – <i>Outline</i> da pesquisa	9
Figura 3 – Esquema de retirada e de entrada de cartões <i>Kanban</i>	27
Figura 4 – Caracterização do Produto (NUSSBAUM, 1988).	43
Figura 5 – Esquema do processo de aplicação de abrasivos por rolos. (GOHEN, 1992).....	44
Figura 6 - Sistema eletrostático de deposição de grãos (NUSSBAUM, 1988).....	44
Figura 7– Fluxograma do processo produtivo (Fonte: elaborado pelo autor).	46
Figura 8 – Processo contínuo de abrasivos aplicados (Nussbaum, 1988).....	47
Figura 9 - Exemplo de quadro <i>Kanban</i> utilizado na empresa	48
Figura 10 - Quadro <i>Kanban</i> com indicações de necessidades existentes (seta vermelha) e inexistentes (seta azul) (Elaborado pelo autor).....	49
Figura 11 – Exemplo de sequenciamento de produção do sistema atual.	61
Figura 12 – Comparativo de tempos obtidos nos sistemas <i>Kanban SCC</i> vs <i>Kanban</i> Tradicional.	65
Figura 13 - Gráfico comparativo em porcentagem <i>Kanban SCC</i> vs <i>Kanban</i> Tradicional.....	66
Figura 14 – Comparativo do número de OP.....	66
Figura 15 – Comparativo do nível de atendimento entre <i>Kanban SCC</i> e <i>Kanban</i> tradicional.	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplo do alto impacto no <i>lead time</i> com a implantação do sistema <i>Kanban</i> numa situação real junto à empresa pesquisada.....	4
Quadro 2 – Sistema atual de codificação (Fonte: elaborado pelo autor).	52
Quadro 3 – Estrutura do SCC.....	54
Quadro 4 - Código 1 Tipo de cura.	55
Quadro 5- Código 2 Largura	55
Quadro 6 – Código 3 Tamanho do Grão.....	56
Quadro 7 – Código 4 Tipo de abrasivo	56
Quadro 8 – Código 5 Cor da lixa.....	57
Quadro 9 - Código 6 Cor de Impressão do costado.....	57
Quadro 10 – Código 7 Tipo da Base.....	57
Quadro 11 – Código 8 Especificações da base.....	58
Quadro 12 - Código 9 Tipo de Camada	59
Quadro 13 – Código 10 Espessura ou peso da base	59
Quadro 14 - Código 11 Especificação das Camadas de Adesivo	59
Quadro 15 – Comparação de seqüência <i>Kanban</i> tradicional (situação 1) vs <i>Kanban</i> SCC (situação 2).....	62
Quadro 16 – Exemplo de agrupamento para priorização na seqüência de programação.....	63
Quadro 17 – Comparativo entre <i>Kanban</i> tradicional e <i>Kanban</i> SCC do custo unitário de 10 itens.	68

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

- PE - Produção Enxuta;
- LM - *Lean Manufacturing*;
- WIP - *Work in process*;
- TG - Tecnologia de Grupo;
- JIT - *Just in time*;
- TSP - *Toyota System Production*;
- MRP - (*Material Requirements Planning*);
- SCC - Sistema de Classificação e Codificação;
- PFA - Análise de Fluxo de Produção;
- ROC - *Rank Order Clustering*;
- BEA - *Bond Energy Algorithm*;
- SLC - *Single Linkage Algorithm*;
- CIA - *Cluster Identification Algorithm*;
- DCA - *Direct Clustering Algorithm*;
- MTO - *Make to Order*;

1. Introdução

Ao longo das últimas décadas, severas reestruturações nos sistemas de produção das principais empresas do ramo automotivo vêm sendo motivo de investigação devido ao alto nível de desenvolvimento que essas empresas têm alcançado ano após ano. Neste momento, surgem novas configurações de administração da produção (WOMACK, 1998).

O papel da manufatura tem introduzido um número crescente de iniciativas que buscam melhorar as operações; vários tópicos têm evoluído ao longo do tempo, desde a prevenção e o planejamento nos anos de 1950 a 1960, passando por produtividade e qualidade nos anos de 1970 a 1980, a confiabilidade e repetibilidade na década de 90 além de, nas últimas décadas, a redução de desperdícios de qualquer natureza e o atendimento às necessidades dos clientes no momento exato (VOKURA, 1998).

As possibilidades de formação de uma operação de classe mundial têm se mostrado como os maiores desejos das empresas de manufatura na atualidade (JOHNSTIN; CLARCK, 2002)

O aumento de produtividade no setor industrial vem sendo o objeto e a preocupação para os responsáveis pela produção, em razão de um contexto industrial caracterizado por uma concorrência cada vez mais forte (RIBEIRO, 2002).

Cada vez mais, empresas partem para a ofensiva da competitividade. Em empresas que desejam atingir o padrão de classe mundial, a produção deve ser cada vez mais eficiente, ou seja, produzir sem interrupções. A maioria delas têm adotado soluções semelhantes, baseadas na metodologia da Produção Enxuta (PE) (*Lean Manufacturing - LM*), criada inicialmente pela *Toyota Motor Corporation* (BOTELHO, 2000). Significativos avanços foram obtidos por meio desta abordagem, cujo conceito fundamental é o foco no fluxo de valor de cada produto, redução de inventário (diminuição dos lotes de produção, produzindo apenas o necessário exigido pelo cliente), buscando a eliminação dos desperdícios os quais

aumentam o intervalo de tempo entre a colocação do pedido pelo cliente e a entrega do produto terminado (MOREIRA, 2004).

Para Prince e Kay (2003), empresas japonesas que estão tentando alcançar adaptabilidade por meio de atividades ágeis, trabalham com relação a PE e manufatura ágil. Esses autores defendem alternativas aos sistemas enxutos tradicionais.

Com a diminuição dos lotes e o aumento do *mix* de produção, por necessidade do mercado consumidor, ocorre um aumento significativo no número de *setups* em função das várias mudanças de famílias de produtos a serem produzidos em um curto espaço de tempo (FUCHIGAMI, 2005). Esse cenário, comum a diversas empresas industriais, mostra-se bem caracterizado no setor de produção de lixas, caso tratado neste trabalho.

Com isso, surge a necessidade de se desenvolver uma proposta que, por meio de informações retiradas de quadros *Kanban*, forneça o melhor sequenciamento da produção visando minimizar os tempos de preparação de máquinas e diminuir o número de *setups*.

1.1. Definição do Problema

Com a redução do tamanho dos lotes, há uma interrupção substancial e mais freqüente da produção para preparação das máquinas, equipamentos e ferramentas, para garantir que todas as máquinas estejam em posição correta para que o próximo produto possa ser produzido (LOGENDRAN, 2005). Essa interrupção passa a ser cada vez mais constante em lotes pequenos e médios (BARROS, 2001).

Em um caso mais específico, a empresa estudada no presente trabalho passou do sistema de produção em massa, para sistema *Kanban* de produção. Com isso, o número de *setup* aumentou, reduzindo, assim, o tempo disponível para a produção. Conforme figura 1.

De forma mais específica, a partir da implantação de um sistema *Kanban* na empresa produtora de lixas, esse problema agravou-se, pois todo e qualquer seqüenciamento de produção foi deixado de lado.

Produção em Massa (1ª situação).



Sistema *Kanban* (2ª situação).



Figura 1 – Impacto do tempo de *setup* na Produção em Massa vs Sistema *Kanban*.

Embora o trabalho não tenha por objetivo diminuir o tamanho do lote, entretanto, com o tamanho do lote cada vez menor, o tempo de *setup* torna-se cada vez mais significativo. Contudo, diminuir a quantidade de *setup* aumenta a capacidade e flexibilidade para atender a demanda.

O problema existente, portanto, é o elevado tempo de *setup* causado pelas constantes modificações de produtos, sem que haja um planejamento que minimize tamanha perda de tempo.

1.2. Justificativa

Segundo Lewis (2000), a grande problemática da implantação do *Kanban* é a perda da flexibilidade a longo prazo, pois há um aumento do custo unitário do produto e redução do volume de produção em relação ao tempo disponível, tornando a empresa menos competitiva. Apoiado nessa afirmação, este trabalho tem como desafio minimizar ao máximo essa condição dentro da empresa que utilize esta metodologia para administração da produção.

A produção de lixa se caracteriza por apresentar um *mix* de produtos muito diversificado, além de lotes pequenos e médios de produção, o que leva a números de *setups* significativos durante a produção, podendo chegar à aproximadamente cinco horas, devido a diferença entre os produtos. Em razão disso, surge a necessidade de reduzir e minimizar esses tempos.

O *Lead Time* dos produtos é extremamente alto, pois os lotes ficam muito tempo em filas aguardando para serem processados devido ao tempo de *setup* elevado. Desta forma, o produto passa pouco do seu tempo total de produção agregando valor.

	Tempo de Setup	Tamanho Lote	Tempo de processamento	Relação Produção vs Setup	
				Produzindo	Fazendo setup
Produção em massa	2 horas	20000	22 horas	92%	8%
Sistema Kanban de produção	2 horas	1000	1,1 horas	35%	65%

Quadro 1 – Exemplo do alto impacto no *lead time* com a implantação do sistema Kanban numa situação real junto à empresa pesquisada.

Soma-se a isso a competição acirrada, que faz com que as empresas clientes, compradoras de lixas, mantenham um estoque muito pequeno, obrigando a empresa produtora de lixas a atendê-las com quantidades cada vez menores, e por mais vezes, do que num passado ainda recente.

1.3. Relevância do Trabalho

A produção padrão (ou seqüência ideal de produção) é um método eficiente para programar processos quando há uma ordem ou seqüência ótima a ser seguida pela produção (SMALLEY, 2004), em função dos tipos de materiais utilizados, ou da seqüência de *setups*

que devem ser acomodados (SCHALLER, 2004). Por exemplo, freqüentemente ocorre uma seqüência ótima de *setup* ao processar diferentes tipos de itens (BARROS, 2001).

No entanto, no sistema *Kanban* tradicional (tipo “puxado”), é inviável definir-se uma seqüência ideal de produção, pois a demanda depende da necessidade apresentada por meio dos cartões *Kanban* (PEINADO, 2000).

A saída proposta, seria aliar o uso da TG ao *Kanban* na produção de lixas, o que pode minimizar as perdas decorrentes dos *setups* realizados nesse contexto, qual seja, da impossibilidade de definir o melhor sequenciamento de produção.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é utilizar os conceitos TG para otimizar o sequenciamento da produção e reduzir tempos de *setup*.

Realizar é a junção do *Kanban* a um Sistema de Classificação e Codificação (SCC), e oferecer a uma unidade produtora de lixas, como uma alternativa para enfrentar o desafio dos desperdícios de tempos gerados pelo alto número de *setup*.

1.5. Estrutura da Dissertação

Este trabalho está estruturado em seis capítulos que serão brevemente apresentados a seguir.

No primeiro capítulo desta dissertação, é apresentado o cenário industrial atual onde a empresa estudada se insere, e as modificações recentemente ocorridas neste contexto. Desenvolve-se assim, a introdução com definição de seus objetivos, justificativas, definição do problema, a importância e/ou a relevância da inserção do trabalho no meio científico, e a metodologia a ser utilizada para elaboração do mesmo.

No segundo capítulo, elaboram-se os pressupostos metodológicos e o delineamento do trabalho.

No terceiro capítulo, é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a filosofia *Kanban* e sua relação com o JIT. Discorre-se também sobre TG, formação de família e SCC. Neste capítulo também é realizada uma caracterização do produto e do processo produtivo onde serão realizadas as experiências e observações para a conclusão do projeto. Essas revisões servirão como base conceitual para elaboração do projeto e desenvolvimento da proposta de junção de ambas as metodologias.

No quarto capítulo, é feita uma apresentação dos sistemas de codificação e *Kanban* existentes na empresa. Nesse capítulo, também é apresentada a proposta do Sistema *Kanban* e TG. Será também apresentada a formação do quadro *Kanban* com base na similaridade das famílias de produtos, com intenção de redução de *setup*. Apresenta-se a proposta de sistema de TG para a elaboração de um SCC de abrasivos, e a formação do sistema *Kanban* com SCC.

Para validação da proposta, no quinto capítulo é colocado em prática o sistema *Kanban* com SCC, e apresentam-se as análises e resultados obtidos com a aplicação do mesmo, ao decorrer de um mês, na empresa estudada.

No sexto capítulo, é apresentada a conclusão do trabalho com base na análise dos resultados apresentados no capítulo quatro. Nesse capítulo, apresentam-se também as sugestões para trabalhos futuros e limitações da pesquisa.

2. Metodologia

Neste capítulo, definem-se os métodos de abordagem, investigação e procedimento de pesquisa. Apresenta-se o delineamento das atividades realizadas, e também as técnicas de pesquisa utilizadas na coleta e análise de dados.

2.1. Método de pesquisa utilizado - abordagem

A abordagem metodológica aplicada neste trabalho, a qual orienta o caminho para se chegar a resultados válidos e obter contribuição científica, é do tipo explicativa. A pesquisa tem por objetivo um problema a ser resolvido, e o método serve de guia para o estudo sistemático do enunciado, compreensão e busca da solução do referido problema. O método consiste na elaboração consciente e organizada dos diversos processos que orientam a realização do trabalho (YIN, 2001).

Este trabalho visa identificar e explicar os fatores que contribuem para o problema das interrupções da produção a fim de realizar *setup*, identificando a realidade e motivo do surgimento do problema .

A pesquisa explicativa realizada neste trabalho envolve basicamente:

- Uma revisão bibliográfica para proporcionar base conceitual ao objetivo da redução de tempos de preparações de máquinas;

- A proposta de um método de trabalho que, apoiada nos conhecimentos da TG, promova o melhoramento das operações na linha de produção influenciando positivamente seu desempenho;

- A aplicação do método para que ao final da aplicação, busque-se analisar o presente estudo o qual se desenvolveu em função da necessidade de se enfrentar a alta variedade de produtos e a baixa demanda dos itens.

2.2. Procedimentos metodológicos para a realização da pesquisa

Como procedimento metodológico este estudo utiliza-se da pesquisa-ação e da pesquisa experimental ao perceber lacunas de conhecimento.

Constitui-se em uma Pesquisa-ação, pelo pesquisador estar envolvido de modo cooperativo e participativo, tendo ação direta e indireta na resolução do problema identificado.

E, trata-se de uma Pesquisa experimental por: determinar-se o problema do *setup* na empresa estudada, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciar os tempos de *setup*, e definir as formas de controle e observação dos efeitos que as variáveis produzem nesses tempos. Esse tipo de pesquisa interessa-se por criar condições para interferir no aparecimento ou na modificação de fatos, a fim de poder explicar o que ocorre quando dois ou mais fenômenos são relacionados (RUDIO,2004).

2.3. Método de investigação: Pesquisa-ação

O método de investigação constitui-se em uma forma de pesquisa participante, na qual o pesquisador, para descobrir a melhor solução da situação sob investigação, faz intervenções planejadas e definidas sobre a realidade do problema (THIOLLENT, 1997).

O *outline* apresentado na figura 2, mostra como a metodologia de pesquisa será desenvolvida neste trabalho.

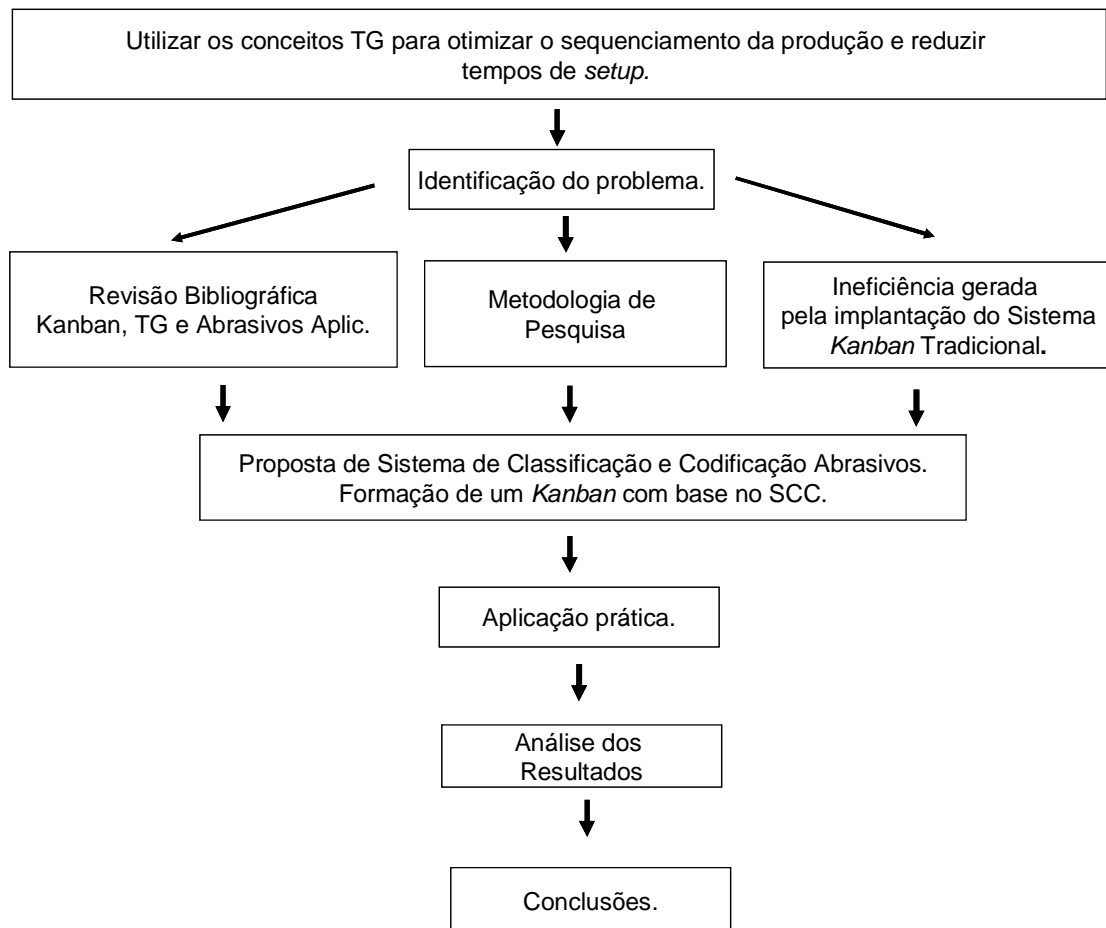


Figura 2 – Outline da pesquisa

Para melhor compreensão do fenômeno, foi feita primeiramente uma revisão bibliográfica sobre *Kanban*, TG e produção de abrasivos aplicados (lixas) em empresas de manufatura. Tais assuntos são a base para o estudo que ocorre em virtude da real necessidade de enfrentar-se a alta variedade de produtos (*mix*), e a baixa flexibilidade, oriundas do grande número de *setups* nas operações de produções em pequenos lotes (FUCHIGAMI,2005). Seu objetivo é construir e testar um *Kanban* que, apoiado na TG, promova o *empowerment* da linha de produção.

A identificação da organização em que foi aplicado o método ocorreu por ser esta uma empresa que manufatura produtos abrasivos em lotes pequenos e médios, e que utiliza o sistema *Kanban* para a programação da produção. O sequenciamento da produção ocorre sem levar em consideração o impacto nos tempos de *setup* que isso possa gerar. Esse cenário é a base para realização da pesquisa.

A empresa onde foram realizados os estudos é uma unidade de uma multinacional, situada à região metropolitana de Campinas, produtora de abrasivos na proporção de aproximadamente 550.000 metros lineares de produto mensal (lixas).

Após a identificação da empresa, e elaborada uma suposição diagnóstica para estudar o fenômeno relatado como problema dessa pesquisa, é discutida com “pessoas-chaves” a viabilidade da orientação teórica escolhida e do método da pesquisa-ação. Esse diagnóstico tem o objetivo de influenciar, intervir e modificar a realidade estudada, tentando resolver e apresentar soluções para seus problemas, de maneira efetiva.

A identificação e participação de “pessoas-chaves” no trabalho é de suma importância, tanto quanto o pré-existente conhecimento e habilidade destas, devido ao fato de, na empresa já existir a cultura da utilização do sistema *Kanban*. Esse trabalho envolveu diretamente, aproximadamente, 50 pessoas; e indiretamente, mais 50 pessoas.

Após a definição do time, foi realizado o diagnóstico estabelecido anteriormente e dado início à identificação das atividades de maior impacto no tempo de *setup*. Essas atividades estão diretamente relacionadas à codificação de característica adotada para os produtos da empresa. Isso ocorreu juntamente com o estudo do SCC e sistema *Kanban* existentes.

Feita a identificação das atividades, foi elaborada a proposta de sistema *Kanban* SCC utilizando a similaridade dos componentes (características) e dos processos de produção dos itens; satisfazendo a este requisito, o sistema fará com que o ajuste das máquinas para a fabricação de dois ou mais componentes consecutivos seja mínimo ou nenhum.

Elaborou-se, assim, a proposta de sistema, e o teste para verificação de sua aplicação prática na empresa estudada. O método de investigação incluiu a aplicação prática na linha de produção por um período de 60 dias, para coleta de dados.

Os dados coletados na aplicação do método possibilitaram a construção de uma base de dados para comparativo entre o sistema tradicional e o proposto neste trabalho.

A análise dos dados ocorreu de forma quantitativa, possibilitando a comparação do método proposto com o sistema tradicional. Foram comparados indicadores com maior significância e relação com os tempos de *setup*, e com aspectos de eficiência da produção (tempos, atendimento à ordens de produção e prazos de manufatura, etc.).

Confrontando os resultados obtidos e resgatando o problema que embasou a investigação da pesquisa, obteve-se a conclusão deste trabalho.

3. Referencial teórico

Será fornecida, neste capítulo, uma visão geral sobre *Kanban*, Tecnologia de Grupo e Fabricação de Lixas. Com esta revisão bibliográfica, pretende-se criar uma plataforma conceitual que permita a compreensão dessas técnicas de abastecimento e administração da produção, e da própria produção de lixas, além da formulação da proposta que é o objetivo deste trabalho.

3.1. O Sistema Kanban

Hoje, a Produção Enxuta (PE) não está longe de ser moda, mas possui princípios (puxar, agregar valor, fluxo, minimização de recursos e desperdícios) que são paradigmas para muitas empresas de manufatura e serviços. A PE, em sua principal prática, implementa processos podendo criar recursos estratégicos para “vantagem competitiva sustentável” (LEWIS, 2004). O *Kanban* é a ferramenta que faz o "puxar" e ajuda na minimização de estoques (SLACK et al, 2002).

O *Kanban* é um método que reduz o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme, ininterrupto. O seu principal objetivo é a conversão de matéria-prima em produtos acabados, com tempos de espera iguais aos tempos de processamento, eliminando todo o tempo de fila do material, e todo o estoque ocioso (OHNO,1997).

É também, um sistema utilizado para reposição de estoque por período, utilizado para controle do fluxo de materiais em processo (SANTORO, 2006).

Do mesmo modo, pode se dizer que *Kanban* é uma técnica de programação em curto intervalo de tempo, a qual usa cartões para acionar o “puxar” de materiais de um processo para outro (LEWIS, 2004). É um método de organização industrial, voltado basicamente para

a contenção e a redução de todo o tipo de desperdício nas áreas de produção da empresa (CORREA et al,1993).

Portanto, basicamente, é um sistema de informação, desenvolvido para coordenar os vários departamentos de processo interligados dentro de uma fábrica (PEINADO, 2000).

Para se falar em *Kanban*, é necessário mostrar suas origens e o sistema *Just in Time* (JIT), o qual foi o alicerce dessa metodologia.

3.1.1. *Just in Time(JIT)*

A filosofia JIT foi desenvolvida no Japão na década de 60, na *Toyota Motors Company*, tendo como precursores Ohno e Shingo. Foram desenvolvidas ferramentas operacionais que estivessem fortemente apoiadas em uma ótica, e, em um foco de melhoria contínua. Este sistema japonês de gerenciar a produção prima, essencialmente, pelo aumento da produtividade ligado à melhoria da qualidade de produtos e de serviços. Ohno afirma que a base do Sistema Toyota de Produção (TSP) é a absoluta eliminação do desperdício (OHNO, 1997).

Com o passar dos anos, os princípios dessa filosofia foram consolidando-se e difundindo-se pelo mundo. A partir dessa técnica, foram surgindo ferramentas com foco em melhoria contínua, redução de desperdícios e inventário. O *Kanban*, a manufatura celular, o sistema *Poka-Yoke*, e outros, são algumas das ferramentas que surgiram nessa época (CORREA et al, 1993).

Para Ohno (1997), JIT significa que, no fluxo de produção, os componentes ou peças necessários alcancem a linha de montagem no tempo em que são necessários e na quantidade exata.

Bruum e Mefford (2004) questionam alguns métodos japoneses, como por exemplo, o *Kanban* como uma *best practice*. Esses autores concluem que muitos dos métodos não se mostram tão eficientes qual na indústria automotiva, em razão das características de demanda e de posição da empresa no mercado.

O objetivo do JIT é a otimização da produção. É uma filosofia voltada para a identificação e solução de problemas. Outros objetivos são:

- Satisfazer as necessidades dos clientes no momento e quantidade exatos;
- Eliminar desperdícios;
- Melhorar continuamente;
- Envolvimento total de todas as pessoas da equipe (AKTURK, 1999).

O JIT também foca-se em outros pontos, tais como: produção “puxada”, nivelamento da produção, redução de *lead times*, produção em pequenos lotes, redução de *setups*, manutenção preventiva, polivalência da equipe e outros (PEINADO, 2000).

A intenção da filosofia JIT é obter um processo de manufatura que atenda a seus objetivos, usando o mínimo possível de recursos (humano, espaço, tempo, ativos e energias), e a busca incessante pela eliminação de desperdícios (WOMACK, 1992).

Os desperdícios são os elementos da produção, ou dos processos administrativos, que não agregam valor ao produto/serviço. O desperdício só adiciona custo e tempo, e sua existência mostra pontos de problemas no sistema. O desperdício é um “sintoma” e não a “causa raiz” do problema. É necessário encontrar e eliminar as causas dos desperdícios (WOMACK, 1998).

Observando os recursos que existem na fábrica (máquinas, mão-de-obra direta, e movimentações de materiais), e apontando quanto do tempo disponível deles efetivamente agrega valor ao cliente, verifica-se que, normalmente, a máquina passa a maior parte do tempo agregando valor (LEWIS, 2000). As exceções são os *setups*, manutenções e tempos ociosos.

Dentre os desperdícios, o excesso de produção é classificado como um dos piores, pois consome recursos, tempo de máquina, mão-de-obra e matéria-prima. Sem considerar-se o risco do produto ficar obsoleto, em estoque.

A linha de produção passa a funcionar em função da demanda real do mercado, e não mais em função das previsões feitas pelo planejamento e controle da produção. Assim, só são produzidos os produtos para os quais há demanda (CORREA, 1993).

A estratégia de produção do JIT é a redução dos estoques para níveis mínimos, por meio da produção no momento certo, e na quantidade certa. A eliminação de todas as formas de desperdícios as quais não agreguem valor às atividades, é ponto chave para essa filosofia. Com isso, permite-se uma rápida percepção e busca de soluções para os problemas que ocorrem no chão de fábrica (ROTHER, 1998).

Uma história clássica da filosofia, referenciada por vários autores, é a “das pedras no fundo do rio”, uma analogia em que as águas do rio são os estoques, e as pedras no fundo são os problemas; com a diminuição das águas (estoque), começa-se a ver as pedras (problemas).

No sistema de produção JIT, a fábrica é “dividida” em “minifábricas”, como famílias de produtos. O *layout* é do tipo celular, os operadores multifuncionais, e o sistema de produção é “puxado” (RIBEIRO, 2002).

Os sistemas de produção JIT buscam continuamente o aumento de flexibilidade, seja pela forma estrutural de distribuição dos recursos em unidades de negócios focalizadas, com células de fabricação e montagem operadas por funcionários polivalentes, ou pela diminuição dos lotes de produção a partir da redução dos tempos de *setup*, e eliminação das atividades que não agreguem valor aos produtos (TUBINO, 1999).

3.1.2. *Origem do sistema Kanban*

Alguns eventos ao longo dos últimos 200 anos marcaram significativamente o desenvolvimento industrial. Os pioneiros nas práticas de melhorias foram as montadoras de automóveis (WOMACK, 1996).

Assim, a indústria automobilística desenvolveu-se e todos os outros setores industriais seguiram a mesma direção. Este padrão de fábrica ficou comumente conhecido por “produção em massa” (SLACK et al, 2002).

Após a produção em massa, surgiu o JIT, nascido no Japão em 1961, nas linhas de produção da Toyota. Entretanto, foi apenas entre 1970 e 1980 que o JIT passou a ser disseminado pelo mundo, principalmente nos EUA (WOMACK, 1992).

Nas décadas de 80 e 90, essas técnicas de administração da produção foram sendo aperfeiçoadas e melhoradas, principalmente pela Toyota, com o objetivo principal de evitar qualquer tipo de “*muda*” (palavra em Japonês que significa desperdício nas áreas de produção).

Diferentemente do conceito tradicional de “empurrar” a produção, O JIT passa a utilizar o conceito de “puxar” a produção através do método de *Kanban*. Passando-se a utilizar os mesmos princípios com os quais são repostos os estoques de produtos dos supermercados, na quantidade idêntica à quantidade consumida e somente no momento certo (OHNO,1997).

O sistema de produção JIT é, muitas vezes, chamado erroneamente de sistema *Kanban*. O JIT é uma maneira de fabricar produtos, e ele afeta todos os aspectos de uma empresa de manufatura. O sistema *Kanban*, o qual faz parte do sistema JIT, é um método de controle da produção e inventário no chão de fábrica. É um sistema de informação, para controlar harmoniosamente a produção em todos os processos.

O sistema *Kanban* controla a produção no chão de fábrica e regula o fluxo dos componentes de fornecedores externos. É um sistema para descentralizar a responsabilidade pelo controle da produção. Coloca-se a responsabilidade total pelo controle diário da produção, e do inventário, nas mãos dos supervisores das fábricas e operários da linha de produção, dando-lhes autoridade e meios para interromper e iniciar a produção, além de movimentar as peças somente quando necessário. A função de programação e controle da produção é dividida entre o departamento de programação da produção e a supervisão da fábrica (PEINADO, 2000).

A proposta do *Kanban* surgiu dos supermercados americanos que apareceram no Japão naquela época. Taiichi Ohno observou várias partes do sistema de reposição utilizado pelo supermercado. Analisando o sistema de troca de mercadorias, desenvolveu uma relação entre os supermercados e o sistema *Kanban* (OHNO, 1997). Essa visão foi uma forma de adaptar o sistema de abastecimento utilizado no supermercado para as linhas de produção.

Um supermercado é onde um cliente pode obter o que é necessário, quando for necessário e na quantidade necessária. Algumas vezes, o cliente pode comprar mais do que ele precisa. Em princípio, entretanto, o supermercado é um lugar onde se compra conforme a necessidade. Os operadores dos supermercados, portanto, devem garantir que os clientes possam comprar o que precisam em qualquer momento. (OHNO, 1997).

Por esta analogia, os próprios funcionários da produção atuariam como consumidores da matéria prima, buscando-as num “supermercado” dentro da empresa. Desta forma o material somente seria repostado de acordo com a necessidade apontada pelos espaços vazios destes locais (CORREA, 1993).

A palavra *Kanban* de origem japonesa tem o significado de sinal ou quadro de sinais. O *Kanban* é uma ferramenta específica para controlar as informações e a movimentação de materiais entre os processos de produção. Combinado com o *takt time*, o fluxo contínuo, a produção “puxada”, e nivelada, então, é o que permite que a produção JIT seja alcançada (OHNO, 1997).

3.1.3. O Objetivo do sistema Kanban

A seqüência da produção é formada por várias etapas de transformações. Os itens vão passando por diversas fases, sendo processados, até se transformar em item final ou “produto acabado”. Percorrendo estas etapas, os insumos que irão formar o produto acabado passam sucessivamente de um processo abaixo/anterior para um processo acima/posterior (MOREIRA, 2004).

Com o *Kanban*, deve sempre haver um equilíbrio entre o processo abaixo e o processo acima. O processo anterior não poderá produzir mais peças do que o processo posterior possa consumir, e o processo acima não poderá solicitar, do processo abaixo, quantidade de peças maior do que o necessário para sua produção. Não se pode solicitar disparo de produção de um lote sem um cartão *Kanban* (OHNO, 1997).

Resumindo, o *Kanban* é usado para sinalizar quando um produto é consumido pelo processo seguinte, e dispara a ordem ao processo anterior para que esse item seja repostado.

O sistema *Kanban* busca fornecer produtos ou lotes apenas na medida em que vão sendo consumidos. Para entendimento deste conceito, pode-se utilizar como exemplo o fornecimento de água e energia elétrica em que o produto é fornecido e pago apenas na proporção utilizada, sem necessidade de estoques pelo consumidor (PEINADO, 2000).

Essa técnica difere dos métodos tradicionais de controle da produção de muitas, e importantes, formas. Na manufatura tradicional, a programação da produção é fornecida para cada processo individual. Assim, cada processo produz de acordo com essa programação (SMALLEY, 2004).

Kanban é uma técnica de gestão de materiais e de produção no momento exato, controlado através do movimento do cartão *Kanban*. O sistema *Kanban* é um método de “puxar” as necessidades de produtos acabados e, portanto, é oposto aos sistemas de produção tradicionais. É um sistema simples, de auto controle em nível de fábrica, independente de gestões paralelas e controles computacionais (MOURA, 1996).

Stratton e Warburton (2003) defendem a interação de técnicas de fornecimento de manufaturas ágeis e enxutas na cadeia de suprimentos. Esses autores concluem que algumas práticas enxutas são necessárias, mas não são suficientes para altas performances.

Já para Kojima e Kaplinky (2003), a aplicação e adoção da metodologia *Kanban* em um setor industrial têm importante papel na melhoria da eficiência do setor produtivo.

O sistema surgiu para simplificar o tradicional MRP (*Material Requirements Planning* (Planejamento das Necessidades de Materiais)), com o principal objetivo de transformar em uma forma visual, além de tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento da produção em lotes (FAVARO, 2003).

Muito do excesso de informações geradas por computadores não é de modo algum necessário para a produção. Receber informações muito rápidas resulta na entrega precoce de matérias primas, causando desperdício. Informação em excesso causa confusão na área de produção.

O sistema de produção em massa dos Estados Unidos tem utilizado computadores extensa e efetivamente. Já que estes são essenciais para planejar os procedimentos de sincronização da produção e calcular o número de peças necessárias diariamente. Deve-se,

deste modo, usá-lo livremente como uma ferramenta, mas tentar não ser manipulado por ele (OHNO, 1997).

Alguns autores destacam quatro principais características do sistema *Kanban*:

- *Consumidor retira o material:* como um *self service*, no supermercado, em que o consumidor retira as mercadorias que deseja e compra apenas o que lhe interessa, sem necessidade de um controle maior. É quase certo imaginar que este controle é realizado pelo valor em dinheiro que o cliente pode pagar, e que se não fosse isto, todos comprariam indefinidamente. O que de fato não é verdade, pois um produto como o sal, por exemplo, apesar de possuir baixo custo, não tem explosão de consumo. Afinal, mesmo a dona de casa sabe que estoque em excesso não é bom e pode-se aproveitar muito melhor o espaço em excesso ocupado pelo sal na cozinha (*Work in Process, WIP*). No exemplo observado neste caso, o controle de estoque pode ser realizado diretamente pela pessoa que utiliza o material, o próprio consumidor final, evitando a superprodução (e o excesso de movimentação) de material entre os processos de produção (FERRO, 2004).
- *Material distribuído em prateleiras:* No supermercado, os produtos de maior consumo possuem maior destaque, mais espaço e são colocados em maior quantidade nas prateleiras. Os itens de menor consumo ocupam espaços menores e de menor destaque, e são dispostos em menores quantidades. Como exemplo, pode-se citar a situação da margarina e da manteiga nas prateleiras refrigeradas: enquanto os potes de margarina ocupam grandes áreas, os tabletes de manteiga são colocados em um pequeno espaço, se comparado ao da margarina. O mesmo acontece com o azeite de oliva em relação ao óleo de soja (PEINADO, 2000).
- *Reposição conforme o consumo do lote produzido:* conforme os produtos são consumidos, eles são repostos. A necessidade de reposição é determinada de maneira visual, e qualquer pessoa tem condições de abastecer o estoque. Com isso, a tarefa de programação da produção passa a ser dos próprios operadores, deixando de ser tarefa destinada a especialistas (FERRO, 2004). Isso o *Kanban* consegue. Administrando o tempo de movimentação dos materiais e quantidades a serem transportadas (SMALLEY, 2004).

- *Cartão Kanban*: cada lugar nas prateleiras do supermercado, destinado a um determinado produto, é identificado com um cartão contendo apenas as informações que interessam ao consumidor, as quais praticamente são constituídas pela identificação (peso, tamanho, quantidade e etc) do produto, e seu preço. Essas informações identificam que aquele local é destinado a um determinado artigo, mesmo que este esteja em falta. Resumindo, cada lugar na prateleira tem seu local e espaço definido de forma visual. Funciona também como uma ferramenta visual para que os supervisores determinem se a produção está adiantada, ou atrasada, em relação à programação. Uma rápida observação dos dispositivos que armazenam o *Kanban* no sistema (postos de acúmulo de *Kanban*) mostrará se os materiais e as informações estão fluindo de acordo com o planejado, ou se anormalidades estão ocorrendo.

O objetivo do sistema é criar “cultura” dentro da empresa e, de forma gradativa, transmiti-la para seus fornecedores, melhorando o velho e conservador sistema de produção (OHNO, 1997).

O sistema de controle visual de abastecimento de estoque pode ser feito de qualquer forma. Como por exemplo: sinal luminoso por meio de lâmpadas coloridas, quadros, os próprios contentores vazios, sinal sonoro, faixas pintadas no chão, prateleiras abastecidas por gravidade, etc.

Segundo Moura (1996), com a implantação do sistema *Kanban*, se almeja também:

- Acionar o processo de fabricação, apenas quando necessário;
- Não permitir a produção para estoque com previsões futuras;
- Paralisar a linha de produção quando surgirem problemas não solucionados;
- Permitir o controle visual do processo;
- Garantir a distribuição programada das ordens de serviços;
- Evitar o excesso ou a falta de produção/entrega de peças;
- Controlar o inventário;

- Descobrir e amplificar as fraquezas dos processos;
- Produzir lotes pequenos;
- Entregar peças de acordo com o consumo;
- Identificar peças.

3.1.4. *Os principais benefícios do Kanban*

O *Kanban* nasceu da necessidade de desenvolver um sistema para fabricação de automóveis de muitos tipos diferentes, em pequenos números (CORREA et al, 2001).

Desenvolvido a fim de atingir os objetivos do JIT, os sistemas de “puxar” a produção, são, na verdade, apenas uma grande manifestação do princípio da visibilidade. De modo que, promover a visibilidade direta e imediata dos problemas e condições para as pessoas envolvidas diretamente, lhes permitirá tomar uma medida imediata. Esse é um grande benefício, ou um dos maiores, dessa ferramenta (SLACK et al, 2002). Outros benefícios são apresentados por Moura (1996) e por Correa et al (2001):

- Melhorar a produtividade;
- Aumentar a participação da mão de obra;
- Melhorar as relações entre a gerência e chão de fábrica;
- Minimizar os estoques de materiais em todos os níveis;
- Minimizar instabilidade da produção através de previsões de flutuações de demanda de um processo, ou produto, para outro.
- Proporcionar melhores controles de produção.
- Estabelecer uma ferramenta para a melhoria contínua.
- Reduzir índices de defeitos.

Com a evolução das empresas e a aparição de novas técnicas relativas a administração da produção, como o *Lean Manufacturing*, *JIT* e outros, os custos de produção mudaram. No passado, despesas indiretas não passavam de 10% do custo fabril, e nos dias de hoje, aproximam-se, e em alguns casos superam, 50% dos custos de fabricação (VOKURA, 1998).

Com a competitividade, o mercado quase sempre é quem dita as regras de produção e comercialização. Assim, as empresas devem reduzir seus custos de produção e melhorar cada vez mais seus produtos, fornecendo para seus clientes exatamente aquilo que eles desejam, nas quantidades e no tempo que eles precisem (LEWIS, 2000).

3.1.5. Principais Tipos de Kanban

Nessa seção, serão apresentados os principais tipos de *Kanbans* utilizados nas mais diversas aplicações de manufatura. Será dada maior ênfase no quadro *Kanban* do tipo proposto nesse trabalho.

O cartão *Kanban* é o responsável pela comunicação do sistema. Em cada cartão estão escritas as informações necessárias, tais como o código e descrição da peça, a quantidade de peças por lote ou batelada, o nome do fornecedor externo ou do setor interno de fabricação e outras informações que sejam importantes no controle. Existem duas formas predominantes de se montar o sistema: utilizando um ou dois cartões (SMALLEY, 2004).

Existem vários tipos de *Kanban* que já vêm sendo utilizados por muito tempo. Outros, já não são utilizados com tanta frequência. Smalley (2004) classifica os cartões *Kanban* em dois grupos, de acordo com a função que exercem:

- *produção*: conhecido também por *Kanban* de fabricação;
- *retirada ou movimentação*:

Ambos são divididos em dois tipos:

- *kanban interno*: de instrução de produção, usado para programar processos em fluxo;
- *kanban de sinalização*: para programar processos em lotes.

Existe também o *Kanban* de retirada de peças, o qual possui o uso interno dentro da fábrica, e o uso externo junto ao fornecedor (SMALLEY, 2004).

A reposição dos estoques no sistema *Kanban* é controlada de forma visual, com a utilização de diversas maneiras de sinalização. Na maioria dos casos, este sinal visual ocorre através de cartões *Kanban*, e de seus painéis, ou quadros, porta *Kanban* (MOURA, 1996).

Serão, agora, apresentados os principais tipos de *Kanbans*:

- *Interno*: tem a finalidade de levar as informações de fabricação de um determinado lote, em pequenas quantidades, ou até mesmo de um só item, para um processo acima. Sua maior utilidade está na programação das áreas de produção finais, com base na retirada do estoque de um supermercado (OHNO, 1997).
- *Sinalização*: tem a finalidade de informar a fabricação de grandes quantidades para processos em lotes, fluxo acima. Esse tipo de *Kanban*, ao contrário do interno, utiliza o tamanho do lote (como é feito nos supermercados) para informar os processos posteriores, enquanto permite ainda, tempo para trabalho de *setup* que ocorre nos processos anteriores (FAVARO, 2003).
- *Quadro de lotes*: cada item do supermercado que possui um *Kanban* é destacado e retornado ao processo fornecedor conforme o estoque é consumido. Quando os cartões chegam a uma determinada altura do quadro (ponto de disparo) a produção desse item se inicia de acordo com o número de cartões (HUANG, 1996).
- *Triangular*: são as formas mais utilizadas de *Kanban* de sinalização; estes são utilizados para programar um processo em lotes os quais possuam tempos de *setup* maiores do que o tempo *tack time* do processo de produção. Também utiliza-se do tamanho do lote para a produção, combinado com o ponto de reposição do estoque (SMALLEY, 2004).
- *Especial*: é usado para produções sob encomenda, deverá ser emitido e recolhido em cada encomenda (PEINADO, 2000).

- *Interprocesso*: sinaliza a necessidade de mover os itens do ponto de armazenagem, ao ponto de transformação. O objetivo deste é permitir o armazenamento de materiais ao lado do ponto de processamento (MOURA, 1996).
- *Fornecedor*: Indica ao fornecedor a necessidade de recebimento de algum insumo externo. Ele é muito similar ao de retirada, mas contém informações adicionais sobre local específico de recebimento, horário e etc. Estes, em muitos casos, podem ser utilizados eletronicamente (FAVARO, 2003).
- *Temporário*: em alguns períodos, as quantidades de cartões podem estar sujeitas à mudanças devido à modificações na demanda, ou *lead time*, de produtos. Isso, normalmente, ocorre em curtos espaços de tempo, e cartões extras necessitam ser incluídos (OHNO, 1997).
- *Lâmpada*: este utiliza sinais automáticos para informar que um certo estoque foi consumido (MOURA, 1996).
- *Eletrônico*: utiliza computadores e impressoras como dispositivos de comunicação entre os departamentos (HUANG, 1996).
- *Combinados*: em alguns casos, os cartões de produção e retirada podem ser utilizados em conjunto; funciona para regular a produção puxada entre a montagem final e o supermercado central (AKTURK, 1999).
- *Contenedor*: utiliza o próprio contenedor como cartão, ele é designado para um item particular e seu retorno para o centro de produção, e determina a seqüência e o programa de reposição (HUANG, 1996).
- *Painel/Quadro*: este método utiliza um quadro colorido para indicar o fluxo de consumo de cada item. O quadro é pintado nas cores verde, amarelo e vermelho. Nele, são fixadas marcas para representar o número total de cartões de cada item. Os itens são produzidos em proximidade aos da zona vermelha (PEINADO, 2000).

Exemplo 1: O quadro *Kanban* está vazio, ou seja, sem cartões. A estação acima está abastecida com insumos, peças ou produtos em processo. Neste caso, o cartão permanece fixado nos itens.

Exemplo 2: A área consumidora do item, quando consumir um lote, retira o cartão do item e o envia para o quadro.

Exemplo 3: A área produtora do item verifica que existem cartões no quadro, e, como se este fosse uma ordem de fabricação, passa a produzir mais lotes de peça. Quando a necessidade estiver abastecida, a área produtora retira o cartão do quadro e o coloca novamente junto ao lote produzido.

Pode-se observar que a metodologia é simples: quanto mais cartões o quadro contiver, menos peças têm-se em estoque. Quanto menos cartões houver no quadro, mais peças existem em estoque.

3.1.6. “Puxar” a Produção

Tentando mostrar de maneira simplificada, o termo “empurrar a produção” significa que o plano mestre de produção elaborado periodicamente em um programa de produção emite ordens de compra e ordens de fabricação. O próximo período de programação considera os estoques remanescentes, ou por vir, incorporando-os de forma natural. Ocorre então, a produção de itens ou lotes com base em previsões de demanda e estoques existentes (CORREA, 2001). No sistema *Kanban*, os estoques de material só entram na empresa ou são produzidos por um processo interno anterior de acordo com o que as linhas de produção posterior podem absorver. É como se a produção “puxasse” os estoques. De uma forma mais direta e incisiva, poderia se dizer que no sistema tradicional o “estoque comanda a produção”, enquanto no sistema *Kanban*, a “produção comanda o estoque” (BONNEY, 1999).

O sistema *Kanban* tradicional emprega painéis ou quadros de sinalização junto aos pontos de armazenagem espalhados pela produção. Trata-se de uma representação visual do estoque, pois, através dele, é possível se saber como estão os níveis de estoque. Se os quadros *Kanban* forem monitorados corretamente, muitos benefícios poderão ser obtidos para a otimização dos estoques, pois são os quadros que “puxam” a produção (HUANG, 1996).

Para entender o funcionamento do quadro, e o “puxar” da produção, serão formuladas algumas situações que ocorrem com a implantação dos quadros *Kanban*:

- *O formato/desenho do quadro*: o quadro *Kanban* serve para controlar itens em estoque. A descrição destes itens está na primeira linha sobre cada uma das colunas, Por exemplo, seriam as letras de A1 a A5. A coluna do item A1 possui cinco lugares representados por um ponto escuro, um lugar para cada um dos cinco cartões que formam o estoque de A1. Cada cartão representa um contentor/lote do item A1. A coluna do item A2 possui sete locais, portanto, contém sete cartões e sete contentores/lotes do item no processo/fluxo. E assim, para os demais itens, sucessivamente.
- *Disparo da produção*: Supondo que um funcionário pretenda iniciar a produção de um item, ele deverá observar no quadro, a seguinte situação:

Item A1 com quatro cartões no quadro, o item A2 com cinco cartões no quadro, e os demais itens não possuem cartões no quadro. Qual desses itens deveria disparar a sua produção? Numa primeira instância, pode-se pensar que deverá ser o item que possui o maior número de cartões no quadro, ou seja, o item A2, o qual apresenta cinco cartões. Por outro lado, o número total de contentores do item A2 é sete, e o número total de contentores do item A1 é 5, isto o torna mais crítico. Entretanto, o item A1 será o primeiro a ser produzido para esta situação exemplo. A conclusão óbvia é que sempre se deve iniciar a produção do item que estiver mais crítico. Para facilitar a identificação deste item pelo operador, o quadro *Kanban* utiliza as três tradicionais cores de alerta: verde, amarelo e vermelho.

Cada linha das colunas desse quadro é pintada com uma cor para facilitar a visualização da urgência em se requisitar ou produzir este item. Normalmente, emprega-se a cor verde para indicar condições normais de requisição ou produção, a cor amarela para indicar “atenção” com este item, e a cor vermelha para sinalizar urgência na requisição ou produção deste item (TUBINO, 1997).

A regra é sempre produzir o que se encontra mais crítico, porém, se existir mais de um item com a mesma prioridade, então, deve-se optar em produzir o item que for mais fácil e conveniente de se fabricar, no momento, para a produção (HUANG, 1996).

- *Quanto ao funcionamento do quadro* - quando as peças vão sendo produzidas, os cartões são retirados primeiramente da faixa vermelha, depois da amarela e por fim da verde. À medida que os cartões chegam ao quadro, eles são inseridos primeiramente sobre a faixa verde, depois amarela e por fim vermelha, conforme mostra a Figura 3.

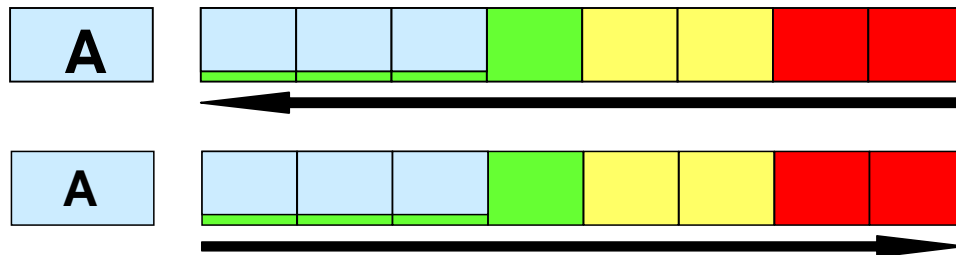


Figura 3 – Esquema de retirada e de entrada de cartões *Kanban*.

Se, no início da produção do dia, consultando o quadro, observa-se que este se encontra vazio, nenhum item deve ser produzido.

O *Kanban* determina o estoque máximo de peças, e não o estoque mínimo. O quadro *Kanban* deve sempre ser monitorado sob dois aspectos: itens que nunca ficam críticos, e itens que ficam críticos com frequência. Ambos os itens merecem atenção. Se o item nunca fica crítico, provavelmente está trabalhando com estoque alto; portanto, deve ser reduzido. Se um item sempre fica crítico, deve-se investigar as causas que provocam o retorno desses itens para eliminar possíveis problemas, ou aumentar o estoque desse item (AKTURK, 1999).

Sobre a superprodução, há a fábula da tartaruga e da lebre. Em uma fábrica onde as quantidades necessárias realmente ditam a produção, observa-se que a lenta, porém consistente tartaruga, causa menos desperdício e é muito mais desejável do que a rápida lebre, que corre à frente e, então, pára ocasionalmente para tirar uma soneca devido a ociosidade. O STP só pode ser realidade quando todos os trabalhadores tornarem-se “tartarugas” (OHNO, 1997).

Para ilustrar esta concepção, vale a pena também comentar um fato ocorrido em uma grande empresa que possuía uma célula de produção a qual fabricava peças plásticas, e as distribuía aos demais departamentos através de um sistema *Kanban* controlado por cartões. Em determinado período de férias coletivas, a área achou por bem trabalhar alguns dias para completar todo o estoque do *Kanban*, e deixar o “quadro vazio”. O resultado foi que, no

retorno das férias, não havia contentores vazios. Então, os funcionários da produção de peças plásticas não tiveram o que fazer durante toda a primeira semana após o retorno das férias coletivas (PEINADO, 2000).

Pode-se dizer que o sistema *Kanban*, de certa forma, prega, que não se faça hoje, o que pode ser deixado para amanhã (BONNEY, 1999).

3.2. Tecnologia de Grupo(TG)

Nos sistemas de produção organizados por processo, as máquinas com a mesma funcionalidade são agrupadas em departamentos de modo a facilitar o deslocamento das peças que necessitem de processamento em mais de um tipo de máquina. Este modo de organizar a produção é relativamente flexível, eficaz e eficiente, e é caracterizado pela produção de grande variedade de itens, em pequenos ou médios lotes de peças. Isto se dá, basicamente, por meio de formação de famílias de peças semelhantes em termos físicos (processo, forma, tamanho, cor, tolerância, material), e formação de grupos de equipamentos, fabricando-se um dos grupos ou famílias de peças (MONKMAN, 2006).

É uma filosofia de manufatura que visa racionalizar os trabalhos em empresas que manufaturam pequenos e médios lotes, por meio de análise de suas similaridades de projeto e processos produtivos, e da determinação de suas famílias de produtos (BATOCCHIO, MAESTRELLI, 1995).

3.2.1. Conceitos da TG

Considera-se sistema de produção aquele que é capaz de fabricar uma quantidade de peças diferentes com o auxílio de um conjunto de máquinas composto de vários modelos diferentes, em que reúnam-se máquinas similares mas que se diferenciam somente em termos de desempenho. Faz-se uso de uma taxa mínima de produtividade para cada máquina, exprimindo a porcentagem do período de trabalho durante o qual a máquina deve ser utilizada, para ser considerada rentável (RIBEIRO, 2002).

A produção é realizada em lotes, e todas as peças que compõem um lote devem sofrer uma transformação em uma determinada máquina antes de ser transferidas para o próximo

processo. Procura-se uma organização das peças em famílias, e das máquinas em células, de modo a: minimizar tempo de preparação de máquinas, criar maior visibilidade para detectar problemas, gerenciamento simplificado, *lead time* menor, maior motivação e envolvimento pessoal (HYER, 1985).

A TG é um conceito que se beneficia das similaridades de projeto e fabricação das peças a ser produzidas. Desenvolvido na Europa, no início do século XX, a classificação e registro das peças, foi aperfeiçoada nos anos 50. O agrupamento de peças diferentes em uma família vinha ao encontro da tendência de mercado da época, que pedia maior variedade de produtos, em menores quantidades (HYER, 1985).

É uma filosofia no gerenciamento da produção que busca oferecer às empresas que trabalhem com pequenos e médios lotes, vantagens similares às obtidas nas empresas de produção em massa (BENNETT, 1987).

Segundo Sérgio (1990), TG, ou Produção por Família de Peças, é uma filosofia administrativa, um princípio organizacional cujo objetivo é analisar e arranjar as peças de um espectro e os processos produtivos mais relevantes de acordo com as similaridades de projetos de fabricação. Assim, formam-se grupos e famílias que possam ser utilizados para racionalizar os processos produtivos na fabricação de pequenos e médios lotes. Pode-se, neste caso, definir “grupo” ou “célula” como conjunto de máquinas e/ou pessoas responsáveis pela produção de um conjunto de produtos, itens ou componentes.

Também para TG, família de peças pode ser tratada como um conjunto de produtos ou componentes processados em uma célula com as mesmas máquinas e ferramentas, ou, quase todas, aumentando a modularidade e reduzindo os números e tempos de *setups*.

Família é um conjunto de peças com similaridade geométrica e/ou dos processos de fabricação, são conjuntos de peças agrupadas que são processadas nas células (TATIKONDA,1992).

Célula é um sistema produtivo composto de máquinas e equipamentos, agrupados segundo algum critério de similaridade, em que peças ou conjuntos são processados completamente. É um conjunto de máquinas capazes de processar inteiramente todos os componentes de uma família (SÉRIO, 1990).

Para cada família de peças, o processo de fabricação de cada membro é semelhante, utilizando-se as mesmas máquinas, as mesmas ferramentas, os mesmos dispositivos de fixação, a mesma metodologia de inspeção, enfim, os mesmos procedimentos. Desta forma, os benefícios nos resultados da fabricação são sentidos na diminuição dos tempos de preparação das máquinas, na simplificação do fluxo de material na fábrica, na seqüência do carregamento das máquinas, no controle de ferramentas, e na utilização de roteiros padrão para fabricação. Além disso, o planejamento e controle da produção ficam facilitados (BURBIGDE, 1992).

Sempre que possível, procura-se projetar novos componentes a serem produzidos. Utilizando a seqüência de processos já definidos nas células, procura-se padronizar os componentes necessários, as operações de fabricação e montagem, e os materiais.

A TG pode ser vista como uma filosofia de manufatura em que peças e produtos (planos de processo, itens, montagens, ferramentas, etc.) similares, são identificados e agrupados para se aproveitar as vantagens de suas similaridades nas diversas atividades da empresa (projeto, manufatura, compras, planejamento e controle da produção, etc) (HYER,1989). O aproveitamento dessas similaridades pode ocorrer de três maneiras:

- executar atividades similares em conjunto, evitando, assim, perda de tempo com as alterações necessárias para se mudar de uma certa atividade, para outra não relacionada (ex.: a fabricação em seqüência de duas peças com características similares reduz tempo de *setup* entre as operações) (OHTA, 2002);
- padronizar as atividades similares e relacionadas, focando-se, assim, apenas nas diferenças necessárias e impedindo duplicação de esforços (ex.: redução da variedade de parafusos utilizados);
- armazenar e recuperar informações de forma eficiente, principalmente as relacionadas à problemas repetidos, reduzindo o tempo de procura por informações, bem como eliminando a necessidade de se resolver novamente um problema já solucionado (ex.: utilizar em um novo produto, componentes de um outro já existente) (SILVA, 2003).

É um método que tenta analisar e arranjar o *layout*, (o projeto de peças/produtos/itens) além dos processos de fabricação aplicáveis de acordo com as similaridades de desenhos, de

modo que uma base de grupo e famílias possa ser estabelecida para a racionalização dos processos na área de produção, para o rearranjo e posicionamento de máquinas e equipamentos (RIBEIRO, 2002).

Com a formação das famílias e células; e a implantação da TG, ocorrem algumas mudanças estruturais nas linhas de produção, umas das principais são: a mudança do *layout* funcional para o *layout* em grupo; mudança do sistema de controle de estoque de ciclo múltiplo para ciclo único; redução no ciclo de emissão de ordens; introdução de uma seqüência planejada de carga de trabalho (TATIKONDA, 1992).

Em empresas de manufatura, alguns tipos de *layout* são mais conhecidos e utilizados:

- *Fluxo em Linha* - onde cada família de componentes é alocada a um grupo de máquinas, seguindo, todos os componentes, a mesma seqüência de operações (SERIO, 1990);
- *Celular* - onde cada família de componente é alocada a um grupo de máquinas, em que cada componente pode seguir um roteiro completamente diferente entre as máquinas do grupo; grupo de máquina onde há várias famílias de componentes alocados a um só centro. Cada família segue um roteiro distinto, mas há máquinas dedicadas a produzir apenas alguns dos componentes. Útil quando não se pode mudar algumas máquinas, ou quando o volume ou *mix* exige constantes revisões do *layout* (TATIKONDA, 1992).

Com o *layout* celular obtém-se uma organização da fábrica em pequenas unidades produtivas mais simples e ágeis. As células de manufatura podem ser representadas de alguns tipos:

- *Máquina célula* - uma única máquina com alta capacidade de produção, sendo colocada em um arranjo com outras máquinas (RIBEIRO, 2002);
- *Célula em forma de U* - diversas máquinas agrupadas em formato de U, de acordo com a seqüência de um determinado processo. Os trabalhadores podem operar mais de uma máquina durante o ciclo de fabricação de uma peça, ou família de peças (SILVA, 2003);

- *Célula em forma de L* - máquinas alocadas em formato de L, ou linhas de produções voltadas para a garantia da quantidade;
- *Célula em linha* - máquinas em filas interligadas por esteiras (TATIKONDA, 1992).

A padronização dos componentes reduz o *setup*, o qual, por sua vez, reduz o tempo de fabricação, e conseqüentemente, o estoque em processo (OHTA, 2002).

Para Hyer (1985), a implantação da TG normalmente é realizada em três etapas:

- *Codificação* - busca codificar numericamente ou simbolicamente as características físicas, materiais e dimensionais de projeto, e fabricação dos produtos ou itens.
- *Classificação ou Agrupamento* - busca criar famílias de peças e roteiros para definição das máquinas necessárias à formação de famílias/grupos de máquinas, através da similaridade de seus projetos.
- *Definição do Layout* – consiste na definição de alocação dos equipamentos na fábrica, e que este seja o mais apropriado para o processo produtivo, no qual as famílias de peças e os grupos de máquinas estejam agrupados fisicamente, da maneira mais conveniente possível.

3.2.2. Os objetivos da TG

A TG é muito mais do que uma técnica, é uma filosofia que resulta em um sistema de produção conhecido como sistema celular, provocando mudanças em diversos setores envolvidos no processo produtivo (TATIKONDA, 1992).

O foco da TG é a formação de família de produtos. A partir das famílias, são formados os grupos. Após a formação dos grupos, obtém-se o *layout* (SILVA, 2003)

Muita confusão tem ocorrido entre a TG, os sistemas de classificação, e o projeto de células de manufatura. Deve ficar bem claro que o sistema de classificação é um meio para a implantação da TG, e a célula de manufatura é uma das aplicações de TG (OHTA, 2002).

Tendo como princípios a padronização do projeto de peças e a minimização da duplicação de desenhos, os projetos de novas peças podem ser feitos baseados em projetos anteriores; informações relativas ao projeto e fabricação da peça, preparadas por um engenheiro experiente, podem ser reutilizadas por todos; os custos de fabricação podem ser estimados mais facilmente; os planos de processo podem ser padronizados e programados de modo eficiente, as ordens de produção podem ser agrupadas, os tempos de preparações podem ser reduzidos, as ferramentas, dispositivos e máquinas podem ser compartilhados pelas famílias de peças (RIBEIRO, 2002).

Essa filosofia almeja: a melhoria da produtividade, diminuindo os tempos de preparação e estoques em processo (SILVA, 2003), maior padronização das operações nas células; aumento da flexibilidade (obtem-se uma maior flexibilidade na emissão de ordens e programação das operações (RIBEIRO, 2002), melhoria da qualidade pela maior padronização dos processos de fabricação, maior envolvimento dos funcionários pertencentes à célula; melhoria da adaptabilidade permitindo que projetos de peças sejam recuperados mais facilmente (LOGENDRAN, 2005).

A Tecnologia de Grupo reúne os objetos com atributos similares em famílias, as quais são definidas como uma coleção de objetos que dividem características específicas (de projeto, manufatura, compras, etc.) identificadas para um propósito bem definido. Todos os objetos em uma família requerem métodos similares de tratamento e manuseio, e os ganhos de eficiência são atingidos pelo processamento conjunto dessas peças/itens. O projeto e a manufatura são os principais campos de aplicação da TG, porém, atualmente, esta tem-se espalhado por diversas áreas de manufatura e serviços (SCHALLER, 2007).

Uma condição favorável para a implantação da TG é a de empresas que manufaturam uma grande quantidade de lotes pequenos e médios (RIBEIRO, 2002). Com a similaridade dos componentes e dos processos de produção, os itens que satisfizerem a este requisito farão com que o ajuste das máquinas para a fabricação de dois componentes consecutivos seja mínimo, ou nenhum. Essas condições, quando satisfeitas em maior número possível, indicam uma adequabilidade de *layout* do grupo, considerado um aspecto chave da TG (SILVA, 2003).

3.2.3. *Vantagens e desvantagens da TG*

Na manufatura, os ganhos de eficiência vêm da redução dos tempos de *setup*, programação em seqüência de peças de uma mesma família, melhoria no controle do processo, planos de processo e instruções padronizadas, formação de células de manufatura e aumento da qualidade (OHTA, 2002).

As vantagens no projeto são obtidas principalmente da recuperação de informações, da padronização de itens e, conseqüentemente, da não proliferação desses itens. Um exemplo é quando os engenheiros recuperam desenhos existentes para suportar novos produtos, e quando peças são padronizadas (HYER, 1989).

A TG propicia a padronização dos projetos do produto, facilitando a programação da produção e a implantação do sistema automatizado de planejamento do processo (CORREIA, 1998).

Um das principais vantagens da TG é a formação de células de máquinas para fabricação de peças, reduzindo o tempo de processamento dos itens, o tempo de preparação da máquina, transporte e tempo de espera entre processos, e finalmente, o custo de ferramental (HYER, 1985).

Para França (2005), Monkman (2006) e Hyer (1989) destacam-se como principais vantagens da implantação da TG, alguns pontos de “senso comum”:

- *Tempos de preparação são reduzidos ou eliminados;*
- *Reduz o espaço necessário de chão de fábrica;*
- *Melhor opção para sistemas por fabricação em lotes;*
- *Diminui o número e custo com ferramentas;*
- *Fluxo produtivo racionalizado;*
- *Redução de custo de transporte – a proximidade das máquinas reduz o caminho de materiais;*
- *Lead time menor;*

- *Maior motivação e envolvimento pessoal;*
- *Redução do custo do material em processo e estoque - ocorre pela redução do ciclo de fabricação;*
- *Maior visibilidade para detectar problemas;*
- *Melhor resposta à demanda - diminuição dos estoques intermediários combinados ao estoque final;*
- *Padronização das operações e componentes - facilita o controle, e reduz o fluxo de materiais e ferramentas;*
- *Facilidade de priorização das operações;*
- *Gerenciamento simplificado;*
- *Minimiza o estoque em processo, entre as operações que compõem a célula;*
- *Reduz o tempo de preparação de máquina;*
- *Melhoria do controle de fabricação - parte da responsabilidade pelo controle da produção também é delegada ao grupo.*
- *Aumento da capacitação do operador na indústria – uma maior participação do indivíduo dentro do grupo é de importância fundamental para a solução dos problemas que surgirão. Cada indivíduo sente, então, que faz parte de um time com objetivos comuns. Parte da tarefa de programação, do controle da produção e do controle de qualidade, é deixada a cargo do grupo, e ainda, o operador passa a realizar tarefas em máquinas diferentes dentro da célula.*
- *Aumento da qualidade e motivação dos funcionários.*
- *Garantia de carga balanceada nas células;*
- *Evitar interrupções no fluxo de produção;*
- *Não sobrecarregar algumas máquinas;*

- *Não permitir interferência de lotes urgentes;*
- *Equipamentos-chave compartilhados por várias células.*

Sério (1990) também destaca algumas desvantagens, tais como: diminuição da taxa de utilização dos equipamentos; necessidade de um trabalho de levantamento de dados para a determinação dos grupos, e rearranjo do *layout*.

Certos custos podem ser encarados como desvantagens para a implantação da TG, por não satisfazer às várias necessidades de todos os aspectos das operações da empresa. Desta forma, pode ser viável complementar um presente sistema com códigos adicionais, ou desenvolver um novo sistema de codificação. Outros custos são:

- Desenvolvimento e implantação de um sistema de codificação e classificação dos componentes fabricados;
- Investimentos em equipamentos para o balanceamento de fluxo e de capacidade;
- Manutenção do sistema de classificação e codificação;
- Pode-se necessitar de pessoal adicional para administrar ou manter o sistema;
- Quando faltar suporte da alta gerência, poderá ser difícil a implementação do sistema de classificação;
- Para o sucesso do SCC, deverá haver cooperação entre todos os departamentos;
- A classificação e codificação podem demandar muito tempo.

3.2.4. Métodos de Formação de Famílias

Na execução das atividades de implementação da Tecnologia de Grupo, os sistemas de classificação e codificação surgem como uma poderosa ferramenta de auxílio. Os sistemas de classificação podem auxiliar a Tecnologia de Grupo nas atividades de implementação, fornecendo uma estrutura para classificar os produtos ou itens em famílias, baseado em suas características de projeto (TATIKONDA, 1992).

Na TG, as peças são identificadas e agrupadas em famílias através de sistemas de classificação e codificação. Este processo é crítico e complexo, e o primeiro estágio de sua implementação é feito com base nos “atributos de projeto e fabricação” (RIBEIRO, 2002).

Vários sistemas de codificação e classificação (SCC) foram desenvolvidos nas décadas de 80 e 90, selecionados de acordo com as necessidades de cada empresa, de modo que não existisse um sistema universal. Os principais benefícios de um SCC bem projetado são:

- A carga de máquina é racionalizada e ocorrem gastos otimizados de capital;
- Racionalização de ferramental, e redução do tempo de preparação da máquina;
- Formação de famílias de peças e células de máquinas;
- Recuperação efetiva e rápida de desenhos, projetos e planos de processos; racionalização e redução de custos em projetos;
- Padronização do projeto do produto;
- Padronização de processos e ferramental;
- Racionalização do planejamento e programação da produção;
- Contabilidade de custos, e estimativa de custos mais precisos;
- Melhor utilização das máquinas-ferramenta, dispositivos e mão-de-obra;
- Uso efetivo de máquinas (HEYER, 1985).

O tempo ou os custos da classificação podem ser elevados, Portanto, há algumas formas específicas para ser realizados, qual sejam, por observação simples, estudo criterioso dos projetos e fabricação, ou ainda, pela análise dos processos já utilizados (SILVA, 2003).

O sistema de codificação das peças pode ser específico para empresa ou comercial. Em função da grande variedade de produtos e empresas, não existe um sistema universal, mas é importante que o sistema adotado seja compatível com outros sistemas da empresa.

O código das famílias de peças consiste de números, letras ou uma combinação de ambos. Estes, baseiam-se em atributos de projeto ou em atributos de fabricação, ou em ambos (OHTA, 2002).

A introdução da TG baseia-se na análise dos itens e nos dados de produção. Estes dados devem ser confiáveis para permitir uma formação correta das famílias, por meio de sua classificação e codificação (SILVA, 2003).

Segundo Lorini (1993) os métodos empregados pela tecnologia de grupo dividem-se em quatro grupos principais de formação das famílias:

- Análise do fluxo de produção (PFA): agrupa itens com base nos roteiros de fabricação, ou fluxo da produção;
- Identificação visual: agrupa itens por inspeções visuais de suas características.
- Classificação e codificação: desenvolve um sistema de código, permitindo codificar itens por atributos de processo e ou projeto.
- Identificação de padrões: compara características dos itens a serem agrupados com padrões estabelecidos pelas características geométricas ou tecnológicas.

Dos métodos disponíveis, o mais adequado é o PFA, pois pode ser empregado de forma mais rápida, sem a necessidade de compor códigos complexos. Baseado na análise de uma matriz “peças x máquinas”, em que são permutadas linhas e colunas numa matriz de incidência preenchida com 0 ou 1, onde ocorrerá 1, se a peça passar pela máquina da respectiva linha, e 0, se a peça não passar pela máquina. Essas permutações visam a diagonalizar a matriz, o que resulta, após o processo, numa indicação dos agrupamentos que devem ser efetuados (BATOCHIO & MAESTRELLI, 1994).

3.2.5. Métodos baseados em Algoritmos de Agrupamento

A criação das células depende basicamente da formação das famílias de peças. Serão, agora, apresentados outros métodos para formação de famílias, através da análise de

agrupamentos baseados em formulação matricial e algoritmos os quais, baseados na reorganização da ordem das linhas (máquinas), e colunas (peças) da matriz de incidência Máquina X Peça, procuram convertê-la num formato o mais próximo possível de uma matriz de blocos diagonais. Deste modo, blocos que acompanham a diagonal são os prováveis candidatos a ser os grupos de máquinas e suas respectivas famílias de peças. (RIBEIRO, 2002) (HYER, 1985).

Essas técnicas de agrupamento servem também para medir a eficiência da família de peças e máquinas e baseiam-se em técnicas de agrupamentos em que são empregadas variáveis como atributos pertinentes à classificação de qualquer tipo de elemento que, essencialmente, execute uma ordenação.

Define-se a unidade dos dados, as variáveis a serem empregadas, o critério de agrupamento, uma medida de similaridade conveniente, e a implantação do algoritmo que executa as tarefas citadas acima. Alguns exemplos de são: Análise de Fluxo de Produção (PFA) (BURBIDGE, 1971); *Rank Order Clustering* (ROC) (KING, 1982); *Bond Energy Algorithm* (BEA) (HAM, 1981); *Single Linkage Algorithm* (SLC) (CARRIE, 1973); *Cluster Identification Algorithm* (CIA) (KUSIAK, 1987); *Direct Clustering Algorithm* (DCA) (CHAN, 1982).

3.3. Caracterização da Produção de Lixas

Segundo Nussbaum (1988), a lixa é composta por uma base, na maioria das vezes, de papel ou pano, sobre a qual um determinado material abrasivo é fixado em sua superfície.

Sua utilização é dada para remover imperfeições de superfícies de diversas naturezas, como madeira, metal e alvenaria. Também faz a preparação necessária para que alguns materiais possam receber tintas, vernizes e adesivos (www.norton-abrasivos.com.br,2007).

Caracterizada por baixa produtividade, a manufatura de lixas é composta por uma variedade de matérias-primas muito grande. Sua aplicação possui várias áreas de abrangência como na indústria metal-mecânica, moveleira, automobilística, curtumes, na construção civil e em alguns outros nichos de mercado (MILLER, 1986).

3.3.1. *Abrasivos aplicados/Lixas abrasivas*

Tem-se registro de sua primeira aparição na China no século XII. Era fabricado utilizando-se cola natural e areia. Sabe-se de alguns registros de vendas em Paris, em 1769. Após isso, apenas em 1833, em Londres, a companhia de John Oakey desenvolveu uma nova técnica de processos de adesivo e pólido, então, criar um processo de produção em massa; entretanto o processo de produção de lixas foi patenteado nos EUA por Issac Fischer em 1835, e iniciaram-se as vendas no mercado em 1844, por Fremy, na França. O primeiro sistema produtivo se deu apenas em 1856, na Inglaterra (NUSSBAUM, 1988).

Em 1916, a *3M Company* desenvolveu uma lixa conhecida como *Wetordry* (lixa d'água), com a qual se iniciou a aplicação na indústria automobilística, e o desenvolvimento da indústria abrasiva (www.3M.com/abrasives.tml, 2007).

3.3.2. *Caracterização do produto*

O lixamento é uma das operações em que a superfície é modificada mecanicamente pelo atrito de abrasivos, com o objetivo de diminuir a rugosidade, promover um acabamento mais estético e eliminar imperfeições superficiais como arranhões, manchas e etc (www.fepa-abrasives.org, 2007).

Chamado também de abrasivos aplicados, as lixas têm um grau de importância muito grande no mercado de abrasivos, ocupando o segundo lugar de vendas nessa área. Há uma variedade de lixas enorme, com variações de bases/costados. Deste modo, muitos modelos de adesivos e materiais abrasivos de diversos tipos e tamanhos são utilizados nesse tipo de indústria (www.norton-abrasivos.com.br, 2007).

Segundo Nussbaum (1988), sua construção é dada por três componentes básicos: base (ou costado), abrasivos e adesivos:

a) Costado: é a base da lixa, onde o mineral é fixado após a aplicação da camada de adesivo. Existem vários tipos de costados para confecção de lixa, como por exemplo: papel,

pano, fibras, combinação e filmes. As bases sobre as quais são aplicados os abrasivos são normalmente:

- *Papel*: de alta resistência, em diferentes espessuras, pesos e larguras. Os papéis possuem características mecânicas. São encontrados em camada simples ou compostos com fibras orientadas para obter melhor resistência.
- *Tecido*: na sua maioria, de algodão flexível, de alta resistência com alta flexibilidade, ou “pesados” de alta resistência e com baixa flexibilidade. Algodão tela é o tecido mais utilizado. Pode apresentar variadas textura, aspereza, dureza e resistência, conforme a trama e o fio empregado.

Os tecidos podem ser tratados objetivando condições diferenciadas como, por exemplo, amaciados para obter-se maior flexibilidade (permitindo acompanhar contornos), lubrificados (para prevenir queima), endurecidos e enrijecidos, etc. Porém, os tratamentos devem ser feitos uniformemente, evitando pontos com comportamentos diferentes.

Existem vários tipos de bases aplicadas ao processo de fabricação, tais como: *Rayon*, *Jeans*, *Viscose*, *Poliéster* e outros tecidos utilizados para aplicações específicas; *Fibras vulcanizadas*, usadas especialmente na fabricação de discos; Outros, como filmes, alumínio, combinação de papel e tecido, e etc.

b) Abrasivo: É o elemento que executa o trabalho de corte, ou seja, em operações de lixamento do desbaste ao acabamento. Existem vários tipos de minerais empregados na construção das lixas (ROSSI, 2006):

- *Abrasivos Naturais*:
- *Sílica*, considerado um abrasivo de dureza média e baixo custo. É a denominação genérica para o quartzo ou as areias.
- *Óxido de alumínio (alumina)*, atualmente a substância mais importante na indústria de abrasivos, está dividido em calcinados e fundidos.
- *Carbeto de silício*, obtido pela reação entre sílica e carbono, mais duro que óxido de alumínio, e usado em lixas e rebolos para metais não ferrosos.

- *Óxido de ferro*, pó vermelho de granulometria fina, usado principalmente com metais preciosos.
- *Outros*, nobres de operações especiais e de alto custo como óxido zircônio.

Com relação à camada abrasiva, pode-se classificar de duas maneiras: *Camada Fechada*, na qual os grãos abrasivos cobrem toda a superfície do costado; e *Camada Aberta*, na qual os grãos abrasivos estão equidistantes, cobrindo parcialmente o costado.

c) Adesivo: é a matéria-prima que fixa os grãos de abrasivos ao costado, podendo ser aplicado em até três camadas:

- A primeira camada de adesivo é aplicada antes do mineral, com o objetivo de fixar o mineral ao costado. Essa camada também é chamada de ancoragem dos grãos.
- A segunda camada dá cor à lixa, é aplicada sobre a primeira e sobre o mineral, após a primeira camada ter recebido a secagem, com o objetivo de cobrir o mineral, melhorando sua fixação, ajudando evitar o empastamento.
- A terceira camada não é aplicada a todas as lixas, e tem como função a dissipação de calor ou a ação anti-empastante.

Os adesivos de maior utilização são:

- *Cola animal*, o primeiro adesivo a ser utilizado na fabricação de lixas, tem como característica alta resistência e flexibilidade, utilizada para produtos que trabalham a seco.
- *Resina Fenólica*, utilizada em produtos para trabalhos de desbaste pesado, e em altas velocidades.
- *Outras*, resinas especiais resistentes a água, altas temperaturas, anti-empastante e etc, são utilizadas para várias aplicações em diferentes produtos.

A aplicação de abrasivos por colagem consiste no preparo de uma mistura de um adesivo (que deve ser um misto entre forte, para não desprender, e flexível para não quebrar com facilidade) e água, que será utilizada para colar o abrasivo no tecido. A operação de

colagem é de fundamental importância para a obtenção de um bom acabamento. A figura 4 caracteriza a aplicação do abrasivo sobre a base.

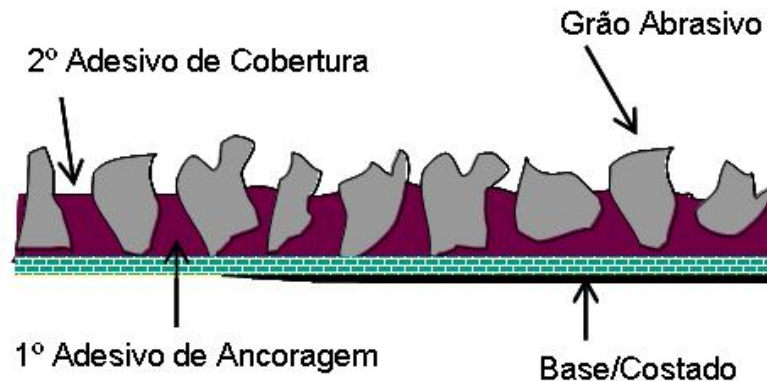


Figura 4 – Caracterização do Produto (NUSSBAUM, 1988).

3.3.3. Caracterização do processo produtivo

Existem vários métodos de processo de fabricação, ou de cobrimento, de abrasivos aplicados. A principal característica é o número de camadas que podem ser aplicadas por vez.

O processo mais comum é a aplicação por rolos (GOHEN, 1992), num processo no qual um fino filme líquido é formado sobre o costado devido a um *gap* entre dois rolos, e ao movimento contínuo entre estes conforme mostra a figura 5.

Para Nussbaum (1988), o processo de fabricação de lixa é seguido das atividades descritas abaixo:

Etapa 1 - Aplicação da primeira camada de adesivo: a primeira camada adesiva é aplicada, para, em seguida, receber o grão de mineral (abrasivo). Essa camada é responsável pela fixação da base do grão no costado.

Etapa2 - Aplicação do abrasivo: pode ocorrer de duas formas:

Por Gravidade: o abrasivo é acumulado em um reservatório e jogado em queda livre sobre o costado com adesivo (fluxograma, 6).

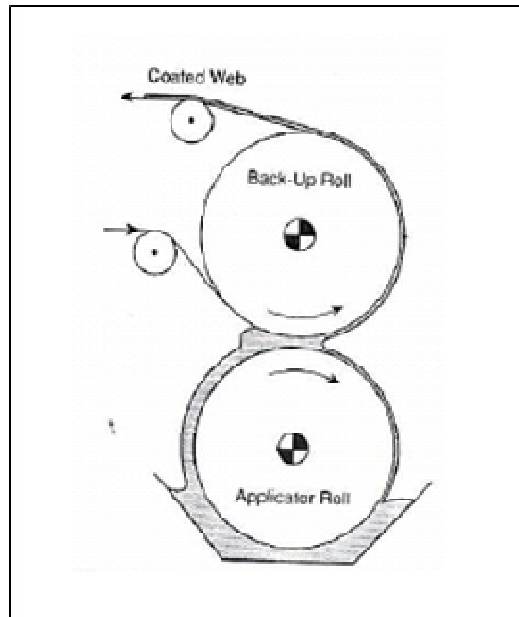


Figura 5 – Esquema do processo de aplicação de abrasivos por rolos. (GOHEN, 1992)

Deposição Eletrostática: o abrasivo é acumulado em um reservatório e lançado sobre uma correia transportadora, que leva o abrasivo entre placas eletrostáticas, por onde está passando o costado com o adesivo. Os abrasivos entram em um campo eletromagnético sobre a esteira, sendo atraídos ao costado da lixa. Essa etapa está ilustrada na figura 6.

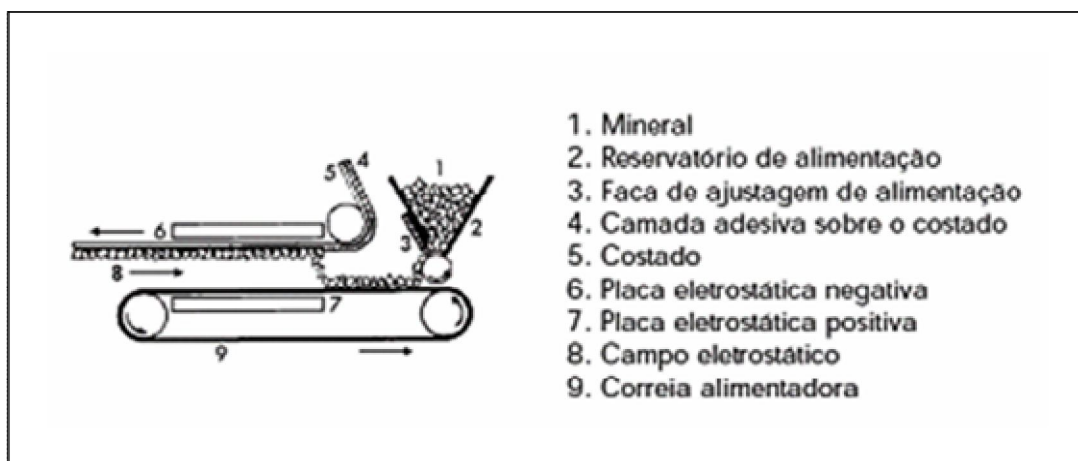


Figura 6 - Sistema eletrostático de deposição de grãos (NUSSBAUM, 1988)

A deposição eletrostática oferece vantagens na orientação dos grãos abrasivos sobre a deposição mecânica ou gravitacional (INCULET, 1998).

Etapa 3-Cura da 1º camada adesiva: etapa do processo na qual a lixa entra em uma estufa, com um tempo necessário para que ocorra a secagem da primeira camada.

Etapa 4 - Aplicação da 2º camada de adesivo: a lixa recebe a segunda camada, que dá a cor ao produto, e também pode servir como anti-empastante e ajuda a fixar o mineral à lixa.

Etapa 5 - Cura da 2º camada adesiva: etapa do processo na qual a lixa entra em uma estufa, com um tempo necessário para que ocorra a secagem ou a cura da segunda camada. E então, a lixa é enrolada em forma de bobinas.

Após a produção das lixas, algumas passam por tratamentos como a cura, ou o flexionamento, ou ambos.

Cura: em alguns produtos, a cura feita durante o processo de produção não é suficiente. O produto recebe uma nova cura para conseguir curar totalmente.

Flexionamento: após a cura ou produção, alguns produtos recebem o flexionamento. Para as diversas aplicações em materiais e superfícies diferentes, torna-se necessário que as lixas utilizadas apresentem certa maleabilidade, maciez e flexibilidade, fato que não ocorre após a cura ou produção.

Para melhor compreensão, segue-se um fluxograma do processo produtivo de lixas e etapas posteriores conforme figura 7.

O processo de fabricação de lixas é contínuo, como mostra a Figura 8, e, se alguma das etapas de fabricação parar por mais de 5 minutos, todas as outras também pararão. Segue a figura do sistema contínuo para melhor visualização e entendimento do sistema.

Observa-se na figura 8, que, a partir do primeiro rolo desenrolador (1) de base, o tecido do costado passa pelo sistema de impressão (2), e, logo após, passa pela primeira adição de adesivo (3). Em seguida, há o sistema de distribuição de grãos (4), que pode ser eletrostático – (no qual os grãos passam por um campo eletrostático e são polarizados de forma que um extremo adquire uma carga positiva e o outro negativo, devido à atração ou repulsão dos pólos) – ou por gravidade – (no qual o grão cai em forma de chuva sobre a base

impregnada, esse sistema é menos eficiente que o eletrostático, que dá um direcionamento melhor para os grãos).

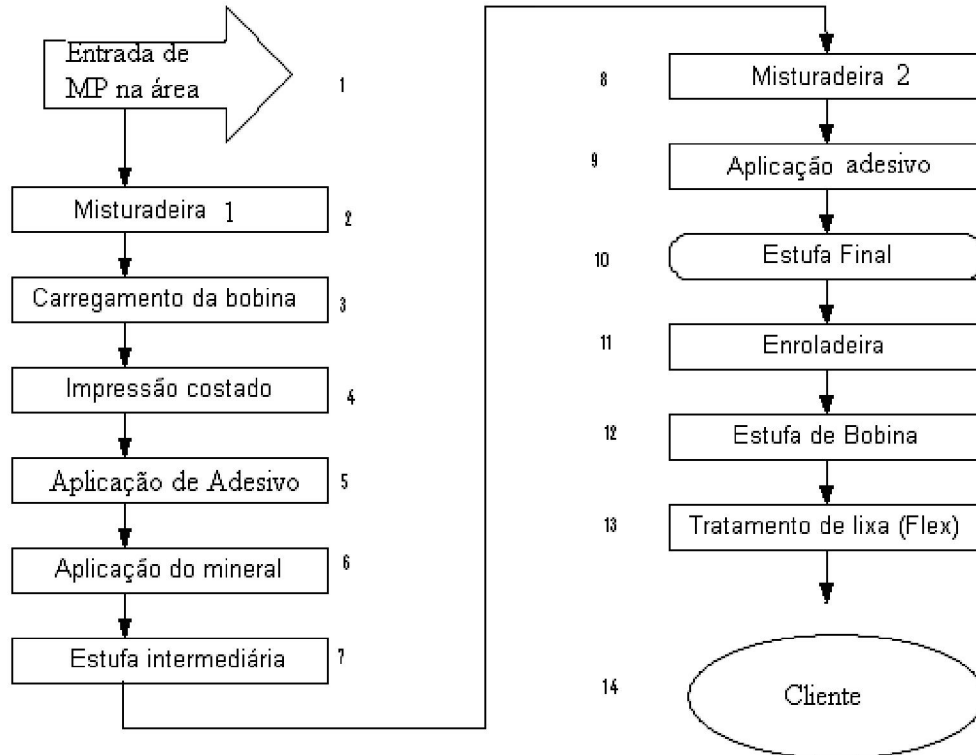


Figura 7– Fluxograma do processo produtivo (Fonte: elaborado pelo autor).

A próxima etapa é a primeira fase de cura na estufa ou túnel (6), onde o produto recebe uma determinada temperatura que varia de acordo com a base, adesivo ou grão. O tempo de resistência variará, também, de acordo com a característica do produto.

No próximo passo (7), tem-se a segunda adição de adesivo, similar à primeira deposição, e em seguida a segunda cura (8), também similar à primeira. Alguns produtos recebem cura total, outros, simplesmente uma pré-cura rápida, e em seguida, os rolos (bobinas) recebem cura adicional em estufas de bobinas.

Na última etapa (9), a lixa é retirada em rolos chamados de bobinas, ou jumbos, de diversas metragens, de acordo com o tamanho máximo estipulado pelo próximo processo.

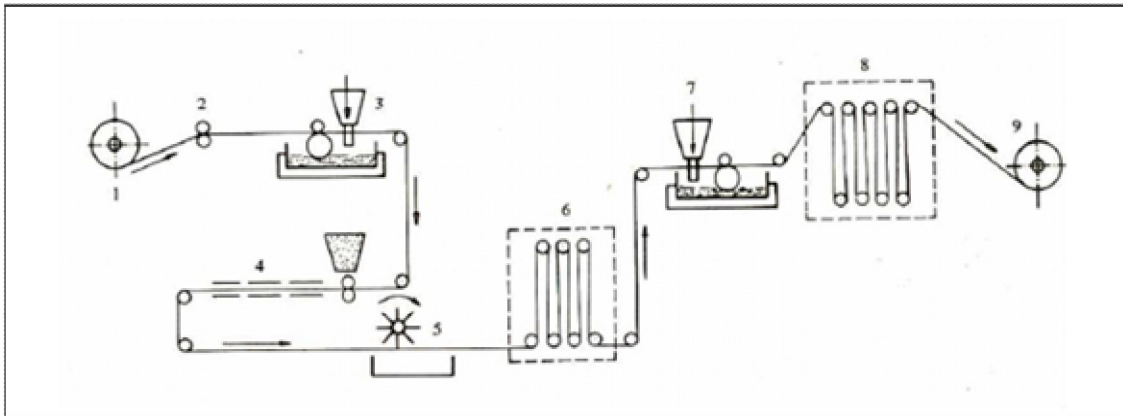


Figura 8 – Processo contínuo de abrasivos aplicados (Nussbaum, 1988).

Após a cura final, é necessária uma flexibilização mecânica do produto para permitir o trabalho multidirecional da lixa. Passando por uma série de rolos, com arestas vivas em várias direções, consegue-se quebrar a rigidez da camada adesiva ou filme de resina ou cola. Após o processo de flexionamento, a lixa está pronta para ser enviada ao cliente, o convertedor de lixa o qual as transformam em: folhas, discos, correias, rolos e pedaços.

4. Proposta de Sistema de Tecnologia de Grupo na Classificação e codificação para elaboração de um *Kanban* de produção.

Como discutido na definição problema da pesquisa, será necessário desenvolver um SCC que englobe o projeto dos produtos ou itens, operações e máquinas. O foco do sistema é a elaboração de um *Kanban* no qual exista grande dificuldade em seqüenciar a produção, levando em conta aspectos de produtividade e utilização dos equipamentos. E, para isso, será necessário entender o sistema *Kanban*, e o SCC atual da empresa.

4.1. Sistema *Kanban* existente na empresa

A produção é programada estabelecendo a seqüência de produção das máquinas através de um quadro *Kanban* (Figura 9). O objetivo do quadro é permitir que a produção tenha visibilidade dos níveis de inventário e, por conseqüência, tenha conhecimento das necessidades dos lotes (bobinas/jumbos) para a próxima etapa. Com essa informação a produção de bobinas passa a ser direcionada para atender a essas necessidades.

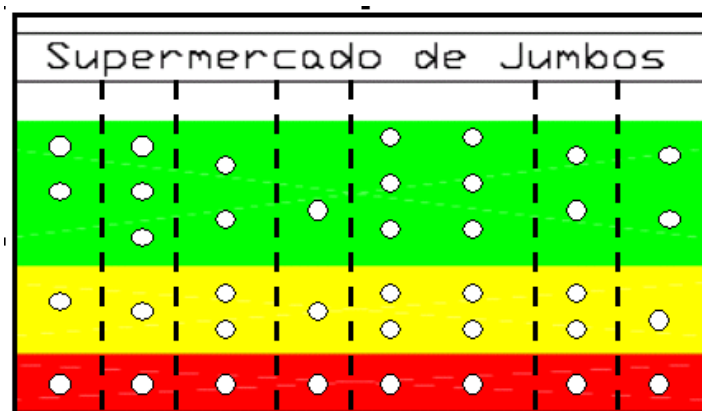


Figura 9 - Exemplo de quadro *Kanban* utilizado na empresa

O quadro possui três faixas (linhas): uma verde, outra amarela, e uma terceira, vermelha. Cada uma delas possui um significado que permite avaliar os níveis de inventário de cada item. A verde representa o lote de produção de determinado item. A amarela representa o tempo de reposição de determinado item, desde que sua necessidade de produção seja sinalizada, e até que esteja disponível. Já a faixa vermelha é o estoque de segurança, que deve ser utilizado somente caso ocorram eventuais problemas, como quebra de máquina, falta

de matéria-prima e etc. O quadro é dividido em várias colunas, cada uma delas é destinada a um item.

Cada coluna possui um espaço destinado a cada um dos itens; para os itens de maior demanda, esses espaços são maiores. Dentro das colunas existem sinais (marcas) que representam o número de posições que podem ser ocupadas por cartões nos quadros.

Cada cartão representa uma bobina. Itens de maior demanda possuirão maior número de posições no quadro. Outro motivo da diferença na largura das colunas ocorre porque os tamanhos dos cartões variam de item para item, sendo proporcional ao tempo necessário para a produção de uma bobina. Há um procedimento próprio para determinar o tamanho de cada cartão *Kanban*, entretanto, isso não será abordado neste trabalho.

Cada cartão *Kanban* representa uma bobina ou lote, e sempre deve permanecer junto à bobina. Quando esta é totalmente consumida, o cartão retorna para o quadro *Kanban*. Isso informa a necessidade de produção de bobina, com base no número de cartões presentes no quadro *Kanban*.

A Figura 10 ilustra uma possível situação na qual a seta vermelha represente cartões que devam ser produzidos, e a seta azul mostra que não há cartões no quadro, não havendo nenhuma necessidade de reposição deste item.

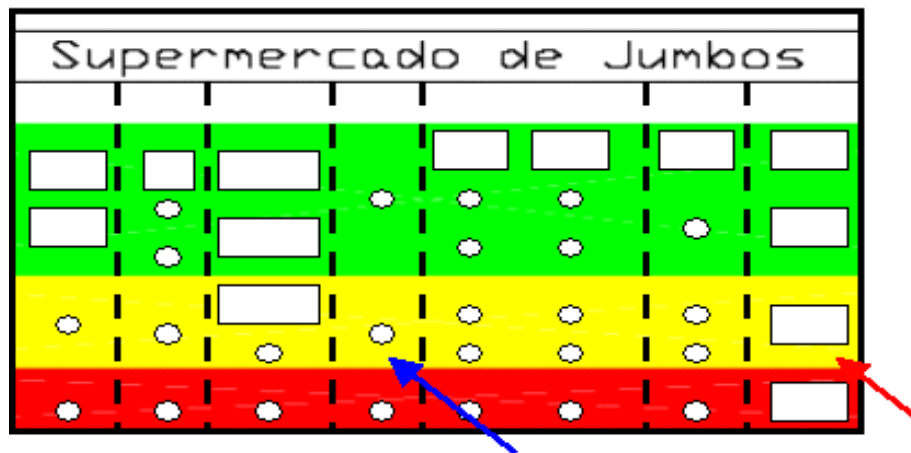


Figura 10 - Quadro *Kanban* com indicações de necessidades existentes (seta vermelha) e inexistentes (seta azul) (Elaborado pelo autor)

Sempre que uma bobina ou lote for totalmente consumido, o cartão deve retornar ao quadro. Os cartões sempre devem ocupar, em suas respectivas colunas, as posições de cima para baixo, ou seja, todas as posições da faixa verde, depois todas da faixa amarela, e por fim, todas da faixa vermelha. Não pode existir um cartão ocupando somente as faixas amarela ou vermelha, sem que antes a faixa verde esteja totalmente preenchida. Itens do quadro cujos cartões ocupam somente a faixa verde não necessariamente precisam ser produzidos. Quando um cartão é colocado sobre a faixa amarela, o quadro sinaliza que esse item deve ser produzido assim que possível. A faixa vermelha é destinada à proteção devido a eventos especiais, preferindo-se não utilizá-la.

Produtos com baixa demanda faz com que o quadro possua somente uma posição para este item. Acontecendo isso, adota-se um diferente fluxo de cartões. Esta lógica funciona com um cartão *Kanban* de sinalização, e que retorna ao quadro quando o saldo da bobina for igual, ou menor, do que o ponto de reposição dimensionado para o item. Quando este cartão retorna ao quadro, ele é colocado diretamente sobre a faixa amarela, indicando a necessidade de produção, tomando-se o cuidado para que aja ainda algum tempo para sua produção.

Produtos MTO (*make to order*), itens *standart* produzidos sobre encomenda, não obedecem à lógica do quadro *Kanban*, e não há cartões presentes no quadro, pois são produzidos de uma só vez.

Para itens MTO, os planejadores devem informar qual a necessidade à produção, já que tais itens não são controlados pelos quadros *Kanban*. Para realizar essa atividade, o planejador deve gerar uma listagem contendo os itens a ser produzidos, e as seguintes informações: Código de item; Descrição; Quantidade (metragem total); Unidade de medida; Data máxima de entrega do material pela máquina; Metragem da bobina; Horas (tempo disponível).

Após a retirada dos cartões do quadro *Kanban*, eles vão para outro quadro, o *Heijunka*, o objetivo deste quadro é mostrar a seqüência da produção.

O Quadro *Heijunka* é composto, basicamente, por régua nas quais a programação da máquina é determinada. Existem no quadro 12 régua: uma para cada turno, para quatro dias. Colocando-se os cartões nas régua determina-se a programação da máquina. Cada cartão possui um tempo determinado e proporcional ao tempo de produção de uma bobina de cada

item. Desta forma, o quadro irá definir a seqüência de produção, e a quantidade a ser produzida. Cada cartão representa uma bobina ou lote e o tempo requerido para cada produto.

Os cartões vão sendo retirados da régua de programação à medida em que as bobinas vão sendo produzidas, e são fixados nas bobinas ou lotes de modo que permaneçam sempre junto a estes após a produção, até seu consumo total, e, assim retornando o fluxo do sistema *Kanban*.

A posição de cada item no quadro é dada em ordem crescente do código, exemplo: 351B, 351E, 352EG, 362V e assim, sucessivamente.

4.2. Sistema de codificação existente na empresa

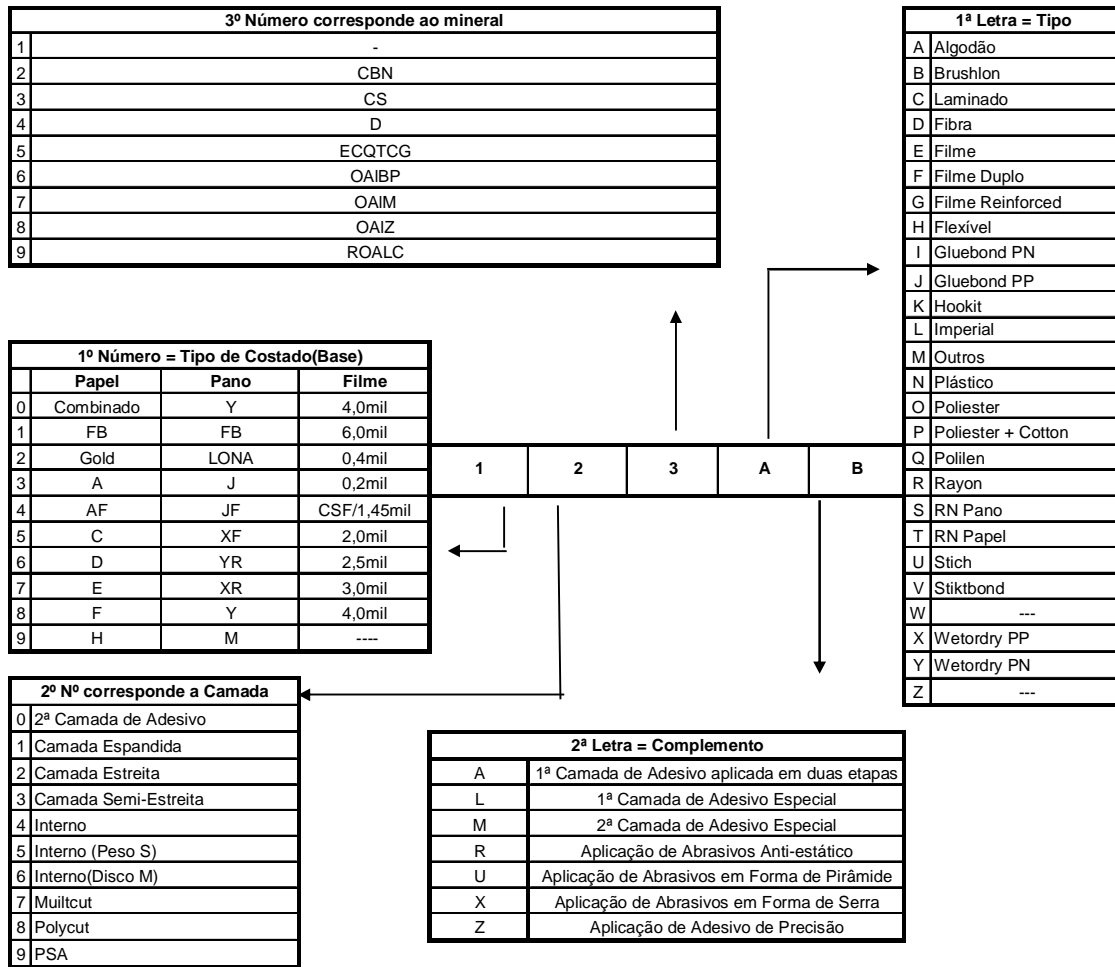
Na referida empresa não existe um sistema de classificação, há apenas um Sistema de Codificação de Abrasivos.

A codificação é constituída de estrutura alfanumérica de cinco campos, onde três são números e dois são letras.

A identificação de cada código se dá pela característica física do produto, na qual:

- O primeiro número representa o tipo de costado (base).
- O segundo código é referente ao tipo de camada.
- O terceiro código é correspondente ao tipo de mineral.
- Após os três primeiros números, são apresentadas as letras em que, em alguns casos, são utilizadas apenas uma delas.
- A primeira letra corresponde à aplicação de cada produto, ou a família em que ele se enquadra.
- A segunda, na maioria das vezes, é utilizada em produtos especiais.

O quadro 2 ilustra como estão dispostos os códigos e o significado de cada um deles:



Quadro 2 – Sistema atual de codificação (Fonte: elaborado pelo autor).

4.3. Proposição do sistema de TG - SCC

Conforme mencionado no capítulo um deste trabalho, as atividades de programação ou seqüenciamento na produção de lixas, ocorrem em forma de pequenos e médios lotes, sendo difíceis de ser conciliadas com produtividade (SCHALLER, 2004), dado o elevado número de *setups* que resulta do sistema *kanban*.

Buscando melhorar a produtividade do sistema existente e, como conseqüência, minimizar os problemas já identificados por este estudo, está se propondo um SCC, concebido

à luz dos conceitos de TG, que possibilite a identificação de produtos similares em forma, e processo.

Esse SCC, quando utilizado em combinação com o sistema *kanban* existente, possibilitará que seja feito um sequenciamento da produção dos diversos lotes programados, de forma a observar e manter inalteradas as principais características de fabricação das lixas, evitando a realização de inúmeros *setups*.

Como conseqüência disso, tem-se, então, a formação de famílias de produtos com elementos de fabricação similares, as quais serão utilizadas para um seqüenciamento produtivo mais eficaz e eficiente (LOGENDRAN, 2005).

O SCC levará em consideração as características do produto que mais geram impacto nos tempos de *setup*, ou seja, os primeiros dígitos terão maior peso na preparação das máquinas, sobre os outros.

4.3.1. Estrutura da codificação

Os códigos têm o formato e concepção para atender ao gerenciamento de *setups*. O quadro 3 representa a estrutura do código proposto neste trabalho.

Código de estrutura hierárquica, no qual os primeiros têm ascensão sobre os subseqüentes, constitui-se de uma estrutura mista, reunindo “mono códigos” interligados, formando uma cadeia “poli códigos”.

A estrutura da codificação é formada por onze códigos alfanuméricos em três grupos. Os códigos do grupo I têm maior impacto no *setup* do que os códigos do grupo II. Já o grupo II tem impacto maior no *setup* do que o grupo III, e este por sua vez não causa impacto no tempo de *setup*. Aconselha-se programar a seqüência da produção combinando o maior número de códigos possível.

O sistema de codificação elaborado será alfanumérico, possuindo letras e números para formação dos códigos dos produtos.

A codificação deverá conter 11 (onze) códigos, cujas características retratadas em cada campo serão apresentadas a seguir. Foram detectadas as seguintes características de similaridade para diminuição do tempo de preparação: tipo de cura (tempo de residência em minutos, combinado com temperatura de processamento), largura do produto (milímetros), tamanho do grão (micron), tipo do abrasivo, cor da lixa, tipo do costado, tipo de camada, especificação da base e especificações das camadas de adesivo.

Cada código corresponde a uma característica do produto que possui impacto no momento do *setup*, na ordem de maior impacto para menor impacto. Cada campo contém várias características diferentes, e essas foram identificadas e codificadas em forma de letras e números.

Grupo I		Grupo II				Grupo III				
Cód 1	Cód 2	Cód 3	Cód 4	Cód 5	Cód 6	Cód 7	Cód 8	Cód 9	Cód 10	Cód 11
Tipo de cura	Largura	Tamanho do grão	Tipo de abrasivo	Cor da Lixa	Cor de Impressão	Tipo de Costado (Base)	Espec. da Base	Tipo de Camada	Peso ou esp. do costado	Espec. das Camadas de Adesivo

Quadro 3 – Estrutura do SCC

O primeiro código designa qual é o tipo de cura, de acordo com tempo de residência e temperatura no qual o processo ocorre (por segredo industrial não foi permitido expor essas temperaturas). O tempo de residência é o tempo que um produto leva para efetuar a cura, mais o tempo de aquecimento ou resfriamento que envolve o processo, portanto, devem ser produzidos itens de mesmo tempo de residência e temperaturas semelhantes, conforme detalhado no quadro 4.

O conteúdo do código 2, correspondente à largura do produto em milímetros. Essa característica tem grande impacto sobre a preparação das máquinas, pois, para cada largura diferente, deve-se ajustar rolos de passagem e setor de aplicação de grãos.

O código três mostra um campo de tamanho de grão que também tem impacto no processo de *setup*, pois pode ocorrer a contaminação de grãos de diferentes tamanhos, comprometendo a qualidade do produto. Quanto maior a diferença do diâmetro dos grãos envolvidos, maior o impacto que eles terão na preparação das máquinas. Segue o quadro 6, com as especificações de tamanho dos grãos.

Cód 1	Tempo de Residência Cura (minutos)
A	27,5
B	36
C	38
D	47,8
E	53,2
F	59
G	77
H	91
I	98
J	114
K	117
L	159
M	169
N	173
O	215
P	276
Q	284
R	289
S	299
T	309
U	330

Quadro 4 - Código 1 Tipo de cura.

Cód 2	Largura do Produto mm
A	980
B	1140
C	1185
D	1200
E	1230
F	1265
G	1283
H	1368
I	1379
J	1388
K	1395
L	1405
M	1439
N	1495
O	1590
P	1770

Quadro 5- Código 2 Largura

Cód 3	Tamanho do Grão	
	Norma ISSO/FEPA	Diametro um
A	800	21,8
B	600	25,8
C	500	30,2
D	400	35
E	360	40,5
F	320	46,2
G	280	52,2
H	240	58,2
I	220	68
J	180	82
K	150	100
L	120	125
M	100	162
N	80	201
O	60	269
P	50	336
Q	40	480
R	36	538
S	24	764
T	16	879

Quadro 6 – Código 3 Tamanho do Grão.

Os códigos 4, 5 e 6 têm o mesmo impacto no tempo de *setup*. Eles representam, respectivamente, o tipo de abrasivo, a cor da lixa e a cor de impressão.

O quarto código é o tipo de abrasivo, o qual caracteriza o grão devido a sua forma, cor, condutividade, e etc. Este também tem impacto no processo de *setup*, pois pode ocorrer a contaminação de grãos de diferentes tipos. Veja o quadro com as especificações dos tipos de abrasivos. Esses códigos são universais e utilizados por várias empresas para identificar o tipo de abrasivo.

Cód 4	Tipo de abrasivo
1	-
2	CBN
3	CS
4	D
5	ECQTCG
6	OAIBP
7	OAIM
8	OAIZ
9	ROALC

Quadro 7 – Código 4 Tipo de abrasivo

O quadro 8 apresenta o conteúdo do código 5, correspondente a cor da lixa. Essa característica tem pequeno impacto sobre a preparação da máquina, pois, para cada nova cor diferente, deve-se limpar tubulações e calandras de aplicação de adesivos.

Cód 5	Cor da Lixa
A	Amarelo
B	Azul
C	Branco
D	Cinza
E	Marrom
F	Preto
G	Roxo
H	Sem
I	Verde
J	Vermelho

Quadro 8 – Código 5 Cor da lixa

No sexto código, o caracter nesse caso simboliza a cor de impressão do costado, que identifica cada produto. Este também tem impacto pequeno no processo de *setup*, O quadro 9 apresenta as cores utilizadas para identificação de costado.

Os códigos 7, 8 e 9 não influenciam no tempo de *setup*, mas são necessários para identificação e classificação dos produtos.

Cód 6	Cor Impressão
1	Amarelo
2	Branco
3	Preto

Quadro 9 - Código 6 Cor de Impressão do costado

Abaixo, é apresentado o quadro 10, referente ao código 7, tipo de base (costado). É formado por um caracter alfabético. Essa característica não tem impacto sobre o *setup*, servindo apenas para diferenciar e identificar produtos.

Cód 7	Tipo da Base
P	Papel (<i>Paper</i>)
C	Tecido (<i>Cloth</i>)
F	Filme (<i>Film</i>)

Quadro 10 – Código 7 Tipo da Base.

O código 8 especifica melhor o tipo de base, e não possui nenhum impacto sobre *setup*. Serve apenas para identificação e diferenciação de produtos, e já era existente na empresa.

Cód 8	Especificação da Base
A	Algodão
B	Brushlon
C	Laminado
D	Fibra
E	Filme
F	Filme Duplo
G	Filme Reinforced
H	Flexível
I	Gluebond PN
J	Gluebond PP
K	Hookit
L	Imperial
M	Outros
N	Plástico
O	Poliéster
P	Poliéster + Cotton
Q	Polilen
R	Rayon
S	RN Pano
T	RN Papel
U	Stich
V	Stiktbond
W	---
X	Wetordry PP
Y	Wetordry PN
Z	---

Quadro 11 – Código 8 Especificações da base

O código nove destina-se à identificação do tipo de camada, quantidade de abrasivo, adesivo ou processos especiais. Não possui nenhum impacto sobre *setup*. Este serve apenas para identificação e diferenciação de produtos.

O caracter do código 10 refere-se às dimensões da base. Esta característica não possui impacto no tempo de preparação de máquina.

O último campo, Quadro 14, especifica algumas aplicações especiais da camada de adesivo. Em alguns casos, estes produtos recebem processos adicionais, mas não geram qualquer impacto sobre *setup*. Este serve apenas para identificação e diferenciação de produtos, e já era existente na empresa.

Cód 9	Tipo de Camada
A	2ª Camada de Adesivo
B	Camada Expandida
C	Camada Estreita
D	Camada Semi-Estreita
E	Interno
F	Interno (Peso S)
G	Interno(Disco M)
H	Multicut
I	Polycut
J	PSA

Quadro 12 - Código 9 Tipo de Camada

Cód 10	Espessura ou peso da Base		
	Papel (<i>Paper</i>)	Tecido (<i>Cloth</i>)	Filme (<i>Film</i>)
A	Combinado	Y	4,0mil
B	FB	FB	6,0mil
C	Gold	LONA	0,4mil
D	A	J	0,2mil
E	AF	JF	CSF/1,45mil
F	C	XF	2,0mil
G	D	YR	2,5mil
H	E	XR	3,0mil
I	F	Y	4,0mil
J	H	M	----

Quadro 13 – Código 10 Espessura ou peso da base

Cód 11	Especificações das Camadas de Adesivo
A	1ª Camada de Adesivo aplicada em duas etapas
L	1ª Camada de Adesivo Especial
M	2ª Camada de Adesivo Especial
R	Aplicação de Abrasivos Anti-estático
U	Aplicação de Abrasivos em Forma de Pirâmide
X	Aplicação de Abrasivos em Forma de Serra
Z	Aplicação de Adesivo de Precisão

Quadro 14 - Código 11 Especificação das Camadas de Adesivo

Esse método utilizado para elaboração do código apresentado nesse capítulo, prevê a formação das famílias de produtos similares em processos, para permitir e verificar se existe um número determinado de produtos diferentes que possam ser processados, sem a necessidade de grandes ajustes ou preparações das máquinas.

Deste modo, utiliza-se o agrupamento dos produtos que combinem o maior número de códigos possível.

Uma vez que seja definido previamente o conjunto de produtos para as aplicações comuns, o que se pretende é realizar a codificação e classificação dos produtos existentes na empresa, os quais serão apresentados no Anexo A.

4.3.2. Sistema Kanban com TG

Para que um sistema de produção seja considerado eficiente, dentre outras coisas é necessário implementar uma metodologia que viabilize a redução ou eliminação dos tempos de *setup*, além de, ter a produção voltada para atender apenas àquilo que efetivamente é necessário (produção puxada).

De modo geral, a formação de famílias de produtos não é objetivo final ou único do processo de classificação e codificação. Porém, de forma eficiente, a estrutura e o código utilizados com a finalidade de identificar produtos (ou processos) similares, permitem agrupá-los de modo racionalizado a partir de características físicas, e de processos semelhantes ou idênticos.

Propõe-se, aqui, a transposição de um sistema convencional de *Kanban*, para um sistema *Kanban* com base num SCC da TG, buscando um recurso de manufatura que agrupe produtos similares ou *setups* semelhantes para uma seqüência de produção, a partir de uma demanda pré-existente.

Pretende-se, deste modo, a otimização do processo de produção com menos estoques intermediários, diminuir os *setups* e proporcionar maior taxa de utilização das máquinas, além de maior flexibilização do processo e dos produtos em si.

O SCC proposto neste capítulo é utilizado para identificar produtos em relação às suas características físicas e de processos. Com base nestes atributos, e nas similaridades de processo, formam-se as famílias de produtos e processos que servirão de base para uma forma de programação de produção a partir da demanda do sistema *Kanban*.

4.3.3. Descrição do funcionamento do sistema proposto

O retorno do cartão *Kanban* para o espaço vazio do quadro indica que o estoque ou parte dele, foi consumido, e os *Kanbans* não retornados representam que ainda há estoques no “supermercado”. Assim, o operador da produção sabe que deve começar a fazer o produto indicado no cartão, a fim de reabastecer o material consumido.

No sistema atual utilizado pela empresa referido neste estudo, a prioridade é atender aos lotes de produção que foram consumidos (demanda); não é priorizado o tempo de preparação na tomada de decisão do sequenciamento da produção. São produzidos os itens que estão com a região vermelha do quadro mais invadida, conforme exemplo da figura 11.

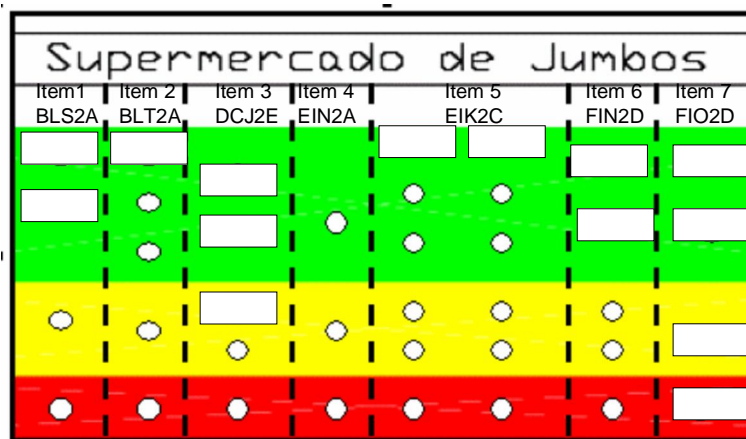



Figura 11 – Exemplo de sequenciamento de produção do sistema atual.


Nesse exemplo do sistema atual, seriam produzidos de forma a atender ao sistema *Kanban* (demanda), os item 7 (F102D), 3 (DCJ2E), 1 (BLS2A), 6 (FIN2D), 2 (BLT2A) e 5 (EIK2C), nesta seqüência; e o item 4 (EIN2C) não seria produzido. Note-se que, nos itens produzidos, todas as ordens *Kanban* existentes serão atendidas (ex: item 7, todas as 4 ordens).

Já no sistema proposto, se vários pontos de reposição forem alcançados ao mesmo tempo, como mostrado na figura 11, a produção seguirá o SCC, utilizando-se a regra do código e conhecendo-se, então, o que deve ser produzido primeiro e como produzi-lo. A seqüência de produção ficaria da seguinte forma: FIO2D (item 7), FIN2D (item 6), EIK2C (item 5), DCJ2A (item 3), BLT2A (item 2) e BLS2A(item 1), e o item EIN2A (item 4), da mesma forma, não seria produzido.

Em média o painel possui 120 colunas. O painel do *Kanban* SCC continuará visual, porém, o repositor deverá interpretar os códigos e atende-los pela ordem das 11 combinações deles. O tempo de treinamento para preparar do repositor é de aproximadamente 5 dias.

Comparando o atendimento do *Kanban* tradicional com *Kanban* SCC, as seqüências apresentadas por ambos ocorreram da seguinte forma (quadro 15):

		Situação 1 					
Necessidade real (<i>Kanban</i>)		1º	2º	3º	4º	5º	6º
Seqüência <i>Kanban</i> tradicional		item 7	item 3	item 1	item 6	item 2	item 5

		Situação 2 					
Necessidade real (<i>Kanban</i>)		1º	4º	6º	2º	5º	3º
Seqüência <i>Kanban</i> SCC		item 7	item 6	item 5	item 3	item 2	item 1

Quadro 15 – Comparação de seqüência *Kanban* tradicional (situação 1) vs *Kanban* SCC (situação 2)

Analisando o quadro 15, a maior necessidade foi atendida em ambas as situações. Os itens de necessidade menor serão atendidos numa seqüência diferente nas duas situações. Na primeira, de forma a atender a real necessidade *Kanban*, não se levando em consideração os *setups*, o tempo total para a produção será maior do que na situação 2. Na segunda situação, é feito o sequenciamento da produção com base na similaridade do SCC de cada item, portanto, o tempo de *setup* é reduzido ou inexistente em algumas situações. Deste modo, o tempo total para realização dos 6 itens será reduzido.

A priorização do código completo do cartão ocorre nos casos em que os primeiros códigos são de maior relevância do que os subseqüentes; assim devem sempre ser produzidos os itens que possuam os primeiros dígitos iguais ou o mais próximo possível, conforme mostra o quadro 16.

Assim, ocorre uma seqüência de programação mais flexível do que com o *Kanban* de produção tradicional. Nessas circunstâncias, não há necessidade do julgamento humano para decidir o que produzir entre dois ou mais produtos que venham a atingir o ponto de reposição.

Pretende-se com isto, aumentar o desempenho e a eficiência da produção conquistados por meio do reordenamento das operações e do agrupamento dos cartões *Kanban*, reagindo com rapidez a qualquer evento ou flutuação da demanda. Essa estabilidade

deve gerar aumento de produtividade e de capacidade devido à redução do tempo de preparação de máquinas e de regulagens.

Desta forma, ocorre um refinamento do planejamento da produção, pois os parâmetros utilizados para sequenciamento têm, além da necessidade apontada pelo *Kanban*, a similaridade dada pelo SCC de forma detalhada, de modo que a demanda seja atendida e os tempos de preparação sejam reduzidos.

Grupo I		Grupo II				Grupo III				
Cód 1	Cód 2	Cód 3	Cód 4	Cód 5	Cód 6	Cód 7	Cód 8	Cód 9	Cód 10	Cód 11
Tipo de cura	Largura	Tamanho do grão	Tipo de abrasivo	Cor da Lixa	Cor de Impressão	Tipo de Costado (Base)	Espec. da Base	Tipo de Camada	Peso ou esp. do costado	Espec. das Camadas de Adesivo
A	L	S	7	E	1	F	C	F	I	L
A	L	S	9	E	1	F	C	D	I	*
A	L	S	9	E	1	F	C	F	I	L
A	L	S	9	E	1	F	C	I	I	*
A	L	T	2	A	1	F	C	A	I	*
A	L	T	2	E	1	F	C	B	I	*
A	L	T	3	E	1	F	C	B	I	*
E	F	D	2	D	2	C	D	D	D	*
E	F	D	4	D	2	C	D	D	D	*
E	F	E	2	D	2	C	D	D	D	*
E	F	E	4	D	2	C	D	D	D	*
E	F	F	2	D	2	C	D	D	D	*
E	F	F	4	D	2	C	D	D	D	*
E	I	H	2	A	1	C	D	A	A	*
E	I	H	2	D	1	C	D	B	E	*
E	I	H	2	I	3	C	E	B	E	*
E	I	H	2	I	3	C	E	B	G	*
E	I	H	3	E	1	C	D	B	D	*
E	I	H	4	A	1	C	W	B	E	*
F	I	L	2	C	1	C	D	A	H	*
F	I	L	2	D	1	C	D	A	E	L
F	I	L	2	D	1	C	D	A	E	*
F	I	L	2	D	1	C	D	B	E	*
F	I	L	3	E	3	C	F	B	G	*

Quadro 16 – Exemplo de agrupamento para priorização na seqüência de programação.

Nesse método disponível para a produção, em que se buscam altas taxas de utilização da capacidade de produção, a metodologia vai forçar a diminuição das preparações de máquina para aumentar o tempo disponível de produção. Há o aumento da flexibilidade da produção para perseguir a realização da demanda, principalmente se os lotes de produção forem muito pequenos.

5. Análise dos resultados obtidos

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do *Kanban SCC* durante dois períodos de trinta dias, na empresa estudada. No primeiro período, foram produzidos 262 itens diferentes, conforme apresentado no Anexo B.

O sequenciamento (Ordens de Produção - OP) dos itens para programação da produção ocorreu de acordo com a necessidade ou demanda apresentada pelo *Kanban SCC*. Esse sequenciamento foi realizado juntando-se um determinado número de itens (cartões) que apareciam nos quadros. Essas OP's estão apresentadas no Anexo B, separadas pelas cores branca e cinza.

Os resultados obtidos são comparados com a média dos resultados das produções anteriores de três períodos de trinta dias, realizadas sob o sistema *Kanban* tradicional.

Com o sistema disponível para sequenciar a programação da produção, foram mensurados os seguintes indicadores:

- Tempo total produzindo;
- Tempo total de *setup*;
- Tempo inoperante;
- Número de ordens de produção atendidas;
- Custo unitário por item;
- Nível de atendimento ao cliente.

5.1. Apresentação dos resultados.

Primeiramente, são mostrados resultados com a média de 3 meses de produção sob o sistema de *Kanban* tradicional (colunas vermelhas), comparados então, com dois períodos em que foram aplicados o método *Kanban SCC* (colunas azuis) (figura 12).

Nota-se que há um aumento nas horas de produção e uma redução nos tempos de *setup*, no caso em que o sistema proposto foi aplicado. No que se refere às horas inoperantes, o aumento observado pode ser creditado ao fato de que esse valor é computado na empresa pela soma entre os tempos de produção e os de *setup*, descontados de um total de horas disponíveis próximo a 575 horas mensais. Ou seja, há maior inoperância devido a maior eficiência produtiva do sistema proposto (principalmente no que se refere à redução do *setup* dos equipamentos).

Neste período de inoperância, o equipamento fica disponível para realização de manutenção preventiva, experiências de novos produtos e implantações de melhorias, não prejudicando a produção.

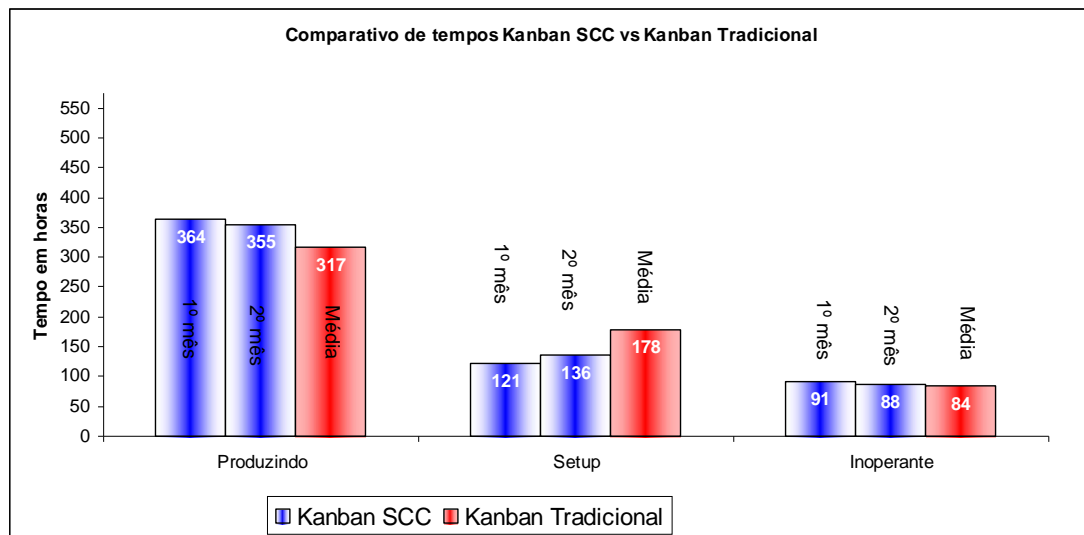


Figura 12 – Comparativo de tempos obtidos nos sistemas *Kanban SCC vs Kanban Tradicional*.

Na figura 13, são apresentados os mesmos resultados, mas com valores percentuais em relação ao total considerado de horas disponíveis (575 horas).

No período em que o *Kanban SCC* foi colocado em teste, foi monitorado o número de Ordens de Produção (OP) realizadas, o que, depois, foi comparado com o número médio de OP's de três meses do sistema *Kanban* tradicional. É importante destacar que, tanto num sistema, quanto no outro, as quantidades solicitadas nas ordens de produção não foram

alteradas. Isso significa que o volume produzido pode ser avaliado a partir do total de ordens atendidas.

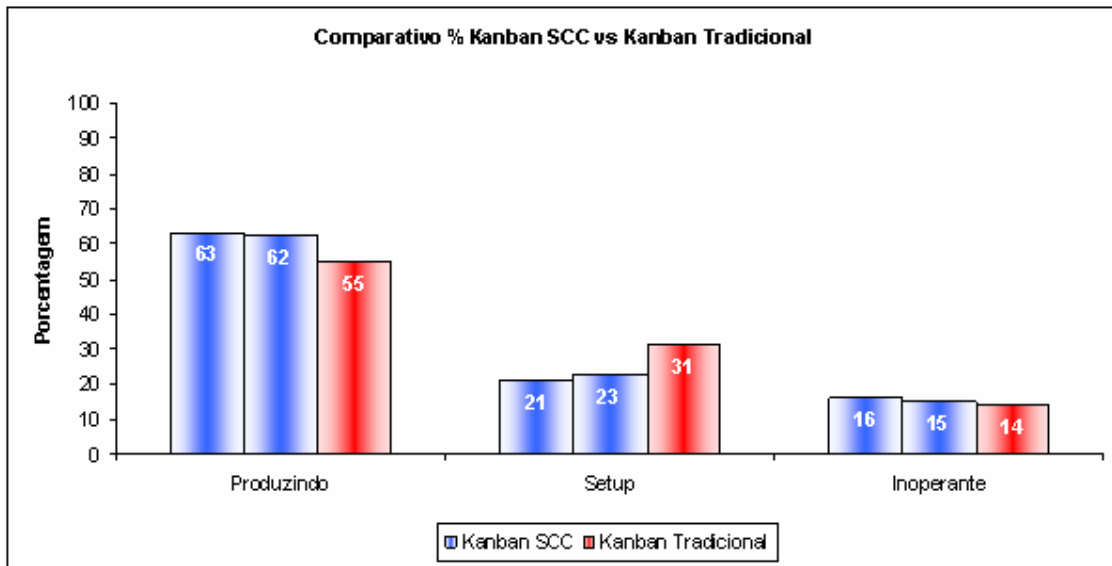


Figura 13 - Gráfico comparativo em porcentagem *Kanban SCC vs Kanban Tradicional*.

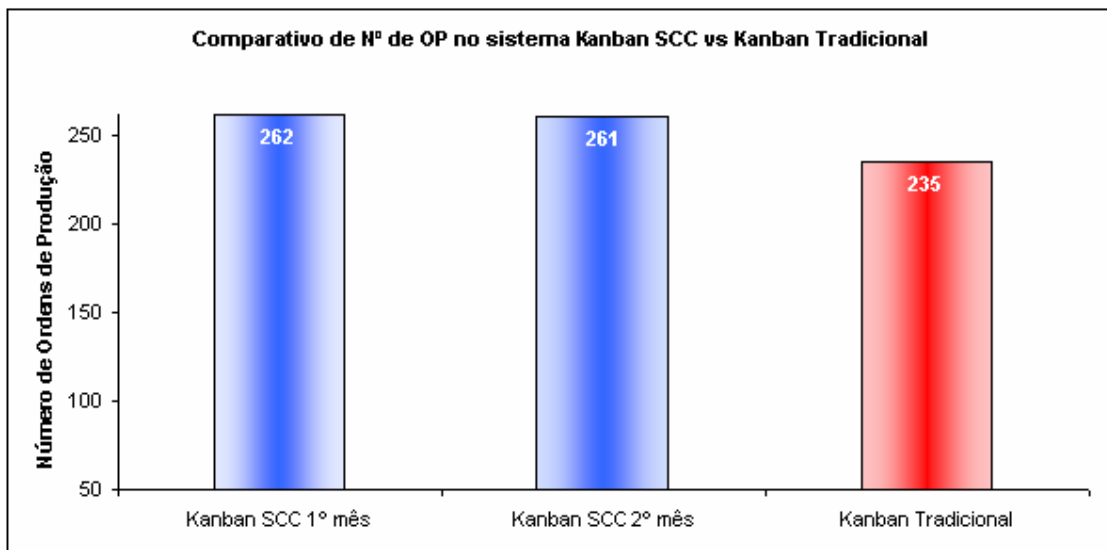


Figura 14 – Comparativo do número de OP.

Nota-se que, com a implantação do *Kanban* com SCC, o número de OP's atendidas teve um crescimento significativo (mais de 10% em relação à situação anterior).

Outro indicador mensurado foi o nível de atendimento ao cliente, ou seja, os pedidos que foram atendidos dentro do prazo estipulado. A figura 15 mostra um comparativo desse resultado entre os sistemas *Kanban* SCC, e o sistema *Kanban* tradicional, no qual pode-se perceber que há uma melhora no nível de atendimento ao cliente quando passou-se a utilizar o sistema *kanban* com SCC.

Nesta aplicação, o quadro 17 apresenta a influência que o SCC teve sobre o custo unitário de alguns itens no período considerado. Os dados foram coletados de forma a abranger produtos de valor unitário baixo, médio e alto, mas sempre desconsiderando as situações em que outros elementos poderiam influenciar no custo (por exemplo: casos em que houve manutenção do equipamento, casos em que houve variação na qualidade da matéria-prima ou quando houve falha no processo). Em todos os itens relatados, houve uma redução no custo unitário que variou entre R\$ 0,02 e R\$ 0,83, com uma redução média da ordem de 4,59%.

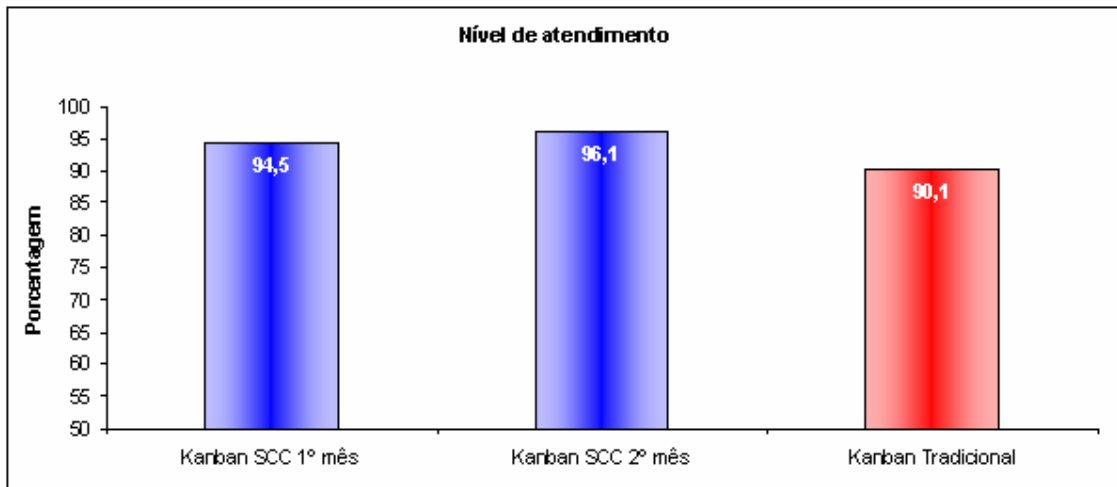


Figura 15 – Comparativo do nível de atendimento entre *Kanban* SCC e *Kanban* tradicional.

Algumas facilidades para a realização do teste e colocação do método em funcionamento foram decisivas, e de suma importância. Como por exemplo:

- O fato de o sistema *Kanban* tradicional já existir na empresa há três anos;
- O envolvimento de pessoas qualificadas;

- O conhecimento e domínio das técnicas e conceitos que envolvem o sistema *Kanban*;
- Sequenciamento e programação da produção pelas pessoas, utilizando o sistema *Kanban* tradicional.

	Custo médio unitário do item (<i>Kanban</i> Tradicional)	Custo unitário do item (<i>Kanban</i> SCC)	Redução em valores R\$	Redução em Porcentagem
Item 1	22,05	21,49	-0,56	2,55
Item 2	3,05	2,84	-0,21	6,99
Item 3	3,31	3,23	-0,08	2,39
Item 4	9,20	8,73	-0,47	5,09
Item 5	16,06	15,23	-0,83	5,17
Item 6	6,07	6,05	-0,02	0,33
Item 7	6,23	5,93	-0,30	4,79
Item 8	1,00	0,86	-0,14	13,91
Item 9	3,57	3,47	-0,10	2,76
Item 10	4,00	3,92	-0,08	1,88
			Média	4,59

Quadro 17 – Comparativo entre *Kanban* tradicional e *Kanban* SCC do custo unitário de 10 itens.

Para colocar o sistema em teste, foi necessário o apoio de todos os envolvidos no processo, a aprovação da gerência e supervisão, tanto quanto das pessoas envolvidas diretamente com a utilização do sistema tradicional.

Foi de igual importância o acompanhamento próximo, o livre acesso às informações, e a tomada de decisão do gerenciamento pela implantação do teste e método, os quais impactaram positivamente para o trabalho.

6. Conclusões

Este estudo propôs-se projetar um sistema e comparar o sistema *Kanban* Tradicional ao sistema *Kanban* SCC, numa grande variedade de itens, procurando determinar o mais robusto deles. O sistema *Kanban* SCC apresentado mostrou-se eficiente, como demonstram os resultados obtidos com os testes realizados no período.

A utilização de um sistema *Kanban* associado a TG é uma iniciativa pouco usual nos diversos ramos da indústria, em especial no ramo da produção de lixas. As aplicações mais comuns são do uso da TG seguida do uso de sistemas *Kanban*, sem que haja a associação destes.

A proposta de agregar essas duas tecnologias avançadas de manufatura buscou cobrir uma lacuna que a utilização isolada do *Kanban* deixa transparecer: a preocupação com o atendimento das necessidades mais prementes não considera a possibilidade de otimização dos tempos de *setup*. Os elevados tempos de *setup*, aliados a uma programação de produção inadequada, são fatores que geram desperdícios e provocam elevação de custos dos produtos.

Além disso, a utilização do método proposto busca a interação das tecnologias envolvidas com fatores que levem à redução dos custos dos produtos. A interação entre *Kanban* e TG pode ser alcançada, e deixa à mostra a importância de não apenas saber o que produzir, mas a melhor maneira de se produzir.

Neste sentido, o objetivo geral do trabalho, a proposição de um método de produção que ofereça às empresas uma alternativa para enfrentar o desafio dos desperdícios de seus recursos, foi cumprido.

Como resultado final, e sugestão, pode-se dizer que a metodologia bem estruturada pode melhorar significativamente a implantação do sistema *Kanban* SCC.

Completando estas conclusões gerais, pode-se, ainda, efetuar uma série de alternativas mais específicas.

De acordo com os resultados mostrados no capítulo anterior, pode-se observar que o método foi bastante eficiente, para o período monitorado:

1. Houve redução do custo unitário dos produtos;
2. O tempo mensal gasto com *setup* diminuiu;
3. Houve aumento da taxa de ocupação das máquinas;
4. Houve aumento do tempo disponível para produção;
5. Não houve piora no atendimento da demanda;
6. Aumentou o tempo de inoperância, mas isso se deve ao aumento da disponibilidade de equipamentos, e não a uma ineficiência do sistema.

Adicionalmente, a aplicação mostrou que é necessário ter conhecimento sobre o processo produtivo, ou sobre o produto, para se programar a produção, uma vez que isso pode ser feito a partir da codificação de TG.

Por fim, o sistema de *kanban* associado à TG, e aplicado à produção de lixas, proporcionou uma melhora no controle e na padronização das atividades de programação da produção, pois existe uma referência clara a ser observada para a programação da produção: as necessidades (dadas pelo sistema *kanban*) e as prioridades de processo que interferem nos tempos de *setup* (dadas pelo SCC).

Fica claro neste trabalho, que o método foi bastante útil para as aplicações pesquisadas. Porém, como muitas outras formas de gestão de produção, ainda poderá ser aprimorado em casos mais específicos.

6.1. Sugestões para trabalhos futuros.

De acordo com a revisão da literatura, este trabalho identificou falta de trabalhos relativos à abordagem em abrasivos aplicados (lixas), sendo esta uma sugestão inicial.

Sugere-se também a aplicação do método proposto em outras áreas industriais, diferentes da utilizada neste estudo.

Deve-se verificar em outros trabalhos qual impacto a antecipação da produção de alguns itens pode gerar no custo do estoque.

Aponta-se, ainda, para a realização de pesquisas em mais de uma empresa a fim de que haja tempo maior para a coleta de dados, gerando um trabalho com mais resultados e com outros indicadores.

Sugere-se, também, verificar na literatura a existência de outras abordagens do sistema *Kanban*, diferentes da utilizada nesse trabalho, envolvendo TG.

Referências Bibliográficas

AKTURK, M. S.; ERHUM, F. *An overview of design and operational issues of Kanban systems*. International Journal of Production Research, v.37, n.17, p. 3859 – 3881, Nov/1999.

AQUINO, Pedro; MATTAR, Fauze Najib. *A produção enxuta no Brasil*. Revista de negócios, Publicação trimestral do centro de ciências aplicadas da FURB, Blumenau: v.3, n.4, Out/1998

BATOCHIO, A.; MAESTRELLI, N.C. *Avaliação de desempenho de células de manufatura: estudo de caso*. In:XV ENEGEP. São Carlos, 1995. Anais. V.3, p504 – 509.

BATOCHIO, A.; MAESTRELLI, N.C. *O uso de análise de agrupamentos em manufatura celular*. Máquinas e Metais, São Paulo, v.29, n.343, p.110 – 113, 1994.

BARROS, Alexandre Damas. *Análise da flutuação do gargalo em flow shop permutacional com tempos de setup assimétricos e dependentes da seqüência*. Dissertação (Mestrado Eng de Produção) – USP. São Carlos, 2001.

BONNEY, M. C.; et al. *Are push or pull systems really so different?* International Journal of Production Economics, Elsevier, v. 59, p.53 – 64, mar/1999.

BOTELHO, Adriano. *Do Fordismo à produção flexível: a produção do espaço num contexto de mudança das estratégias de acumulação do capital*. Dissertação (Mestrado em Eng de Produção) – USP. São Carlos, 2000.

BRUUN, P.; MEFFORD, R. N. *Lean Production and the Internet*. International Journal of Production Economics, 2004

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. *Action Research for operations management*. International Journal of Operation & Production Management, UK, v.22, n.2, p.220 – 240, 2002.

CORREIA, Antonio, N. F. *Proposta de Modelo para Identificação do ferramental de grupo baseado em análise de agrupamento*. Dissertação (Mestrado em Eng de Produção) – Unimep. SBO, 1998.

CORREA, H.L.; GIANESI, I.G.N. *Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

CORREA, H.L.et al. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. 4º Edição. São Paulo: Editora Atlas , 2001.

FAVARO, Cleber. *Integração da cadeia de suprimentos interna e externa através do Kanban*. Dissertação (Mestrado em Eng Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp. Campinas, 2003.

FRANÇA, P. M., et al. *Evolutionary Algorithms for Scheduling a Flowshop Manufacturing Cell with Sequence Dependent Family Setups*. Computers & Industrial Engineering, v.48, p.491 – 506, 2005

FUCHIGAMI. Y. H. *Métodos heurísticos construtivos para o problema de programação da produção com sistemas flow shop híbridos, com tempos de preparação de máquinas assimétrico e dependentes da seqüência*. Dissertação (Mestrado em Eng de Produção) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

GIL, A. C. *Como elaborar projeto de pesquisa*. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 1996.

GOHEN, E.; GUTOFF, E. *Modern Coating and Drying Technology*. NY: VCH, 1992.

HYER, N. L.; WEMMERLÖV, U. *Group technology oriented coding systems: structures, applications, and implementation*. Production and Inventory Management, v.4, n.859, p.55-78, jul/1985.

HYER, N. L.; WEMMERLÖV, U. *Group technology in US manufacturing industry: a survey of concurrent practices*. International Journal of Production Research, v.27, n.8, p.1287-1304. (t:833). Set/1989

<http://www.fepa-abrasives.org>. Acesso em: 11/11/2007 às 14:20.

<http://www.norton-abrasivos.com.br> Acesso em: 14/11/2007 às 20:35.

<http://3m.com/abrasives.html> Acesso em: 23/11/2007 às 12:49.

HUANG, L. C.; KUSIAK, A. *Overview of Kanban Systems*. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v. 9, n.3, p.169 – 189, nov/1996

INCULET, I. I. *Electrostatic Deposition of Particles: A review*. Taylor & Francis, v.16, n. 1, p 7 – 24, 1998.

KOJIMA, S.; KAPLINSKI, R. *The use of a lean production index in explaining the transition to global competitiveness – the auto components sector in South Africa*. Technovation, 2003.

LEWIS, A., M. *Lean production and sustainable competitive advantage*. International Journal of Operation & Production Management, UK, v.20, n.8, p.969 – 978, Jan/2000.

LOGENDRAN, Rosaratnam. et al. *Group scheduling in flexible flowshops*. International Journal of Production Economics, Oregon: Elsevier, v.96, p.143-155, 2005.

LOGENDRAN, Rosaratnam. et al. *Sequence dependent group scheduling problems in flexible flow shops*. International Journal of Production Economics, Oregon: Elsevier, v.102, p.66-86, 2006.

MILLER, D. E. *Coated abrasives point the way to higher productivity*. Copendex, v.81, n.10, p.56-59, 1986.

MONKMAN, S. K.; et al. *A production scheduling heuristic for an electronics manufacturer with sequence-dependent setup costs*. European Journal of Operational Research, v.187, p1100 – 1114, 2006.

MOURA, R. A. *Kanban: a simplicidade do controle da produção*. São Paulo: IMAM, 1996.

MOREIRA, P. M. *Times de Trabalho em Ambientes de Manufatura Enxuta: Processo e Aprendizado*. Dissertação (Mestrado em Eng Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp. Campinas, 2004.

NUSSBAUM, CH. G. *Rebolos & Abrasivos Tecnologia Básica*. São Paulo: Ícone Editora, 1988.

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

OHTA, H.; NAKAMURA, M. *Cell formation with reduction in setup times*. Computers & Industrial Engineering, Japan, v.42, p.317 – 327, 2002.

PEINADO Jurandir. *Implantação do Kanban como base de um programa Just in Time: Uma proposta para empresas industriais*. Dissertação (Mestrado em Eng de Produção) - Faculdade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

PRINCE, J.; KAY, J. M. *Combining lean and agile characteristics: creation of virtual groups by enhanced production flow analysis*. International Journal of Production Economics, v.85, p.305 – 318, 2003.

RIBEIRO, J. F. F. *Organização de um sistema de produção em células de fabricação*. G&P, São Paulo, v.9, nº1, pp 62-77, 2002.

ROSSI, S. et. al. *Reduction of corrosion protection properties of organic coatings due to abrasive damage produced by natural sands*. Wear, Trento: Elsevier, v. 261, p.922 – 931, Jan/2006.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. *Aprendendo a enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. The Lean Enterprise Institute, 1998.

RUDIO, V. Franz. *Introdução ao projeto de pesquisa científica*. 32ª Edição. RJ: Editora Vozes, 2004.

SANTORO, M. C. *Sistema de gestão de estoque de múltiplos itens em local único*. Tese (Livre Docência em Gestão de Estoque e Logística) – Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2006.

SCHALLER, Jeffrey. *Scheduling on a single machine with family setup to minimize total tardiness*. International Journal of Production Economics, Windham: Elsevier, v.105, p.329-344, 2007.

SÉRIO, L. C. *Tecnologia de grupo no planejamento de um sistema produtivo*. São Paulo: Ícone, 1990.

SILVA, V. O. *Um modelo para avaliação e implantação da mudança de um sistema de produção convencional para manufatura celular, empregando simulação discreta*. Dissertação (Mestrado em Eng de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

SLACK, N. et al. *Administração da Produção*. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

SMALLEY, Art *Criando o Sistema Puxado Nivelado*. MA, EUA, Lean Interprise Institute, 2004.

STRATTON, R.; WARBURTON, R. D. H. *The strategic integration of agile and lean supply*. International Journal of Production Economics, v.85, p.183 – 198, 2003.

TATIKONDA, M.V.; WEMMERLÖV, U. *Adoption and implementation of classification and coding systems: insights from seven case studies*. International Journal of Production Research, v.30, n.9, p.2097-2110, 1992.

THIOLLENT, M. *Pesquisa-Ação nas Organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.

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

VOKURA, R.; FLIEDNER, G. *The journey toward agility*. Industrial Management and Data Systems, v. 4, p.165-171, Apr/1998.

WOMACK, James D.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *A Máquina que mudou o mundo*. 2^a.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James D.; JONES Daniel T.; FERRO José R. *A Mentalidade enxuta nas empresas*. 5^a.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

YIN, R.K. *Estudo de caso: planejamento e método*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YUSUF, Y.Y.; ADELEYE, E, O. *A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current in the UK*. International Journal of Production Research, v.40, n.17, p.4545-4562, 2002.

ANEXOS

Anexo A – Quadro Kanban com SCC.

Grupo I		Grupo II				Grupo III				
Cód 1	Cód 2	Cód 3	Cód 4	Cód 5	Cód 6	Cód 7	Cód 8	Cód 9	Cód 10	Cód 11
Tipo de cura	Largura	Tamanho do grão	Tipo de abrasivo	Cor da Lixa	Cor de Impressão	Tipo de Costado (Base)	Espec. da Base	Tipo de Camada	Peso ou esp. do costado	Espec. das Camadas de Adesivo
A	B	S	7	E	1	F	C	F	I	L
A	C	S	2	E	1	F	C	B	I	*
A	C	T	2	E	1	F	C	B	I	*
A	L	S	2	A	1	F	C	A	I	*
A	L	S	2	E	1	F	C	B	I	*
A	L	S	3	E	1	F	C	B	I	*
A	L	S	5	C	2	F	C	B	A	*
A	L	S	7	E	1	F	C	F	I	L
A	L	S	9	E	1	F	C	D	I	*
A	L	S	9	E	1	F	C	F	I	L
A	L	S	9	E	1	F	C	I	I	*
A	L	T	2	A	1	F	C	A	I	*
A	L	T	2	E	1	F	C	B	I	*
A	L	T	3	E	1	F	C	B	I	*
B	B	P	7	E	1	F	C	F	I	L
B	B	Q	7	E	1	F	C	F	I	L
B	B	R	7	E	1	F	C	F	I	L
B	C	P	2	E	1	F	C	B	I	*
B	C	R	2	E	1	F	C	B	I	*
B	L	P	2	E	1	F	C	B	I	*
B	L	P	3	E	1	F	C	B	I	*
B	L	P	5	C	2	F	C	B	A	*
B	L	P	7	E	1	F	C	F	I	L
B	L	P	9	E	1	F	C	D	I	*
B	L	P	9	E	1	F	C	I	I	*
B	L	P	9	E	1	F	C	F	I	L
B	L	Q	5	C	2	F	C	B	A	*
B	L	Q	7	E	1	F	C	F	I	L
B	L	Q	9	E	1	F	C	D	I	*
B	L	Q	9	E	1	F	C	I	I	*
B	L	Q	9	E	1	F	C	F	I	L
B	L	R	2	A	1	F	C	A	I	*
B	L	R	2	E	1	F	C	B	I	*
B	L	R	3	E	1	F	C	B	I	*
B	L	R	5	C	2	F	C	B	A	*
B	L	R	7	E	1	F	C	F	I	L
B	L	R	9	E	1	F	C	D	I	*
B	L	R	9	E	1	F	C	I	I	*
B	L	R	9	E	1	F	C	F	I	L
C	D	P	2	D	1	C	D	B	H	*
C	D	Q	2	D	1	C	D	B	H	*
C	D	R	2	D	1	C	D	B	H	*
C	H	P	2	D	1	C	D	B	E	L
C	H	Q	2	D	1	C	D	B	E	L
C	H	R	2	D	1	C	D	B	E	L
C	H	S	2	D	1	C	D	B	E	L
C	I	P	2	C	1	C	D	A	H	*
C	I	P	2	D	1	C	D	A	E	L
C	I	P	2	D	1	C	D	A	E	*
C	I	P	2	D	1	C	D	B	E	*
C	I	P	4	C	1	C	D	D	G	*
C	I	P	5	H	3	C	A	A	F	*
C	I	P	9	E	3	C	F	F	H	L
C	I	Q	2	C	1	C	D	A	H	*
C	I	Q	2	D	1	C	D	A	E	L
C	I	Q	2	D	1	C	D	A	E	*
C	I	R	2	C	1	C	D	B	E	*
C	I	R	2	D	1	C	D	A	H	*
C	I	R	4	C	1	C	D	D	G	*
C	I	R	5	H	3	C	A	A	F	*
C	I	R	9	E	3	C	F	F	H	L
C	I	S	2	D	1	C	D	B	E	*

E	I	D	4	A	1	C	W	B	E	*
E	I	D	4	C	1	C	D	B	G	*
E	I	D	2	D	1	C	D	B	E	*
E	I	E	4	A	1	C	W	B	E	*
E	I	E	4	A	1	C	D	B	G	*
E	I	F	2	C	1	C	D	B	A	*
E	I	F	2	A	3	C	E	B	E	*
E	I	F	3	I	1	C	W	B	D	*
E	I	F	4	E	1	C	D	B	E	*
E	I	F	4	A	1	C	D	B	G	*
E	I	F	2	C	1	C	D	B	A	*
E	I	G	2	D	1	C	D	B	E	*
E	I	G	2	I	3	C	E	B	E	*
E	I	G	3	E	1	C	W	B	D	*
E	I	G	4	A	1	C	D	B	E	*
E	I	G	4	C	1	C	D	B	G	*
E	I	H	2	A	1	C	D	B	A	*
E	I	H	2	D	1	C	E	B	E	*
E	I	H	2	I	3	C	W	B	G	*
E	I	H	2	I	3	C	D	B	D	*
E	I	H	3	E	1	C	D	B	E	*
E	I	H	4	A	1	C	W	B	G	*
E	I	H	4	C	1	C	D	B	A	*
E	I	I	2	A	1	C	E	B	A	*
E	I	I	2	E	1	C	D	B	E	L
E	I	I	2	D	1	C	D	B	E	*
E	I	I	2	D	1	C	E	B	E	*
E	I	I	2	I	3	C	D	B	G	*
E	I	I	2	I	3	C	E	B	A	*
E	I	I	3	A	1	C	D	B	E	*
E	I	I	3	E	1	C	W	B	D	*
E	I	I	4	A	1	C	D	B	E	*
E	I	I	4	C	1	C	D	B	A	*
E	I	J	2	A	1	C	E	B	A	*
E	I	J	2	A	1	C	D	B	E	*
E	I	J	2	A	3	C	D	B	A	L
E	I	J	2	D	1	C	D	B	E	*
E	I	J	2	D	1	C	E	B	E	*
E	I	J	2	E	1	C	D	B	A	*
E	I	J	2	I	3	C	E	B	E	*
E	I	J	3	A	1	C	D	B	A	*
E	I	J	3	E	1	C	W	B	D	*
E	I	J	4	A	1	C	D	B	E	*
E	I	J	4	A	3	C	W	B	G	*
E	I	J	4	C	1	C	D	B	A	*
E	I	K	2	A	1	C	E	B	A	*
E	I	K	2	A	1	C	D	B	E	Z
E	I	K	2	C	3	C	D	B	A	L
E	I	K	2	D	1	C	D	B	E	*
E	I	K	2	D	1	C	D	B	E	*
E	I	K	2	D	1	C	E	B	E	*
E	I	K	2	E	1	C	D	B	A	*
E	I	K	2	I	3	C	E	B	E	*
E	I	K	3	A	1	C	D	B	A	*
E	I	K	3	E	1	C	W	B	D	*
E	I	K	4	A	1	C	D	B	E	*
E	I	K	4	A	3	C	W	B	G	*
E	I	K	4	C	1	C	D	B	A	*
E	I	L	2	A	1	C	D	B	E	*
E	I	L	2	A	1	C	E	B	A	*
E	I	L	2	A	3	C	E	B	E	*
E	I	L	2	A	3	C	E	B	E	*
E	I	L	2	A	3	C	E	B	E	*
E	I	L	2	C	1	C	D	B	A	Z
E	I	L	2	E	1	C	E	B	A	*
E	I	L	3	A	1	C	D	B	A	*
E	I	L	3	E	1	C	D	B	A	*
E	I	L	4	A	3	C	W	B	D	*
E	I	L	4	C	1	C	D	B	E	*
E	I	M	2	A	1	C	E	B	A	*
E	I	M	2	A	1	C	D	B	E	*
E	I	M	2	A	3	C	E	B	A	*

E	I	M	2	A	3	C	E	E	E	*
E	I	M	2	A	3	C	D	D	A	*
E	I	M	3	C	1	C	D	A	B	Z
E	I	M	3	A	1	C	D	B	A	*
E	I	M	4	E	1	C	D	B	D	*
E	I	M	4	A	3	C	D	D	D	*
E	I	M	4	C	1	C	D	D	G	*
E	I	M	4	D	1	C	D	D	E	*
E	I	N	2	A	1	C	E	D	A	*
E	I	N	2	A	3	C	E	B	A	*
E	I	N	2	A	3	C	D	A	A	Z
E	I	N	2	C	1	C	D	B	A	*
E	I	N	3	A	1	C	D	A	A	*
E	I	N	3	E	1	C	D	B	A	*
E	I	N	4	D	1	C	D	B	B	*
E	I	O	4	A	1	C	E	B	A	*
F	A	I	4	C	3	C	F	A	A	Z
F	A	J	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	K	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	L	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	M	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	N	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	O	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	P	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	R	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	A	S	4	C	2	C	F	A	A	Z
F	D	K	2	D	1	C	D	B	B	*
F	D	L	2	D	1	C	D	B	B	*
F	D	M	2	D	1	C	D	B	B	*
F	D	N	2	D	1	C	D	B	B	*
F	D	O	2	D	1	C	D	B	B	*
F	H	L	2	D	1	C	D	B	B	L
F	H	M	2	D	1	C	D	B	B	L
F	H	N	2	D	1	C	D	B	B	L
F	H	O	2	D	1	C	D	B	B	L
F	I	B	4	A	3	C	F	B	B	*
F	I	C	3	E	3	C	F	B	B	*
F	I	D	3	E	3	C	F	B	B	*
F	I	E	4	E	3	C	F	B	B	*
F	I	E	3	E	3	C	F	B	B	*
F	I	E	4	E	3	C	F	B	B	*
F	I	F	3	E	3	C	F	B	B	*
F	I	G	4	A	3	C	F	B	B	*
F	I	H	3	E	3	C	F	B	B	*
F	I	H	4	A	3	C	F	B	B	*
F	I	I	3	E	3	C	F	B	B	*
F	I	I	4	A	3	C	F	A	A	*
F	I	J	2	C	1	C	D	B	A	*
F	I	J	2	E	1	C	F	A	A	*
F	I	J	3	A	3	C	F	A	A	*
F	I	K	4	A	1	C	F	A	A	*
F	I	K	2	C	1	C	F	A	A	*
F	I	K	3	E	3	C	F	A	A	*
F	I	K	4	A	3	C	F	A	A	*
F	I	K	5	H	3	C	F	A	A	*
F	I	L	2	A	1	C	A	D	D	*
F	I	L	2	C	1	C	D	D	D	L
F	I	L	2	D	1	C	D	D	D	*
F	I	L	2	D	1	C	D	D	D	*
F	I	L	3	E	3	C	F	W	F	*
F	I	L	4	A	1	C	Z	A	F	*
F	I	L	4	A	3	C	Z	A	F	*
F	I	L	4	A	3	C	A	D	D	*
F	I	L	5	H	3	C	A	D	D	L
F	I	L	9	E	3	C	A	D	D	*
F	I	M	2	A	1	C	D	D	D	*
F	I	M	2	C	1	C	D	D	D	L
F	I	M	2	D	1	C	D	D	D	*
F	I	M	2	D	1	C	D	D	D	*
F	I	M	2	D	1	C	D	D	D	*
F	I	M	2	D	1	C	D	D	D	*
F	I	M	3	E	3	C	D	D	D	*

T	H	M	3	A	1	P	U	A	D	*
T	H	N	3	A	1	P	U	A	D	*
T	H	O	3	A	1	P	U	A	D	*
T	H	P	3	A	1	P	U	A	D	*
U	H	B	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	B	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	D	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	D	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	D	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	E	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	E	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	E	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	F	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	F	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	F	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	G	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	G	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	G	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	H	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	H	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	H	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	I	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	I	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	I	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	J	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	J	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	J	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	K	2	B	1	P	N	F	B	*
U	H	K	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	K	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	L	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	L	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	M	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	M	2	B	1	P	Z	F	D	*
U	H	N	2	B	1	P	U	F	D	*
U	H	N	2	B	1	P	Z	F	D	*

Anexo B – Teste do Kanban com SCC.

Data	Grupo I		Grupo II				Grupo III				
	Código 1	Código 2	Código 3	Código 4	Código 5	Código 6	Código 7	Código 8	Código 9	Código 10	Código 11
03/03/08	P	G	M	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	P	G	O	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	Q	G	B	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	Q	G	D	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	Q	G	F	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	Q	G	G	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	Q	G	J	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	Q	G	K	2	E	1	P	U	B	F	*
03/03/08	T	G	I	2	E	1	P	U	A	D	*
03/03/08	T	G	J	2	E	1	P	U	A	D	*
03/03/08	T	G	K	2	E	1	P	U	A	D	*
03/03/08	T	G	L	2	E	1	P	U	A	D	*
03/03/08	T	G	M	2	E	1	P	U	A	D	*
03/03/08	T	G	N	2	E	1	P	U	A	D	*
03/03/08	U	H	D	2	B	1	P	U	F	D	*
03/03/08	U	H	F	2	B	1	P	U	F	D	*

03/03/08	U	H	I	2	B	1	P	U	F	D	*
03/03/08	U	H	J	2	B	1	P	U	F	D	*
03/03/08	U	H	K	2	B	1	P	U	F	D	*
03/03/08	U	H	M	2	B	1	P	U	F	D	*
03/03/08	U	H	I	2	B	1	P	Z	F	D	*
03/03/08	U	H	J	2	B	1	P	Z	F	D	*
03/03/08	U	H	K	2	B	1	P	Z	F	D	*
03/03/08	U	H	L	2	B	1	P	Z	F	D	*
03/03/08	U	H	M	2	B	1	P	Z	F	D	*
04/03/08	L	H	D	2	C	1	P	Q	B	B	*
04/03/08	L	H	F	2	C	1	P	Q	B	B	*
04/03/08	L	H	I	2	C	1	P	Q	B	D	*
04/03/08	L	H	J	2	C	1	P	Q	B	D	*
04/03/08	L	H	K	2	C	1	P	Q	B	D	*
04/03/08	L	H	L	2	C	1	P	Q	B	D	*
04/03/08	L	H	M	2	C	1	P	Q	B	D	*
04/03/08	L	H	N	2	C	1	P	Q	B	D	*
04/03/08	N	G	A	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	B	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	D	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	F	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	I	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	J	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	K	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	L	2	G	1	P	U	G	C	*
04/03/08	N	G	N	2	G	1	P	U	G	C	*
05/03/08	I	G	F	4	C	1	P	U	B	G	*
05/03/08	I	G	F	2	E	1	P	U	G	F	*
05/03/08	I	G	G	2	E	1	P	U	G	F	*
05/03/08	M	G	I	2	E	1	P	U	G	F	*
05/03/08	M	G	K	2	E	1	P	U	G	F	*
05/03/08	M	G	L	2	E	1	P	U	G	F	*
05/03/08	M	G	N	2	E	1	P	U	G	F	*
06/03/08	G	A	K	4	C	1	P	U	B	J	Z
06/03/08	K	A	L	4	C	1	P	U	B	J	Z
06/03/08	K	A	M	4	C	1	P	U	B	J	Z
06/03/08	J	A	M	4	C	1	P	Y	C	H	Z
06/03/08	J	A	N	4	C	1	P	Y	C	H	Z
06/03/08	L	H	B	2	C	1	P	Q	B	B	*
06/03/08	L	H	D	2	C	1	P	Q	B	B	*
06/03/08	L	H	E	2	C	1	P	Q	B	B	*
06/03/08	L	H	F	2	C	1	P	Q	B	B	*
06/03/08	L	H	I	2	C	1	P	Q	B	D	*
06/03/08	L	H	J	2	C	1	P	Q	B	D	*
06/03/08	L	H	M	2	C	1	P	Q	B	D	*
06/03/08	L	H	N	2	C	1	P	Q	B	D	*
06/03/08	R	H	I	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	J	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	K	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	L	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	M	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	N	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	O	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	P	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	Q	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	R	H	R	2	C	1	C	T	B	C	*
06/03/08	T	H	I	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	T	H	J	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	T	H	K	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	T	H	L	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	T	H	M	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	T	H	N	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	T	H	O	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	T	H	P	3	A	1	P	U	A	D	*
06/03/08	U	H	D	2	B	1	P	N	F	B	*
06/03/08	U	H	E	2	B	1	P	N	F	B	*
06/03/08	U	H	F	2	B	1	P	N	F	B	*
06/03/08	U	H	H	2	B	1	P	N	F	B	*
06/03/08	U	H	I	2	B	1	P	N	F	B	*
06/03/08	U	H	J	2	B	1	P	N	F	B	*
06/03/08	U	H	K	2	B	1	P	N	F	B	*
07/03/08	E	I	F	2	D	1	C	D	B	E	*
07/03/08	E	I	H	2	D	1	C	D	B	E	*
07/03/08	E	I	I	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	E	I	J	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	E	I	J	2	D	1	C	D	B	E	*

07/03/08	E	I	K	2	D	1	C	D	B	E	*
07/03/08	F	I	L	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	F	I	M	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	F	I	L	2	D	1	C	D	B	E	*
07/03/08	F	I	M	2	D	1	C	D	B	E	*
07/03/08	F	I	M	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	F	I	N	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	F	I	N	2	D	1	C	D	B	E	*
07/03/08	F	I	O	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	C	I	P	2	D	1	C	D	A	E	*
07/03/08	C	I	R	2	D	1	C	D	B	E	*
07/03/08	H	J	O	3	A	2	F	R	B	?	*
07/03/08	H	J	O	2	C	2	F	R	B	?	*
07/03/08	H	J	O	2	C	2	F	R	B	?	*
07/03/08	H	P	O	2	C	2	F	R	B	?	*
07/03/08	H	J	O	2	C	2	F	R	B	?	*
07/03/08	H	J	S	2	C	2	F	R	B	?	*
07/03/08	L	H	B	2	C	1	P	Q	B	B	*
07/03/08	L	H	D	2	C	1	P	Q	B	B	*
07/03/08	L	H	F	2	C	1	P	Q	B	B	*
07/03/08	L	H	G	2	C	1	P	Q	B	B	*
07/03/08	L	H	I	2	C	1	P	Q	B	D	*
08/03/08	E	I	H	3	E	1	C	D	B	D	*
08/03/08	E	I	I	3	E	1	C	D	B	D	*
08/03/08	E	I	J	3	E	1	C	D	B	D	*
08/03/08	E	I	K	3	E	1	C	D	B	D	*
08/03/08	E	I	L	3	E	1	C	D	B	D	*
08/03/08	E	I	J	2	A	1	C	D	A	A	*
08/03/08	E	I	L	2	A	1	C	D	A	A	*
08/03/08	E	I	M	2	A	1	C	D	A	A	*
08/03/08	E	I	M	2	C	1	C	D	A	A	Z
08/03/08	E	I	K	2	I	3	C	E	B	E	*
08/03/08	E	I	M	2	A	3	C	E	B	E	*
08/03/08	E	I	N	2	A	3	C	E	B	E	*
08/03/08	F	I	K	2	A	1	C	A	A	E	*
08/03/08	F	I	L	2	A	1	C	A	A	E	*
08/03/08	F	I	O	2	C	1	C	D	A	H	*
08/03/08	C	I	Q	2	C	1	C	D	A	H	*
08/03/08	S	N	N	2	F	1	P	Z	F	F	*
08/03/08	S	N	Q	2	F	1	P	Z	C	F	*
10/03/08	D	B	M	7	E	1	F	C	F	I	L
10/03/08	D	B	N	7	E	1	F	C	F	I	L
10/03/08	D	B	O	7	E	1	F	C	F	I	L
10/03/08	D	L	L	3	E	1	F	C	B	I	*
10/03/08	D	L	L	7	E	1	F	C	F	I	L
10/03/08	D	L	N	7	E	1	F	C	F	I	L
10/03/08	D	L	N	9	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	D	L	O	9	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	D	L	O	7	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	B	B	R	7	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	B	L	P	7	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	B	L	P	9	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	B	L	R	9	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	B	L	R	7	E	1	F	C	F	I	L
11/03/08	B	L	P	9	E	1	F	C	I	I	*
11/03/08	B	L	P	9	E	1	F	C	D	I	*
11/03/08	B	L	R	9	E	1	F	C	D	I	*
11/03/08	B	L	R	5	C	2	F	C	B	A	*
12/03/08	B	C	P	2	E	1	F	C	B	I	*
12/03/08	B	C	R	2	E	1	F	C	B	I	*
12/03/08	D	C	N	2	E	1	F	C	B	I	*
12/03/08	D	C	O	2	E	1	F	C	B	I	*
12/03/08	E	I	L	4	A	3	C	W	B	D	*
12/03/08	E	I	F	4	C	1	C	D	B	G	*
12/03/08	F	I	B	4	A	3	C	F	B	G	*
12/03/08	F	I	D	4	A	3	C	F	B	G	*
12/03/08	F	I	H	4	A	3	C	F	B	G	*
12/03/08	F	I	J	4	A	3	C	F	B	G	*
12/03/08	F	I	L	4	A	3	C	F	B	G	*
13/03/08	F	I	M	4	A	3	C	F	B	G	*
13/03/08	F	I	M	3	E	3	C	F	B	G	*
13/03/08	F	I	N	3	A	3	C	F	B	G	*
13/03/08	E	I	F	4	A	1	C	W	B	E	*
13/03/08	E	I	I	4	A	1	C	W	B	E	*
13/03/08	E	I	J	4	A	1	C	W	B	E	*
13/03/08	F	I	L	4	A	1	C	W	B	E	*

13/03/08	F	I	N	4	A	1	C	W	B	E	*
13/03/08	F	I	O	4	A	1	C	W	B	E	*
13/03/08	F	I	R	4	A	1	C	W	B	E	*
13/03/08	F	A	K	4	C	2	C	F	A	H	Z
13/03/08	F	A	M	4	C	2	C	F	A	H	Z
13/03/08	F	A	N	4	C	2	C	F	A	H	Z
14/03/08	E	H	F	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	E	H	G	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	E	H	I	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	E	H	J	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	E	H	K	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	F	H	L	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	F	H	M	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	F	H	N	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	F	H	O	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	C	H	P	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	C	H	R	2	D	1	C	D	B	E	L
14/03/08	B	L	R	9	E	1	F	C	F	I	L
14/03/08	B	L	R	9	E	1	F	C	F	I	*
15/03/08	F	I	D	3	E	3	C	F	B	G	*
15/03/08	F	I	H	3	E	3	C	F	B	G	*
15/03/08	F	I	K	3	E	3	C	F	B	G	*
15/03/08	F	I	L	3	E	3	C	F	B	G	*
15/03/08	F	I	L	9	E	3	C	F	F	H	L
15/03/08	F	I	O	9	E	3	C	F	F	H	L
15/03/08	C	I	P	9	E	3	C	F	F	H	L
15/03/08	C	I	S	9	E	3	C	F	F	H	L
17/03/08	B	L	R	9	E	1	F	C	I	I	*
17/03/08	A	L	S	9	E	1	F	C	D	I	*
17/03/08	A	L	S	5	C	2	F	C	B	A	*
18/03/08	Q	G	F	2	E	1	P	U	B	F	*
18/03/08	Q	G	I	2	E	1	P	U	B	F	*
18/03/08	Q	G	J	2	E	1	P	U	B	F	*
18/03/08	Q	G	K	2	E	1	P	U	B	F	*
18/03/08	R	H	I	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	J	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	K	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	L	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	M	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	N	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	P	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	Q	2	C	1	C	T	B	C	*
18/03/08	R	H	R	2	C	1	C	T	B	C	*
19/03/08	T	G	I	2	E	1	P	U	A	D	*
19/03/08	T	G	J	2	E	1	P	U	A	D	*
19/03/08	T	G	M	2	E	1	P	U	A	D	*
19/03/08	T	G	N	2	E	1	P	U	A	D	*
20/03/08	P	G	L	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	G	M	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	G	N	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	G	O	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	G	P	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	K	N	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	P	N	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	K	O	2	E	1	P	U	B	F	*
20/03/08	P	P	O	2	E	1	P	U	B	F	*
22/03/08	P	K	M	2	E	1	P	U	B	F	*
22/03/08	P	P	L	2	E	1	P	U	B	F	*
22/03/08	P	P	M	2	E	1	P	U	B	F	*
22/03/08	Q	K	I	2	E	1	P	U	B	F	*
22/03/08	Q	P	J	2	E	1	P	U	B	F	*
22/03/08	Q	P	K	2	E	1	P	U	B	F	*
24/03/08	L	H	B	2	C	1	P	Q	B	B	*
24/03/08	L	H	D	2	C	1	P	Q	B	B	*
24/03/08	L	H	E	2	C	1	P	Q	B	B	*
24/03/08	L	H	F	2	C	1	P	Q	B	B	*
24/03/08	L	H	I	2	C	1	P	Q	B	D	*
24/03/08	L	H	J	2	C	1	P	Q	B	D	*
24/03/08	L	H	K	2	C	1	P	Q	B	D	*
24/03/08	L	H	L	2	C	1	P	Q	B	D	*
24/03/08	L	H	M	2	C	1	P	Q	B	D	*
24/03/08	L	H	N	2	C	1	P	Q	B	D	*
25/03/08	P	G	H	4	C	1	P	U	B	G	*
25/03/08	P	G	I	4	C	1	P	U	B	G	*
25/03/08	S	K	D	2	F	1	P	U	C	F	*
25/03/08	S	K	F	2	F	1	P	U	C	F	*

25/03/08	I	G	D	4	C	1	P	U	B	G	*
25/03/08	I	G	F	4	C	1	P	U	B	G	*
25/03/08	I	G	G	4	C	1	P	U	B	G	*
25/03/08	M	G	I	2	E	1	P	U	G	F	*
25/03/08	M	G	J	2	E	1	P	U	G	F	*
25/03/08	M	G	K	2	E	1	P	U	G	F	*
25/03/08	M	G	M	2	E	1	P	U	G	F	*
25/03/08	M	G	N	2	E	1	P	U	G	F	*
26/03/08	N	G	A	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	B	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	D	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	F	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	G	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	I	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	J	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	K	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	L	2	G	1	P	U	G	C	*
26/03/08	N	G	N	2	G	1	P	U	G	C	*