USP

Campus de São Carlos

PROPOSTA DE ESTUDO DE SISTEMATIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS KANBAN NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO ENXUTA

Alessandro Lucas da Silva

Orientador: Prof. Associado Antonio Freitas Rentes

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

ALESSANDRO LUCAS DA SILVA

PROPOSTA DE ESTUDO DE SISTEMATIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS *KANBAN* NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO ENXUTA

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço 27/10/04
Ass.:

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Associado Antonio Freitas Rentes

DEDALUS - Acervo - EESC
31100050029

São Carlos

Agosto de 2004

Class. TESE EESC
Cutt. 5623
Tombo T263/04
Sysno 1401485

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

S586p

Silva, Alessandro Lucas da
Proposta de estudo de sistematização da implantação de sistemas Kanban no contexto da produção enxuta / Alessandro Lucas da Silva. -- São Carlos, 2004.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2004.
Área : Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Assoc. Antonio Freitas Rentes.

1. Produção enxuta. 2. Kanban. 3. Mapa do fluxo de valor. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **ALESSANDRO LUCAS DA SILVA**

Dissertação defendida e julgada em 27-08-2004 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Associado **ANTONIO FREITAS RENTES (Orientador)** — aprovado
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Prof. Dr. **FÁBIO MÜLLER GUERRINI** — Aprovado
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Prof. Dr. **FERNANDO BERNARDI DE SOUZA** — Aprovado
(Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP)

Prof. Doutor **FÁBIO MÜLLER GUERRINI**
Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção, em exercício

Profa. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

Primeiramente, a Deus,

aos meus pais José Lucas e Marisa, e ao meu irmão Adauto,

os quais sempre me apoiaram nos bons e maus momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Antônio Freitas Rentes pelo período de orientação não somente durante o mestrado mas desde tempos imemoriais.

À empresa JUMIL, em especial, ao Vitor pela ajuda com os dados e informações que foram utilizadas nesta dissertação.

Aos amigos do laboratório, que proporcionaram um ótimo ambiente de trabalho.

Aos amigos do forró, em especial a Nani e ao Ricardo que não se importaram com o meu mau humor nos momentos de estresse.

À Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos concedida.

RESUMO

SILVA, A. L. (2004), "**Proposta de estudo de sistematização da implantação de sistemas *kanban* no contexto da produção enxuta**". Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

"Houve época em que as empresas podiam ser organizações focadas nos próprios processos produtivos e comerciais, pressionando o mercado a se adaptar a suas necessidades ou características, de acordo com o modelo de negócios por elas praticado. Na medida em que a sociedade e o mercado se alteraram em profundidade e complexidade, exigindo ao mesmo tempo melhores produtos, mais resultados e ganhos crescentes, as empresas passaram a sentir a necessidade de se envolver num processo contínuo de melhoria", (PINEDO, 2003).

Devido ao processo de globalização produtiva os concorrentes passaram a pressionar muito mais duramente, pelo fato espantoso de que o espaço de mercado passou a ser o mundo inteiro. Defeitos e atrasos na entrega dos produtos são mazelas não mais aceitas pelos consumidores. A crescente exigência destes por produtos customizados e entregas rápidas tem provocado um litígio entre as empresas e o tradicional sistema de produção em massa, que muitas vezes não consegue atingir as expectativas dos clientes.

Para se adaptarem a esse ambiente competitivo, as empresas de manufatura, seguindo os passos da indústria automobilística, estão cada vez mais utilizando os conceitos e técnicas da Produção Enxuta, ou seja, produzindo em resposta a demandas específicas, somente quando necessário, controlando a qualidade do produto e do prazo de entrega, e ao mínimo custo.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é propor um método de implantação de sistema *kanban* que possa auxiliar as organizações a utilizarem esta ferramenta da Produção Enxuta, retirando dessa os maiores benefícios possíveis, como redução de inventário, melhoria do sistema de gerenciamento, redução de atrasos em entregas, entre outros.. Esse método deverá servir como base de orientação para os envolvidos num processo de implantação de *kanban*.

Palavras-chave: [Produção Enxuta; Kanban; Mapa do Fluxo de Valor]

ABSTRACT

SILVA, A. L. (2004), **"Proposal systematization´s study of the implantation of systems kanban in the lean production context"**. M.Sc. Dissertation - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

"There were time where the companies could be organizations directed in the proper productive and commercial processes, pressuring the market to adapt its necessities or characteristics, in accordance with the model business-oriented for them practised. In the measure where the society and the market have modified in depth and complexity, demanding at the same time better products, more increasing results and profits, the companies had started to feel the necessity of involving in a continuous process of improvement" (PINEDO, 2003).

In consequence of the process of globalization´s productive the competitors had started to pressure much more hardly, for the amazing fact that the market space started to be the entire world. Defects and delays in the delivery of the products are problems not more accepted for the consumers. The increasing requirement of these for specific products and special deliveries has provoked a litigation between the companies and the traditional system of mass production, that many times do not obtain to reach the expectations of the customers. To be detached to this competitive environment, the companies of manufacture, following the steps of the automobile industry, are each time more using the concepts and techniques of the Lean Production, or either, producing in reply the specific demands, only when necessary, controlling the stated period and product quality of delivery, and minimum cost. In this direction, the objective of this work is to consider a method of system implantation kanban that it can assist the organizations to use this tool of the Lean Production, removing that the biggest possible benefits, as reduction of inventory, improvement of the management system, reduction of delays in deliveries, among others. This method will have to serve as base of orientation for the involved ones in a process of kanban´s implantation.

Key words: [Lean Production, Kanban, Value Stream Mapping]

Lista de Figuras

Figura 1.1. Metodologia de pesquisa *17*
Figura 2.2 Casa do Sistema de Produção Enxuta Lexico Lean (2003) *23*
Figura 2.3 Os elementos essenciais da produção enxuta KATAYAMA e BENNETT (1996) *29*
Figura 2.4a Fluxo de informação e produção em um sistema empurrado *32*
Figura 2.4b Fluxo de informação e produção em um sistema puxado *32*
Figura 2.5 A redução dos estoques MOURA (1994) *36*
Figura 2.6 Sistema kanban de 1 cartão Notas de aula, Rentes (2003) *39*
Figura2. 7: sistema kanban de 2 cartões Notas de aula,rentes (2003) *41*
Figura 2.8: Sistema kanban de sinal Notas de aula, Rentes (2003) *43*
Figura 2.9 Sistema trabalho-cheio MONDEN (1998) *45*
Figura 2.10: Sistema CONWIP Notas de aula, Rentes (2003) *47*
Figura 2.11 milk run *50*
Figura 2.12 Sistema híbrido MRP + Kanban Notas de aula, Rentes (2003) *52*
Figura 2.13 Produção desbalanceada *54*
Figura 2.14 produção balanceada *55*
Figura 2.15 Produção diária de todos os itens e em pequenos lotes *54*
Figura 2.16 Gráfico de demanda sazonal *58*
Figura 2.17a Produção tradicional em lotes GHINATO (2003) *59*
Figura 2.17b Produção em fluxo contínuo e unitário de peças GHINATO (2003) *60*
Figura 2.18 Etapas do Mapa do Fluxo de Valor *62*
Figura 2.19 Ícones do Value Stream Mapping *63*
Figura 2.20 Representação das necessidades do cliente HINES & TAYLOR (2000) *64*
Figura 2.21 Representação do fluxo de informações HINES & TAYLOR (2000) *64*
Figura 2.22 Representação do fluxo físico HINES & TAYLOR (2000) *65*
Figura 2.23 Representação do fluxo físico e informações HINES & TAYLOR (2000) *66*
Figura 2.24 Mapa do fluxo de valor da situação atual HINES e TAYLOR (2000) *66*
Figura 2.25 Mapa do Fluxo de Valor da situação atual ROTHER e SHOOK (1998) *67*
Figura 2.26 Supermercados de produção Notas de aula, Rentes (2003) *68*
Figura 2.27 Localização do processo puxador ROTHER e SHOOK (1998) *69*
Figura 2.28 Balanceamento da produção Notas de aula, Rentes (2003) *69*
Figura 2.29 Heijunka Box Notas de aula, Rentes (2003) *70*
Figura 2.30 Mapa do estado futuro ROTHER e SHOOK (1998) *71*
Figura 3.1 requisitos necessários à implantação do sistema kanban *73*
Figura 3.2 Método de Implantação de sistemas kanban *75*
Figura 3.4 Processo com janela de entrega de 3 dias *123*
Figura 3.5 Planilha de cálculo do número máximo de setups Notas de aula, Rentes (2003) *124*
Figura 3.6a Primeira visão da planilha de cálculo do numero máximo de setups Notas de aula, Rentes (2003) *124*
Figura 3.6b Segunda visão da planilha de cálculo do numero máximo de setups Notas de aula, Rentes (2003) *125*
Figura 3.6c Planilha de cálculo do numero máximo de setups completa Notas de aula, Rentes (2003) *126*
Figura 4.1 Máquinas do segmento plantio *84*
Figura 4.2 Segmento e famílias de produtos *85*
Figura 4.3 Exemplo de produtos das famílias 1 e 2 ..... *86*
Figura 4.4 Estrutura do produto *87*
Figura 4.6 Transporte entre empresa e fornecedores *88*

Figura 4.6 Transporte entre empresa e fornecedores *88*
Figura 4.7 Áreas a serem melhoradas *90*
Figura 4.8 a Mapas do fluxo de valor com os problemas identificados *92*
Figura 4.8 b Mapas do fluxo de valor com os problemas identificados *93*
Figura 4.10 Mapa esquemático do fluxo de valor da situação inicial no suprimento de peças *97*
Figura 4.10 Mapa esquemático do fluxo de valor da situação futura no suprimento de peças *98*
Figura 4.11 Evolução das paradas na linha final de montagem em função de itens comerciais faltantes *99*
Figura 4.12 Dinâmica inicial do processo de envio de itens entre a fábrica I, fábrica II e terceiros *100*
Figura 4.13 Nova dinâmica do sistema de controle e movimentação de materiais entre as unidades I e II e os fornecedores *101*
Figura 4.14 quadro de cartões do kanban de macharia *102*
Figura 4.15 Peça e machos utilizados na sua produção *103*
Figura 4.16 Comparativo entre nodular e cinzento e tempo disponível nas máquinas de moldagem *105*
Figura 4.17 b Processo de inspeção após a implantação do sistema milk run *107*
Figura 4.18 esquema do fluxo de produção *110*
Figura 4.19 Quadro de programação e de cartões do setor de estamparia *110*
Figura 4.20 aumento no giro dos estoques *112*
Figura 4.21 Demonstrativo da produtividade industrial *112*
Figura 4.22 Evolução do índice de suprimentos *113*
Figura 4.24 Evolução dos itens comerciais faltantes *113*

Lista de tabelas

Tabela 2.1. Mudanças nos sistemas de produção (Standard e Davis, 1999) 20
Tabela 2.2 Produção Enxuta versus Produção em Massa (Notas de Aula, Rentes 2003) 28
Tabela 2.3 Vantagens da produção enxuta (STANDARD e DAVIS, 1999) 32
Tabela 3.1 Tipo de controle para itens A,B ou C 77
Tabela 4.1 Descrição dos produtos de cada família 86
Tabela 4.2 Análise da capacidade do setor de Serras e distribuição das peças TPT dias 104
Tabela 4.3 análise de capacidade do setor de Serras 106
Tabela 4.4 Capacidade produtiva utilizada em cada dia 106
Tabela 4.5 análise e alocação das peças nos 3 dias do TPT 108
Tabela 4.6 Quadro de análise dos itens ABC 109

LISTA DE ABREVIATURAS

WIP: *Work in in Process*

ConWip: *Constant Work in Process*

MFV: Mapa do Fluxo de Valor

FIFO: *First In First Out*

MRP: *Material Requirement Planning*

I: *Inventory*

PCP: Planejamento e Controle da Produção

TC: tempo de Ciclo

TU: Tempo Útil

TPT: toda parte toda

TR: tempo de troca (*setup*)

TD: Tempo disponível

LT: Lead Time

VA: Valor Agregado

JIT: *Just In Time*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 13

Introdução 13

1.1 Contextualização e Justificativa 13

1.2 Objetivo 15

1.3 Metodologia Científica 15

CAPÍTULO 2 18

Revisão Bibliográfica 18

2. A Produção Enxuta e suas ferramentas 18

2.1 Produção Enxuta 18

2.1.1 Produção puxada e empurrada 30

2.1.2 Formas de puxar a produção 34

2.1.3 Produção Puxada versus Produção Empurrada 34

2.2 Kanban 35

2.2.1 *Kanban* de um cartão 39
2.2.2 *Kanban* de 2 cartões 40
2.2.3 *Kanban* de sinal 42
2.2.4 Outros tipos de *kanbans* 44
2.2.5 Sistema duas gavetas 45
2.2.6 Sistema *CONWIP* 46
2.2.7 Dimensionamento de Kanbans 48
2.2.7.1 Quantidades Constantes Pedidas 48
2.2.7.2 Horários Constantes de Pedidos 49
2.2.8 Integração *Kanban* - MRP 52

2.3 Balanceamento da Produção 53

2.4.1 Balanceamento da Carga e Capacidade 53
2.4.2 Vantagens e desvantagens da produção balanceada em pequenos lotes. 56
2.3.1 A influência da demanda no nivelamento da produção 57

2.4 Fluxo contínuo e unitário de peças 59

2.5. Value Stream Mapping- O Mapa do Fluxo de Valor 60

2.5.1 Mapa da situação atual 62
2.5.2 Mapa do Fluxo de Valor da situação futura 67

2.6. Institutos de Pesquisa relacionados ao tema 71

CAPÍTULO 3 73

3. Identificação dos Requisitos e Proposição do Método 73

3.1 Requisitos necessários à implantação do sistema kanban 73

3.1.2 Identificação das famílias de produtos 73
3.1.3 Mapeamento do Fluxo de Valor da Situação atual e projeto e mapeamento do fluxo de valor da situação futura 74
3.1.4 Identificação dos pontos de produção puxada e empurrada 74

3.2 Método de Implantação do Sistema Kanban 75

3.2.1 Classificação dos itens comerciais ou manufaturados em A, B ou C 75
3.2.2 Definição do tipo de controle para cada conjunto de itens A, B ou C 76
3.2.3 Cálculo da Capacidade produtiva 77

3.2.4 Reposição por tempo de ciclo constante 78
3.2.5 Reposição por quantidade constante 79
3.2.6 Número de lotes na cadeia e número de contêineres necessários 80
3.2.8 Treinamento 81
3.2.9 Sistema de Medição de Desempenho 81

3.3 Visão Geral do Método Considerando os Pré-Requisitos 81
CAPÍTULO 4 83

4. Estudo de Caso 83
4.1 Apresentação da Empresa 83
4.2 Os requisitos necessários à implantação do sistema *kanban* 85
4.2.1 Etapa 1: Identificação das famílias de produtos 85
4.2.2 Etapa 2: Mapeamento e Análise do Fluxo de Valor da Situação Atual 86
4.2.3 Etapa 3. Projeto e Mapeamento do Fluxo de Valor da Situação Futura 93
4.2.4 Etapa 4. Identificação dos pontos de produção puxada e empurrada 95
4.3 Aplicação do Método 96
4.3.1 Etapa 5. Classificação dos itens comerciais e manufaturados em ABC. 96
4.3.2 Etapa 6 - Definição do Sistema de Controle 96
4.3.3 Etapa 7 - Cálculo da capacidade produtiva, TPT, tamanho do supermercado e número de lotes 99
4.3.4. Treinamento 111
4.3.5 Sistema de Medição de Desempenho 111
CAPÍTULO 5 114

5. Conclusões e Considerações Finais 114

5.1 O Estudo de Caso 115

5.1 Trabalhos Futuros 117
Referências 118

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1 Contextualização e Justificativa

As empresas atuais interagem num ambiente em constante mudança, onde as organizações menos dinâmicas e sob o jugo de pesados entraves internos burocráticos estão fadadas a desaparecerem. Flexibilidade de resposta à demanda tornou-se o grande desafio dos nossos dias.

Para atingir as expectativas do consumidor, é necessário que as organizações sejam flexíveis o suficiente para poderem oferecer uma gama de produtos e serviços muito variada, e que estes estejam disponíveis a qualquer momento para o cliente. Atrasos e demoras nas entregas e prestações de serviços não são mais tolerados. O problema é que o aumento no *mix* de produção e velocidade de entrega vem na contramão da diminuição dos custos. Com isso, as empresas vivem num ambiente de constante litígio entre o custo, o aumento no *mix* de produção e a rapidez no fornecimento.

Além disso, não basta apenas para as companhias produzirem uma gama variada de produtos a um baixo custo e de forma rápida. É necessário também que os produtos tenham uma alta qualidade.

Portanto, de forma geral, é necessário que as empresas atuais sejam flexíveis. Flexíveis o suficiente para poder alterar e variar seu *mix* de produção de forma eficiente e rápida, sem que essas ações incorram em aumento de custos e perda de qualidade.

A Toyota foi uma das primeiras empresas japonesas a perceber essa necessidade de flexibilidade. O mercado doméstico do Japão do pós-guerra era limitado, não havia uma demanda suficientemente grande para justificar uma produção em massa ao estilo de Detroit. Além disso, o mercado era altamente segmentado e havia um grande número de empresas automobilísticas buscando conquistar o mercado japonês.

Para poder suprir as necessidades internas e competir no mercado mundial, a Toyota buscou desenvolver novas técnicas de produção que focavam a redução dos custos em paralelo com o aumento da qualidade e do *mix* de produtos. Essa ação da Toyota deu início à

filosofia de Produção Enxuta, termo popularizado por Womack et al. (1992) no livro "A máquina que mudou o mundo". A *Toyota*, idealizadora do sistema de Produção Enxuta, iniciou um processo contínuo de eliminação de desperdícios para poder tornar-se competitiva tanto nacional como mundialmente. O então Sistema Enxuto, baseado nos supermercados americanos, tornou-se fundamental para o sucesso das organizações, conferindo a essas flexibilidade para atuarem tanto no mercado interno como a nível mundial.

A Produção Enxuta trás consigo um conjunto de ferramentas, entre elas o Mapa do Fluxo de Valor (MFV), o *kanban*, o *Layout* Celular, o *Heijunka Box* entre outras, as quais, quando atuando juntas e não de forma isolada, auxiliam as empresas a reduzirem seus custos e melhorarem seu desempenho.

E nisso se justifica a importância de se estudar essas ferramentas enxutas, em particular, neste trabalho, o *kanban*. É através da adequada aplicação e utilização de cada uma delas que as empresas atuais têm a possibilidade de atenderem a seus clientes de forma eficiente, rápida, a um baixo custo e oferecer produtos de qualidade.

Segundo Masing (2002), "Tanto a Europa Ocidental desenvolvida, como os países emergentes do Leste Europeu estão encontrando enormes problemas para enfrentar as expectativas crescentes dos clientes, e proporcionar qualidade em um mundo onde as velhas fórmulas de produção em massa não são mais aplicáveis". Por isso, o estudo das técnicas de Produção Enxuta é tão importante, pois essa nova filosofia de produção tem preenchido as lacunas deixadas pelo sistema de produção em massa.

1.2 Objetivo

O objetivo desse trabalho é sistematizar a implantação de sistemas kanban em empresas brasileiras no contexto da Produção Enxuta (*Lean Production*). Como resultado dessa pesquisa, objetiva-se desenvolver uma metodologia que permitirá:

- Identificar e analisar o fluxo de produção.
- Identificar e permitir a análise de famílias de produtos.
- Estabelecer pontos de produção puxada e empurrada.
- Identificar quais itens, produzidos na empresa, devem ser controlados por *kanban* e quais devem ser controlados por outras ferramentas de controle de produção.
- Dimensionar o número de cartões e a quantidade de itens por cartão.
- Estabelecer as ações previamente necessárias à implantação do sistema *kanban*.
- Promover a implementação do sistema *kanban* de forma sistematizada.
- Medir o desempenho do novo sistema implantado.

Deve-se sempre ressaltar que, embora o foco deste trabalho seja o sistema *kanban*, as técnicas de Produção Enxuta agindo isoladamente não trazem benefícios significativos ou esperados à organização. Segundo Standard e Davis (1999), as técnicas de produção enxuta não são uma panacéia. Pesquisas científicas, evidências industriais e nossa própria experiência de chão de fábrica indica que as técnicas enxutas agindo sozinhas não conferem nenhuma melhoria substancial. A manufatura enxuta não é uma coleção das melhores técnicas das quais os fabricantes podem simplesmente escolher e pegar. Esta é uma filosofia de produção, é uma maneira diferente de pensar sobre o processo de produção. Portanto, além de analisar o sistema kanban, buscar-se-á também mostrar a integração de algumas das ferramentas enxutas.

1.3 Metodologia Científica

Lakatos e Marconi (1991) *apud* Andrade* (2002) afirmam que os métodos científicos alcançam seus objetivos quando cumprem as seguintes etapas:

---

* LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.I. (1991), "*Metodologia Científica*", Atlas, São Paulo.
ANDRADE, M. O. (2002), "*Representação e Análise de Cadeias de Suprimentos: Uma Proposta Baseada no Mapeamento do Fluxo de Valor*", Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos.

- Descobrimento do problema;
- Colocação precisa do problema;
- Procura dos conhecimentos;
- Tentativa de solução do problema;
- Invenção de novas idéias;
- Obtenção de uma solução do problema;
- Investigação das conseqüências;
- Prova ou comprovação;
- Correção da hipótese, teorias ou procedimentos.

As duas primeiras etapas estão relacionadas com a definição dos objetivos deste trabalho e formulação precisa do problema de pesquisa. Neste trabalho, o objetivo é propor um método de implantação do sistema *kanban*.

A terceira etapa está relacionada com o levantamento bibliográfico. Neste caso, serão abordados os temas Produção Enxuta, Mapa do fluxo de Valor, *kanban*, entre outros. Quanto às próximas etapas, será inicialmente desenvolvido um método de implantação de *kanban* e validado através de uma aplicação prática. Como última atividade, será feita uma análise crítica da aplicação utilizando o método proposto (comprovação do método). A figura 1.1 a seguir apresenta a metodologia de trabalho a ser seguida.

Figura 1.1. Metodologia de pesquisa

CAPÍTULO 2

Revisão Bibliográfica

2. A Produção Enxuta e suas ferramentas

2.1 Produção Enxuta

Existem muitos exemplos de desperdícios no local de trabalho, mas nem todo o desperdício é óbvio. Ele freqüentemente aparece disfarçado de trabalho inútil. Devemos enxergar abaixo da superfície e captar a essência. Shigeo Shingo

Segundo Maia e Maia (1981)* apud Neves (2000), desde os primórdios da sociedade existe o comércio. Entende-se por comércio o ato de trocar, vender e comprar valores, produtos naturais, artificiais ou industriais. No começo era praticado pelos primeiros povos de maneira rudimentar, pois apenas trocavam um objeto pelo outro (escambo). Após as grandes expedições que culminaram com a descoberta dos novos mundos, a utilização de pedras e metais preciosos, o grande desenvolvimento científico e industrial, juntamente com as vias de comunicação possibilitou ao comércio o incentivo à produção.

E o comércio e a produção se desenvolveram com o passar dos tempos mas, até a "Revolução Industrial, os modelos de produção eram essencialmente artesanais. Existiam os ferreiros, os padeiros, os sapateiros, todos produziam sob encomenda para um dado consumidor. Dali por diante, entretanto, a capacidade de produzir em série, em escala, focou principalmente produtos básicos", (MACIEIRA, 2002).

Os novos métodos de produção e a linha de montagem introduzida por Ford iniciaram uma verdadeira revolução nos métodos de fabricação. Deve-se destacar aqui que, segundo Womack et al. (1992), ao contrário do que muitos pensam, a chave para a produção em massa não residia na linha de montagem em movimento contínuo. Pelo contrário, consistia na completa e consistente intercambialidade das peças e na facilidade de

---

* MAIA R., MAIA, F. (1981), "*Programa auxiliar de pesquisa estudantil*", 3.ª edição, São Paulo, DCL. (coleção PAPE, 3).

NEVES, F. V. F. (2000) "*Uma análise da aplicação do data warehouse no comércio eletrônico, enfatizando o CRM analítico*", Dissertação de Mestrado, USP São Carlos.

ajustá-las entre si. Essas foram às inovações na fabricação que tornaram a linha de montagem possível.

Com essas inovações os produtos industriais, antes restritos a um seleto grupo da sociedade, passaram a ser consumidos em massa. A produção em alto volume e a baixo custo tornou-se viável, ou melhor, quanto maior era a produção das fábricas menores eram seus custos.

As características da produção em massa eram:

- Produção em grandes lotes
- Padronização de métodos
- Produção de um pequeno *mix* de produtos
- Sistemas de inspeção da qualidade somente no produto final, e não durante a produção

Esse novo modelo de produção teve seu apogeu e declínio até o início dos anos 80. Com a melhoria dos meios de comunicação e do avanço da globalização, surgiu uma nova tendência no mercado mundial. Os consumidores não mais passaram a se satisfazer com os produtos padronizados que eram feitos pelo processo de produção em massa. Pode-se notar aqui uma volta na história. Iniciou-se uma tendência crescente por produtos personalizados (era artesanal). As pessoas passaram a apresentar uma tendência de consumo por produtos variados. O problema foi que o sistema de produção em massa não conseguia suprir essa necessidade dos consumidores. A visão "simplista" de Henry Ford em oferecer somente um modelo T preto não mais satisfazia as expectativas dos seus clientes. Estes queriam modelos de carros diferentes. Mas, para Ford, mudar sua linha de produção era demorado e custoso. Não havia como satisfazer a essa nova necessidade imposta pelo mercado.

No Japão do pós-guerra, devido ao reduzido e segmentado mercado automobilístico, a *Toyota Motor Company* percebeu que o sistema de produção em massa não era adequado. Os japoneses precisavam de um sistema flexível o suficiente para produzir baixos volumes e

uma gama variada de produtos (Nakamura et al., (1998) *apud* Tardin* (2001)). O cenário japonês do pós-guerra descrito por Womack et al. (1992) era:

- O mercado doméstico era limitado, demandando uma gama variada de veículos: carros de luxo para autoridades governamentais, caminhões grandes para transporte de mercadorias, caminhões pequenos para os pequenos agricultores, etc.

- A força de trabalho nativa do Japão não estava mais propensa a ser tratada como custo variável ou peça intercambiável.

- A economia do país estava ávida por capitais e trocas comerciais, sendo quase impossível compras maciças das tecnologias de produção ocidentais mais recentes.

- O mundo exterior estava repleto de imensos produtores de veículos motorizados, ansiosos por operarem no Japão, e dispostos a defenderem seus mercados consagrados contra as exportações japonesas.

Na visão de Burns e Stalker (1961) apud Ciosaki* (1999) "a grande desorganização provocada pela guerra proporcionou ao Japão a oportunidade de reorganização industrial bastante abrangente, não envolvendo apenas o chão-de-fábrica. Este mesmo mecanismo foi observado em alguns outros países de forma mais efêmera e fugaz, como na Inglaterra".

E foi nesse contexto que surgiram as primeiras técnicas de manufatura enxuta. Numa visita aos Estados Unidos, Taichi Ohno, observando os supermercados americanos, imaginou os primeiros princípios do novo sistema de produção da Toyota, atualmente denominado como sistema de Produção Enxuta.

A Produção Enxuta surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios, como, por

---

* TARDIN, G. G. (2001), ""*O Kanban e o Nivelamento da Produção*", Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas.
NAKAMURA, M., SAKAKIBARA, S., SCHROEDER, R. "*Adoption of Just-In-Time Manufacturing Methods at U.S. - and Japanese-Owned Plants: Some Empirical Evidence*", IEEE Transactions On Engineering Management, 1998, v. 45, n. 3, p. 230-240.

* CIOSAKI, L. M. (1999), "*Gerenciamento Visual da Produção e Trabalho em Grupos: Ferramentas do sistema Just In Time aplicados simultaneamente em uma indústria de calçados*", Dissertação de Mestrado, São Carlos.

exemplo, excesso de inventário entre as estações de trabalho, bem como tempos de espera elevados. Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado. "Trata-se de uma visão bastante similar ao conceito de JIT, com a diferença que ela introduz novas ferramentas, como CONWIP e *Heijunka Box*, as quais trabalham integradas ao elenco tradicional de ferramentas do JIT", (NAZARENO, RENTES e SILVA ,2001).

A manufatura enxuta veio na contramão dos conceitos da produção em massa, como forma de atender às novas expectativas do mercado. A Toyota percebeu que para satisfazer a essas novas exigências dos clientes esta deveria tornar seu processo de produção flexível. E foi isso que Ohno fez. Implantou um novo sistema de produção baseado num processo de melhoria contínua. Um sistema que não visava a produção em grandes lotes, mas ao contrário, fundamentado num processo de redução constante dos lotes de produção, buscando ter sempre em mente o atendimento da necessidade do cliente. A tabela 2.1 mostra as mudanças ocorridas nos sistemas de produção das fábricas no seu trajeto para a empresa enxuta.

Aspectos da Fábrica	Prod. artesanal	Americano	Produção em massa	Fárica Hoje
Produtos	Alta variedade ou customizado	Uniforme	Uniforme	Alta variedade ou customizado
Controle da Produção	Make to order	Make to order ou previsão	Fazer sob previsão	Fazer de acordo com a demanda do cliente
Tecnologia de Produção	Habilidade dos Artesões	Máquinas precisas Trabalho que exige pouca habilidade	Máquinas precisas Trabalho que exige pouca habilidade	Controle computacional, máquinas de alta precisão e Trabalho que exige pouca habilidade
Metodologia de Produção	Fabricação manual	Peças intercambiáveis, Máquinas e Trabalho manual	Peças intercambiáveis, Maquinas automáticas, trabalho manual	Peças intercambiáveis, máquinas automáticas, Robôs e trabalho manual
Demanda do mercado	Extremamente limitada	O mercado excedia a capacidade de produção	O mercado excedia a capacidade de produção	O mercado é significativamente menor do que a capacidade de produção
Exigência do Consumidor	Disponibilidade	Disponibilidade, Atributos do Produto	Disponibilidade, atributos do Produto e Custo	Atributos do Produto, Custo, Qualidade, Customização, Rápida entrega, inovação, etc
Tecnologia de Informação	Palavra falada	Planos e desenhos	Planos e desenhos, Computadores	Planos e desenhos, Computadores, Internet

Tabela 2.1. Mudanças nos sistemas de produção (Standard e Davis, 1999)

BURNS, T. AND STALKER, G. (1961), "*The management of inovation*", Londres, Tavistock

Segundo *Voss* (1987) *apud* Slack et al.* (1999), uma definição abrangente para a Produção Enxuta seria:

> A Produção Enxuta é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ela possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. A Produção Enxuta é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ela é alcançada através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia chave da Produção Enxuta é a simplificação.

Warnecke e Hüser (1995) descrevem a Produção Enxuta como um sistema de medidas e métodos os quais quando tomados em conjunto, têm o potencial de tornar a empresa enxuta e, portanto, competitiva.

Para Corrêa e Gianesi (1993) a Produção Enxuta é um sistema "ativo", na medida em que não assume passivamente a estabilidade de metas e variáveis de desempenho, incentivando o questionamento e o melhoramento contínuo das características de processo, apoiados no princípio da eliminação de desperdícios.

Como mencionado anteriormente, a Produção Enxuta teve seu início na *Toyota Motor Company* com o objetivo de fornecer carros a seus clientes com a melhor qualidade, o menor custo e o *lead time* mais curto através da eliminação de desperdícios. A Produção Enxuta está fundamentada sobre dois pilares, o *Just-in-time* (JIT) e *Jidoka*, como pode ser observado na figura 2.1 a seguir:

---

* SLACK,N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. (1999), "*Administração da Produção*", Ed. Atlas S.A.
VOSS, C. A. (1987), "*Just in time Manufacture*", IFS, Springer/Verlag.

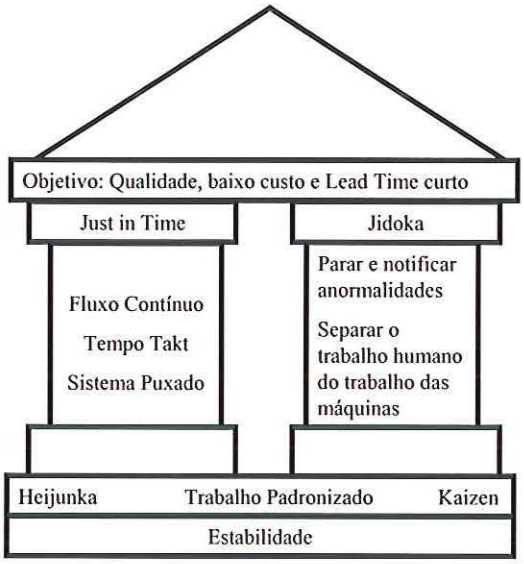


Figura 2.1 Casa do Sistema de Produção Enxuta (Lexico Lean, 2003)

O pilar correspondente ao JIT está relacionado com a entrega exata das peças no momento em que serão utilizadas. Para isso é necessário que a produção esteja baseada em um fluxo contínuo, exista um sistema puxado de produção e a quantidade produzida esteja de acordo com o *takt time* (ritmo com que o cliente compra os produtos) da empresa. Todos esses conceitos serão melhor detalhados em seções posteriores desse trabalho.

O *Jidoka* tem suas raízes no período do pós-guerra. Toyoda, fundador do grupo *Toyota*, inventou o conceito de *jidoka* no início do século XX, incorporando um dispositivo de parada automática em seus teares, o qual interrompia o funcionamento de uma máquina caso um fio se partisse. Isso deu espaço a grandes melhorias na qualidade e liberou os funcionários para a realização de um trabalho que agregasse mais valor do que o simples monitoramento dos equipamentos. Por fim, esse conceito simples encontrou espaço em todas as máquinas, em todas as linhas de produção e em todas as operações da *Toyota* (Lean Institute, 2003).

Esses dois pilares da Produção Enxuta têm, por sua vez, como fundamentação o *Heijunka* (nivelamento da produção), o trabalho padronizado, o *Kaizen* (melhoria contínua) e a Estabilidade.

A filosofia de Produção Enxuta tem por meta eliminar os desperdícios dentro da organização. Segundo Womack *et al* (1996), Shigeo Shingo identificou sete tipos de desperdício para o Sistema Toyota de Produção:

- *Superprodução*: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário. Segundo Hines et al. (2000), "superprodução é reconhecido como o mais sério desperdício que

atrapalha a implantação de um fluxo suave de produtos e serviços e inibe também a qualidade e a produtividade. A superprodução tende a levar a um *lead time* e estoques elevados". Como resultado, os defeitos não são detectados de início e os produtos podem se deteriorar. Além disso, superprodução incorre em excessivo *wip* (*work in process*), resultando em uma pobre comunicação entre as estações de trabalho.

- *Espera*: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos. Segundo Slack et. al (1999), "a maioria das empresas está consciente de que o tempo de espera constitui uma fonte de desperdício. Eficiência de máquina e eficiência de mão-de-obra são duas medidas comuns e são largamente utilizadas para avaliar os tempos de esperas de máquinas e mão-de-obra, respectivamente". Menos óbvio é o montante de tempo de espera que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento.

- *Transporte excessivo*: Movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;

- *Processos Inadequados*: Utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva. Segundo Hines *et al.* (2000), "processo inadequado ocorre quando soluções complexas são usadas para procedimentos simples, como uma máquina complexa e não flexível ao invés de várias máquinas simples". Este tipo de desperdício encoraja a superprodução devido, a muitas vezes, à dificuldade em se realizar operações de *setup* em máquinas mais complexas.

- *Inventário desnecessário*: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente;

- *Movimentação desnecessária*: Desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda freqüente de itens.

- *Produtos Defeituosos*: Problemas freqüentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega;

Womack e Jones (1996) destacam que a produção enxuta possui cinco princípios básicos. Estes têm como meta tornar a empresa mais flexível e capacitá-la para responder de forma rápida e eficiente às necessidades dos clientes. Estes cinco princípios são apresentados a seguir:

- Especifique valor: é o ponto de partida e deve ser definido segundo a perspectiva dos clientes finais. Deve-se começar com uma tentativa consciente de definir precisamente o valor em termos de produtos e serviços específicos;

- Identifique a cadeia de valor: é o conjunto de todas as atividades para se levar um produto específico a passar pelas tarefas de desenvolvimento (da concepção ao lançamento), de gerenciamento da informação (recebimento do pedido à entrega), e transformação física propriamente dita (da matéria-prima ao produto acabado);

- Fluxo: é necessário fazer com que as etapas que criam valor fluam. Isso exige uma mudança de mentalidade, o produto e suas necessidades devem ser o foco, e não as máquinas e equipamentos. O objetivo é reduzir as atividades que não agregam valor;

- Produção puxada: é fazer o que os clientes (internos ou externos) precisam no momento certo, permitindo que o produto seja puxado quando necessário, isso minimiza os estoques comumente encontrados em sistemas "empurrados";

- Perfeição: fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um círculo na eliminação dos desperdícios, especificando valor com precisão, identificando a cadeia de valor como um todo, fazendo com que os passos da cadeia de valor fluam e os clientes puxem. Isso é possível porque, ao dar condições para que o valor flua, sempre ocorrerá uma exposição dos desperdícios ocultos na cadeia de valor.

Ainda, segundo Womack e Jones (1996), pode-se dividir as atividades de uma empresa em: atividades que agregam valor, as que não agregam valor e as que não agregam valor mas são necessárias. Sob essa óptica, nada deverá ser feito na empresa que não

agregue valor ao produto final. As principais técnicas para atingir este objetivo são as seguintes (NICHOLAS, 1998, KELLER e KAZAZI, 1993 *apud* TARDIN* (2001)):

- **Simplificação:** simplificar produtos e processos, e padronizar componentes reduzem os desperdícios no processo, tais como testes. Diminuem desperdícios de mão-de-obra, tais como posicionamento da peça e ajuste das ferramentas.

- **Limpeza e Organização:** num ambiente limpo e organizado os operadores não perdem tempo com atividades que não agregam valor ao produto, como: procurar ferramentas, procurar peças, movimentar-se por caminhos mais longos.

- **Qualidade no Processo:** as operações devem ser feitas corretamente para que a qualidade do produto esteja assegurada, diminuindo os custos relacionados à inspeção e retrabalho.

- **Melhoria do arranjo físico:** a busca de um arranjo físico celular leva a um aproveitamento melhor da mão-de-obra. Com isto, a quantidade de mão-de-obra pode ser adequada ao volume, o abastecimento de material é facilitado e a comunicação entre os operários é aumentada, tornando mais rápida a detecção de defeitos.

- **Manutenção Preventiva:** "tem como objetivo reduzir os desperdícios associados à baixa disponibilidade dos equipamentos por motivo de quebra. A confiabilidade dos equipamentos e os tempos de quebra têm de ser reduzidos", (HANCOCK AND ZAYKO, 1998). Quando ocorrem paradas de máquinas devido a quebras, os operadores ficam esperando os componentes serem consertados. Depois, este tempo tem de ser compensado, normalmente com hora-extra.

- **Operários treinados e Multifuncionais:** num ambiente de Produção Enxuta os operários têm responsabilidade pela qualidade do produto, e devem estar sempre buscando eliminar desperdícios. Com o arranjo físico organizado de maneira celular, os operários devem ser treinados para operar vários equipamentos diferentes.

---

* TARDIN, G. G. (2001), "*O Kanban e o Nivelamento da Produção*", Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas
NICHOLAS, J. (1998), "*Competitie Manufacturing Management*", Chicago: Irwin/Mcgraw-Hill, p.840
KELLER, A. Z., KAZAZI, A. (1993), "*Just-In-Time Manufacturing Systems*", Industrial Management and Data System, v.93, n.7, p.1-32

- **Controle Visual:** quando as informações são imediatamente vistas por aqueles que precisam delas, tem-se uma série de benefícios. Permitem que os operadores façam seu trabalho com mais facilidade, mais motivados, e ainda uma série de controles e planejamentos ineficazes são eliminados. Quadros de informação contendo métodos de trabalho padrão, objetivos, indicadores de performance, em conjunto com quadros de comunicação, são ferramentas que facilitam o trabalho no chão-de-fábrica e aumentam o orgulho e a satisfação dos funcionários.

- **Compras *just in time*:** comprar em pequenas quantidades, só quando necessário, elimina desperdícios de inventário, como espaço, dinheiro imobilizado, juros, controle, etc.

- **Automação e Autonomação:** a automação está relacionada com a eliminação de funções que necessitariam ser realizadas pelo operador. Este assume o papel de controlador e tem poder de decisão sobre o processo. Na *Toyota*, qualquer operador pode parar a linha de produção quando detectado um problema. Essa nova atribuição de funções ao operário é o que se denomina de autonomação.

- **Redução do Tempo de Preparação (*setup*):** a redução do tempo de preparação na troca de modelos permite a diminuição dos lotes de produção. Assim, os estoques intermediários e finais são reduzidos. Ganha-se flexibilidade de entrega para o cliente, porque o tempo de passagem é otimizado. Por fim, ainda traz a vantagem de que, caso o lote tenha algum problema de qualidade que não pôde ser detectado durante a produção, o lote a ser retrabalhado, ou descartado, é menor.

- **Produção Puxada:** a produção deve ser feita de acordo com o pedido real do cliente, e não de acordo com a previsão de consumo dele. Isto porque, na maioria das vezes, estes dois não são iguais, o que acarreta inventário e excesso de produção, que trazem os prejuízos que foram mencionados anteriormente.

- **Produção Nivelada:** quando os tempos de preparação de equipamentos são reduzidos, os lotes ficam menores. Neste instante, pode-se buscar produzir conforme a demanda do cliente. Nivelando a produção têm-se reduções significativas de inventário, tanto de matéria-prima, como de produtos acabados.

A produção nivelada é uma das condições fundamentais para o melhor funcionamento da produção puxada.

Slack *et al.* (1997) apresentam uma análise da Produção Enxuta a partir de sua subdivisão em três níveis fundamentais:

- A Produção Enxuta vista sob a ótica de filosofia de produção, centrado na eliminação de desperdícios, no comprometimento da força de trabalho e no aprimoramento contínuo;

- A Produção Enxuta focada como um conjunto de métodos para a gestão da produção, destacando-se as práticas de trabalho, o projeto voltado para a manufatura, o foco na manufatura, o uso de equipamentos pequenos e simples, o enfoque no arranjo físico, o fluxo contínuo da produção, a Manutenção Produtiva Total (TPM), a redução dos tempos de *setup*, o princípio da visibilidade e o fornecimento JIT de materiais;

- A Produção Enxuta abordada como um método de planejamento e controle da produção, apoiado no *kanban*, na programação nivelada, no seqüenciamento do *mix* de produtos fabricados e na sincronização e no balanceamento das operações de manufatura.

Segundo Katayama e Bennett (1996), a característica chave da Produção Enxuta é que poucos recursos de *inputs* são requeridos pelo sistema de manufatura (menos material, poucas peças, operações de produção curtas, etc.). Ao mesmo tempo existe uma pressão para se alcançar uma alta performance dos *outputs* (melhor qualidade, grande variedade de produtos, etc.). Isto pode resultar na satisfação do consumidor, a qual pode se tornar uma oportunidade para a companhia enxuta ganhar um maior espaço no mercado do que os seus concorrentes. Os elementos essenciais da Produção Enxuta são mostrados na figura 2.2.

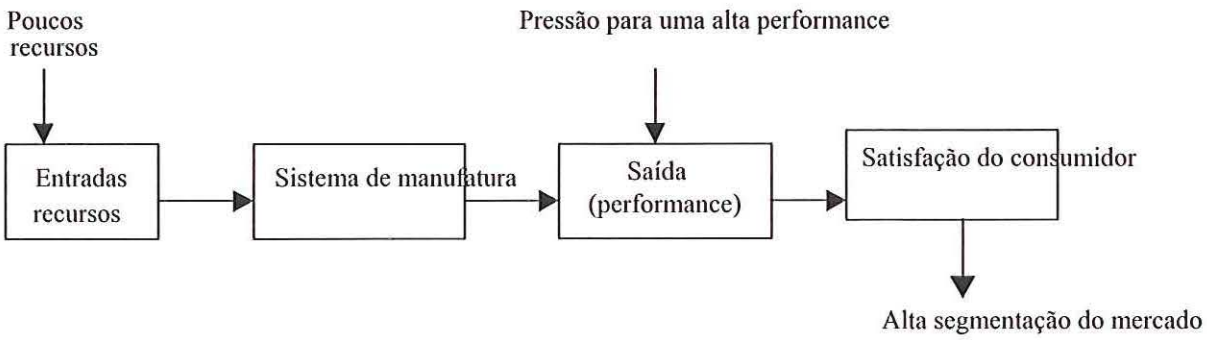


Figura 2.2 Os elementos essenciais da produção enxuta (KATAYAMA e BENNETT,1996)

Segundo Barbosa (1999), o diferencial competitivo da empresa que adota a Produção Enxuta está voltado à manufatura, apesar dos seus princípios estarem difundidos por toda a organização. Os seus principais pressupostos são:

- A integração da organização sob o aspecto da cadeia produtiva, otimizando a tomada de decisões e a interação das atividades de planejamento e execução;
- O combate aos desperdícios, enfatizando a eliminação de atividades que não agregam valor aos produtos, a redução dos custos e a produção em níveis conhecidos de demanda;
- O aumento da flexibilidade através da redução dos tempos de resposta e dos *lead times* correlatos ao suprimento dos materiais, à manufatura, à disponibilização e ao atendimento das necessidades dos consumidores;
- O aumento da produtividade através do aprimoramento contínuo e da simplificação das atividades e dos processos de fabricação e montagem dos produtos;
- A manutenção de altos níveis de qualidade em todos os processos, garantindo a confiabilidade das entregas dos produtos e visando o reconhecimento dos clientes;
- A valorização e a humanização do trabalho através do desenvolvimento pessoal, da busca do comprometimento, da descentralização de poder e da potencialização dos esforços da força de trabalho;

Muitos têm sido os casos de sucesso de implantação de sistemas *lean* em empresas por todo mundo. A tabela abaixo mostra os ganhos obtidos com a utilização dessa filosofia de produção em comparação ao sistema de produção em massa.

Produção Enxuta x Produção em Massa

Inventário em Processo	30 – 90% Redução
Atividades de prod.	25 – 75% Redução
Lead time de Produção	20 – 90% Redução
Produtividade de célula	0 – 30% Aumento
Atividades NAV	25 – 50% Redução
Utilização de Espaço	10 – 50% Redução
Setup	15 – 75% Redução
Distâncias percorridas	30 – 80% Redução

*Tabela 2.2 Produção Enxuta versus Produção em Massa (Notas de Aula, Rentes 2003)**

Quanto à adaptabilidade dos sistemas de produção enxutos às empresas ocidentais, Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que esta filosofia é composta de práticas gerenciais que podem ser aplicadas a qualquer parte do mundo. Yoshimoto (1992) *apud* Barbosa* (1999) comenta a implantação da filosofia de manufatura enxuta no Brasil, onde a cultura é muito diferente da japonesa. A implantação é possível, desde que a empresa construa ou já possua uma cultura organizacional de características semelhantes às das empresas japonesas.

Um ponto importante a se destacar são os sistemas de controle da produção usados pela produção em massa e enxuta, sistemas empurrados e puxados respectivamente. Esses sistemas serão abordados a seguir.

2.1.1 Produção puxada e empurrada

A Produção Enxuta está baseada no princípio de que as vendas devem "puxar" a manufatura, orientando a produção do mercado para a fábrica. A manufatura é dita "puxada" na medida em que, como os estoques devem ser mínimos, a empresa somente inicia a fabricação dos produtos quando houver uma solicitação por parte da demanda. Não havendo vendas ou necessidade dos itens, as máquinas ficarão paradas e os operários serão ocupados em outras atividades, como limpeza, manutenção e treinamento.

Na "manufatura puxada", a orientação do trabalho em um estágio precedente do processo produtivo é feita pelo estágio subseqüente imediatamente adjacente. Assim, se caso

---

* Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta . Rentes 2003

* BARBOSA, F. A. (1999), "*Um estudo da Implantação da Filosofia Just In Time em uma empresa de grande porte e a sua integração ao MRPII*", Dissertação de Mestrado, São Carlos

YOSHIMOTO, T. (1992), "*Qualidade, produtividade e cultura: o que podemos aprender com os japoneses*", São Paulo, Saraiva.

uma requisição não for passada para trás, pelo estágio "consumidor", para o estágio "fornecedor", este não estará autorizado a iniciar a produção do material. A "manufatura puxada" é a base dos fluxos suavizados de produção e materiais no *just in time*.

Segundo Barbosa (1999), a manufatura "empurrada" é aplicada aos sistemas tradicionais de manufatura (*Just-In-Case*), apoiados no Modelo Taylorista/Fordista, onde o planejamento e o controle das linhas de produção e montagem são executados através de um sistema central de coordenação das operações. Cada estágio produtivo "empurra" o lote correspondente ao trabalho finalizado, não levando em conta a necessidade do próximo estágio de produção.

Para Gstettner e Kuhn (1996) em sistemas do tipo "empurrar", a produção é iniciada a partir de uma instância central de planejamento que faz uso de previsões para demandas futuras. A produção, neste caso, é iniciada antes da ocorrência da demanda, pois de outra maneira os bens não poderiam ser entregues dentro do prazo. Portanto, os *lead times* de produção têm de ser conhecidos ou aproximados.

No sistema de produção empurrado o planejamento da produção é feito com base em previsões de demanda. O problema é que os clientes estão fazendo mudanças constantes nos seus pedidos e isto pode gerar graves problemas para o setor de produção. Segundo Standard e Davis (1999), este tipo de sistema funcionaria extremamente bem se a demanda fosse previsível e dentro das capacidades de restrições da fábrica. "Em tal ambiente, um sistema MRP resultaria num sistema *just in time* de produção", (HOPP AND SPEARMAN, 1996). O problema é que: "*as previsões estão sempre erradas, planejamentos sempre mudam, e nada vai de acordo com o programado.*" (Standard e Davis, 1999).

Num sistema de produção puxada os pedidos são feitos somente sob uma ordem firme do cliente. Estes são feitos no último momento para absorver as possíveis mudanças nos pedidos do cliente. Segundo Standard e Davis (1999), "uma das vantagens do sistema puxado é que ele é reativo; este responde imediatamente e dinamicamente para variabilidades inesperadas tais como problemas de qualidade, falhas nos equipamentos, ou mudanças na linha".

O poder do sistema puxado está em manter a fábrica suprida com a produção de materiais no caminho mais eficiente possível. As figuras 2.3a e 2.3b a seguir mostram de maneira esquemática o fluxo de informação e produção para os dois tipos de sistemas.

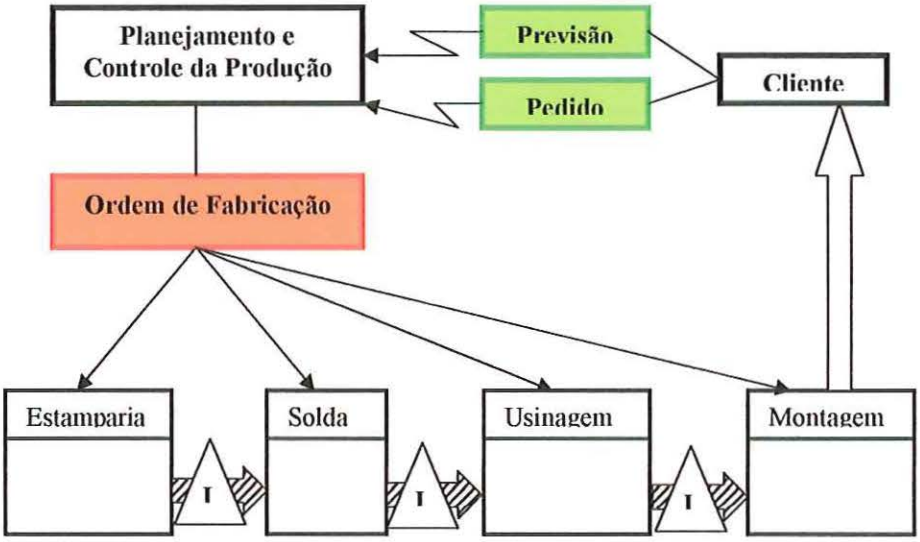


Figura 2.3a Fluxo de informação e produção em um sistema empurrado

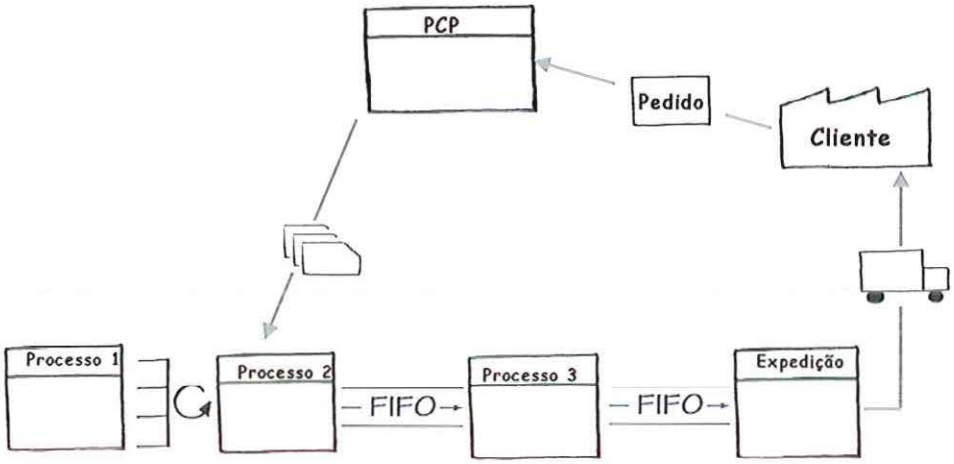


Figura 2.3b Fluxo de informação e produção em um sistema puxado

Os objetivos básicos do sistema puxado, segundo Moura (1994), são:

- Minimizar o inventário em processo;
- Minimizar a flutuação de estoque em processo, de modo a simplificar o seu controle;
- Reduzir o *lead time* de produção;
- Evitar a transmissão de flutuações ampliadas de demanda ou do volume de produção de um processo posterior a um processo anterior;
- Elevar o nível de controle da fábrica através da descentralização: dar aos operadores e supervisores de área um papel de controle de produção e de estoque;

- Reagir mais rapidamente à mudança da demanda;
- Reduzir os defeitos.

Deve-se ressaltar que embora na teoria um sistema puxado ideal não tem estoque, na prática os sistemas puxados não são um sistema de inventário zero. Algum inventário precisa estar no sistema o tempo todo. O grande diferencial do sistema puxado é que este limita a quantidade de trabalho em processo (*WIP*), e com isso evita-se a formação de filas e congestionamentos na produção do chão de fábrica.

Segundo Standard e Davis (1999), um dos benefícios do sistema puxado é o curto tempo de ciclo, isto porque o tempo de ciclo é diretamente proporcional ao *WIP*. Curto tempo de ciclo tem importantes vantagens, Spearman e Zazanis (1992) *apud* Standard e Davis* (1999):

- Curto lead time;
- Grande flexibilidade de produção;
- Risco reduzido;
- Baixo investimento.

As vantagens percebidas pelas empresas que têm implantado um sistema de manufatura enxuta (puxado) são apresentadas na tabela 2.3:

Vantagens competitivas	Vantagem percebida pela empresa
Redução do lead time de entrega	63%
Redução de preço	63%
Aumento da fatia de mercado	61%
Redução do tempo de lançamento de um novo produto	39%
Aumento da diversidade de produtos	24%

Tabela 2.3 Vantagens da produção enxuta (STANDARD e DAVIS, 1999)

* STANDARD C.; DAVIS, D. (1999), " *Running Today's Factory*", Hanser Gardner Publication, Copyright. SPEARMAN, M. L.; ZAZANIS, M. A. (1992, "*Push and pull production systems: Issue and comparisons*", Operations Research 40(3): 521-32

2.1.2 Formas de puxar a produção

Existem algumas formas de puxar a produção em uma empresa. As formas mais comuns de se aplicar produção puxada são:

a - Sistema kanban: O sistema *kanban* é a forma mais antiga de puxar a produção. Idealizado na *Toyota Motor Company*, este sistema de informação controla a produção em toda a fábrica, ou seja, dá autorizações de produção, de transporte e informa a localização de componentes através de cartões. O princípio utilizado pelo sistema *kanban* é o de minimizar a quantidade de itens em estoque através de um número determinado de cartões. Só se produzem ou retiram peças de um supermercado caso existam cartões correspondentes a elas, e na quantidade fixada nos cartões.

b - CONWIP (*Constant Work in Process*): Este é um sistema híbrido, puxado e empurrado, de controle da produção. Como no sistema *kanban* o *CONWIP* limita a quantidade de *WIP* no sistema, com o benefício de reduzir custos e *lead time*. A idéia por por trás do *CONWIP* é de que uma nova quantidade de trabalho é inserida no sistema somente se houver saída de peças do sistema. Diferentemente do *kanban*, a nova quantidade de peças inseridas no sistema não é constante. O que se mantém constante é o número de peças em processo no sistema. O sistema *CONWIP* e o sistema *kanban* serão melhor detalhados posteriormente.

2.1.3 Produção Puxada versus Produção Empurrada

A diferença entre o sistema puxado e o sistema empurrado está fundamentada na forma de atendimento da demanda. A produção é dita empurrada quando está baseada na previsão de vendas, enquanto é considerada puxada quando baseada no consumo real. Segundo Nicholas (1998), comparando alguns aspectos do sistema puxado e empurrado, tem-se:

- Necessidade do cliente: Quando utilizando um sistema puxado (*kanban*), um item somente será feito quando a quantidade no supermercado atingir determinado nível preestabelecido. O cartão é o sinal para que a etapa anterior do processo saiba que deve produzir para a etapa seguinte. No MRP, a programação de produção é feita baseada nos tempos de processo e nas informações que a central de programação recebe de demanda.

- Tamanho do lote: No sistema empurrado (MRP) o dimensionamento dos lotes é feito com base no conceito de lote econômico , juntamente com requerimento do cliente, previsões de vendas, material existente em estoque, rota de processos e

lista de materiais. No sistema kanban dois conceitos podem ser utilizados: Horários Constantes de pedido com tamanho de lote variável e Quantidades Constantes Pedidas com tamanho de lote constante. Estes conceitos serão discutidos posteriormente.

- Prioridades: As programações do MRP podem incorporar prioridades baseadas em regras (o pedido mais rápido, o que deve ser entregue antes). Normalmente, porém, as prioridades são definidas no chão-de-fábrica por um supervisor. No kanban a escolha das prioridades é feita baseada num controle visual. As informações de prioridades de produção estão explícitas nos quadros de kanban de controle da produção.

2.2 Kanban

"*Kanban* é o termo japonês que significa cartão. Este cartão age como disparador da produção (ou movimentação) por parte de centros produtivos presentes no processo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais." (GIANESI e CORRÊA, 1996).

Ainda segundo Voss e Clutterbuck (1989), *Kanban* é um sistema puxado de controle de movimentação de material, o qual compreende um mecanismo que dispara a movimentação de um material de uma operação para a seguinte.

O *kanban* promove melhorias no sistema produtivo da empresa através do processo contínuo de redução de estoques. Segundo Barbosa (1999), a Produção Enxuta tem como principal meta o aperfeiçoamento contínuo dos processos produtivos. Neste ponto, a redução gradual dos estoques permite a exposição dos problemas, tais como as descontinuidades de processos, os baixos níveis de qualidade, a falta de confiabilidade de equipamentos, os altos tempos de fila e preparação dos equipamentos e a má utilização dos recursos produtivos. A redução dos estoques, portanto, configura-se como o princípio fundamental na resolução dos problemas, permitindo a visibilidade e a conseqüente eliminação de ineficiências e desperdícios através de esforços concentrados e priorizados da mão-de-obra direta e indireta. Além disso, segundo Shingo (1996), a eliminação de estoques reduz os custos de mão-de-obra em aproximadamente 40%.

A figura 2.4 a seguir faz uma analogia entre estoques e um barco à vela em um rio. Enquanto o nível do rio está alto (nível de estoque alto), as rochas, no caso os problemas de

produção, ficam ocultas. Quando o nível da água abaixa, as rochas ficam aparentes. O mesmo acontece com os estoques. A redução destes através da diminuição do número de cartões kanban traz à tona os problemas de produção, que passam a ser combatidos por todos aqueles envolvidos no processo produtivo da empresa.

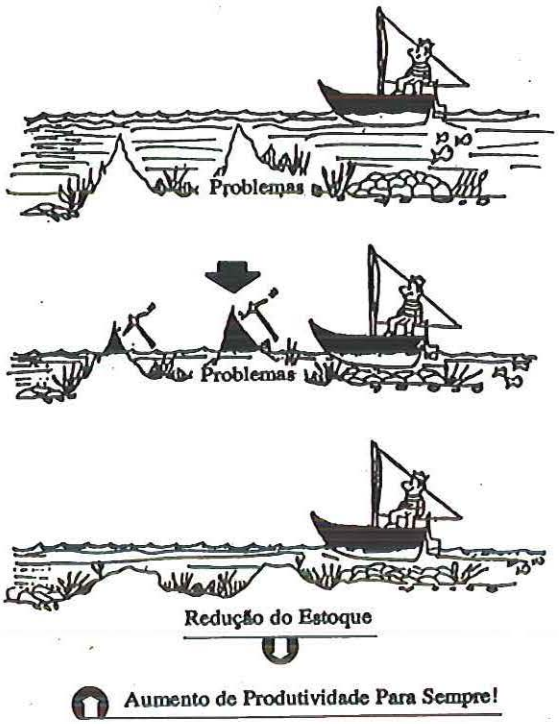


Figura 2.4 A redução dos estoques (MOURA, 1994)

Segundo Shingo (1996), inicialmente pensava-se que somente três fatores poderiam gerar lucro nas atividades de produção: (1) Custos mais baixos de matéria-prima; (2) Custos mais baixos de mão-de-obra; (3) Custos indiretos mais baixos. Mas um fator extremamente importante para gerar lucro foi deixado de lado: (4) A maior taxa de giro de capital.

Reconheceu-se, no passado, que aumentar a taxa de giro de capital constituía-se numa boa idéia, mas esta foi deixada de lado pela dificuldade de serem feitas reduções drásticas nos estoques. Pelo fato de muitos executivos e gerentes acreditarem que um certo nível de estoques era inevitável, sistemas de produção com a utilização de estoques foram logo aceitos como naturais.

Segundo Moura (1994), o sistema *kanban* promove melhorias nas operações através:

- Da mudança do *layout* para propiciar um fluxo de produção mais uniforme e contínuo;

- Da mudança do equipamento, para rápidas trocas de ferramentas;
- Da mudança dos procedimentos de trabalho, para uniformizar o fluxo da produção, a qual geralmente significa aumento do número de tarefas diferentes que cada operário pode executar;
- Da redução de refugos;
- Da redução do espaço usado, a qual resulta de menores inventários necessários para tempos reduzidos de espera; isto também provém da melhor manutenção da fábrica, para evitar confusões em um fluxo de produção rápida.

Como mencionado anteriormente, sendo um sistema puxado, o *kanban* mantém uma pequena quantidade de peças em processo. O sistema não elimina todas as peças do processo, mas é uma ferramenta útil no sentido de conduzir a redução do *work-in-process* (*WIP*).

A função mais importante do *kanban* é a promoção da produtividade através da dinamização do fluxo de produção. Na visão de Moura (1994), *kanban* é:

- Um programa para a melhoria da produtividade;
- Um programa que requer a participação da mão-de-obra, significando uma mudança nas relações entre a gerência e a mão-de-obra.

Existem três tipos de *kanban*, Slack et al. (1999):

<u>*Kanban* de transporte</u>: é usado para avisar que o material pode ser retirado de um processo anterior e transferido para um destino específico. Este contém informações como: número e descrição do componente, lugar de origem e destino, entre outras.

<u>*Kanban* de produção</u>: é um sinal para o processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste kanban normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do processo, materiais necessários para produção do componente, entre outras.

<u>*Kanban* do fornecedor</u>: são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido, ele é similar ao kanban de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Segundo Monden (1998), para que um sistema *kanban* funcione de forma eficiente deve obedecer aos seguintes princípios:

A) Primeiro princípio: O processo subseqüente necessita retirar produtos do processo anterior na quantidade necessária e no tempo necessário.

Regras desse princípio:

A.(1) Nenhuma retirada de material sem *kanban* é permitida;

A.(2) Nenhuma retirada de material maior do que o especificado no *kanban* é permitido;

A.(3) Os *kanbans* necessitam estar sempre afixados nos produtos;

B) Segundo princípio: O processo precedente precisa produzir na quantidade retirada pelo processo posterior.

Regras desse princípio:

B.(1) Produção que exceda o número de kanbans necessita ser proibida;

B.(2) Quando vários tipos de peças são produzidos numa determinada estação de trabalho, a produção precisa seguir a seqüência original em que cada *kanban* será determinado;

C) Terceiro princípio: Produtos defeituosos nunca devem ser passados ao próximo processo.

D) Quarto princípio: O número de *kanbans* necessita ser minimizado.

E) Quinto princípio: O *kanban* necessita ser adaptado para pequenas flutuações na demanda.

Existem basicamente dois tipos de sistemas de *kanban*: *kanban* de um cartão e *kanban* de dois cartões. A seguir é apresentada a lógica de funcionamento de cada um desses sistemas.

2.2.1 *Kanban* de um cartão

O *kanban* de um cartão é utilizado quando os postos de trabalho estão próximos uns dos outros. Neste caso, um mesmo quadro de *kanban* pode ser utilizado por dois centros produtivos. O tipo de cartão *kanban* utilizado é o *kanban* de produção. A figura 2.5 mostra um esquema de produção controlada pelo sistema *kanban* de um cartão.

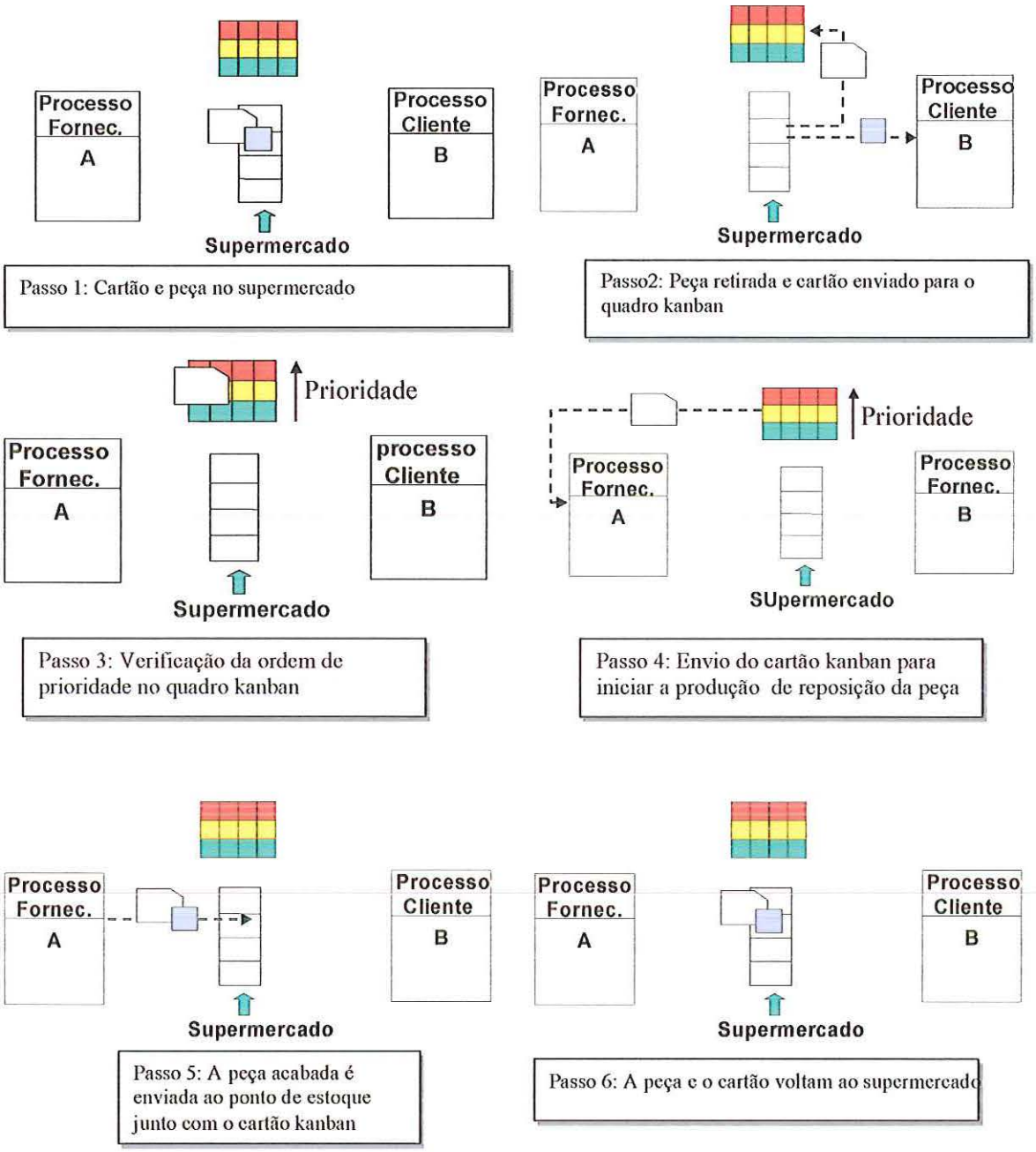


Figura 2.5 Sistema kanban de 1 cartão (Notas de aula, Rentes2003)

Passo1: A peça e o cartão *kanban* estão armazenados num supermercado. Deve-se lembrar, novamente, que o sistema *kanban* não é um sistema de estoque zero. É um sistema que tenta minimizar o número de peças em estoque.

Passo 2: Um operador retira a peça do supermercado e põe o cartão que estava com a peça no quadro de *kanbans*. A peça então é levada para a estação de trabalhado onde esta será utilizada.

Passo 3: Um operador responsável por repor peças no supermercado dirige-se ao quadro de cartões *kanban* e olha quais as prioridades de produção. Os cartões que tiverem prioridade de produção serão os primeiros a serem repostos no supermercado. A ordem de prioridade normalmente é feita de acordo com um sistema de cores no quadro *kanban*. Por exemplo, é determinado que aqueles cartões *kanban* que estiverem afixados no vermelho, no quadro de *kanbans*, serão os primeiros a serem repostos.

Passo 4: O cartão é enviado para o posto de trabalho para iniciar o processo de fabricação e reposição da peça no ponto de estoque.

Passo 5: Após a fabricação da peça, esta é enviada, junto com o *kanban*, para o supermercado.

Passo 6: A peça e o cartão ficam aguardando no supermercado até o ciclo voltar a se repetir.

2.2.2 *Kanban* de 2 cartões

A figura 2.6 mostra a seqüência de passos de um sistema *kanban* de 2 cartões. O sistema de dois cartões é utilizado quando existe uma distância física expressiva entre os centros de trabalho. O *kanban* de transporte e o de produção são utilizados em conjunto neste tipo de sistema. O *kanban* de transporte serve para fazer a movimentação das peças do centro produtor ao centro consumidor.

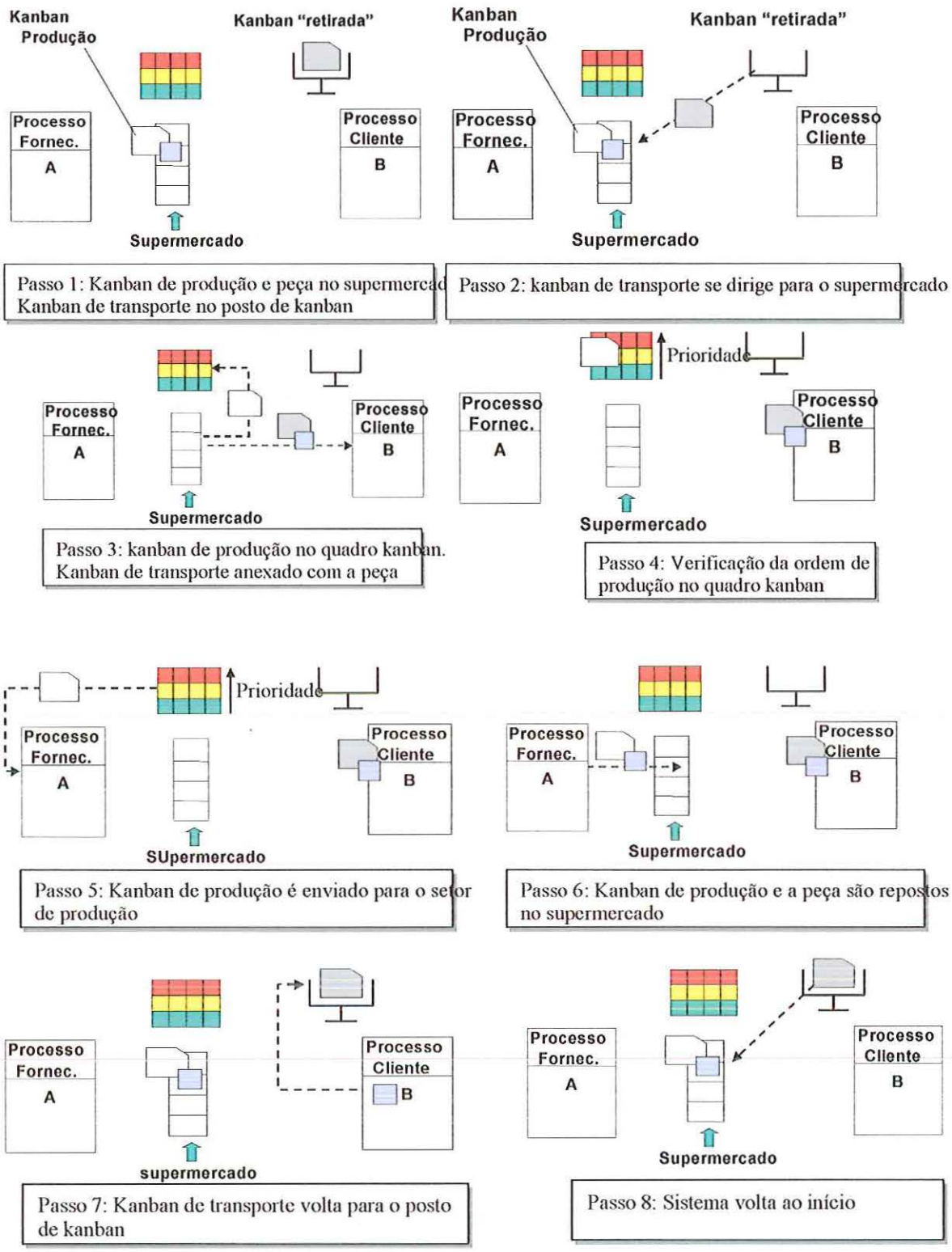


Figura 2.6 Sistema kanban de 2 cartões (Notas de aula,rentes 2003)

Passo1: No início encontra-se o *kanban* de produção com a respectiva peça no supermercado. O *kanban* de transporte está alojado no posto de *kanban.*

Passo 2: Um transportador recolhe o *kanban* de transporte do posto de *kanban* e leva-o até o supermercado de peças.

Passo 3: O transportador localiza a peça no supermercado que corresponde às informações especificadas no *kanban* de transporte. O *kanban* de transporte é então anexado à peça e o *kanban* de produção é posto no quadro de *kanban*.

Passo 4: A peça é levada para o ponto de consumo desta e o operador, responsável pela reposição de peças no supermercado, verifica quais as prioridades de produção.

Passo 5: O *kanban* de produção é enviado para o setor de produção para repor a peça consumida.

Passo 6: A peça fabricada junto com o *kanban* de produção é levada ao supermercado.

Passo 7: Quando o operador recolhe a peça para ser utilizada o cartão de transporte é colocado no posto de *kanban*.

Passo 8: O sistema volta ao início, esperando o ciclo recomeçar.

Nesse sistema de dois cartões o *kanban* de produção tem a mesma dinâmica do sistema de um cartão. A única novidade é a presença do *kanban* de transporte, o qual, faz a ligação entre os centros produtivos, agora separados por uma distância física expressiva.

2.2.3 *Kanban* de sinal

O *kanban* de sinal é uma outra forma visual de avisar ao setor de produção que a reposição de peças precisa ser iniciada. Este sistema pode ser usado, por exemplo, entre o estoque de produtos acabados e o cliente. Um exemplo de sistema de *kanban* de sinal é mostrado na figura 2.7 abaixo.

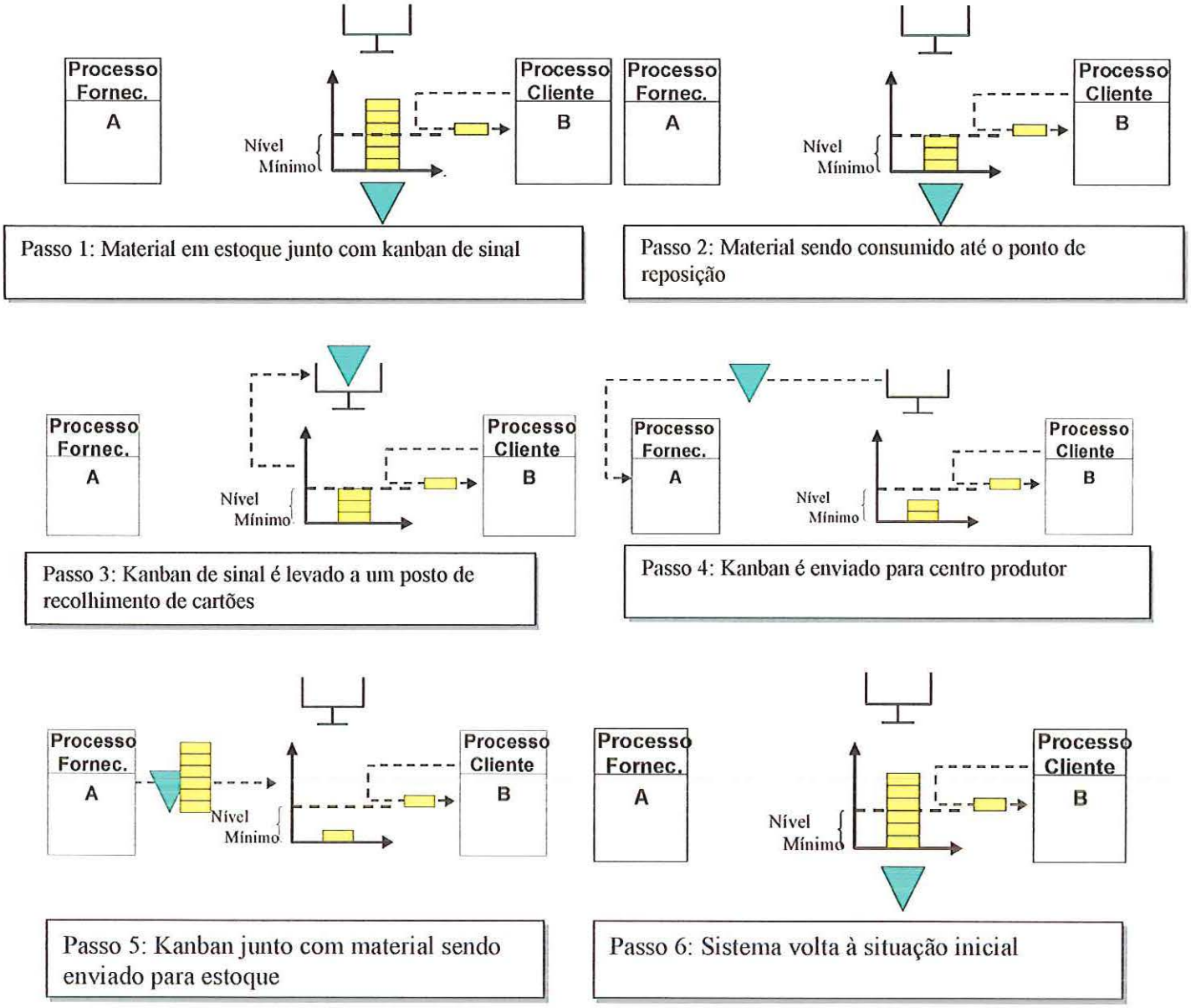


*Figura 2.7 Sistema kanban de sinal (Notas de aula, Rentes 2003)**

Passo1: O material em estoque começa a ser consumido enquanto o *kanban* fica armazenado em algum local junto às peças;

Passo 2: O material é consumido até um ponto mínimo.

Passo 3: O *kanban* de sinal é colocado em um posto de recolhimento de cartões enquanto que as peças no supermercado continuam sendo consumidas.

Passo 4: O *kanban* é recolhido por um transportador e enviado até o centro produtor.

* Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta. Rentes 2003

Passo 5: A quantia especificada no *kanban* é produzida ou comprada e levada juntamente com o *kanban* até o supermercado.

Passo 6: O sistema volta à situação inicial.

O nível mínimo determinado deve ser igual ou maior que *lead time* de reposição das peças no supermercado. O ideal seria um nível mínimo igual ao *lead time* de ressuprimento do supermercado. Assim, o estoque iria variar entre zero e uma certa quantidade determinada no *kanban* de sinal. Mas devido às incertezas presentes no processo produtivo, incertezas como quebra de máquinas, atrasos, etc. o nível mínimo de estoque deve ser superior ao lead time de ressuprimento do supermercado.

2.2.4 Outros tipos de *kanbans*

Segundo Monden (1998), pode-se destacar outros tipos de *kanban*:

Express kanban: Um *Express kanban* é emitido quando existe uma falta de determinada peça. Embora ambos os *kanbans* de retirada e ordem de produção existam para resolver este problema, o *Express kanban* é emitido somente em situações extraordinárias e deve ser retirado do processo assim que for utilizado.

Kanban de Emergência: um *kanban* de emergência será emitido quando houver necessidade de repor peças com defeito, quando houver quebra de máquinas, etc. Este *kanban* assume a forma de um *kanban* de retirada ou *kanban* de produção, e necessita ser coletado após seu uso.

Through Kanban: se dois ou mais processos são intimamente conectados de tal forma que possam ser vistos como um único processo, não existe a necessidade de utilizar *kanbans* entre processos adjacentes. Em tal caso, um único cartão comum de *kanban* é utilizado entre esses processos. Este *kanban* é denominado de *through* kanban ou *tunel kanban*. Este kanban é utilizado quando a peça pode ser passada imediatamente de uma máquina para a próxima através de uma rampa, calha, etc.

Contêiner como um *kanban*: *Kanban* é muito eficiente quando utilizado em combinação com um contêiner. Na planta da Toyota, em *Honsha*, a quantidade máxima de peças a ser coletada nos supermercados é limitada pelo tamanho dos contêineres. Nesse caso, o *kanban* de produção é igual ao *kanban* de transporte.

Neste sistema a produção só é inicializada se existir algum contêiner vazio, ou seja, o contêiner funciona como um cartão de disparo da produção.

Sistema trabalho-cheio: este sistema é utilizado entre processos com máquinas automáticas. Por exemplo, duas máquinas A e B são conectadas por uma calha. A máquina B tem um tempo de processamento maior do que a máquina A. Quando o número de peças na canaleta é superior a 6 a operação na máquina A é automaticamente parada. A figura 2.8 mostra um exemplo de utilização de um sistema trabalho-cheio. Esse tipo de sistema é semelhante ao *CONWIP*, limitando a quantidade de material em processo.

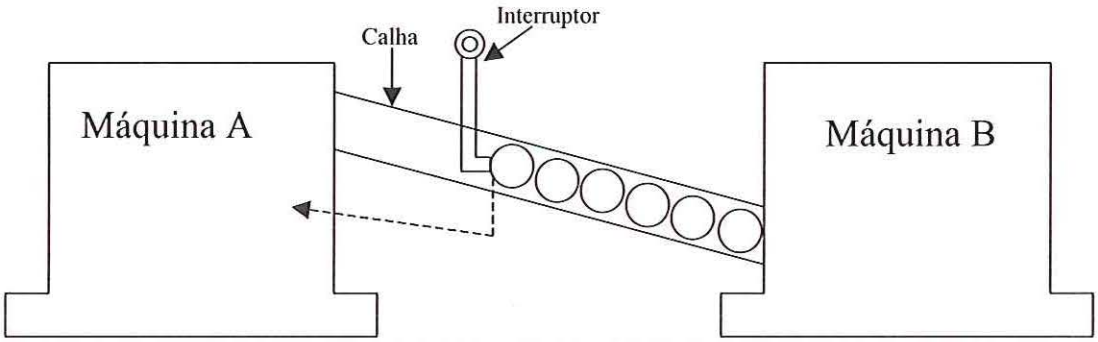


Figura 2.8 Sistema trabalho-cheio (MONDEN, 1998)

2.2.5 Sistema duas gavetas

O sistema duas gavetas é semelhante a um sistema *kanban* de sinal. Neste caso utiliza-se a própria gaveta (contêiner) para avisar ao centro produtor que uma nova quantidade de peças precisa ser enviada ao supermercado. Este sistema é utilizado, por exemplo, com peças que, para a empresa, não representam grandes custos. Fazendo uma análise de custo ABC, seriam aqueles itens classificados como C. Estes itens têm um valor tão pequeno que normalmente não se justifica dispensar muitos esforços no seu controle.

O funcionamento deste sistema é bastante simples. Duas gavetas (contêineres) de peças são mantidas em estoque, uma no supermercado para consumo da linha de produção e outra no centro produtor, por exemplo, no almoxarifado. Quando a gaveta no supermercado é consumida, esta, com o seu cartão com dados de identificação da peça, quantidade, etc., é enviada ao centro produtor, neste caso, o almoxarifado. Uma gaveta completa é enviada ao ponto de consumo (linha de produção) enquanto a outra é abastecida com um novo lote de peças.

Vale destacar que uma das diferenças entre o sistema de duas gavetas e o sistema *kanban* consiste na sua dinâmica de funcionamento. No sistema *kanban*, o cartão é enviado a um posto de recolhimento ou colocado no quadro de programação assim que a primeira peça do lote é consumida. No sistema de duas gavetas, o cartão que acompanha a gaveta só é enviado ao local de abastecimento quando a última peça da gaveta é retirada.

2.2.6 Sistema *CONWIP*

Como mencionado anteriormente, o desafio das empresas atualmente é manter altos níveis de produção e serviço ao cliente, mas ao mesmo tempo, manter seus níveis de inventário baixos. Um sistema que consiga atingir alta performance de produção e atendimento ao cliente, com pouco inventário pode ser classificado como um sistema enxuto. Algumas estratégias têm sido desenvolvidas e implantadas nas empresas para alcançar essas metas de alta produtividade e baixos estoques. Entre elas está o *kanban*, ferramenta desenvolvida na Toyota e já discutida anteriormente.

Spearman et. al. (1990) *apud* Bonvik e Gershwin* (1996) afirmam que uma ferramenta semelhante ao kanban também foi desenvolvida no Ocidente e denominada *CONWIP* (*Constant-Work-in-Process*).

Rentes (2003)[2] apresenta este sistema como uma variante do Sistema Tambor-Pulmão-Corda da Teoria das Restrições. A diferença desse sistema para o tambor-pulmão-corda é que, neste caso, a corda está ligada aos extremos e os pulmões formam naturalmente nos gargalos.

O *CONWIP* é um sistema híbrido, puxado e empurrado, de controle da produção. Como no sistema kanban, o *CONWIP* limita a quantidade de *WIP* no sistema, com o benefício de reduzir custos e *lead time*. A dinâmica do sistema *CONWIP* é apresentada na figura 2.9 a seguir.

---

* BONVIK, A. M.; GERSHWIN, S. B. (1996), " *Beyond Kanban: Creating and analyzing lean shop floor control policies*", Manufacturing and Service Operations Management Conference, June 28.
SPEARMAN, M.L.; WOODRUFF,D.L.; HOPP, W.J. (1990), *"CONWIP: a pull alternative to Kanban*", International Journal of Production Research, v.28, n.5, p.879-894.

[2] Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta. Rentes 2003

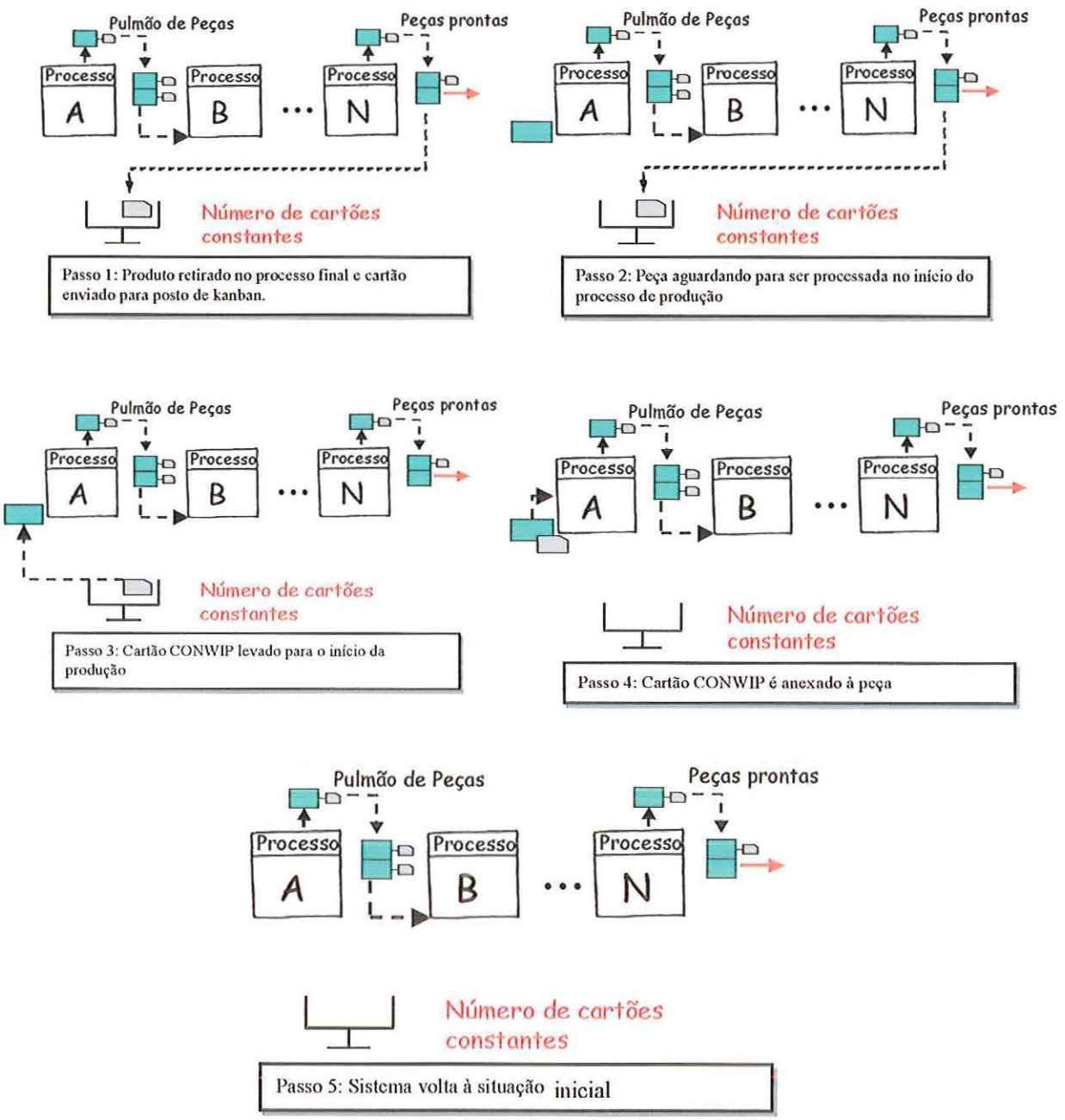


*Figura 2.9 Sistema CONWIP (Notas de aula, Rentes 2003)**

Passo 1: Existe uma quantidade constante de material em processo sendo produzido pela linha. O produto é retirado no processo final e o cartão é enviado a um posto de recolhimento.

Passo 2: Uma nova peça a ser produzida fica aguardando no início da produção. Esta só entrará no sistema se tiver um cartão *CONWIP* anexada a ela.

* Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta. Rentes 2003

Passo 3: O cartão *CONWIP* que está no posto de recolhimento é levado ao início da linha.

Passo 4: O cartão é então anexado à peça. A partir desse momento a peça entra no sistema e começa a ser processada.

Passo 5: O sistema volta à sua situação inicial.

Como se pode observar, o *CONWIP* é um sistema híbrido. Este liga o estoque final de peças à primeira máquina da linha como um sistema puxado. Mas, a produção é empurrada através dos postos de trabalho.

Este sistema tem a vantagem de manter sempre uma quantidade constante de trabalho em processo. Além disso, ao contrário do kanban, este não se preocupa em controlar o processo entre cada posto de trabalho. Este é um sistema mais simples, controla apenas o estoque final e o primeiro processo da linha de produção.

2.2.7 Dimensionamento de Kanbans

Segundo Tardin (2001) dois princípios podem ser utilizados no dimensionamento do número de cartões kanban: quantidades constantes pedidas e horários constantes de pedido.

2.2.7.1 Quantidades Constantes Pedidas

Este método é utilizado quando a distância física dos centros produtores e consumidores não é expressiva. Este tipo de controle exige que existam pessoas disponíveis para movimentarem constantemente as peças dos pontos fornecedores para os consumidores.

O cálculo para dimensionamento para quantidades constantes pedidas é feito da seguinte forma:

Número de *Kanbans*

$$NK = \frac{\left(\frac{DM}{QT}\right) + (DD * S(\%))}{C(peças)} \quad (1)$$

$$NK = \frac{(DD * LT(h)) * (1 + S(\%))}{C(peças)} \quad (2)$$

Onde:

NK: Número de *Kanbans*

DM: Demanda média mensal em peças

QT: Número de trocas de ferramentas planejadas no mês

DD: Demanda média diária em peças

S: Coeficiente de segurança em porcentagem

C: Quantidade de peças por embalagem

LT: Somatória dos tempos de processo, transporte,, eventual espera, e o tempo de coletar os cartões, dado em hora

Segundo Tardin (2001), a fórmula (1) deve ser utilizada quando os tempos de preparação são longos, aumentando assim os tamanhos dos lotes. Em um processo que não apresenta tempos de preparação longos, e que está fisicamente próximo dos seus clientes, pode-se calcular o número total de *kanbans* através da fórmula (2).

2.2.7.2 Horários Constantes de Pedidos

Segundo Tardin (2001) este método é utilizado quando não é viável o transporte constante de peças entre o centro produtor e o consumidor. Por exemplo, entre a empresa e seus fornecedores externos. As distâncias tornam as entregas a qualquer momento do dia inviável. Por isso deve existir uma programação de horário de entregas.

Uma forma de minimizar os custos de entregas entre empresas clientes e fornecedores é o método conhecido como *milk run*. Nesse sistema, um caminhão percorre várias empresas coletando suas cargas e levando para uma determinada empresa cliente. A figura 2.10 mostra de forma esquemática a dinâmica do sistema *milk run*.

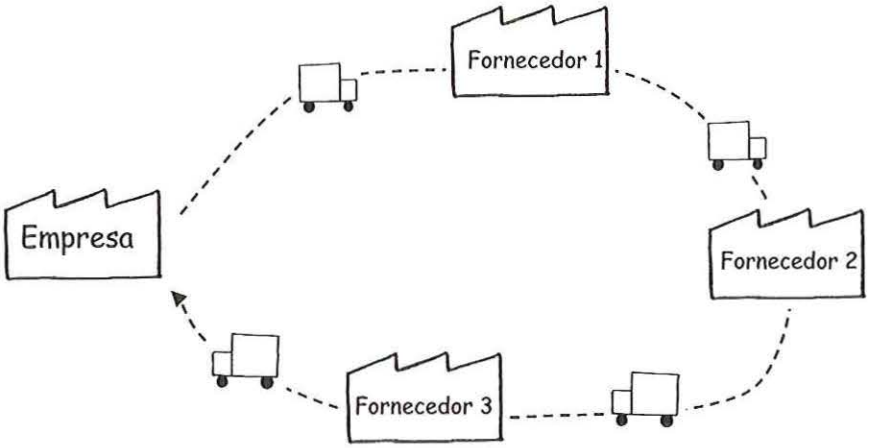


Figura 2.10 milk run

Quando se dimensiona o número de cartões pelo método de horário constante de pedidos, as seguintes fórmulas podem ser utilizadas, Tardin (2001):

$$NK = \frac{DD*(IE(h)+LT(h)+S(h))}{C(peças)} \quad (3)$$

Para calcular o Intervalo entre Entregas (IE) pode-se usar a seguinte fórmula:

$$IntervalodeEntregas = \frac{(\frac{DM}{QT})}{DD}$$

Onde:

IE: Intervalo entre entregas medido em horas

S: Segurança medida em horas

Para calcular os *kanbans* de retirada tem-se a seguinte equação:

$$NK = \frac{DD*(E(h)+SE(h))}{C(peças)} \quad (4)$$

Onde:

SE: segurança exclusivamente relativa a problemas de transporte, tais como atraso, pneus furados e outros.

Obs.: As fórmulas apresentadas não consideram variações na demanda. A quantidade de Kanbans é calculada com base na demanda média diária.

Uma outra forma de calcular o número de kanbans é apresentada por Shingo (1996):

$$NK = \frac{estoquemáx\ imo\,(Q+\alpha)}{capacidade\ dopalete\ (n)}$$

Onde:

Q: tamanho do lote de produção

α: estoque de segurança

No sistema *Toyota* de produção, a determinação de N está muito longe de ser tão importante quanto o aperfeiçoamento do sistema de produção para minimizar N. O importante num processo de implantação de um sistema *kanban* de controle da produção é o processo de aperfeiçoamento contínuo dos meios de produção. Redução de *setup*, *lead times* de produção, diminuição de taxas de refugo, retrabalho, entre outros fatores devem ser sempre uma missão constante da empresa. Por isso, num primeiro momento, o dimensionamento dos *kanbans* não necessita ser tão acurado. O mais importante é aperfeiçoar o sistema produtivo para poder diminuir gradualmente o número e a quantidade determinada pelos cartões *kanbans*.

Gianesi e Corrêa (1993), também definem uma equação para o dimensionamento dos números de *kanbans*:

$$X = \frac{D(Te+Tp)\bullet(1+F)}{C}$$

Onde:

X = Número total de Kanban

D = Demanda do centro consumidor por unidade de tempo

Te = Tempo de espera do lote no centro produtor

Tp = Tempo de processamento do lote no centro produtor

C = Tamanho do lote ou capacidade do contêiner (peças por kanban)

F = Fator de segurança

O número mínimo de cartões pode ser obtido fazendo F=0. Mas este número somente será alcançado quando todas as incertezas do processo forem eliminadas. Nesse caso desaparece, também, a necessidade de estoques de segurança. De forma inversa, a retirada deliberada de cartões do sistema deixa o processo mais vulnerável aos problemas que se tornam visíveis, permitindo que sejam atacados.

2.2.8 Integração *Kanban* - MRP

Um ponto importante a se destacar é a fusão do sistema kanban (puxado) com o sistema MRP (empurrado). A utilização de um sistema híbrido de produção pode trazer grandes vantagens à empresa. A figura 2.11 mostra o funcionamento de um sistema híbrido (MRP+Kanban). O sistema kanban não se preocupa com o abastecimento de matérias-primas, ao passo que o MRP não tem a função de controlar os processos internos, o que tornaria o sistema muito complexo.

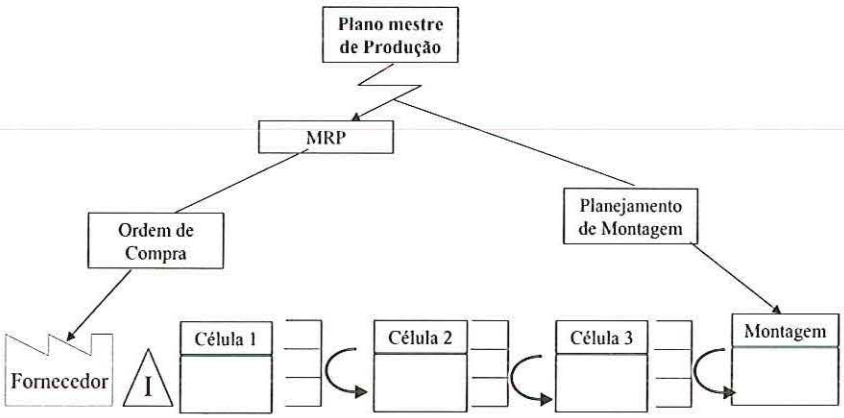


Figura 2.11 Sistema híbrido MRP + Kanban (Notas de aula, Rentes 2003)[3]

[3] Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta . Rentes 2003

2.3 Balanceamento da Produção

O objetivo do balanceamento da produção é fazer com que as estações de trabalho produzam a mesma quantidade. Os processos produtivos estão posicionados de forma a facilitar a produção da quantidade necessária, no momento necessário. De maneira análoga, os trabalhadores e todos os outros fatores estão organizados para atingir este fim.

O desbalanceamento entre os processos de produção gera problemas como a necessidade de mão-de-obra e equipamentos extras. Se um processo produtivo subseqüente necessita ser abastecido a intervalos irregulares de tempo, o processo precedente necessitará de equipamento e mão-de-obra extras para atender ao próximo estágio produtivo.

Além disso, os efeitos negativos da inconsistência de produção podem ser transmitidos da empresa para os fornecedores. Shingo (1996), afirma que para evitar esses efeitos negativos, a Toyota faz o balanceamento no final da sua linha, onde os carros são montados. Para o balanceamento da demanda por capacidade do processo de montagem na Toyota, os picos com demanda acima da capacidade produtiva devem ser movidos para períodos com capacidade superior à demanda produtiva.

2.4.1 Balanceamento da Carga e Capacidade

O excesso de capacidade pode ser calculado pela seguinte equação:

$$EC = \frac{capacidade - carga}{capacidade}$$

Supondo uma capacidade de 160 horas (8 horas x 20 dias) e uma necessidade de 80 horas, temos:

$$EC = \frac{160 - 80}{160} = 0.5 = 50\%$$

Portanto, 50% do tempo disponível para trabalho equipamentos e mão-de-obra ficarão ociosos. O ideal é o balanceamento entre capacidade e carga de trabalho. O excesso de capacidade gera tempo ocioso e conseqüentemente mau utilização de equipamentos e mão-de-obra. Falta de capacidade, por sua vez, causa sobrecarga de trabalho e em um pior caso não atendimento da demanda.

Com relação ao balanceamento da produção, será analisado o seguinte exemplo: considere uma demanda mensal de 2000 unidades de 3 produtos distintos: 400 unidade de A, 500 unidades de B e 600 unidades de C e 500 unidades de D. Considerando que a capacidade produtiva da empresa seja de 500 unidades semanal (independente do tipo de produto), pode-se ter o seguinte balanceamento da produção, figura 2.12.

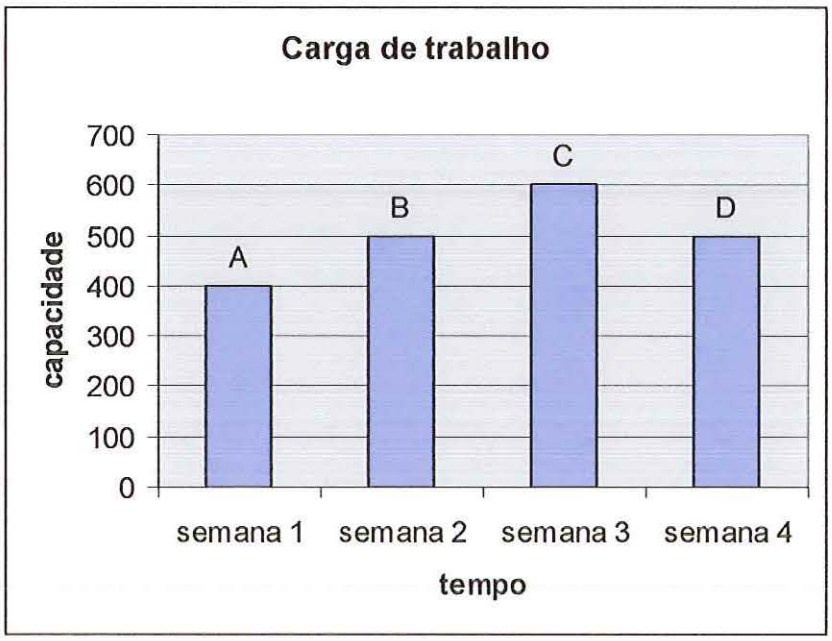


Figura 2.12 Produção desbalanceada

Analisando o gráfico e a capacidade produtiva da empresa, pode-se observar que existe um excesso de capacidade na semana 1 e uma carência na semana 3. Uma forma de balancear a demanda, eliminando ociosidade e falta de capacidade, seria redistribuir o excesso de itens C para a primeira semana de produção. Com isso a empresa trabalharia com sua capacidade de produção balanceada e seus recursos não seriam subutilizados ou sobrecarregados, ver figura 2.13.

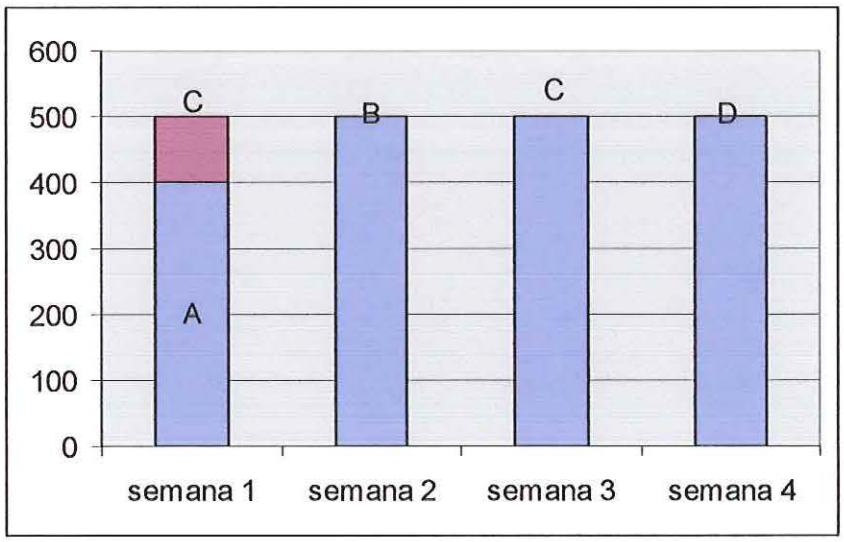


Figura 2.13 produção balanceada

O problema em se tomar a decisão de simplesmente redistribuir a carga de trabalho é que, embora a produção nos períodos fique balanceada, existe um acúmulo de estoques. Sob a óptica de muitos gerentes, pelo fato de efetivamente eliminar tempo ocioso e horas extras, o acúmulo resultante de estoques é considerado razoável, um "mal necessário".

Como mencionado em seção anterior deste trabalho, a superprodução é um dos sete desperdícios a serem eliminados no sistema de produção enxuta. Portanto, esta forma de balanceamento da produção não é a maneira mais adequada a se utilizar.

Supondo que a demanda mensal do item A é de 400 unidades, do item B 500, do item C 600 e 500 do item D, uma forma melhor de balancear a produção seria buscar produzir todos os tipos de itens todo dia. Essa maneira de programar a produção evitaria o acúmulo de estoques, além de eliminar problemas inerentes à produção em grandes lotes.

Segundo Shingo (1996), quando se sai de um sistema de produção em grandes lotes em busca de uma produção balanceada, devido ao aumento do número de *setups*, algumas medidas devem ser planejadas de antemão, medidas estas como:

- Os trabalhadores devem ser treinados de maneira que se adaptem facilmente às novas operações;

- As próximas peças a serem fixadas na máquina devem ser trazidas para a linha;

- Dispositivos ferramentas e máquinas devem ser preparados de forma que as trocas de *setup* possam ser executadas com a utilização de métodos de um único toque;

- Erros de montagem e operação devem ser prevenidos com o uso de verificações sucessivas ou autoverificações e, especialmente, dispositivos *Poka-yoke*.

2.4.2 Vantagens e desvantagens da produção balanceada em pequenos lotes.

Entre as vantagens da produção balanceada em pequenos lotes, tem-se (Slack et. al. 1999):

- A distribuição da carga irá atenuar as diferenças entre os picos e vales do processo de produção;

- O balanceamento da produção resulta em cargas balanceadas tanto para os processos de fabricação de peças como para os fornecedores;

- O estoque pode ser reduzido;

- O duplo transporte é eliminado, tornando desnecessário estocar produtos acabados na planta, para depois expedi-los aos revendedores;

A maior desvantagem da produção balanceada é o aumento do número de *setups*. Do ponto de vista do operador, cada mudança do produto A para o produto B envolve um *setup*. Entre as contramedidas desenvolvidas para compensar estas desvantagens, pode-se citar:

- Treinar operadores em operações múltiplas;

- Utilizar dispositivos, ferramentas e máquinas com múltiplas funções para facilitar as trocas rápidas de ferramentas ou projetar dispositivos múltiplos para o uso em produtos específicos;

- Incorporar verificações sucessivas, auto-verificações e dispositivos *Poka-yoke* para prevenir a falta de peças e ocorrência de defeitos;

- Abastecer a linha de montagem em pequenos lotes e sem erros.

A produção em grandes lotes começa a fazer parte de um passado onde as empresas podiam ser organizações focadas nos próprios processos produtivos e comerciais,

pressionando o mercado a se adaptar às suas necessidades e características, de acordo com o modelo de negócios por elas praticado. Portanto, balancear a produção através da produção em pequenos lotes, é uma meta que deve ser almejada incessantemente pelas corporações. Suas vantagens justificam os esforços necessários para atingir a produção balanceada.

2.3.1 A influência da demanda no nivelamento da produção

Moreira (2001) afirma que um fator que impacta diretamente no balanceamento da produção é a flutuação na demanda. O balanceamento da produção torna-se bastante difícil em um ambiente de demanda sazonal. O gráfico apresentado na figura 2.14 a seguir mostra o comportamento de uma demanda sazonal. Nesta, pode-se observar que a quantidade produzida no início do ano é muito inferior à produção nos últimos períodos do ano. Esse comportamento da curva de demanda gera inúmeros problemas difíceis de contornar, como:

- Mão-de-obra temporária: a empresa necessita contratar mão-de-obra extra apenas para o período de alta demanda.
- Treinamento: a aquisição de novos funcionários implica também na necessidade de realização de treinamentos;
- Falta de comprometimento: funcionários temporários quase sempre não têm qualquer sentimento de comprometimento com a empresa;
- Problemas com qualidade: como o operário tem conhecimento que não ficará na empresa, este não se preocupa em realizar suas tarefas da melhor forma possível. Caso o produto esteja sendo feito com defeito, este na maioria das vezes não irá se preocupar em descobrir a origem dos problemas;
- Dificuldade em exigir do funcionário: responsáveis pela linha de produção quase sempre não têm como cobrar ou mesmo pressionar os novos funcionários para desenvolverem uma cultura proativa de busca de melhoria da produção, pois estes não têm vínculo fixo com a empresa.

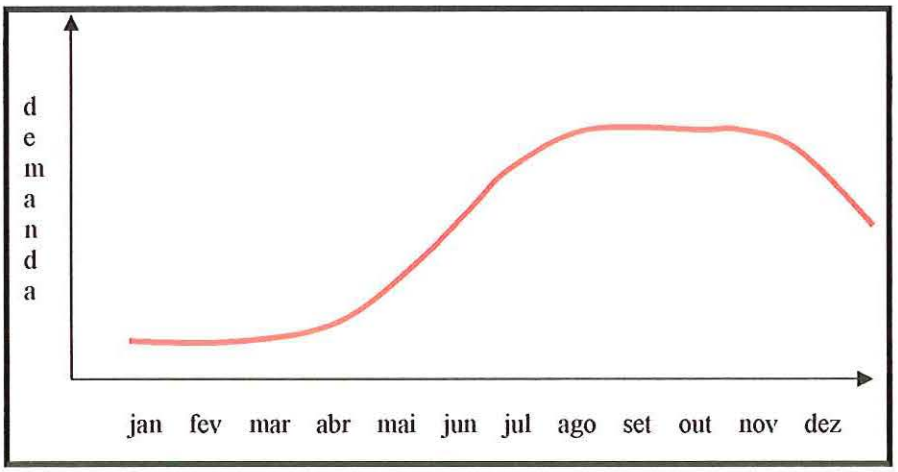


Figura 2.14 Gráfico de demanda sazonal

Segundo Monden (1998), adaptar a empresa a algumas reduções na demanda é mais difícil do que adaptá-la a variações de aumento na procura de produtos. Da mesma forma que algumas ações podem e devem ser tomadas com o aumento na demanda, outras podem ser tomadas para minimizar os efeitos durante suas reduções, ações essas como:

- Transferir operários para outras linhas de produtos onde existe aumento de demanda;
- Reduzir tempo de hora extra;
- Aumentar o número de máquinas operadas por cada funcionário;
- Aumentar o tempo de ciclo de produção;
- Praticar ações de *setup*;
- Melhorar ferramentas e instrumentos;
- Fazer treinamentos em controle da qualidade.

2.4 Fluxo contínuo e unitário de peças

As figuras 2.15a e 2.15b, a seguir, exemplificam uma produção em lotes (tradicional - tipo funcional) e a produção em fluxo unitário, respectivamente. Pode-se observar que, quando utilizando um fluxo unitário de peças, não existe o acúmulo de estoques entre os postos de trabalho. Além disso, uma outra grande vantagem do fluxo contínuo consiste no menor tempo em que a primeira peça fica pronta. Utilizando as figuras 2.15a e 2.15b, considere o seguinte exemplo:

Considerando que o tempo de processamento de cada peça seja de 1 minuto e a quantidade necessária a ser produzida seja de 20 peças, no sistema de produção em lotes a primeira peça pronta será liberada somente após o quadragésimo primeiro minuto. O lote inteiro de produção só ficará pronto uma hora depois de iniciada a produção.

No sistema de fluxo contínuo e unitário de peças, a primeira peça ficará pronta 3 minutos após o início da produção. Além disso, a outra vantagem consiste no menor tempo de processamento do lote inteiro. Este ficará pronto vinte e dois minutos depois de iniciado o processamento das peças. Esse menor tempo é devido ao fato de nenhum posto de trabalho ter de ficar aguardando o outro terminar o lote para iniciar sua produção. Num sistema em fluxo contínuo desperdícios de esperas são eliminados.

Como observado, a utilização de um fluxo contínuo e unitário de peças elimina os desperdícios de estoques entre os postos de trabalho, elimina tempo de espera em filas, reduzindo assim o tempo total de processamento. A produção de um item com defeito paralisa a linha e impede que lotes inteiros com defeito sejam produzidos, entre outras vantagens.

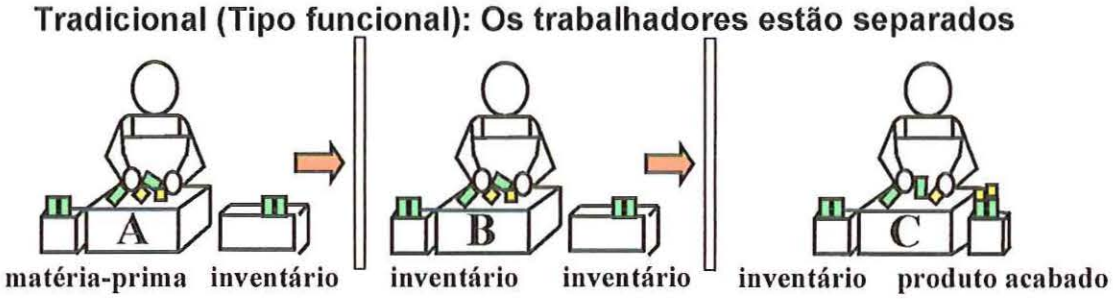


Figura 2.15a Produção tradicional em lotes (GHINATO, 2003)

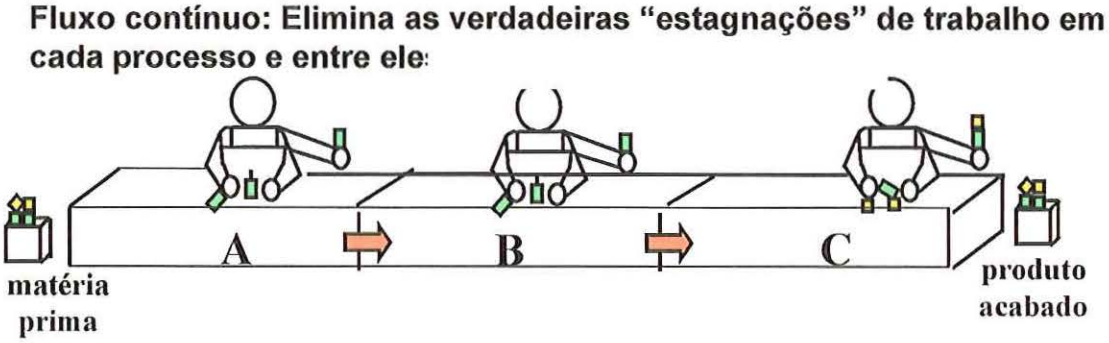


Figura 2.15b Produção em fluxo contínuo e unitário de peças (GHINATO, 2003)

2.5. Value Stream Mapping- O Mapa do Fluxo de Valor

"O mapeamento do fluxo de valor, é mais do que uma técnica na gestão de empresas líderes. Ela traduz respeito aos clientes e acionistas que não aceitam pagar os custos do desperdício." (Ricardo Guimarães Xerox do Brasil)"

> "O mapa do fluxo de valor é uma ferramenta simples que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor. O que se entende por mapeamento do fluxo de valor é simples: deve-se apenas seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e, cuidadosamente desenha-se uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Depois, através de um conjunto de questões desenha-se o mapa do "estado futuro", uma representação visual de como o fluxo deve ser". (ROTHER e SHOOK, 1998).

Ainda segundo os autores Rother e Shook (1998), "Fluxo de Valor" é toda ação (agregando valor ou não) necessária para fazer passar um produto do estado de conceito para o estado de produto acabado, envolvendo (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até a entrega ao consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

Esta ferramenta é importante porque, além de ser de fácil compreensão, permite a representação simultânea do fluxo de informação e processo através da empresa. Segundo Andrade (2002), outras vantagens dessa ferramenta são:

- Permite uma visão ampla de todo o fluxo, e não dos processos isoladamente;
- Auxilia a identificação dos desperdícios considerados pela produção enxuta;

- Mostra simultaneamente a relação entre os fluxos de materiais e informações;
- Fornece uma linguagem simples e comum para tratar os processos de manufatura;
- Torna as decisões mais visíveis, permitindo uma discussão prévia das possíveis alternativas de melhoria;
- Forma a base de um plano de ações.

O processo de mapeamento da situação atual e geração de cenários futuros de produção é dividido no seguinte conjunto de etapas:

- *Seleção da família de produtos*: no início do processo de mapeamento da situação atual da empresa é necessário, inicialmente, selecionar o conjunto ou família de produtos que serão analisados no mapa do fluxo de valor. Deve-se destacar que, num ambiente com muitos produtos, não é viável analisar peça a peça porque uma das virtudes desta ferramenta, a simplicidade, seria perdida. É necessário que os produtos sejam agrupados em famílias. Para isso, pode-se levar em consideração a seqüência de operações de cada produto, as máquinas por onde cada um passa, o formato, etc. Singh e Rajamani (1996) descrevem alguns métodos de agrupamento de peças ou produtos em famílias. Esse tópico de seleção de famílias de produtos será abordado mais à frente.
- *Mapeamento da situação atual*: Após identificar as famílias de produtos existentes no chão de fábrica inicia-se o processo de mapeamento. Utilizando um conjunto de ícones, mostrado na figura 2.16, pode-se representar todo o fluxo de processo e informação existente na empresa. A este mapa inicial da se o nome de mapa do estado atual.
- *Mapeamento da situação futura*: Através do mapa da situação atual e seguindo um conjunto de passos que serão abordados futuramente, gera-se um mapa da situação futura da empresa, ou seja, um modelo onde os desperdícios identificados no mapa da situação atual são eliminados.
- *Plano de melhorias*: Com base no mapa do estado futuro é proposto então à empresa planos de melhoria, que levem a empresa a atingir o estado futuro.

Deve-se destacar que, como uma ferramenta de produção enxuta esta não deve ser aplicada somente uma única vez. O mapeamento da situação atual da fábrica e proposição de melhorias deve ser um processo contínuo dentro da empresa, ver figura 2.17.

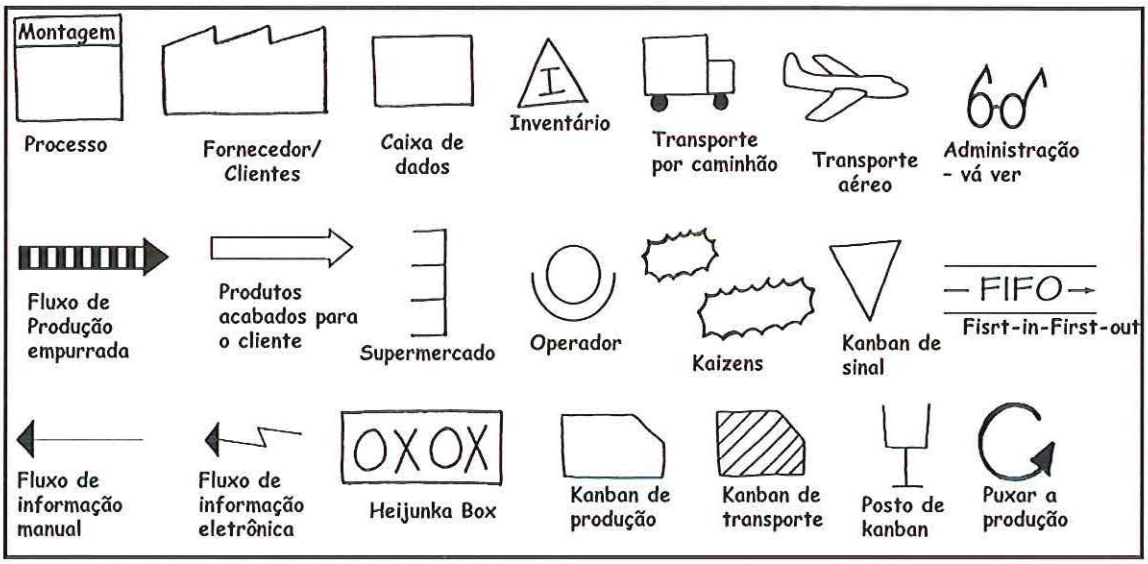


Figura 2.16 Ícones do Value Stream Mapping

A seguir, com base nos conceitos e passos descritos por Rother e Shook (1998), será apresentado o processo de mapeamento da situação atual e geração da situação futura.

2.5.1 Mapa da situação atual

O processo de mapeamento, como mencionado anteriormente, começa pela identificação das famílias de produtos existentes no chão-de-fábrica. Para definição das famílias deve-se levar em consideração alguns critérios, os quais serão singulares para cada empresa. Estes critérios podem ser (Nazareno, Silva e Rentes, 2003):

- Similaridade de processos: trata-se do principal critério, e se aplica a produtos que geralmente compartilham uma mesma linha de produção.

- Freqüência e volume da demanda: importante para a definição da política de atendimento da demanda (ATO - *Assembly-to-order*, MTS - *Make-to-stock*, MTO - *Make-to-order*, etc.), esse critério pode ser decisivo para a inserção ou retirada do produto de uma mesma família.

- Tempo de ciclo do produto: representa o tempo que o produto leva para ser processado, desde o pedido até a entrega ao cliente. Nesse sentido, é

aconselhável que produtos que compartilhem uma mesma linha, mas que possuem tempos de ciclo muito diferentes, sejam incluídos em famílias diferentes. Isto porque políticas para definição e dimensionamento de supermercados (peças e matéria-prima) e escolha dos sistemas de controle (kanban, duas gaveta, etc.) mais apropriados geralmente tendem a variar em função desse critério.

Além disso, como uma família pode ser composta por muitos produtos distintos, é aconselhável que se levante a estrutura do produto mais representativo da família a ser mapeada. Nesse sentido, este produto pode ser aquele que contenha o maior número de componentes, que possua a maior freqüência e/ou volume de demanda ou que seja responsável pelo maior parte do faturamento da empresa. Nesse sentido, cabe aos agentes de mudança a escolha do critério mais conveniente para a definição do produto e da família a ser mapeada.

Após a etapa de identificação das famílias, é necessário coletar informações de demanda dos consumidores. Com essas informações, começa-se a representar os fluxos de informações e processos. Nesta técnica, o processo é modelado no sentido inverso ao fluxo, a partir da entrega do produto ao cliente e indo na direção dos fornecedores, mostrando um retrato instantâneo da situação atual de produção. Os ícones utilizados no processo de mapeamento são apresentados na figura 2.16.

Outros ícones podem ser criados durante o processo de mapeamento. A única ressalva é que todos os envolvidos no trabalho de confecção da situação atual devem estar a par dos novos ícones.

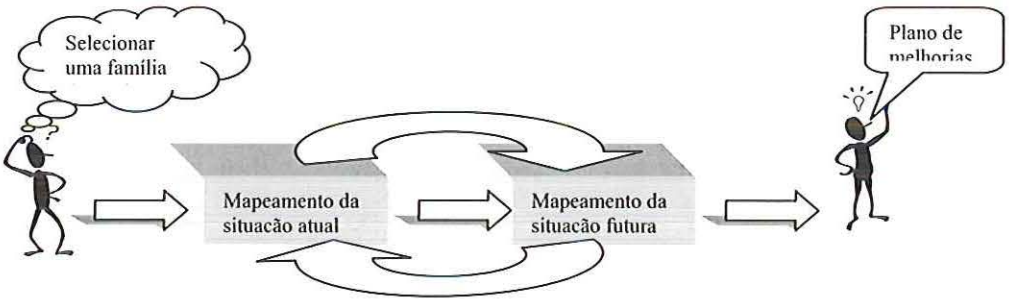


Figura 2.17 Etapas do Mapa do Fluxo de Valor

Para exemplificar a construção de um mapa do fluxo de valor da situação atual será utilizado o exemplo de Hines e Taylor (2000):

Passo 1: *Necessidades do cliente*

a) Qual é a família ou famílias de produtos a serem mapeadas?

b) Qual é a demanda para a família de produtos?

c) Quantas peças diferentes são feitas? Quantos produtos são entregues a tempo?

d) Qual a freqüência de entregas? Qual o tempo de embalagem requerida?

e) Qual a quantidade de estoques esperada pelo consumidor?

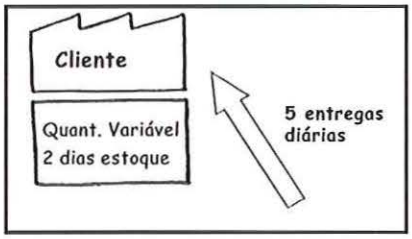


Figura 2.18 Representação das necessidades do cliente (HINES & TAYLOR, 2000)

Passo 2: *Fluxo de informações*

a) Quais tipos de previsões e informações são fornecidas pelo consumidor?

b) Qual departamento leva essas informações para sua empresa?

c) Quanto tempo demora para esta informação chegar à empresa?

d) Quais tipos de previsões e informações são fornecidas ao seu fornecedor?

e) Qual a quantidade de produtos que sua empresa especifica?

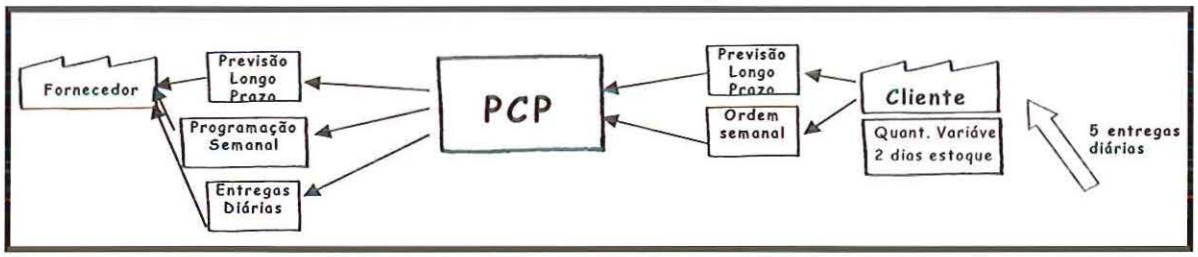


Figura 2.19 Representação do fluxo de informações (HINES & TAYLOR, 2000)

Passo 3: *Fluxo físico*

Para representação do fluxo físico, deve-se levar em consideração as seguintes informações:

a) Qual sua demanda e quantos e quando os produtos são requisitados?

b) Quantos produtos são entregues a tempo?

c) Qual a freqüência de entregas?

d) Qual tipo de embalagem é utilizado?

Para os processos internos:

a) Quais são os passos chaves na sua organização?

b) Quais os pontos de estoque?

c) Quais os pontos de *check -up* e qual o índice de defeitos?

d) Qual o tempo de ciclo para cada ponto de produção?

e) Quantos produtos e qual o tamanho de lote entre cada ponto de produção?

f) Quantos produtos são testados em cada ponto de *check-up*?

g) Qual o tempo de trabalho diário de cada estação de trabalho?

h) Quantas pessoas trabalham em cada posto de trabalho? Este número é variável?

i) Quais são os pontos gargalos?

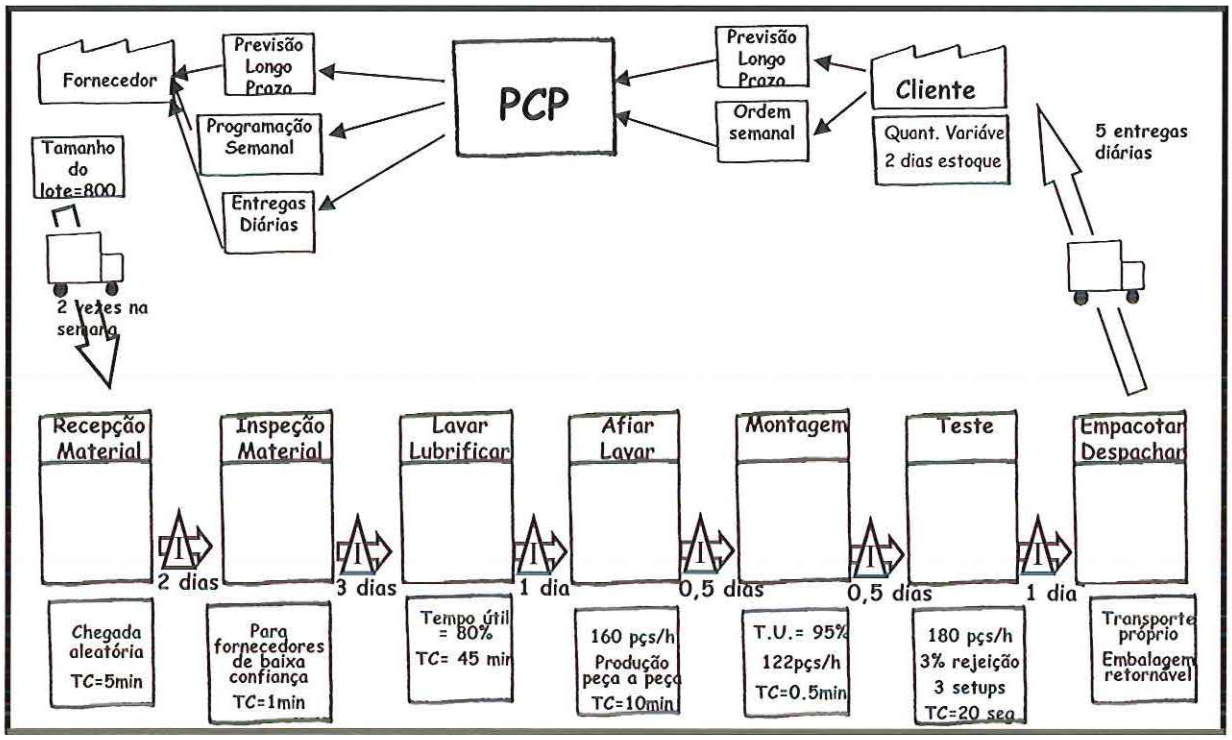


Figura 2.20 Representação do fluxo físico (HINES & TAYLOR, 2000)

Passo 4: *Fazendo um link entre o fluxo físico e de informações.*

Através das questões abaixo, deve-se identificar quais as relações entre os fluxos de informações e produtos e traçá-las no mapa.

a) Qual o tipo de programação da produção é utilizada?

b) Quais tipos de instruções de trabalho são produzidos?

c) Onde se originam as informações e instruções e para onde são enviadas?

d) O que acontece quando ocorre problemas no fluxo físico?

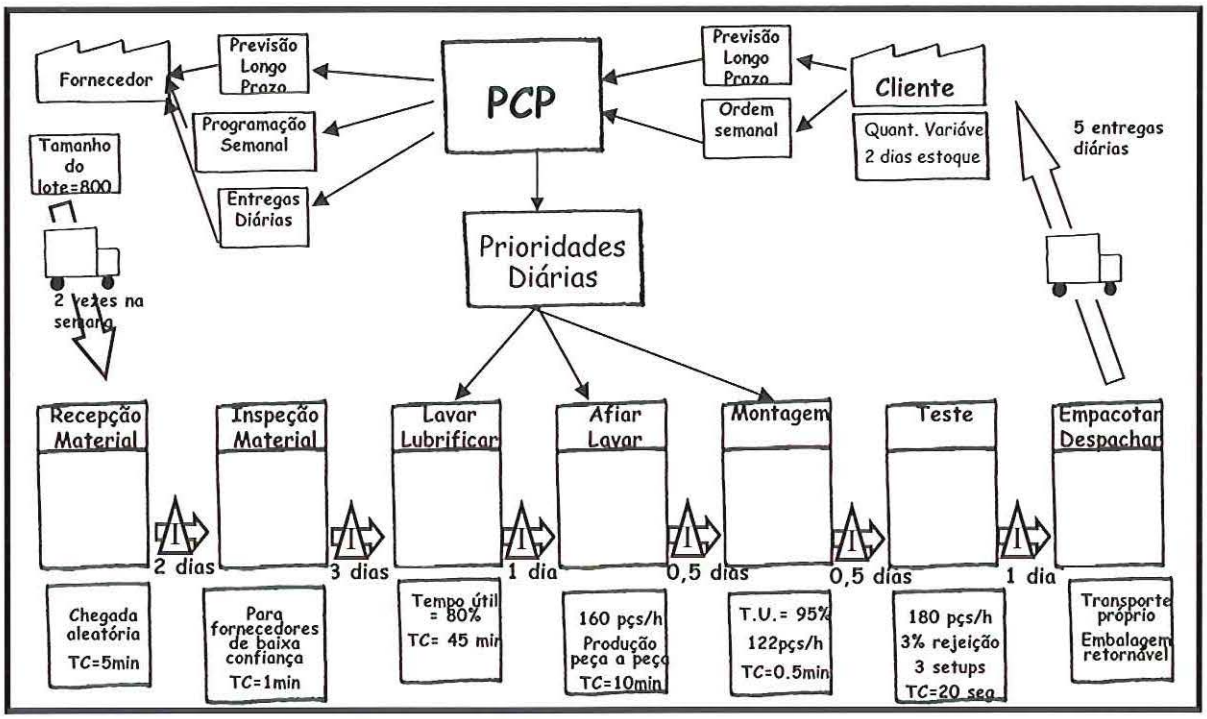


Figura 2.21 Representação do fluxo físico e informações (HINES & TAYLOR, 2000)

Passo 5: *Completar o mapa*

Para completar o mapa, deve-se acrescentar a linha de tempo como mostrado na figura a seguir.

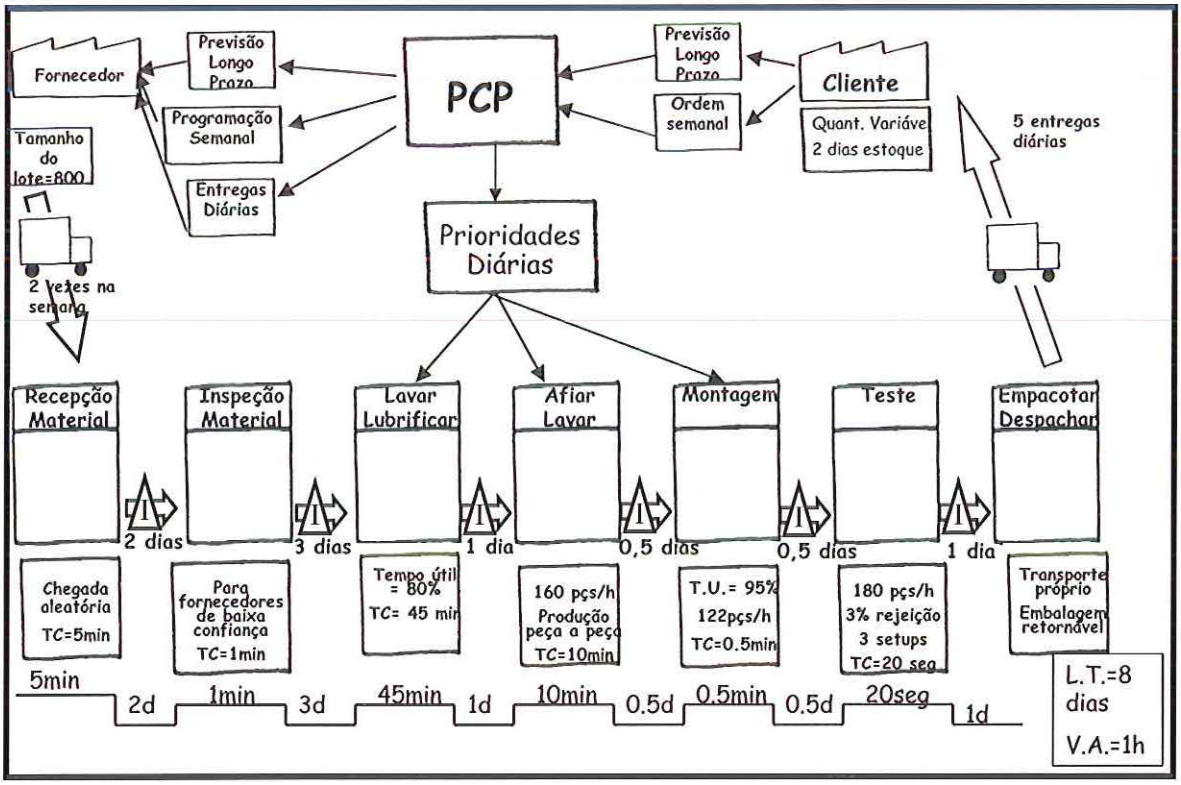


Figura 2.22 Mapa do fluxo de valor da situação atual (HINES e TAYLOR, 2000)

A figura 2.23 mostra um outro exemplo de mapa do fluxo de valor. A linha em baixo do mapa mostra o *lead time* total de produção e o tempo de processamento que realmente agrega valor. Seguindo as etapas descritas anteriormente, o próximo passo é a construção, com base no MFV atual, da situação futura.

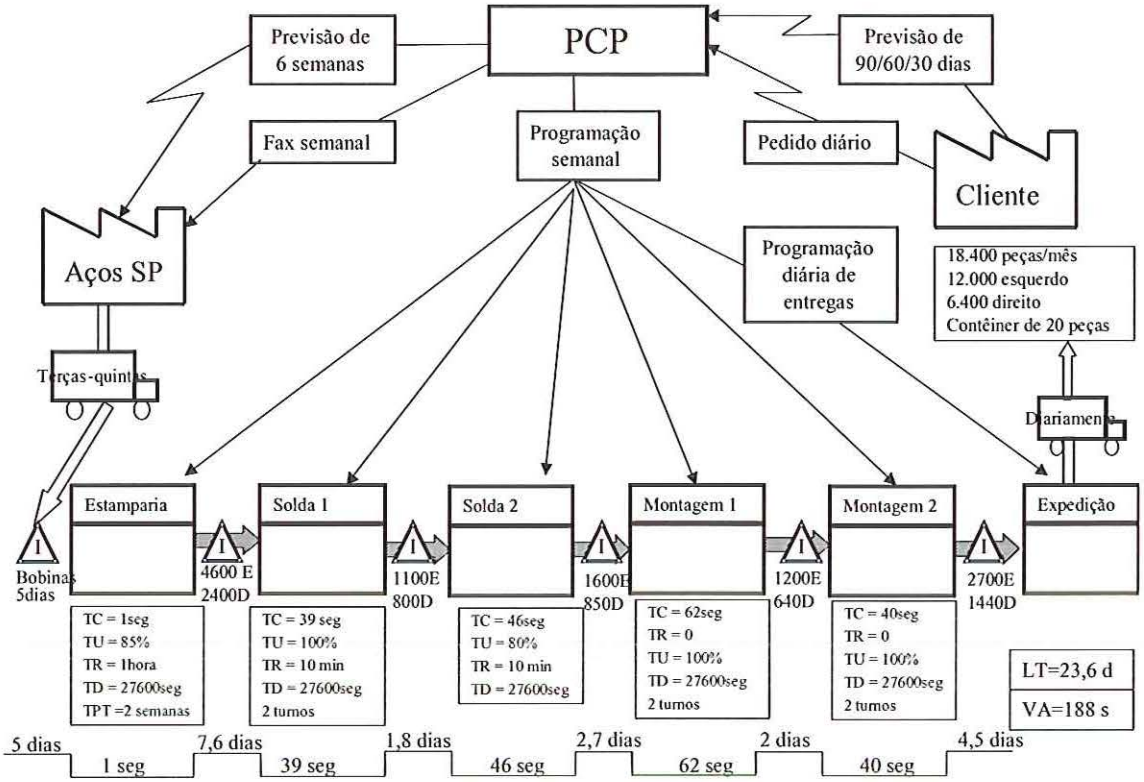


Figura 2.23 Mapa do Fluxo de Valor da situação atual (ROTHER e SHOOK,1998)

2.5.2 Mapa do Fluxo de Valor da situação futura

A construção do mapa da situação futura é feita seguindo um conjunto de passos pré-determinados estabelecidos por Rother e Shook(1998):

Passo 1: Produza de acordo com o seu *tackt time.*

> O ritmo de produção na fábrica de hoje é estabelecido pela demanda do cliente. Por exemplo, caso um consumidor use um particular item à razão de 2400 peças por dia, a fábrica precisa produzir 2400 peças por dia. Este princípio, vinculando a produção ao consumo do cliente, pode ser utilizado para estabelecer o plano de produção, ritmo da linha, e plano de entregas com o cliente. Na prática isto é feito utilizando o *tackt time.* (STANDARD e DAVIS, 1999).

Portanto, o *takt time* serve para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo da demanda. A seguinte equação pode ser utilizada para calcular o *takt time*:

$$tackt\ time = \frac{tempo\ disponível}{demanda\ do\ \ consumidor}$$

Passo 2: Gerar um fluxo contínuo sempre que possível

Deve-se buscar na construção da situação futura, gerar um fluxo contínuo entre todos os processos, sempre que possível, ou seja, não gerar estoques intermediários.

Passo 3: Usar supermercados onde não for possível um fluxo contínuo:

Onde não for possível implantar um fluxo contínuo, deve-se implantar supermercados de produção. Um supermercado de produção equivale a um pequeno estoque controlado via *kanban* que determina um fluxo puxado de materiais. A figura 2.24 mostra um exemplo de supermercados de produção.

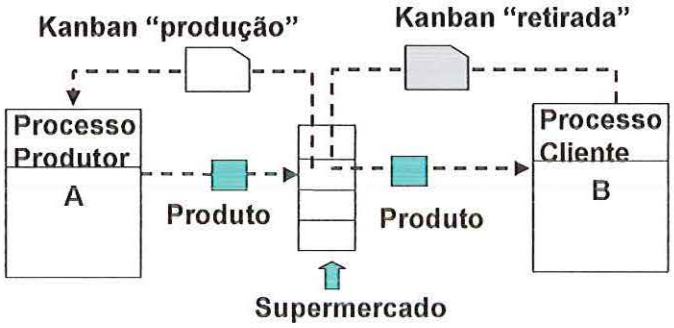


Figura 2.24 Supermercados de produção (Notas de aula, Rentes 2003)[*]

Passo 4: A programação da produção deve ser feita em um único processo

Com a utilização de sistemas de puxar, pode-se programar apenas um ponto (processo puxador) ao longo do fluxo de valor. A escolha deste ponto de programação determina quais os elementos do fluxo de valor tornam-se parte do *lead time* que vai do pedido do cliente à entrega do produto final.

[*] Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta. Rentes 2003

Um ponto importante a destacar é o fato de que caso o processo puxador esteja localizado na expedição, o sistema produtivo será disparado mediante uma ordem. Neste caso, o lead time de atendimento corresponderá ao tempo de entrega do produto ao cliente, ver figura 2.25.

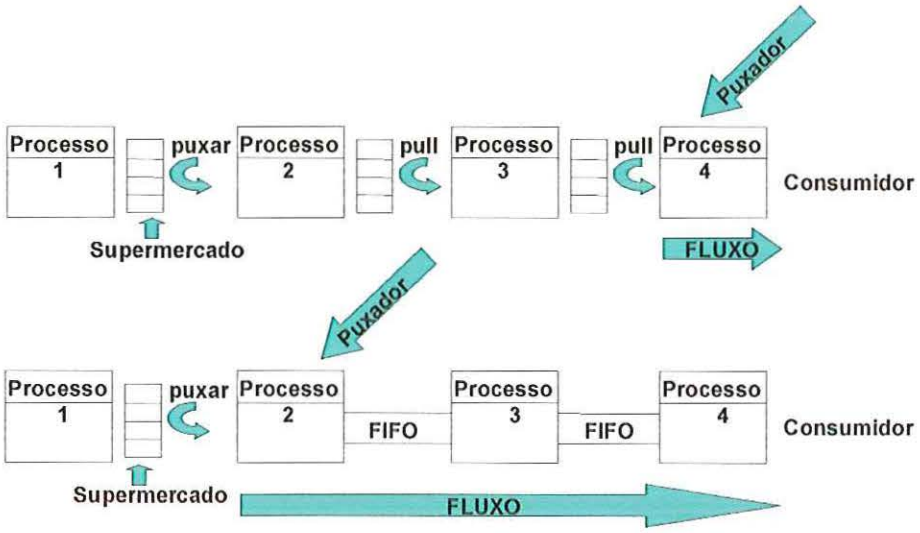


Figura 2.25 Localização do processo puxador (ROTHER e SHOOK, 1998)

Passo 5: Distribua a produção uniformemente ao longo do tempo

Deve-se buscar balancear a produção no caso de empresas que tenham um *mix* grande de produção e onde os produtos dividem os mesmos recursos. Mas, para alcançar tal meta, os tempos de *setup* devem ser reduzidos. Shingo, no seu livro Trocas Rápidas de Ferramentas, mostra alguns procedimentos e exemplos de casos de redução de tempos de setup. Segundo este, qualquer *setup* com duração de horas pode ser reduzido para poucos minutos. Normalmente, medidas simples como mudar os dispositivos de fixação, substituir parafusos por encaixes, ou simplesmente aproximar o ferramental necessário no setup da máquina, ao invés de deixar espalhado pelo chão-de-fábrica, reduz significativamente os tempos de *setup* (ver figura 2.26).

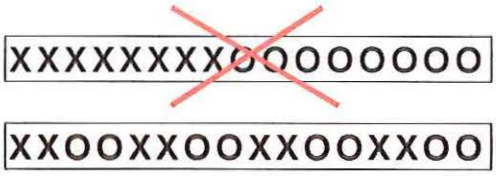


*Figura 2.26 Balanceamento da produção (Notas de aula, Rentes 2003)**

* Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta. Rentes 2003

Passo 6: Crie uma "puxada inicial" com a liberação e retirada de pequenos e uniformes incrementos de trabalho no processo puxador.

Retirar em pequenos lotes e de maneira uniforme possibilita o estabelecimento de um ritmo de produção consistente e nivelado. Com isso, os desperdícios são eliminados e trás à tona eventuais problemas que necessitam ser eliminados.

Passo 7: Desenvolva a habilidade de fazer "toda parte todo dia" (TPT) nos processos anteriores ao processo puxador.

O objetivo deste passo é auxiliar no nivelamento da produção. E para isso, pode-se lançar mão de outra ferramenta o *heijunka box*. Através deste, é possível programar a produção do dia e a do dia seguinte. Além disso, pode-se visualizar com facilidade quais os produtos que estão sendo feitos a cada momento e quais os que estão atrasados e tentar localizar a fonte do atraso. A figura 2.27 mostra um exemplo de um *heijunka box*.

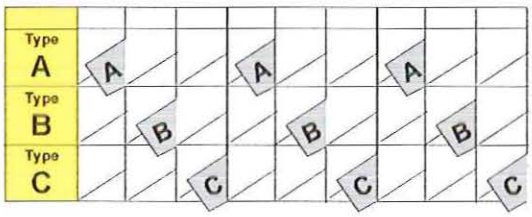


*Figura 2.27 Heijunka Box (Notas de aula, Rentes 2003)**

Através dos passos acima, os envolvidos no processo de mapeamento podem gerar a situação futura com base num conjunto de perguntas relacionadas aos passos anteriores. Essas questões são:

- Qual é o *takt time*?
- A produção será realizada para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição?
- Onde você pode usar um fluxo de processo contínuo?
- Onde você necessita utilizar um supermercado para controlar a produção dos processos anteriores?

---

* Notas de Aula: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta. Rentes 2003

- Em qual ponto da cadeia de produção será programada a produção?
- Como nivelar o *mix* de produção no processo puxador?
- Quais quantidades de incremento de trabalho e com que freqüência serão liberados no processo puxador?

E a última questão chave é:

<u>Quais as melhorias que deverão ser implementadas para se atingir o estado futuro projetado?</u>

A figura 2.28 mostra um exemplo de mapa do estado futuro do mapa apresentado anteriormente na figura 2.23.

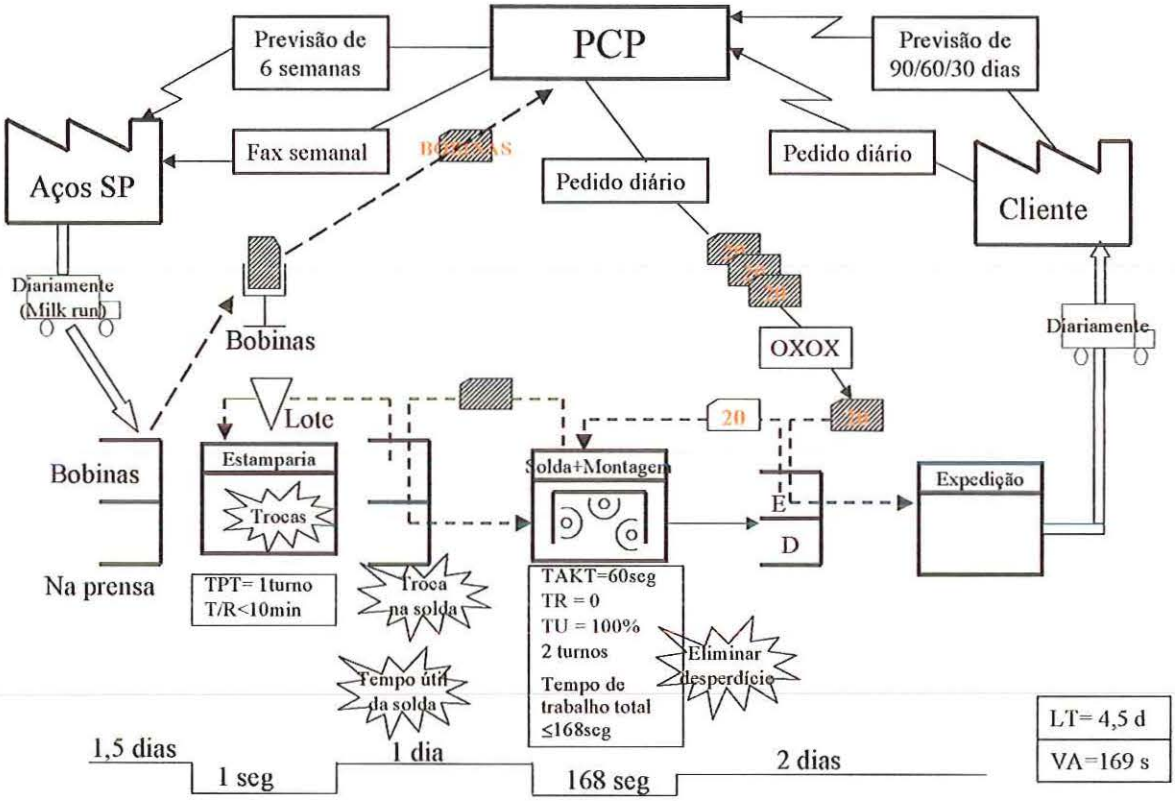


Figura 2.28 Mapa do estado futuro (ROTHER e SHOOK, 1998)

A seguir, será apresentado o método desenvolvido neste trabalho. Para finalizar este capítulo, são apresentados alguns institutos voltados à pesquisa do Sistema de Produção Enxuta.

2.6. Institutos de Pesquisa relacionados ao tema

Neste trabalho foram identificados alguns institutos e órgãos que tem seu trabalho voltado ao estudo de técnicas e ferramentas de produção enxuta. Inicialmente pode-se

destacar no Brasil o Instituto Fábrica do Milênio (www.ifm.org.br) e o grupo de Gerenciamento da Mudança Organizacional, GMO (www.numa.org.br/gmo). Outros institutos são:

- http://www.lean.org.br: *Lean Institute* Brasil (Brasil).
- http://www.lean.org: *Lean Interprise Institute (USA).*
- http://www.lean.org.se: *Lean Enterprise Institute Sweden (Suécia).*
- http://www.lean1.org: *Lean Enterprise Institute Canada (Canadá).*
- http://www.cf.ac.uk/carb/lom/lerc: *Lean Enterprise Research Centre LER (UK).*
- http://www.iomnet.org.uk: *The Institute of Operations Management (UK).*
- http://www.ame.org: *Association of Manufacturing Excellence (USA).*
- http://www.nam.or: *National Association of Manufacturing (USA).*
- http://www.shingoprize.com: *Shingo Prize (USA).*
- http://www.toyotaproductionsystem.net: Toyota Production System (USA).
- http://www.sme.org: Society of Manufacturing Engineers (USA).

3. Identificação dos Requisitos e Proposição do Método

O método desenvolvido neste trabalho é destinado para implantação de sistemas *kanban*. Considerando um ambiente de Produção Enxuta, a aplicação do método parte do pressuposto que algumas atividades já foram realizadas. Essas atividades vêm detalhadas a seguir como os requisitos necessários à implantação do *kanban*.

3.1 Requisitos necessários à implantação do sistema kanban

Antes de iniciar as atividades de implantação do sistema *kanban*, os agentes de mudança devem alcançar os requisitos necessários e exigidos para implantação do sistema. Esses requisitos são apresentados na figura 3.1:

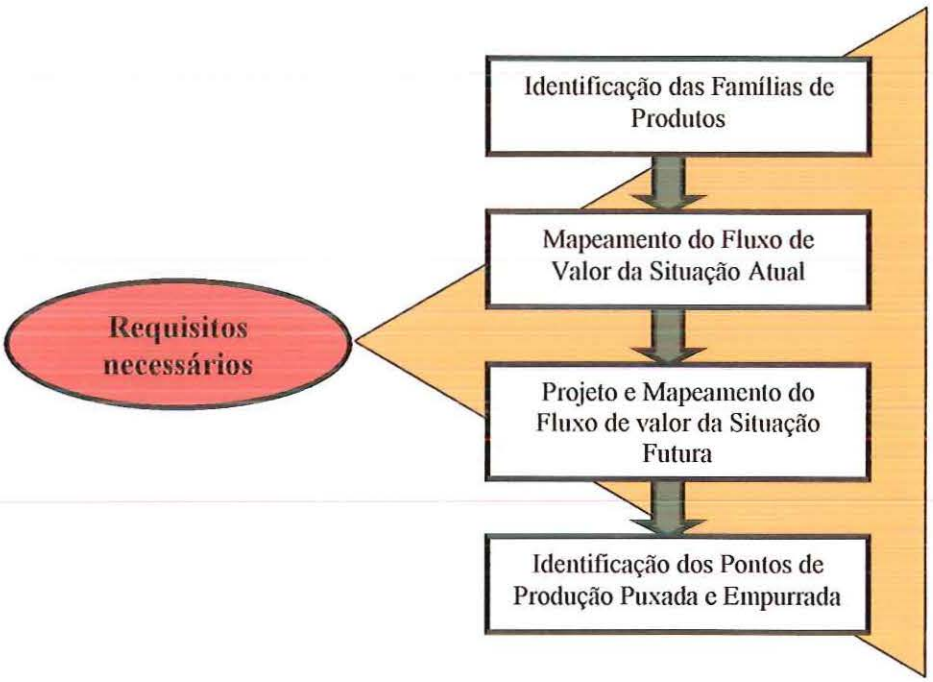


Figura 3.1 requisitos necessários à implantação do sistema kanban

A seguir, serão detalhados cada uma desses requisitos essenciais no projeto e implantação do sistema kanban.

3.1.2 Identificação das famílias de produtos

Quando a empresa atua em diferentes seguimentos de mercado e possui uma variedade grande de produtos, é necessário que esta priorize um determinado seguimento

para iniciar a implantação do sistema *kanban*. O critério inicial a ser levado em consideração quando na definição do seguimento a ser envolvido na implantação do sistema *kanban* é o retorno financeiro. É aconselhável que a empresa inicie a implantação do sistema pelo seguimento que lhe proporciona uma maior lucratividade

Após a seleção do seguimento de mercado, passa-se à definição das famílias de produtos a serem abordadas dentro desse seguimento. Para definição das famílias pode-se usar os critérios definidos por Nazareno, Silva e Rentes (2003), os quais serão singulares para cada empresa. Estes critérios foram apresentados na página 61.

3.1.3 Mapeamento do Fluxo de Valor da Situação atual e projeto e mapeamento do fluxo de valor da situação futura

Para o mapeamento do fluxo de valor do processo produtivo, deve-se utilizar a técnica desenvolvida por Rother e Shook (1998), o Mapa do Fluxo de Valor (MFV). Esta ferramenta permite aos envolvidos no processo de mudança obter de maneira simples uma visão clara de todo processo produtivo da empresa. Além disso, possibilita a identificação dos pontos de não-agregação de valor na empresa e que estão onerando o *lead time* final do produto.

A ferramenta de mapeamento do fluxo de valor da situação atual, bem como o processo de construção do mapa do estado futuro, estão detalhados no capítulo 2 desse trabalho.

3.1.4 Identificação dos pontos de produção puxada e empurrada

Como mencionado anteriormente no capítulo 2, na construção da situação futura da empresa deve-se buscar obter um fluxo contínuo entre todos os processo produtivos para se evitar acúmulos de estoques. Onde não for possível ter um fluxo contínuo deve-se implantar supermercados de produção. Um supermercado de produção equivale a um pequeno estoque controlado via *kanban* que determina um fluxo puxado de materiais.

A definição dos pontos de produção puxada e empurrada na empresa é fundamental para identificação dos possíveis pontos a serem controlados por *kanban* ou outro sistema. Por exemplo, entre seqüências de operação com fluxo contínuo a peça deve ser empurrada de um posto de trabalho a outro, num processo peça a peça. O sistema *kanban* só será inserido se não for possível a inserção do fluxo contínuo.

3.2 Método de Implantação do Sistema Kanban

Como mencionado, anteriormente, o método parte do princípio que algumas atividades já tenham sido realizadas antes da implantação do sistema kanban. A seguir, serão apresentadas as etapas do método, que compreendem: análise da capacidade produtiva, definição do TPT, dimensionamento de supermercados por tempo de ciclo constante ou quantidade constante, determinação do número de lotes na cadeia, cálculo do número de contêineres necessários, treinamento e sistema de medição de desempenho. A figura 3.2 mostra as etapas do método desenvolvido.

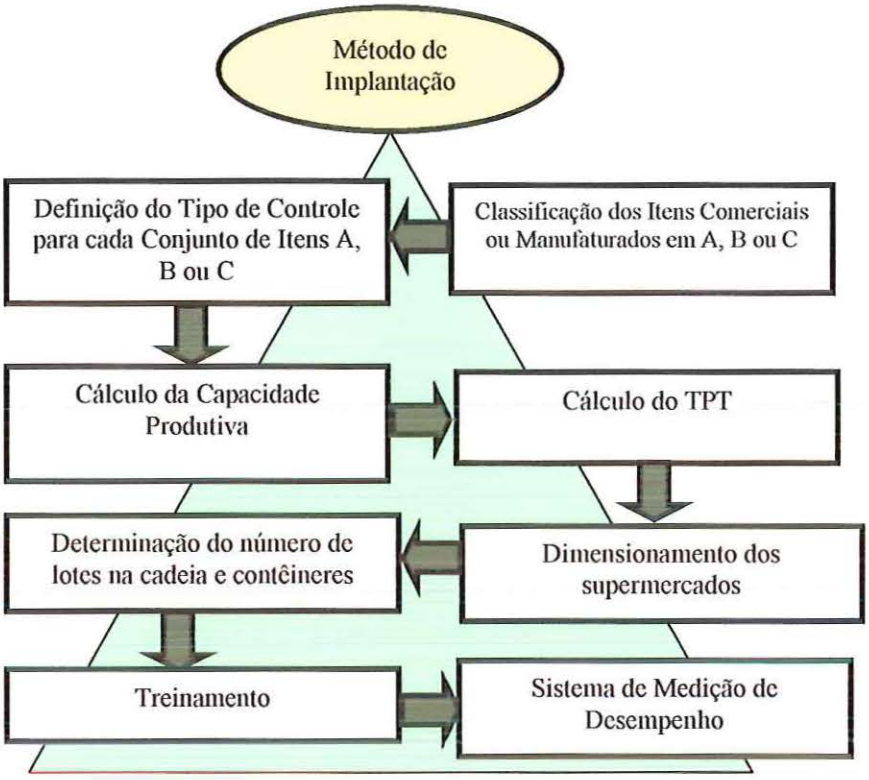


Figura 3.2 Método de Implantação de sistemas kanban

3.2.1 Classificação dos itens comerciais ou manufaturados em A, B ou C

A classificação ABC deve ser utilizada para definição de quais itens deverão ser controlados por kanban e quais itens deverão ser controlados por outros sistemas. O método de classificação ABC, ou lei de Pareto, é uma forma de discriminar diferentes tipos de peças e produtos de acordo com suas movimentações de valor. Isso é conseguido multiplicando a taxa de uso do produto ou peça pelo seu valor individual. Os itens com movimentação de valor particularmente alta demandam controle cuidadoso, enquanto aqueles com baixas movimentações de valor não precisam ser controlados com tanto rigor. Segundo Slack et. al.

(1999), os itens de uma empresa podem ser classificados em A, B ou C de acordo com o seguinte critério:

- Itens classe A são aqueles 20% de itens de alto valor que representam cerca de 80% do valor total do estoque;
- Itens classe B são aqueles de valor médio, usualmente os seguintes 30% dos itens que representam cerca de 10% do valor total;
- Itens classe C são aqueles itens de baixo valor que, apesar de compreender cerca de 50% do total de tipos de itens estocados, provavelmente só representam cerca de 10% do valor total de itens estocados.O gráfico apresentado na figura 3.3 mostra um exemplo de curva A, B, C para itens em estoque.

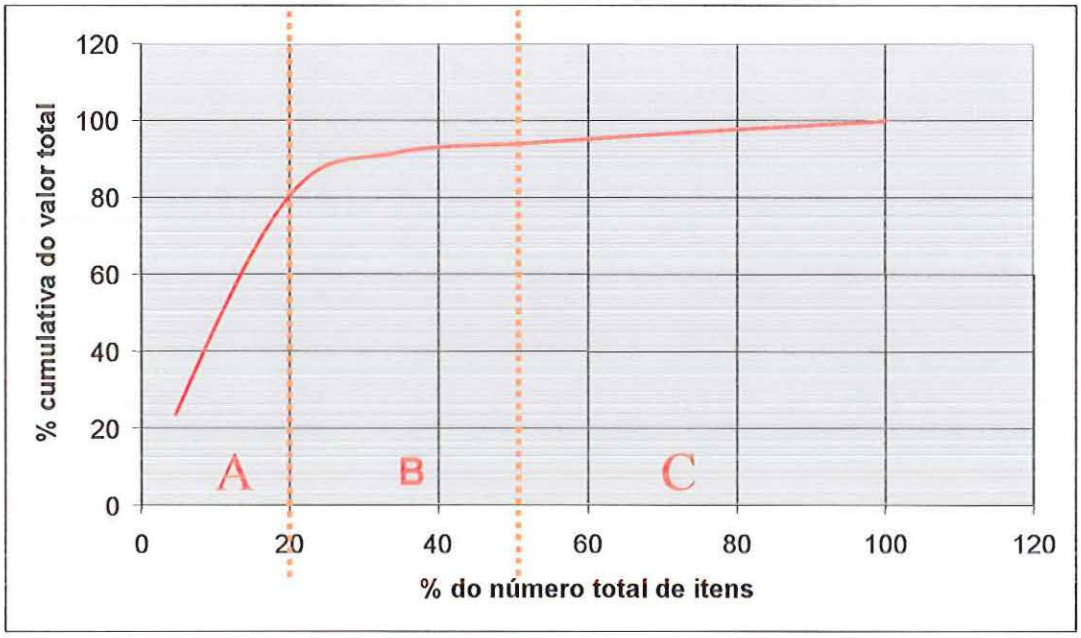


Figura 3.3 Gráfico curva A, B, C para itens em estoque

3.2.2 Definição do tipo de controle para cada conjunto de itens A, B ou C

Com base na classificação ABC, as peças ou produtos receberão tipos de controle de produção diferentes. Por exemplo, para itens classe A deverão ser adotados critérios de controle de estoques muito mais rígidos e precisos do que itens classe C. A relação entre ferramenta de controle e tipo de produto é mostrada abaixo:

Itens classe C: itens classe C não exigem um controle muito acurado devido ao seu baixo valor financeiro. São itens com baixo valor agregado e seus lotes de produção ou

compra (no caso de itens comerciais) podem ser dimensionados com folgas. Para esses itens é recomendado utilizar um sistema *kanban* de sinal ou um sistema de 2 gavetas.

Itens classe B: São itens intermediários, onde o controle do volume em estoque não deve ser tão rígido como para os itens A, mas deve ser mais preciso do que os itens classe C. Para esses é recomendado utilizar um sistema *kanban* de 1 ou 2 cartões.

Itens classe A: são os principais itens da empresa. Devido ao seu alto custo, não é bom ter um alto volume desses itens em estoque. Por isso, é necessário realizar um controle rígido de compra ou produção desses itens. É recomendado projetar um sistema kanban de 1 ou 2 cartões para controle dos produtos classe A. Pode-se também produzir esses mediante ordem de fabricação, ou estabelecer uma produção puxada seqüencial.

A tabela 3.1 abaixo mostra a relação entre os itens classe A e os sistemas de controle que devem ser utilizados:

Classificação dos Itens	Tipo de Controle
A	Kanban de 1 cartão Kanban de 2 cartões OF (Ordem de fabricação) Puxado Seqüencial
B	Kanban de 1 cartão Kanban de 2 cartões
C	Kanban de sinal Sistema 2 gavetas

Tabela 3.1 Tipo de controle para itens A,B ou C

3.2.3 Cálculo da Capacidade produtiva

3.2.3.1 Identificação do TPT de cada família de produtos ou peças

O TPT é a freqüência com que cada peça é produzida em um processo de produção. Portanto, segundo Rother e Shook (1998), o TPT (toda parte toda) acaba sendo uma medida do tamanho do lote de produção.

Por exemplo, se uma peça, durante um ciclo de produção completa, é produzida somente a cada 4 dias, então o TPT dessa peça é de 4 dias. De acordo com os princípios da Produção Enxuta, é bom que o TPT seja o menor possível, porque esse tempo afeta diretamente no dimensionamento dos lotes de produção. Quanto maior o TPT do produto maior será o seu lote.

O conhecimento do TPT de produção se faz importante pois com base nesta medida, serão dimensionadas as quantidades especificadas nos lotes de produção. Quanto menor for a freqüência de produção de uma peça, maior será a sua quantidade no cartão *kanban*.

Para se determinar o TPT, deve-se lavar em consideração três fatores:

Janela de entrega: é a freqüência com a qual se deseja retirar peças ou abastecer um supermercado.

Freqüência máxima de *setups* possíveis: essa freqüência de *setups* impacta diretamente na questão do número de itens possíveis a serem fabricados em um período. Quanto maiores os tempos de *setup* maior será a tendência e a necessidade em se produzir em grandes lotes.

Limitações de tamanho de lotes: alguns produtos só podem ser feitos em lotes maiores. Este é o caso normalmente de produtos fundidos. Em uma fundição, devido às restrições relativas ao forno e ao material, a maioria dos itens deve ser produzida em lotes grandes.

Com base nos fatores acima, pode-se calcular o TPT utilizando o método apresentado no Apêndice 1.

Além de servir para o cálculo do TPT, o levantamento da máxima freqüência de *setups* possível por dia é importante porque irá determinar também o tamanho e o número de *kanbans*, para os controles de reposição. Vale ressaltar que dois tipos de controle de reposição podem ser utilizados: supermercados por reposição por tempo de ciclo constante e supermercado com reposição por quantidade constante. Cada um desses dois tipos será analisado a seguir.

3.2.4 Reposição por tempo de ciclo constante

Este método é utilizado quando não é viável o transporte constante de peças entre o centro produtor e o consumidor. Por exemplo, entre a empresa e seus fornecedores externos. As distâncias tornam as entregas a qualquer momento do dia inviável. Por isso deve existir uma programação de horário de entregas.

Para utilização desse método é necessário determinar: o tempo de ciclo do pedido (TPT), o tamanho do supermercado, o número de kanbans e a quantidade a ser pedida em

cada ciclo. O TPT pode ser determinado utilizando o método descrito anteriormente. Para os outros, pode-se utilizar as seguintes fórmulas:

$$\text{Tamanho do kanban (supermercado)} = \left[\text{Demanda (horas,dias, semana)} \times \text{Ciclo do Pedido (TPT) (horas,dias, semana)}\right] + \text{Estoque de Segurança}$$

Fórmula 1 para cálculo do tamanho dos supermercados (Nazareno, 2004)

$$\text{Número de kanbans} = \frac{\text{Tamanho do kanban}}{\text{Capacidade do container}}$$

Fórmula 2 para cálculo do número de kanbans (Nazareno, 2004)

$$\text{Quantidade do pedido} = \left[\text{Número de Kanbans consumidos}\right] \times \text{Capacidade do contenedor}$$

Fórmula 3 para cálculo da quantidade do pedido (Nazareno, 2004)

3.2.5 Reposição por quantidade constante

Para este caso, é necessário definir o tamanho do supermercado, o número de kanbans e a quantidade a ser pedida em cada ciclo. Este método é utilizado quando a distância física dos centros produtores e consumidores não é expressiva. Este tipo de controle exige que existam pessoas disponíveis para movimentarem constantemente as peças dos pontos fornecedores para os consumidores. A seguintes fórmulas podem ser utilizadas:

$$\text{Tamanho do kanban (supermercado)} = \frac{\text{Demanda (horas,dias, semana)}}{\text{Numero máximo de setup possível por período (horas, dias, semanas)}} + \text{Estoque de segurança}$$

Fórmula 4 Definição do supermercado de reposição por quantidade fixa (Nazareno, 2004)

$$\text{Número de kanbans} = \frac{\text{Tamanho do kanban}}{\text{Capacidade do container}}$$

Fórmula 5 definição do número de kanbans (Nazareno,2004)

3.2.6 Número de lotes na cadeia e número de contêineres necessários

Quando se está dimensionando um supermercado de peças para itens terceirizados e que sofrem operações em mais de um fornecedor, é necessário determinar o número de lotes na cadeia de suprimentos e o número de contêineres necessários. Para isso pode-se utilizar o procedimento ilustrado pela figura 3.4.

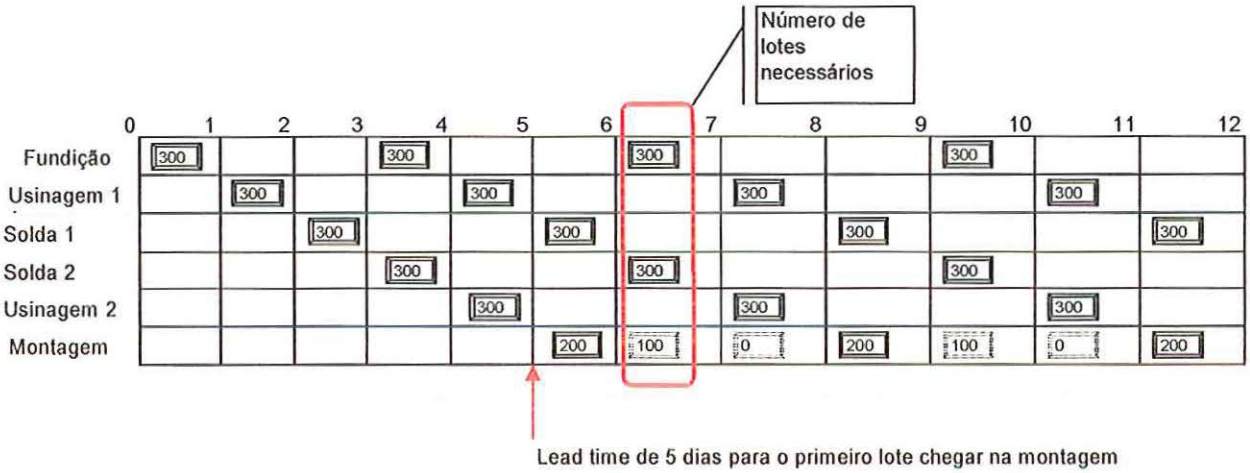


Figura 3.4 Simulação do número de lotes em processo na cadeia de valor

A figura 3.4 apresenta um processo de fabricação composto pelas seguintes operações: fundição, usinagem 1, solda 1, solda 2, usinagem 2 e montagem. Considerando um TPT de 3 dias e que cada operação tem um *lead time* de 1 dia, pode-se concluir que:

$$Número de lotes = \frac{Leadtime total}{2} \text{ (Arredondamento para cima)}$$

$$Número de contenedores = número de lotes + 1 \text{ (processos estão distantes)}$$

$$Número de contenedores = número de lotes \text{ (processos estão próximos)}$$

O número de contêineres deve ser maior do que o número de lotes necessários quando existe uma distância física grande entre os diferentes centros produtores. Esta necessidade existe porque um contêiner necessita estar em trânsito devido ao tempo de

movimentação. Por exemplo, considerando na figura 3.7 que cada processo é desenvolvido em uma empresa diferente, deve existir um contêiner a mais de peças devido ao tempo envolvido com transporte de contêineres.

3.2.8 Treinamento

O sistema *kanban* depende diretamente das pessoas que trabalham com ele. A implantação desse sistema só tem sucesso quando operadores e gerentes se predispõem a fazer o sistema funcionar de forma adequada. Para que haja um sinergia é necessário realizar treinamentos. Esses irão fornecer o embasamento necessário para aqueles que irão trabalhar no dia a dia com o sistema implantado.

3.2.9 Sistema de Medição de Desempenho

Após as fases de concepção, treinamento e implantação, o novo sistema necessita ser monitorado. Para isso, deve-se fazer medições de desempenho nos locais onde o kanban foi implantado. Algumas medidas de desempenho que podem ser utilizadas são:

- Paradas na linha por falta de peças: deve-se analisar qual o número de paradas na linha antes e depois da implantação do novo sistema.

- Giro de estoques: o aumento no giro de estoques é uma importante medida, pois quanto maior o giro de estoques menos capital parado (nos estoques) a empresa necessita manter.

Essas são algumas medidas de desempenho sugeridas. As medidas de desempenho serão desenvolvidas em cada caso. O mais importante é que o processo seja avaliado antes e depois da implantação do novo sistema.

3.3 Visão Geral do Método Considerando os Pré-Requisitos

Finalizando, a figura 3.5 mostra o método de implantação do sistema kanban com base nos conceitos da Produção Enxuta. Esse método foi aplicado numa empresa do setor agroindustrial. Sua aplicação como os resultados obtidos serão mostrados no próximo capítulo.

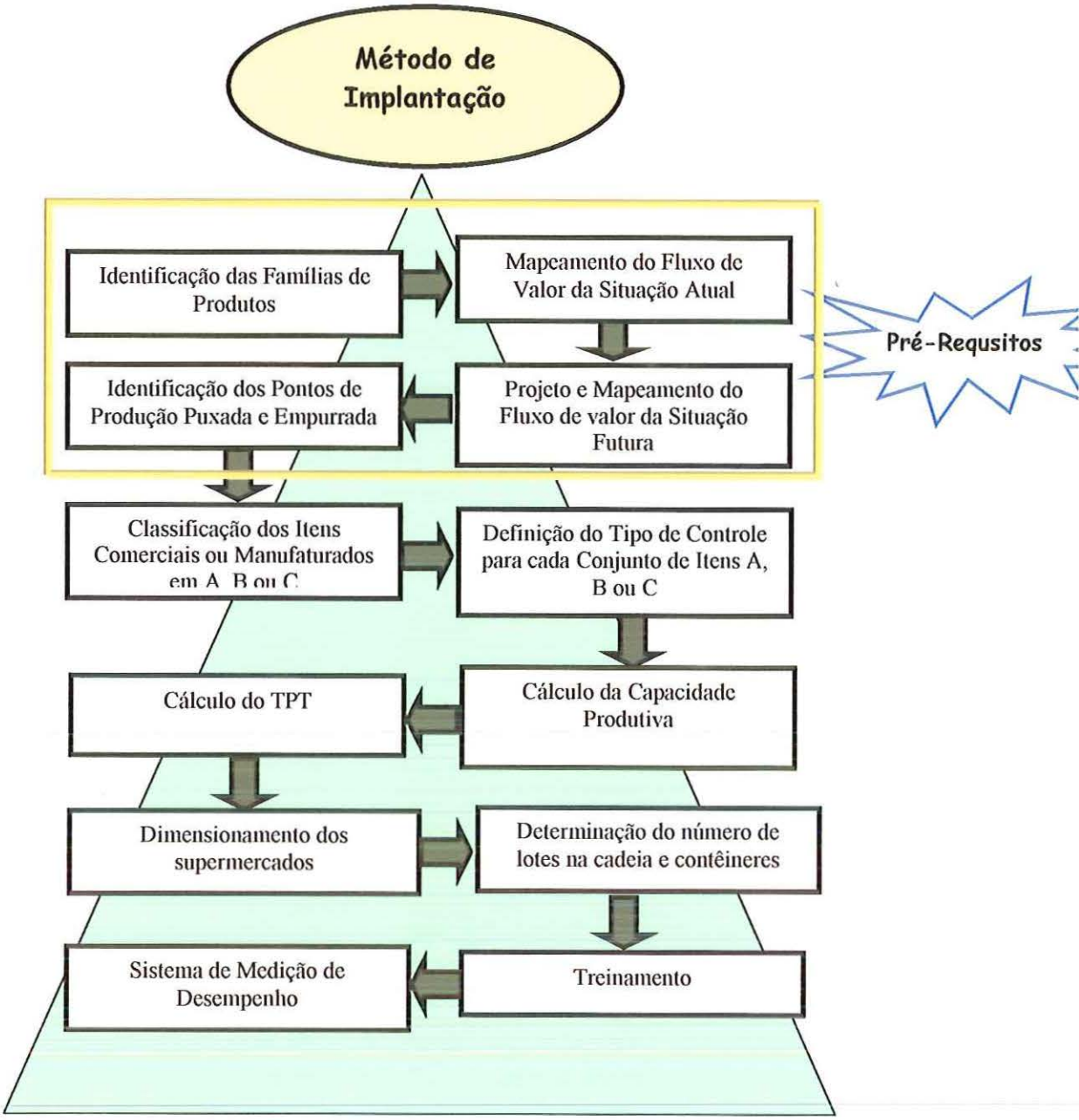


Figura 3.5 Método completo de implantação de sistemas kanban

CAPÍTULO 4

4. Estudo de Caso

Neste capítulo, será apresentada a aplicação do método desenvolvido em um caso prático em uma empresa do setor agroindustrial. Inicialmente, será feita uma breve descrição da empresa e de seus produtos para posterior apresentação da implementação do sistema kanban realizada.

4.1 Apresentação da Empresa

A aplicação prática do método foi efetuada em uma empresa pertencete ao setor agroindustrial, com sua produção voltada principalmente ao plantio direto. A empresa tem como características:

- Alta sazonalidade: sua demanda e, conseqüentemente produção, concentram-se nos meses de setembro e outubro. Essa característica gera inúmeros problemas, como necessidade de contratação de mão-de-obra temporária, desbalanceamento dos lotes de produção e compra, entre outros;

- Produção voltada para o mercado interno: Mais de 90% do faturamento atual da empresa advém de produtos voltados ao mercado interno. Existe um esforço em tentar aumentar a contribuição das exportações no faturamento. Essa é uma forma também de eliminar a sazonalidade, problema que será descrito em detalhes mais à frente;

- Terceirização de parte de suas operações: característica que tem proporcionado grandes problemas com transporte, altos *lead times*, falta de capacidade dos fornecedores, etc.

A empresa divide seus produtos em 9 seguimentos de mercado. Estes segmentos são:

- Segmento de plantadoras adubadoras.

- Segmento de distribuidores de fertilizantes.

- Segmento de colheitadoras.

- Segmento de semeadoras.
- Segmento trato pecuário.
- Segmento picadores desintegradores.
- Segmento adubadores e cultivadores.
- Segmento equipamentos de transporte.
- Segmento roçadeiras.

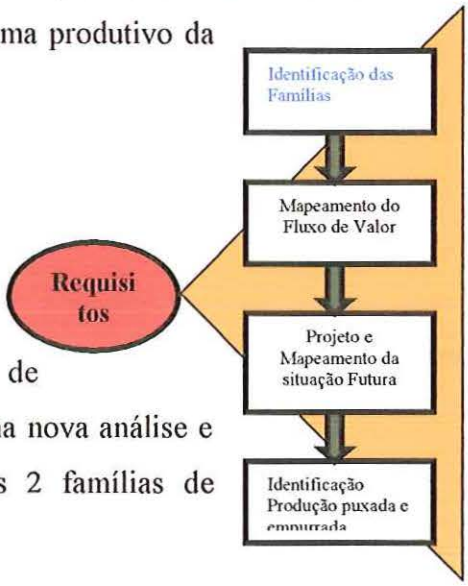
Entre esses segmentos de mercado, o segmento plantio é o que representa maior retorno financeiro. A figura 4.1 a seguir apresenta algumas das máquinas desse segmento.

Figura 4.1 Máquinas do segmento plantio

A seguir, será apresentada a aplicação do método proposto na empresa em questão. Vale destacar que a empresa já possuía um sistema *kanban*, o qual não operava adequadamente. O trabalho, então, consistiu na aplicação do método desenvolvido visando melhorar o sistema *kanban* já existente.

4.2 Os requisitos necessários à implantação do sistema *kanban*

Como apresentado no capítulo 3, antes de iniciar a implantação do sistema *kanban* é necessário atingir alguns pré-requisitos. A preparação do sistema produtivo da empresa para aplicação do método é apresentada a seguir.



4.2.1 Etapa 1: Identificação das famílias de produtos

Nesta etapa inicial do trabalho foram definidas, entre o universo de produtos existentes, quais famílias seriam inicialmente focadas. Primeiramente, com base no índice de faturamento, foi escolhido o segmento de plantio. Fazendo uma nova análise e seleção dentro do segmento de plantio foram selecionadas 2 famílias de produtos, como mostrado na figura 4.2.

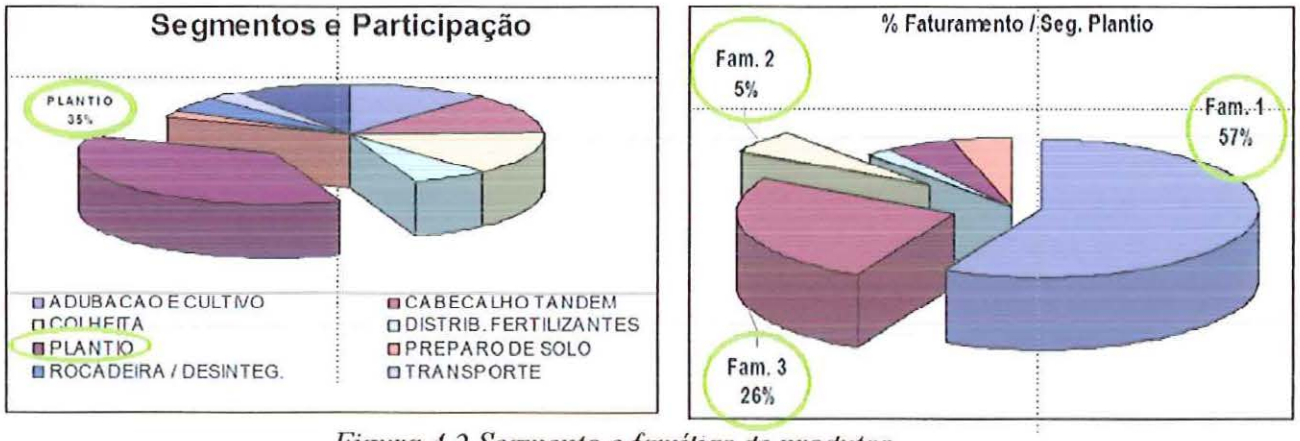


Figura 4.2 Segmento e famílias de produtos

Essas famílias de produtos foram compostas levando-se em consideração, além do faturamento, semelhanças físicas e de processos. A tabela 4.1 a seguir detalha os produtos pertencentes a cada família.

Modelos	Família	Faturamento
JM 2880/2980 PD 8 à 21 Linhas	Família 1	57%
JM 7080/7090 PD 10 à 21 Linhas	Família 3	26%
JM 2580/ 2680 PD	Família 2	5%
JM 2611 - 2624 CR	Família 4	2%
JM 2040 - 2090	Família 5	5%
ENTER	Família 6	5%

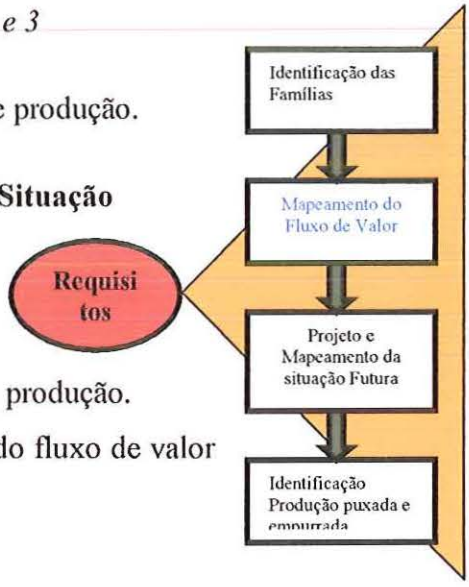
Tabela 4.1 Descrição dos produtos de cada família

As famílias selecionadas para iniciar o trabalho foram as famílias 1, 3. Essas, devido à sua maior expressividade no retorno financeiro, fez com que o sistema *kanban* implantado resultasse em um grande retorno, como será apresentado mais adiante. A figura 4.3 mostra um exemplo de produto das famílias 1 e 3

família 1 (JM2980) *família 3 (JM 7090)*

Figura 4.3 Exemplo de produtos das famílias 1 e 3

A próxima etapa foi a identificação e análise do fluxo de produção.



4.2.2 Etapa 2: Mapeamento e Análise do Fluxo de Valor da Situação Atual

Após a etapa de seleção das famílias de produtos a serem trabalhadas, passou-se à fase de análise do fluxo de produção. Como ferramenta de análise de processo foi utilizado o mapa do fluxo de valor (ferramenta já detalhada em seções anteriores desse trabalho).

Devido ao grande número de itens que compunham as máquinas, um mapeamento por peças tornou-se inviável. O mapa do fluxo de valor da situação inicial ficou muito grande e difícil de ser analisado. Para contornar esse problema, foi realizado um mapeamento por conjunto. Um mapa do fluxo de valor foi gerado para os principais conjuntos que compunham os produtos de cada família. A figura 4.4 mostra uma estrutura geral dos conjuntos que compõe os produtos da família 1 e 3.

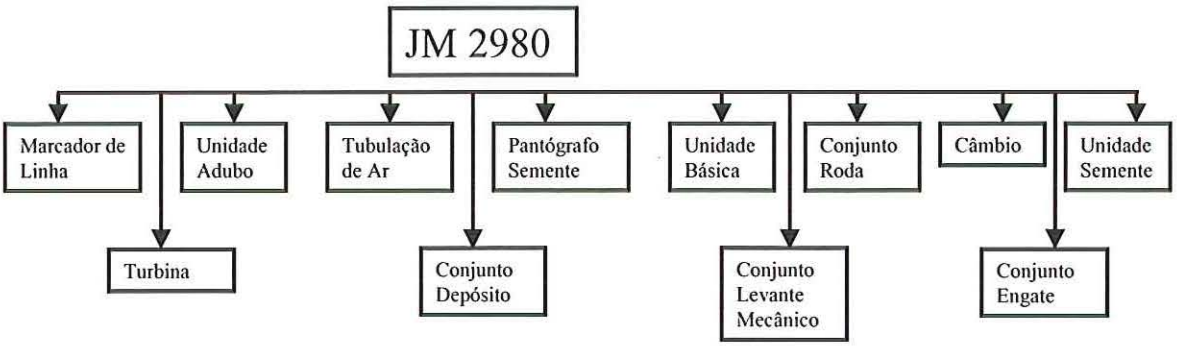


Figura 4.4 Estrutura do produto

A figura 4.5 apresenta um mapa esquemático do fluxo de valor da empresa. Este não contém caixas de dados e as atividades e o fluxo de informação estão simplificados. No mapa pode-se identificar os vários pontos de estoque entre os estágios de produção (Solda do Chassi - Montagem da Unidade - Pintura e acabamento - Montagem Final - Expedição). Além disso, existe um transporte muito grande de peças entre fornecedores e empresa. Cabe ressaltar, que a empresa é formada por duas plantas fabris separadas fisicamente.

Numa segunda análise pode-se destacar o *lead time* de 21 dias de produção. Como a empresa tem uma demanda sazonal e essa tem de ser atendida sem atrasos significativos, porque o período de plantio é um período de poucas semanas, esse *lead time* é muito alto. Para que a demanda fosse suprida era necessário que a empresa mantivesse altos volume de estoques tanto em processo como de máquinas prontas. Duas características importantes identificadas são destacadas a seguir.

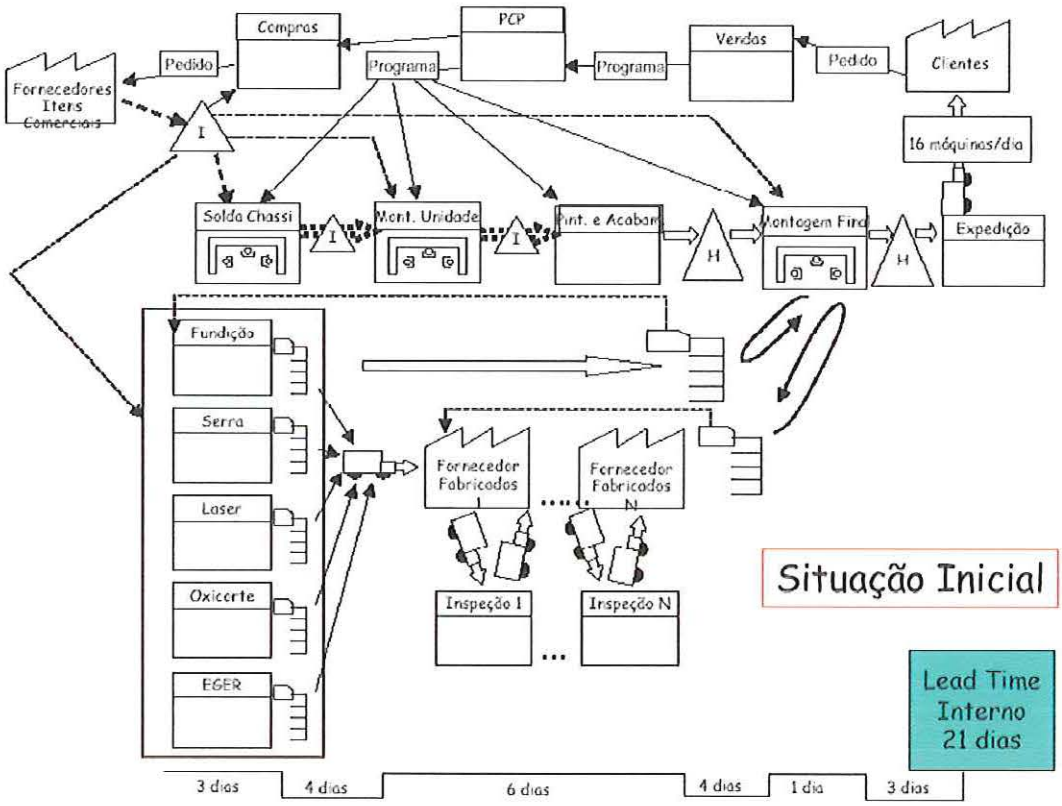


Figura 4.5 Mapa esquemático do fluxo de valor da situação atual

4.2.2.1 Terceirização por operações e excesso de transporte

Devido a uma tendência interna de redução de custos fixos com máquinas e mão-de-obra, a empresa optou por terceirizar parte de sua produção. Embora tenha ocorrido uma redução dos custos fixos, esta passou a enfrentar muitos outros problemas. Estes se devem ao fato da empresa ter terceirizado operações e não conjuntos. Uma das seqüelas mais sentidas e visíveis, deixadas pela terceirização, é o transporte excessivo em toda cadeia de suprimentos. A figura 4.6 mostra o transporte entre a empresa e seus fornecedores. Esse transporte excessivo foi chamado de "ping pong".

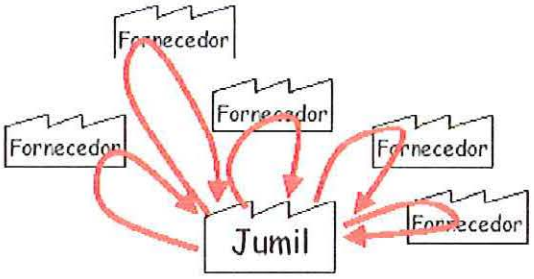


Figura 4.6 Transporte entre empresa e fornecedores

Um outro fator que contribuiu para o aumento do transporte foi o processo de inspeção de operações. Devido ao fato dos fornecedores não possuírem uma estrutura adequada, o processo de inspeção das operações realizadas por cada fornecedor era feito na própria Jumil.

Esse excesso de transporte impactou diretamente na quantidade de materiais em processo. Era necessário manter um grande volume de itens dentro da cadeia produtiva para conseguir abastecer a linha de produção. Além disso, o controle de material tornou-se muito difícil. Muitos problemas surgiram, sendo o principal deles a falta de peças na linha de montagem, parando a produção de máquinas.

4.2.2.2 Gargalo na Montagem Final

A demanda de produção da empresa para o período de "pico de produção" era de 20 máquinas por dia. Considerando que o tempo disponível de trabalho era de 15 horas por dia, calculando-se o *takt time*, tem-se:

$$takttime = \frac{tempodeproduçãodisponívelpordia}{demandadoclientepordia}$$

$$takttime = \frac{15horas * 60\min utos}{20máquinas} = 45\min/máquina$$

O problema é que o setor de montagem final não tinha capacidade para produzir dentro desse *takt time*. O tempo de montagem de máquinas era superior a sessenta minutos. Isso gerava a necessidade de produzir com antecedência, gerando estoques, como forma de atender à demanda.

Em resumo, a figura 4.7 mostra os principais problemas identificados em cada setor da empresa, os quais limitavam sua capacidade de resposta ao cliente.

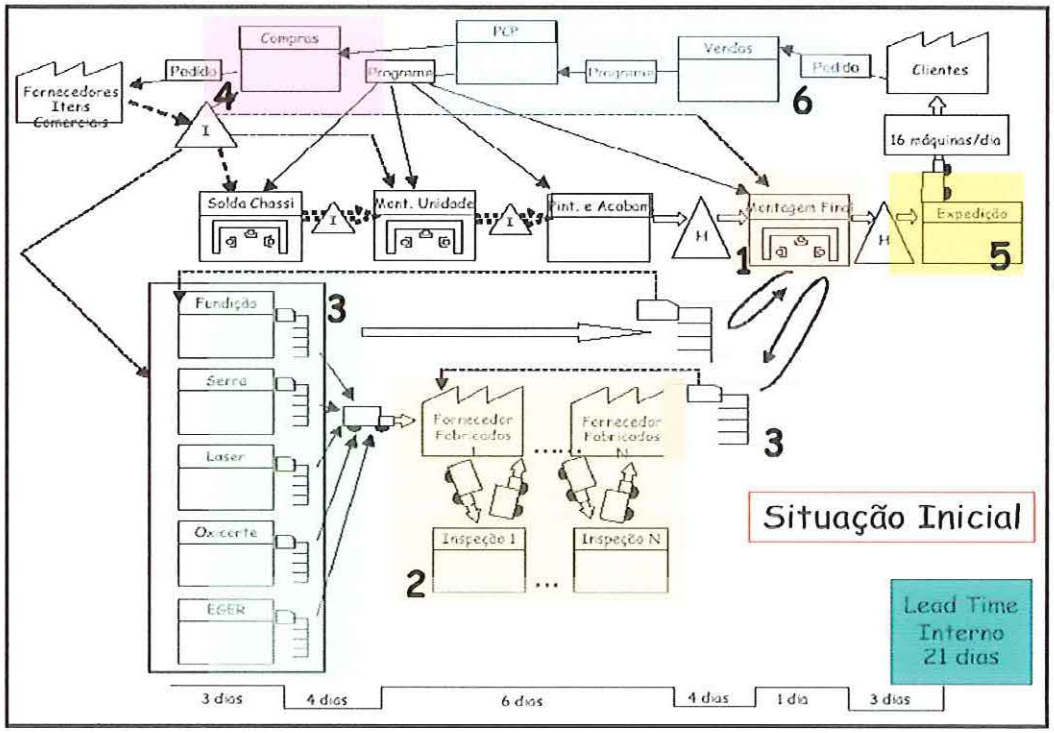


Figura 4.7 Áreas a serem melhoradas

Abaixo os principais problemas identificados através do Mapa do Fluxo de Valor:

1) Principais problemas da Montagem 4

- Falta endêmica de peças;
- *Layout* inadequado;
- Movimentação excessiva de operadores (peças distantes dos locais de consumo, gerando a necessidade dos montadores se deslocarem para conseguir montar as máquinas);
- Falta de padronização de trabalho;

2) Principais problemas causadores da ineficiência do sistema *kanban*

- Falta de flexibilidade do sistema para acompanhar as variações de demanda;
- Grande volume de estoques;

3) Principais problemas relativos aos fornecedores

- Terceirização de operações;
- Inspeção centralizada;

- *Lead time* muito elevado devido ao transporte excessivo de cada peça;
- Fornecedores mal equipados para transporte das peças;

4) Principais problemas relativos ao itens comerciais

- Tratamento genérico para a compra de itens A,B e C;
- Falta de procedimento de *follow-up* de compras;
- Prazos de entregas de fornecedores externos não-consistentes;

5) Principais problemas de Expedição

- *Layout* inadequado para embalagem de componentes;
- Gargalo para os picos de demanda;
- Rampa de carregamento insuficiente;
- Carregamento de máquinas em local inapropriado;
- Excesso de produto acabado aguardando carregamento;

6) Principais problemas de Fluxo de Informação

- Problemas no fluxo de informação entre os setores comercial, PCP, suprimentos, engenharia e produção;
- Programação de máquinas desbalanceada;

Os mapas a seguir (figuras 4.8a e b) , mostram os principais problemas identificados e a sua localização no mapa do fluxo de valor. Alguns problemas como número insuficiente de contêineres, layout inadequado da montagem, terceirização de operações, entre outros, afetam de forma direta no projeto, e em particular, no dimensionamento dos lotes de *kanban*.

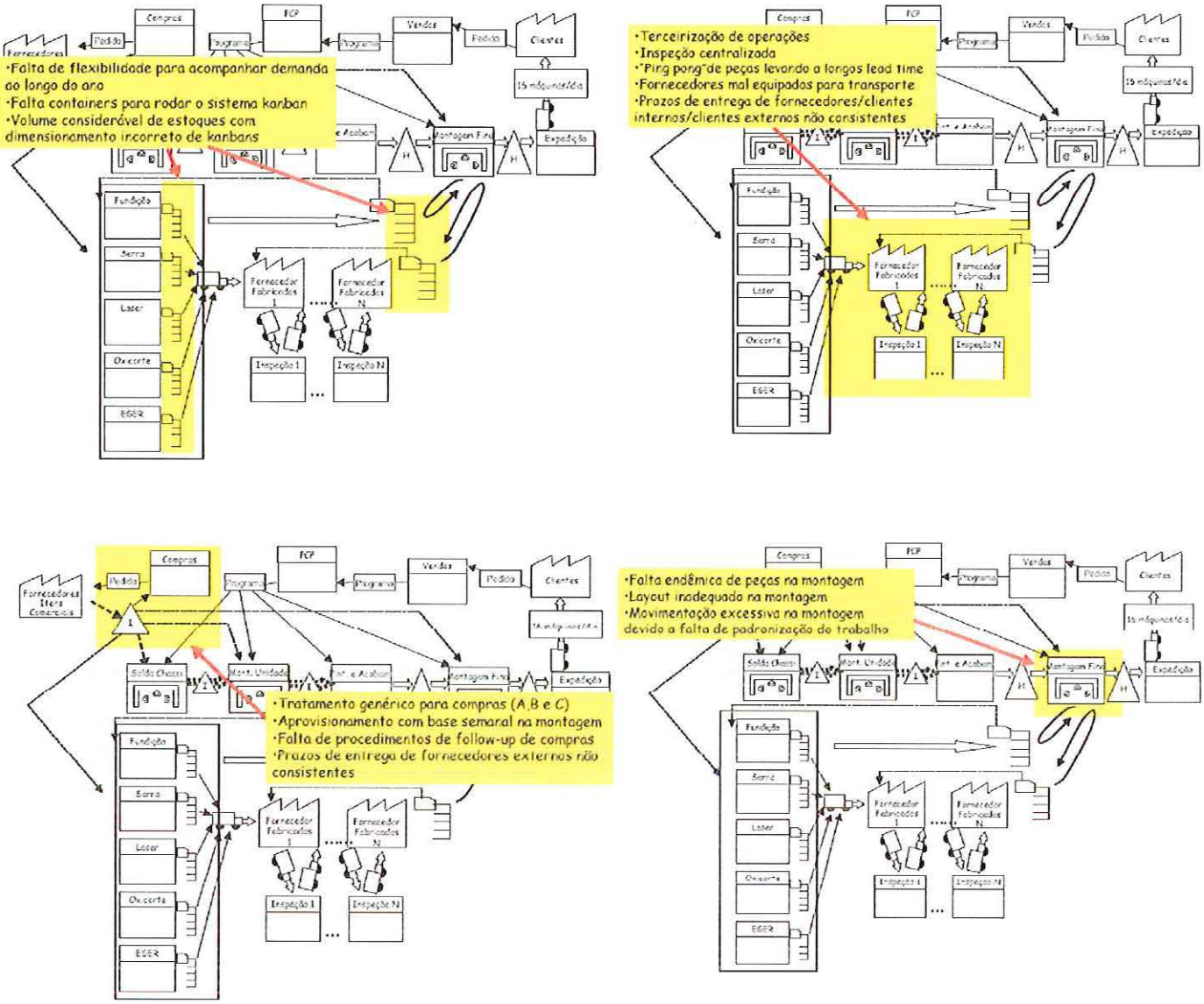


Figura 4.8 a Mapas do fluxo de valor com os problemas identificados

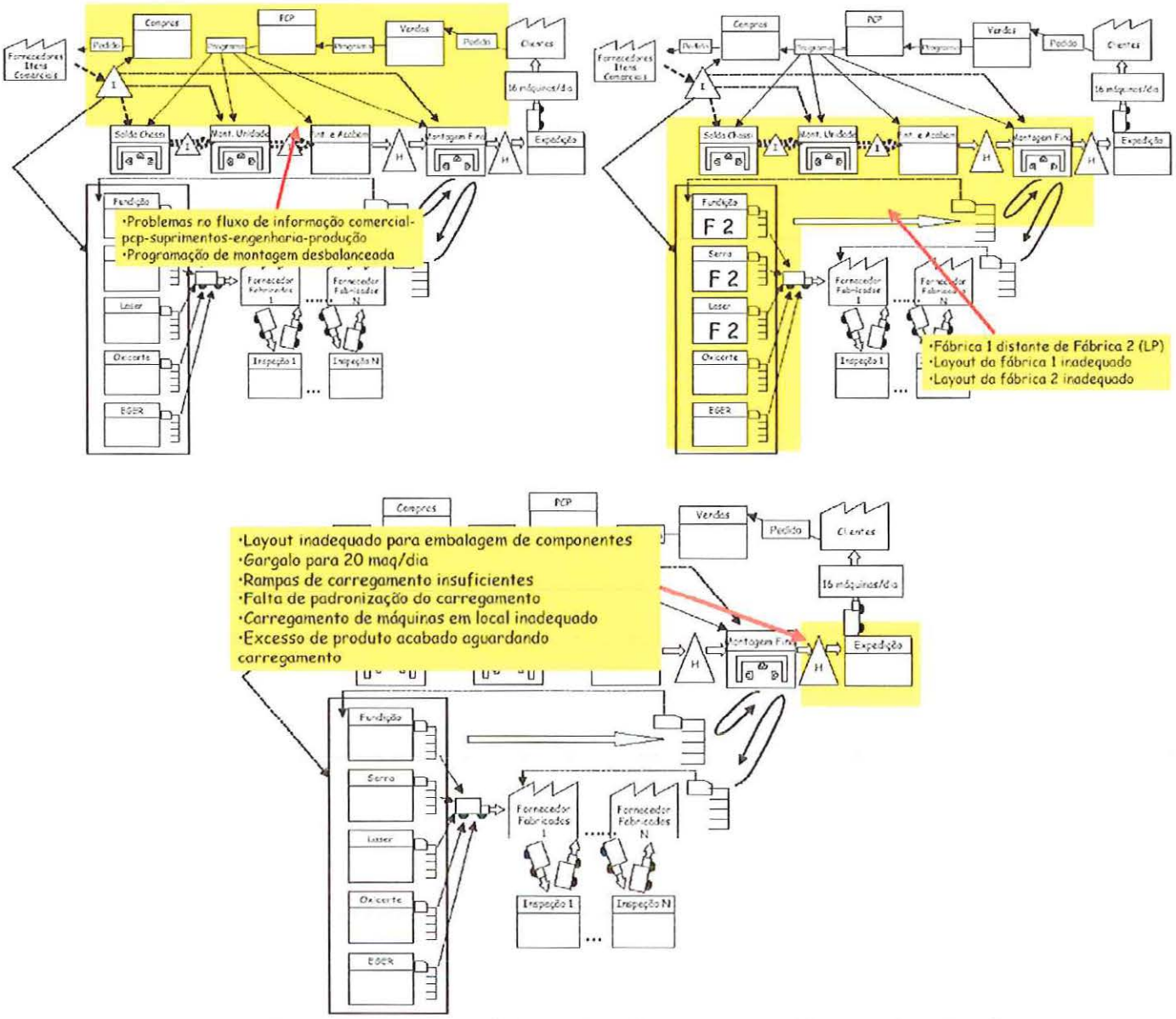
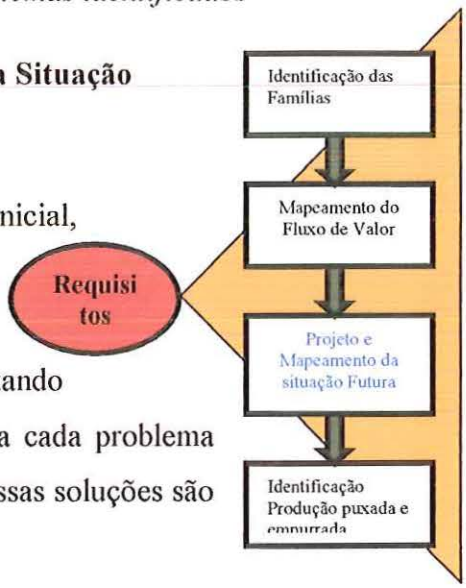


Figura 4.8 b Mapas do fluxo de valor com os problemas identificados

4.2.3 Etapa 3. Projeto e Mapeamento do Fluxo de Valor da Situação Futura



Após a construção e análise do mapa da situação inicial, passou-se à etapa de projeto da situação futura. Com base nos conceitos apresentados nos capítulos anteriores, foi gerado um mapa do fluxo de valor do estado futuro minimizando os desperdícios e eliminando os problemas detectados. Para cada problema identificado foi proposto uma ou um conjunto de soluções. Essas soluções são apresentadas a seguir.

- Soluções apresentadas para a montagem 4: projeto de um novo *layout* de montagem; inserção de quadro de programação de montagem; seqüenciamento de entrada de máquinas na linha, etc.

- Soluções apresentadas à ineficiência do sistema *kanban*: reprojeto do sistema *kanban* (inserção de sistema *kanban* de 2 cartões em alguns pontos); redimensionamento dos lotes de produção e compra; treinamento de funcionários.

- Soluções apresentadas ao atraso na entrega dos fornecedores: inserção de um sistema *milk run* para os principais fornecedores; redimensionamento dos lotes de transporte; cálculo da capacidade dos fornecedores; entrega aos fornecedores da previsão de produção; inspeção no próprio fornecedor.

- Soluções propostas para os itens comerciais: adoção de políticas de controle diferentes para itens A,B e C; realização de *follow-up*, entre outras medidas.

- Soluções propostas para a expedição: construção de uma nova rampa de embarque; reorganização do *layout* dos setores de embalagem; etc.

- Soluções propostas para o fluxo de informação: implantação de política de aumento de exportações para balancear a demanda em épocas de baixa; treinamento dos funcionários do comercial para não desbalancearem a linha com pedidos de máquinas muito diferentes, etc.

Essas foram algumas das medidas adotadas, com base no mapa do fluxo de valor, na melhoria do sistema produtivo. Como o foco deste trabalho é a implantação do sistema *kanban*, as atividades realizadas, que não fizeram parte do projeto do sistema *kanban*, não serão detalhadas. A figura 4.9 mostra o mapa da situação futura projetado. Diferentemente da situação inicial, existe um fluxo contínuo entre (Solda do Chassi - Montagem da Unidade e Pintura Acabamento). Existe também uma redução da movimentação entre fornecedores e a empresa. Além disso, existe uma redução do *lead time* de produção em mais de 50%, de 21 para 10 dias.

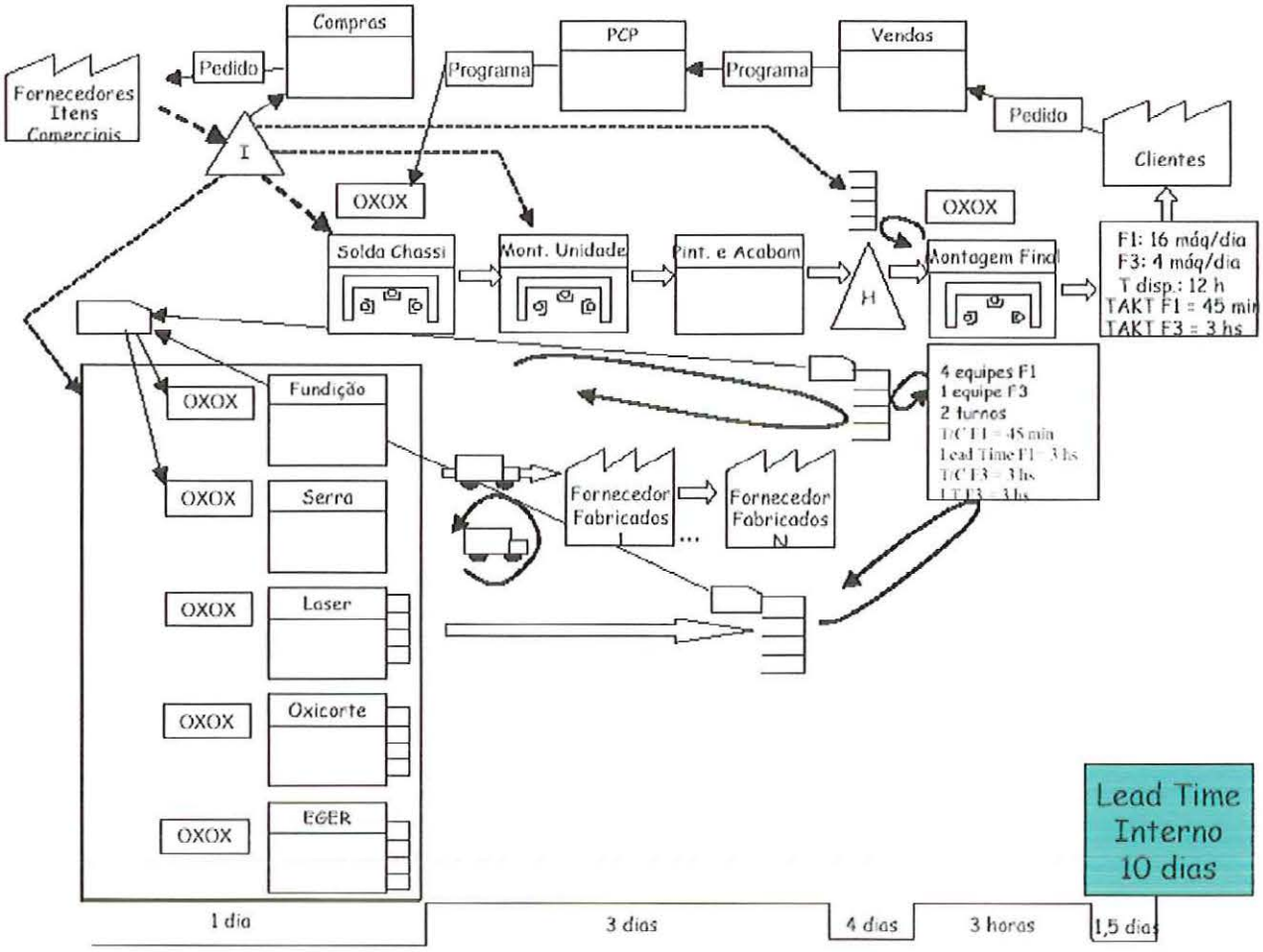
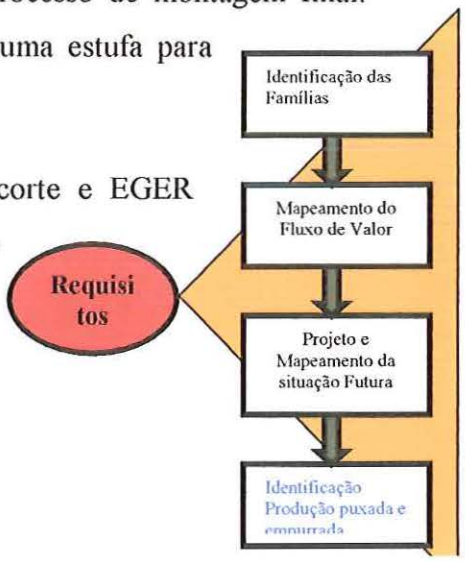


Figura 4.9 Mapa do fluxo de valor da situação futura

4.2.4 Etapa 4. Identificação dos pontos de produção puxada e empurrada

Observando o mapa da situação futura projetada é fácil identificar os pontos de produção puxada e de fluxo contínuo. A seqüência de operações: Solda Chassi-Montagem da Unidade - Pintura e Acabamento -Montagem Final - Expedição, foram colocadas em fluxo contínuo. Devido ao tempo de secagem da pintura ser elevado um estoque de máquinas pintadas é necessário existir entre a pintura e o processo de montagem final. Futuramente este estoque será eliminado com a inserção de uma estufa para secagem após a pintura.

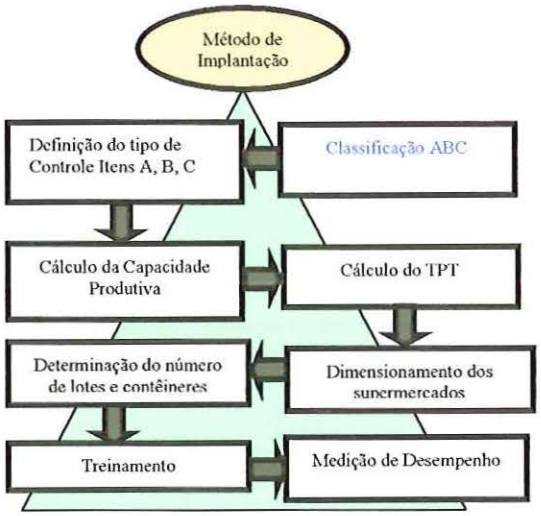
Os setores de Laser (corte de chapas a laser), Oxicorte e EGER (Estamparia Geral) permanecem como sistemas puxados de produção. Os setores de Fundição e Serras permanecem como



um sistema puxado mas produzindo de acordo com um TPT. O cálculo do TPT e dimensionamento dos lotes serão apresentados mais à frente.

4.3 Aplicação do Método

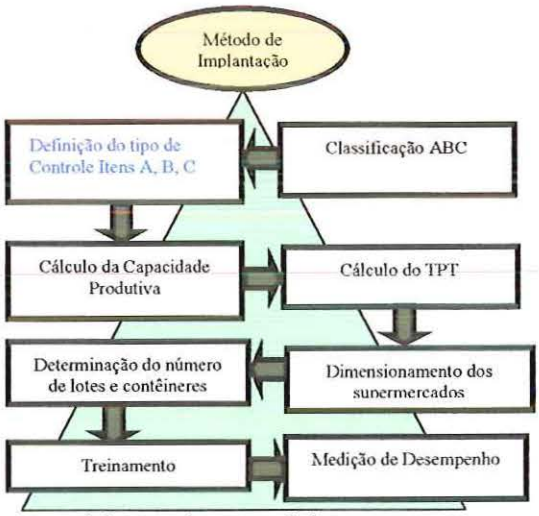
4.3.1 Etapa 5. Classificação dos itens comerciais e manufaturados em ABC.



Quanto aos itens comerciais a empresa já possuía uma classificação ABC. O que não se fazia era uma distinção de tipos de sistemas de controles. Utilizavam-se os mesmos critérios para itens A, B ou C.

Para os itens manufaturados por terceiros, denominados de ISE (Industrializado Sob Encomenda), devido ao grande valor agregado e aos atrasos no fornecimento, advindos muitas vezes da falta de estrutura dos fornecedores, foi adotada uma política de controle acurado. A empresa já possuía um sistema *kanban* para controle desses itens. A preocupação principal girou em torno do dimensionamento correto dos lotes de produção e movimentação para os terceiros.

4.3.2 Etapa 6 - Definição do Sistema de Controle



A próxima atividade realizada foi a definição de quais sistemas de controle seriam utilizados com base na classificação ABC. Para os itens comerciais (Setor de Almoxarifado) foi adotado o seguinte critério:

<u>Itens classe A e B:</u> inicialmente foi proposto manter o mesmo sistema computacional de controle. Com base nas baixas lançadas no sistema são feitas novas requisições de materiais.

Esses itens demandavam muitas paradas na linha de produção. Um levantamento sobre as causas raízes da falta desses nas montagens mostrou que:

1. A compra desses itens tem de ser aprovada e liberada por pessoas do PCP. Muitas vezes, devido ao volume ser elevado, os responsáveis pela liberação dos itens para compra não conseguiam realizar essas operações em tempo hábil;

2. Existe um atraso por parte dos fornecedores no momento de entrega desses itens.

Com base na identificação desses problemas, duas medidas foram tomadas. A primeira foi a permissão de que mais um funcionário do PCP pudesse liberar as ordens de compra. Com isso, reduziu-se o número de pedidos de compras em atraso que não eram liberados a tempo pelo PCP. A segunda medida, com relação ao atraso dos fornecedores, foi fazer um *follow-up* constante. O departamento de suprimentos passou a verificar constantemente o status de cada pedido realizado. Com isso, os atrasos em potencial passaram a ser detectados antes de acontecer e medidas corretivas passaram a ser tomadas. A figura 4.10 mostra a seqüência inicial utilizada na requisição de itens comerciais.

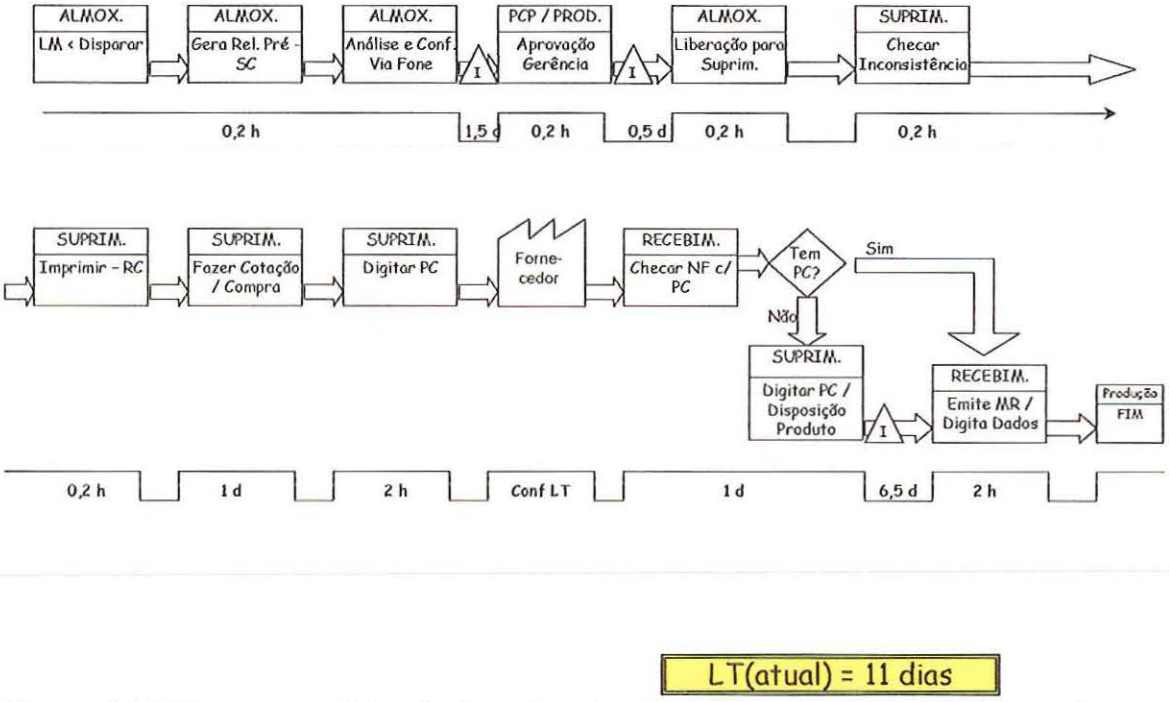


Figura 4.10 Mapa esquemático do fluxo de valor da situação inicial no suprimento de peças

Itens classe C: Para esses, a medida tomada foi dobrar o tamanho dos lotes mantendo o mesmo *lead time*. Como o valor desses itens é muito baixo e as paradas na linha de montagem, causadas por eles, tem um custo muito elevado para a empresa, a primeira medida adotada foi duplicar os lotes de compras. Foi proposta, inicialmente, a criação de um *kanban* de sinal. Como a medida de duplicação de lotes praticamente eliminou as paradas na linha de montagem, por falta de itens classe C, a implantação de um sistema kanban de sinal foi postergada para uma etapa futura.

De forma semelhante aos itens A e B, esses também necessitavam de aprovação para serem comprados. Foi feita uma alteração no sistema permitindo que os itens classe C passassem direto, e não sofresse nenhuma restrição ou requeresse nenhuma necessidade de aprovação de funcionários do PCP. Essa medida eliminou os atrasos no fornecimento devido à não liberação de ordens de compra por parte do departamento de Suprimentos.

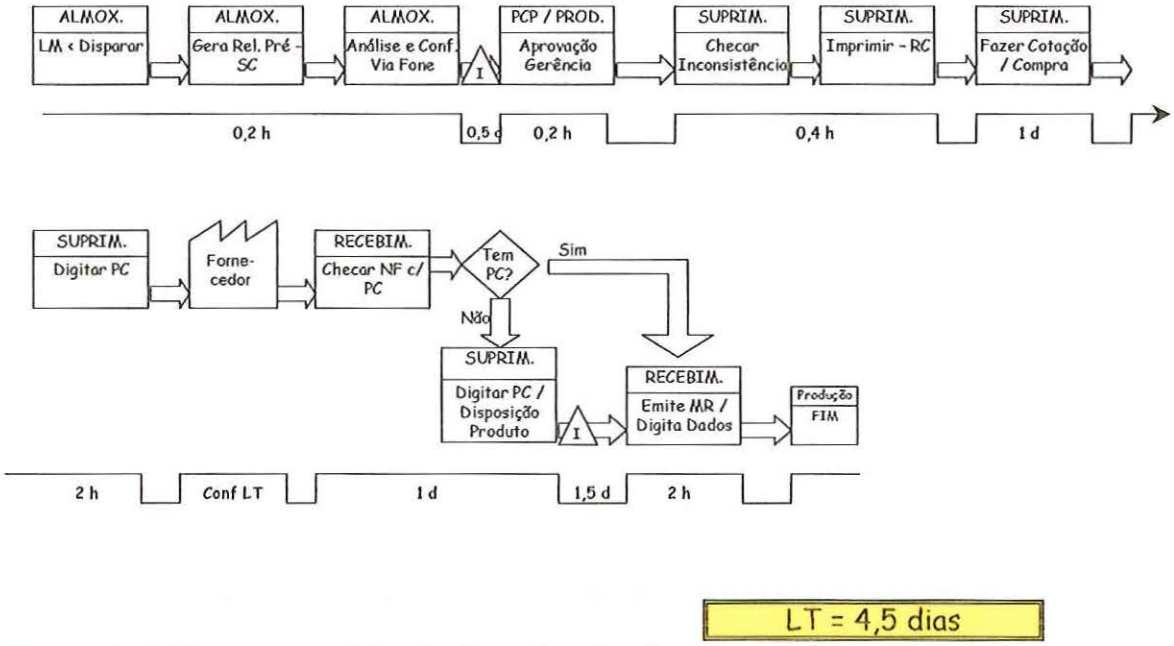


Figura 4.11 Mapa esquemático do fluxo de valor da situação futura no suprimento de peças

Comparando os dois mapas de fluxos de valores (figuras 4.10 e 4.11), as medidas adotadas que impactaram na redução do lead time foram:

- Estabelecimento de horário diário para aprovação;
- Eliminação da necessidade de aprovação pelo almoxarifado após aprovação pelo PCP;
- Preparação de contratos com os fornecedores evitando a necessidade de realizar cotações toda vez que for necessário realizar uma compra;
- Redução do prazo de aprovação do PCP de 1,5 dias para 0,5 dias;
- Reduzir tempos para acertos das PCs (Pedidos de Compras) de 6,5 dias para 1,5 dias;
- Adotar um sistema de medição de desempenho;

Todas as ações tomadas tiveram como impacto a redução do *lead time* e diminuição do número de paradas na linha final de montagem. A figura 4.12 mostra a evolução das paradas na linha de montagem ao longo do tempo.

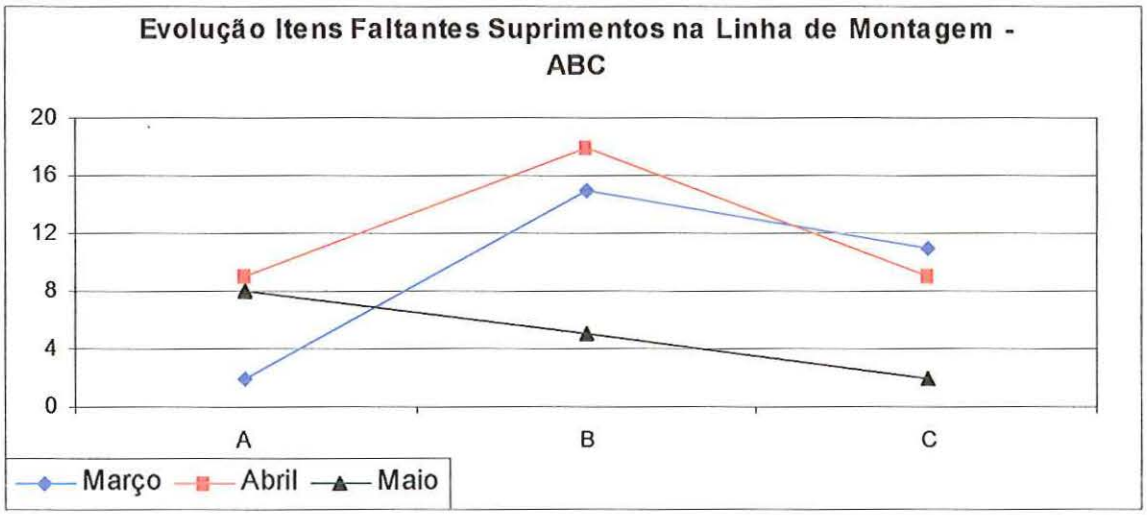
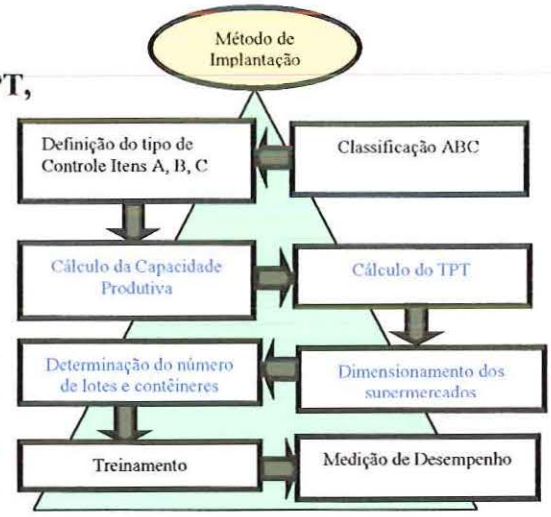


Figura 4.12 Evolução das paradas na linha final de montagem em função de itens comerciais faltantes

Quanto aos itens manufaturados em terceiros, a empresa já possuía um sistema kanban para controle. Esse sistema foi mantido pois é necessário ter um controle acurado. As medidas tomadas foram o redimensionamento dos lotes de produção nos setores de Fundição e Serras. Esses dois setores são os locais de origem dos itens que serão enviados a terceiros para serem processados. Particularmente, devido a atrasos na entrega, foi implantado um sistema *milk run* para melhorar a movimentação na cadeia de suprimentos, o qual será melhor detalhado adiante.

4.3.3 Etapa 7 - Cálculo da capacidade produtiva, TPT, tamanho do supermercado e número de lotes



Os setores de Fundição e Serras possuíam inicialmente um sistema *kanban* de 1 cartão para atendimento da demanda. Devido a algumas restrições esses não conseguiam absorver a demanda, de peças. Por isso, uma análise de capacidade foi efetuada para reestruturação do sistema *kanban* existente.

4.3.3.a - Apresentação dos setores de Serra e Fundição

A empresa possui duas plantas fabris separadas fisicamente. Em uma das plantas (Fábrica I) ficam alojados os processos de pré-montagens e a linha de montagem final. Na outra unidade (Fábrica II) encontram-se a Fundição e as Serras. Na fábrica II concentra-se todo o envio e recebimento de peças para terceiros. Além disso, esta é responsável pelo abastecimento da fábrica I.

Para controle dos itens foi implantado um sistema kanban de 2 cartões. A figura 4.13mostra a dinâmica inicial do sistema entre as duas fábricas e os fornecedores antes da reestruturação feita.

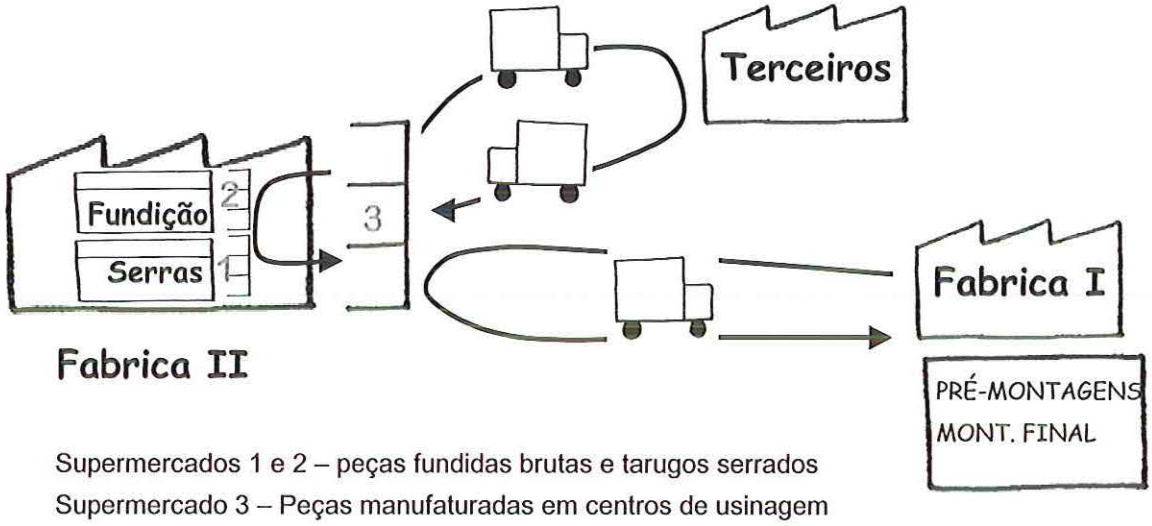


Figura 4.13 Dinâmica inicial do processo de envio de itens entre a fábrica I, fábrica II e terceiros

Inicialmente, antes da reestruturação do sistema kanban, a dinâmica de controle de materiais era:

Passo1: Existia um kanban de 2 cartões entre a fábrica I e a Fábrica II. De acordo com a necessidade da planta I itens eram enviados do supermercado de peças da fábrica II para a unidade I.

Passo 2: Quando o item era retirado do supermercado na unidade II, este era abastecido pela Fundição e pelo setor de Serras. Tanto a Fundição como as Serras mantinham um supermercado de peças prontas para atender o supermercado principal da fábrica II.

Biblioteca

Passo 3: De acordo com uma relação de necessidade de itens a Fábrica II enviava as peças para serem processadas nos terceiros.

Esse sistema inicial estava causando muitos atrasos no abastecimento da fábrica I e paradas na linha de produção. Portanto, uma nova dinâmica para controle de materiais foi desenvolvida e implantada. Esse novo sistema é apresentado na figura 4.14.

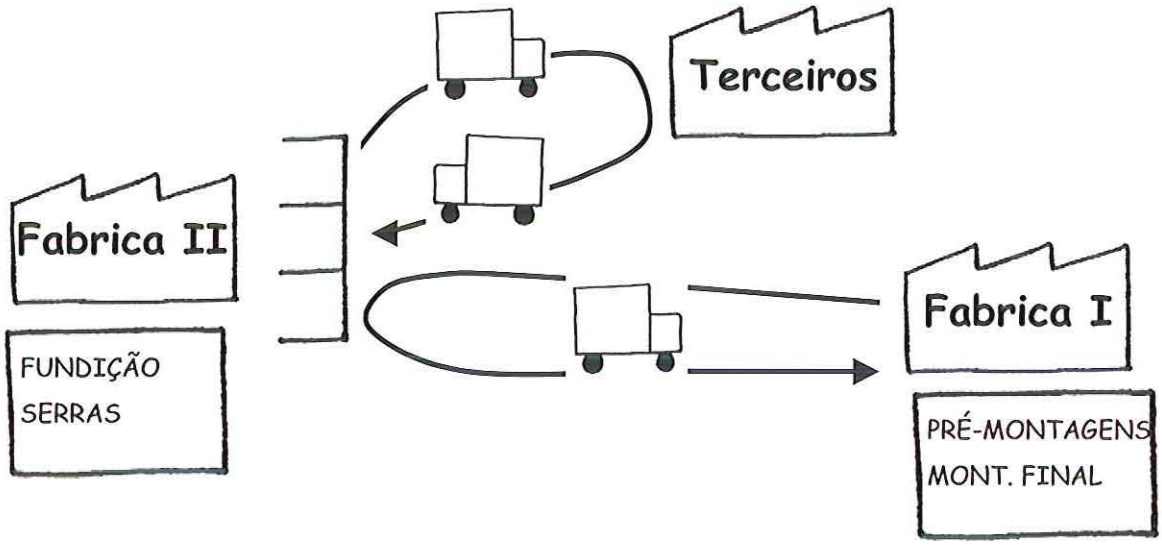


Figura 4.14 Nova dinâmica do sistema de controle e movimentação de materiais entre as unidades I e II e os fornecedores

No novo sistema implantado manteve-se o sistema *kanban* de 2 cartões entre as unidades fabris I e II. Foi feita também uma reavaliação no tamanho dos lotes de produção. Na fábrica II foram eliminados os *kanbans* de peças prontas da Fundição e das Serras. Esses setores passaram a produzir com base num TPT de três dias, que será melhor detalhado adiante. Com relação aos fornecedores, também foi programado um TPT de três dias. Todas essas alterações, análise de capacidade e determinação do TPT são melhores detalhadas a seguir.

4.3.3.b - Análise da capacidade produtiva da Fundição, TPT e dimensionamento de supermercados

O setor de Fundição não estava conseguindo suprir o supermercado principal de itens da fábrica II. As restrições do setor eram:

- Tamanho de peça: o tamanho da peça influencia na quantidade de material utilizado. Em um dia onde a demanda de peças grandes é muito alta, o forno não tem capacidade suficiente para fundir todo material necessário.

- Rebarbação: dependendo do *mix* de peças, o setor de rebarbação não tem capacidade para atender a demanda.

Além dessas restrições, o grande gargalo do setor era os machos[4] utilizados na moldagem das peças. Os machos não conseguiam ser feitos no mesmo dia em que a peça era fundida. Portanto, a produção sempre atrasava em virtude da falta desses para moldagem. Aumentar o número de horas trabalhadas, como forma de solução, não era viável porque o setor já trabalhava em 3 turnos na época de pico de demanda.

A primeira medida inicial foi inserir um sistema de *kanban* de 1 cartão para os machos críticos. Nem todos os tipos de machos foram postos no *kanban*, mas apenas aqueles com maior tempo de cura e confecção. Portanto, com um pequeno supermercado, pôde-se eliminar os atrasos de itens fundidos gerados pela falta de machos para moldagem de peças. Para dimensionar o tamanho dos lotes do *kanban* de "macharia" utilizou-se da seguinte relação:

lote de machos = quantidade de machos por peça x tamanho do lote das peças

A figura 4.15 mostra o quadro de *kanban* da macharia e um lote de machos armazenado no supermercado.

Quadro de kanban de "Machos" "Macho" aguardando em supermercado

Figura 4.15 quadro de cartões do kanban de macharia

[4] Macho: molde de areia utilizado para o vazamento de peças fundidas

O número de machos utilizado por peça pode variar. A figura 4.16 mostra uma peça e um dos respectivos machos utilizados na sua confecção.

Figura 4.16 Peça e machos utilizados na sua produção

Paralelamente à implantação do *kanban* de macharia, foi realizada uma análise da capacidade do setor de fundição. Com base na análise efetuada, foi proposto que a Fundição produzisse com base em um TPT de 3 dias. Com isso, eliminou-se o estoque de peças fundidas dentro do setor. Para análise da capacidade foram levadas em consideração três variáveis principais, tempo de moldagem, peso da peça e material da peça. A tabela 4.2 mostra a análise feita para o setor.

Código Fundidos	Código Usinados	Grupo	Máquina	Setup (min)	Operação (min)	Lote Médio TPT 3 dias	Descrição Oper.	Qtde 13 máq/mês	Máquinas	Tempo Setup por peça (Min)	Tempo Total Utilizado (Min)	Produzir dia	Nº Itens	Tempo / peça
427579	2735990	87	109	10	1,200	565	MOLDAR	4140	H10 e/ou S	0,018	5041,333	2	1	1,218
427639	2731992	87	109	10	1,300	437	MOLDAR (HU	3205	H20	0,023	4239,833	1	1	1,323
427300	2728541	87	109	10	0,900	650	MOLDAR	4571	H20 e Squ	0,015	4184,223	3	1	0,915
427630	2731995	87	109	10	1,300	282	MOLDAR	2070	H10 e/ou S	0,035	2764,333	1	1	1,335
427187	2731635	87	109	10	1,440	228	MOLDAR	1675	H20 e/ou H	0,044	2485,333	2	1	1,484
427022	2705401	86	108	10	2,570	124	MOLDAR	912	H10 e/ou S	0,080	2417,173	3	1	2,650
427396	2718314	87	109	10	0,720	383	MOLDAR (HU	2806	H20 e/ou H	0,026	2093,653	2	1	0,746
427518	2731785	87	109	10	0,160	1439	MOLDAR (HU	10550	H20	0,007	1761,333	3	1	0,167
427397	2718315	87	109	10	0,600	356	MOLDAR (HU	2608	H20	0,028	1638,133	2	1	0,628
427172	#N/D	87	109	10	0,720	282	MOLDAR	2070	H10 e/ou S	0,035	1563,733	3	1	0,755
427169	2731317	87	109	10	0,600	282	MOLDAR (HU	2070	H20	0,035	1315,333	1	1	0,635
427647	2731986	87	109	10	0,600	282	MOLDAR	2070	H10 e/ou S	0,035	1315,333	1	1	0,635
427426	2729633	87	109	10	1,030	155	MOLDAR	1135	H20 e/ou H	0,065	1242,383	3	1	1,095
427552	#N/D	87	109	10	1,440	103	MOLDAR	752	H10 e/ou S	0,098	1156,213	3	1	1,538
427592	2718988	87	109	10	1,200	119	MOLDAR	869	H10 e/ou S	0,084	1116,133	2	1	1,284
427555	#N/D	87	109	10	1,440	97	MOLDAR	713	H10 e/ou S	0,103	1100,053	1	1	1,543
427459	#N/D	86	108	10	8,000	17	MOLDAR	128	H10 e/ou S	0,573	1097,333	2	1	8,573
427537	2731511	87	109	10	0,240	565	MOLDAR	4140	H10 e/ou S	0,018	1066,933	3	1	0,258
427467	#N/D	87	109	10	1,440	91	MOLDAR	666	H20 e/ou H	0,110	1032,373	2	1	1,550
427334	801768	87	109	10	0,075	1542	MOLDAR	11309	H20	0,006	921,508	1	1	0,081
427553	#N/D	87	109	10	1,200	96	MOLDAR	704	H10 e/ou S	0,104	918,133	1	1	1,304
427256	2728688	87	109	10	0,400	282	MOLDAR	2068	H20 e/ou H	0,035	900,533	1	1	0,435
427644	2731976	87	109	10	0,120	924	MOLDAR	6776	H10 e/ou S	0,011	886,453	3	1	0,131
427399	2718658	87	109	10	0,600	183	MOLDAR (HU	1345	H20 e/ou H	0,055	880,333	3	1	0,655
427587	#N/D	87	109	10	0,150	724	MOLDAR (HU	5312	H20 e/ou H	0,014	870,133	2	1	0,164
432086	3240517	87	109	10	0,343	298	MOLDAR	2188	H10 e/ou S	0,034	823,817	3	1	0,377
427227	#N/D	87	109	10	0,200	492	MOLDAR	3607	H10 e/ou S	0,020	794,733	1	1	0,220
427250	2718205	87	109	10	0,600	164	MOLDAR (HU	1199	H20 e/ou H	0,061	792,733	3	1	0,661
427182	2731474	87	109	10	1,440	63	MOLDAR (HU	460	H20	0,159	735,733	2	1	1,599
427249	2728670	86	108	10	0,225	394	MOLDAR	2886	H10 e/ou S	0,025	722,683	2	1	0,250
427184	#N/D	87	109	10	0,840	99	MOLDAR	724	H10 e/ou S	0,101	681,493	2	1	0,941
427160	2718287	87	109	10	0,200	406	MOLDAR	2974	H20	0,025	668,133	1	1	0,225
427640	2738889	87	109	10	1,440	53	MOLDAR	392	H10 e/ou S	0,187	637,813	3	1	1,627
427041	2710106	87	109	10	0,257	298	MOLDAR	2188	H10 e/ou S	0,034	635,649	1	1	0,291
427183	2731475	87	109	10	1,440	53	MOLDAR (HU	390	H20	0,188	634,933	3	1	1,628
427166	2731404	87	109	10	0,240	282	MOLDAR	2070	H10 e/ou S	0,035	570,133	3	1	0,275
427381	2729686	87	109	10	0,171	394	MOLDAR (HU	2892	H20 e/ou H	0,025	567,865	2	1	0,196

Tabela 4.2 Análise da capacidade do setor de Serras e distribuição das peças TPT de 3 dias

Código Fundidos	Código Usinados	Grupo	Máquina	Setup (min)	Operação (min)	Lote Médio TPT 3 dias	Descrição Oper.	Qtde 13 máq/mês	Máquinas	Tempo Setup por peça (Mn)	Tempo Total Utilizado (Mn)	Produzir dia	Nº Itens	Tempo/ peça
427188	2731639	87	109	10	0,200	330	MOLDAR (HL	2423	H20	0,030	557,933	1	1	0,230
427121	2708105	87	109	10	0,150	431	MOLDAR	3162	H10 e/ou S	0,023	547,633	1	1	0,173
427084	2702702	86	108	10	2,000	32	MOLDAR	235	H10 e/ou S	0,312	543,333	3	1	2,312
427151	2731675	87	109	10	0,900	68	MOLDAR	499	H20	0,147	522,433	3	1	1,047
427152	2731676	87	109	10	0,900	68	MOLDAR (HL	499	H20	0,147	522,433	3	1	1,047
427613	2738580	87	109	10	0,720	79	MOLDAR (HL	581	H20 e/ou H	0,126	491,653	1	1	0,846
427393	2718311	87	109	10	0,600	94	MOLDAR	692	H10 e/ou S	0,106	488,533	2	1	0,706
427173	2731471	87	109	10	0,600	85	MOLDAR (HL	623	H20	0,118	447,133	3	1	0,718
427599	2731692	87	109	10	1,200	41	MOLDAR	302	H10 e/ou S	0,243	435,733	1	1	1,443
427600	2731693	87	109	10	1,200	41	MOLDAR	302	H10 e/ou S	0,243	435,733	1	1	1,443
427574	2731795	87	109	10	1,200	41	MOLDAR	302	H10 e/ou S	0,243	435,733	2	1	1,443
427598	2731796	87	109	10	1,200	41	MOLDAR	302	H10 e/ou S	0,243	435,733	1	1	1,443
427625	2738661	87	109	10	0,600	79	MOLDAR (HL	576	H20 e/ou H	0,127	418,933	1	1	0,727
427550	#N/D	87	109	10	0,240	192	MOLDAR (HL	1408	H20	0,052	411,253	1	1	0,292
427165	2731402	87	109	10	0,150	282	MOLDAR	2070	H10 e/ou S	0,035	383,833	3	1	0,185
427379	2729666	87	109	10	0,200	199	MOLDAR	1456	H10 e/ou S	0,050	364,533	2	1	0,250
427437	#N/D	87	109	10	0,185	212	MOLDAR (HL	1552	H20 e/ou H	0,047	360,453	2	1	0,232
427468	#N/D	87	109	10	0,400	93	MOLDAR (HL	679	H20 e/ou H	0,108	344,933	2	1	0,508
427614	2738652	87	109	10	0,450	81	MOLDAR	597	H10 e/ou S	0,123	341,983	2	1	0,573
427395	2718313	87	109	10	0,600	61	MOLDAR	444	H10 e/ou S	0,165	339,733	2	1	0,765
427453	2730481	87	109	10	0,300	121	MOLDAR	884	H10 e/ou S	0,063	338,533	3	1	0,383
427554	#N/D	87	109	10	0,086	419	MOLDAR (HL	3072	H20	0,024	337,525	2	1	0,110
427499	2718785	87	109	10	0,066	406	MOLDAR	2974	H10 e/ou S	0,025	329,097	3	1	0,111
427246	2728646	87	109	10	0,170	199	MOLDAR	1456	H10 e/ou S	0,050	320,853	1	1	0,220
427247	2728647	87	109	10	0,170	199	MOLDAR	1456	H10 e/ou S	0,050	320,853	1	1	0,220
427607	2738231	87	109	10	1,200	25	MOLDAR	182	H10 e/ou S	0,403	291,733	1	1	1,603
427610	2735999	87	109	10	0,360	81	MOLDAR (HL	597	H20 e/ou H	0,123	288,253	1	1	0,483
427428	2718814	87	109	10	0,150	195	MOLDAR	1430	H10 e/ou S	0,051	287,833	1	1	0,201
427443	2730325	87	109	10	0,257	113	MOLDAR	832	H10 e/ou S	0,088	287,157	2	1	0,345
427382	2729695	87	109	10	0,072	397	MOLDAR (HL	2912	H20 e/ou H	0,025	282,997	1	1	0,097
427440	2730136	87	109	10	0,267	106	MOLDAR	776	H10 e/ou S	0,095	280,525	1	1	0,362
427473	#N/D	87	109	10	0,600	46	MOLDAR	336	H10 e/ou S	0,218	274,933	3	1	0,818
427455	2730584	87	109	10	0,240	113	MOLDAR	830	H20	0,068	272,533	3	1	0,328
435115	3524126	87	109	10	0,600	44	MOLDAR	324	H10 e/ou S	0,226	267,733	2	1	0,826
427380	2729667	87	109	10	0,133	199	MOLDAR	1456	H10 e/ou S	0,050	266,981	1	1	0,183
427294	2728235	86	108	10	0,450	58	MOLDAR	426	H10 e/ou S	0,172	265,033	3	1	0,622
427400	#N/D	87	109	10	0,100	255	MOLDAR (HL	1871	H20 e/ou H	0,039	260,433	3	1	0,139
427403	2729829	87	109	10	0,225	107	MOLDAR	782	H20	0,094	249,283	3	1	0,319
427519	2731786	87	109	10	0,300	72	MOLDAR	531	H10 e/ou S	0,138	232,633	2	1	0,438
427602	#N/D	87	109	10	0,120	160	MOLDAR	1170	H10 e/ou S	0,063	213,733	1	1	0,183
427507	2730984	87	109	10	0,120	155	MOLDAR	1135	H10 e/ou S	0,065	209,533	3	1	0,185
427449	2730326	87	109	10	0,028	658	MOLDAR (HL	4824	H20	0,015	208,405	1	1	0,043
427442	2732168	87	109	10	0,300	57	MOLDAR	415	H10 e/ou S	0,177	197,833	2	1	0,477
427638	2738882	87	109	10	1,030	16	MOLDAR	120	H10 e/ou S	0,611	196,933	3	1	1,641
427003	2702903	86	108	10	0,510	32	MOLDAR	237	H10 e/ou S	0,309	194,203	1	1	0,819
427494	#N/D	87	109	10	0,100	155	MOLDAR	1135	H10 e/ou S	0,065	186,833	1	1	0,165
427506	2730983	87	109	10	0,200	72	MOLDAR (HL	531	H20	0,138	179,533	2	1	0,338
427634	#N/D	87	109	10	0,171	79	MOLDAR	576	H10 e/ou S	0,127	171,829	1	1	0,298
427641	2738890	87	109	10	1,440	9	MOLDAR	64	H10 e/ou S	1,146	165,493	3	1	2,586
427551	#N/D	87	109	10	1,200	8	MOLDAR	62	H10 e/ou S	1,183	147,733	2	1	2,383
427608	2738812	86	108	10	9,000	1	MOLDAR	8	H10 e/ou S	9,167	145,333	3	1	18,167
427609	2738813	86	108	10	9,000	1	MOLDAR	8	H10 e/ou S	9,167	145,333	3	1	18,167
427612	2738343	87	109	10	0,400	22	MOLDAR	160	H10 e/ou S	0,458	137,333	2	1	0,858
432010	2718092	87	109	10	0,036	172	MOLDAR	1262	H10 e/ou S	0,058	118,765	3	1	0,094
451028	2729516	87	109	10	0,150	23	MOLDAR	167	H10 e/ou S	0,439	98,383	2	1	0,589
427343	2726177	87	109	10	0,225	15	MOLDAR	109	H10 e/ou S	0,673	97,858	2	1	0,898
427218	#N/D	87	109	10	0,100	26	MOLDAR	189	H10 e/ou S	0,388	92,233	2	1	0,488

Tabela 4.2 Análise da capacidade do setor de Serras e distribuição das peças TPT de 3 dias

A seguinte relação foi utilizada para dimensionamento dos lotes de produção:

Tamanho do Lote = (demanda no período/dias úteis) x lead time
Lead time = 3 dias

Vale ressaltar que dois tipos de ligas são utilizadas, ferro nodular e cinzento. A quantidade de itens que utilizam ferro nodular é muito superior à quantidade de itens

cinzentos. Com base neste fator, ficou estabelecido que diariamente seriam efetuadas 15 corridas de nodulares e 3 de cinzento. A figura 4.16 mostra essa análise realizada.

Resumo da quantidade de metal líquido e horas necessárias na moldagem para a produção de fundidos referentes às famílias 1 e 3 em Julho/2003.						
MOLDAGEM						
	Produção dia 1		Produção dia 2		Produção dia 3	
Máquina	H20	H10/Sqz.	H20	H10/Sqz.	H20	H10/Sqz.
Qtde horas necessárias	24	28	24	27	24	28
Disponibilidade	17,85	103,7	17,85	103,7	17,85	103,7
Saldo (Horas)	-7	76	-6	77	-6	76
* - O Saldo de horas negativas na Hunter 20 está sendo suprido na Hunter 10 nos produtos que possuem placas alternativas.						

VAZAMENTO (METAL LÍQUIDO)						
	Produção dia 1		Produção dia 2		Produção dia 3	
Material	Cinz.	Nod.	Cinz.	Nod.	Cinz.	Nod.
Qtde Metal necessária	2100	17050	0	19300	4550	15120
Disponibilidade	5000	25000	0	30000	5000	25000
Saldo (Kg)	2900	7950	0	10700	450	9880

Figura 4.16 Comparativo entre nodular e cinzento e tempo disponível nas máquinas de moldagem

4.3.3.c - Análise da capacidade produtiva das Serras

O setor de Serras inicialmente produzia mediante um sistema kanban de 1 cartão. A análise dos tempos de processamento e *setup* mostrou que não era necessário manter um supermercado desses itens devido aos tempos de processamento e *setup* serem muito baixos. Da mesma forma que a Fundição, foi estabelecido um TPT tentativo de três dias e as peças forma agrupadas nesse intervalo de tempo. A tabela 4.3 mostra a análise realizada. A tabela completa é apresentada no APÊNDICE 2.

Código	Descrição	Prep.	T. Oper.	Qtde p/ 13 máq.	Lote Médio TPT 3 dias	Tempo Setup por Peça	Tempo Total Utilizado
2731389	BUCHA DE APOIO	15	1,700	4140	207	0,072	366,900
2718849	BUCHA DO SUPORTE	15	1,100	2889	144,45	0,104	173,895
2731397	EIXO DO PANTOGRAFO	10	0,200	10350	1552,5	0,006	320,500
2718448	BUCHA ESPACADORA	15	1,950	418	62,7	0,239	137,265
2718851	EIXO PIVO	10	0,540	2889	433,35	0,023	244,009
2718285	EIXO DO DISCO CORTE	10	0,500	2964	444,6	0,022	232,300
1101225	PINO C/ FURO	10	0,180	831	124,65	0,080	32,437
2729152	BUCHA DO BRACO	15	0,450	2860	429	0,035	208,050
2738916	BUCHA DE ARTICULACAO	10	0,350	3770	565,5	0,018	207,925
2729218	BUCHA ESPACADORA	10	0,400	2860	429	0,023	181,600
2718269	BUCHA DA HASTE	10	0,400	2806	420,9	0,024	178,360
2731698	EIXO DIR MANCAL COMPACTADOR	15	0,520	2070	310,5	0,048	176,460
2731702	EIXO ESQ MANCAL COMPACTADOR	15	0,520	2070	310,5	0,048	176,460
2731386	EIXO DO BRACO CONTR PROFUND	10	0,260	4140	621	0,016	171,460
2729812	BUCHA DO ESTICADOR	15	0,560	1599	239,85	0,063	149,316
2738618	HASTE REGULADORA DISCO CORTE	10	0,490	1895	284,25	0,035	149,283
2731430	ALAVANCA REG COMPAC FLUTUANTE	15	0,400	2070	310,5	0,048	139,200
2738217	CUBO DA RODA	10	4,300	182	27,3	0,366	127,390
2718277	PINO TRAVA	10	0,170	4445	666,75	0,015	123,348

Tabela 4.3 análise de capacidade do setor de Serras

A divisão das peças a serem produzidas em cada dia foi feita com base no tempo total utilizado. No cálculo do tempo total disponível foram consideradas 14,3 horas, embora estejam disponíveis 17,6 horas homem (2 turnos). Uma margem de 10% de ociosidade foi utilizada no cálculo do tempo total disponível. Para se balancear a produção de cada dia buscou-se colocar uma peça de maior tempo total utilizado com uma de menor tempo total utilizado. Dessa forma conseguiu-se uma distribuição uniforme ao longo dos dias. A tabela 4.4 mostra a capacidade utilizada em cada período.

Capacidade utilizada no dia1 período 1	94%	Capacidade utilizada no dia2 período 1	91%	Capacidade utilizada no dia3 período 1	93%
Capacidade utilizada no dia1 período 2	94%	Capacidade utilizada no dia2 período 2	95%	Capacidade utilizada no dia3 período 2	50%

Tabela 4.4 Capacidade produtiva utilizada em cada dia

O último período ficou com uma baixa carga de trabalho pois o tempo excedente passou a ser dedicado a peças que não pertenciam nem a família 1 nem a 3.

4.3.3.d Sistema *Milk Run*

Para o desenvolvimento deste sistema, 6 principais fornecedores foram selecionados. Devido ao grande volume e valor financeiro das peças, foi implantado um sistema *milk run* com objetivo principal de eliminar atrasos de entregas. Tanto a empresa estava incorrendo em atrasos no fornecimento da matéria-prima aos fornecedores como estes atrasavam na entrega dos itens manufaturados.

A implantação do sistema *milk run* envolveu as seguintes atividades:

- Mudança do processo de inspeção da qualidade das peças entregues pelos fornecedores: Inicialmente, todo o processo de inspeção das operações era realizado na própria empresa. A primeira medida tomada para implantação do *milk run* foi mudar o processo de inspeção de operações para o fornecedor. A empresa passou a realizar apenas a inspeção final da peça. A figura 4.17 *a e b* mostra a situação antes e depois do processo de inspeção.

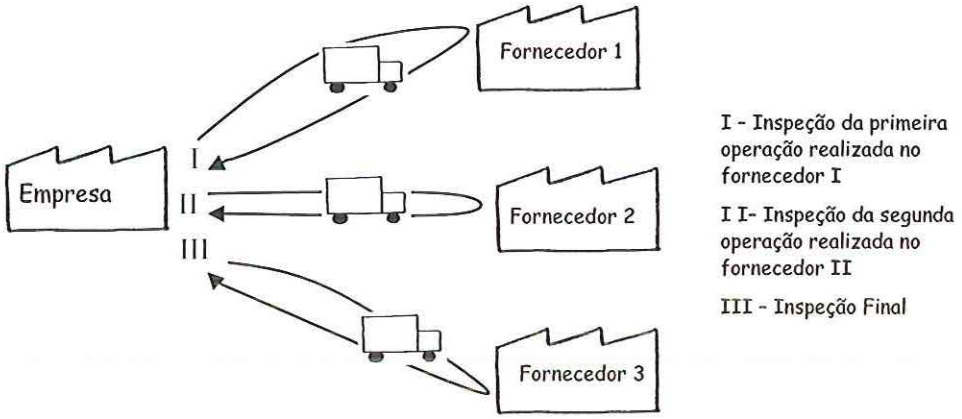


figura 4.17 a Processo de inspeção antes da implementação do sistema *milk run*

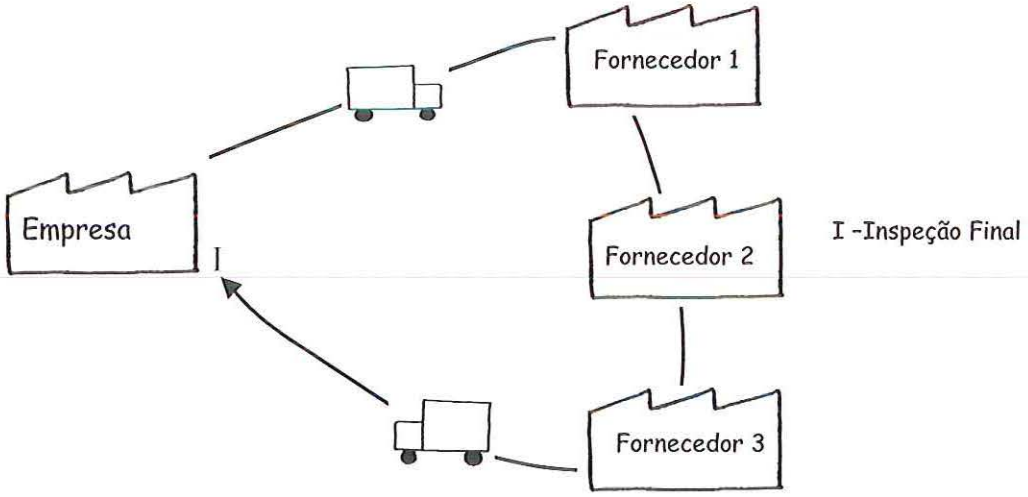


Figura 4.17 b Processo de inspeção após a implantação do sistema milk run.

- A segunda atividade realizada para viabilização do sistema de movimentação de materiais entre fornecedores foi o dimensionamento do número de lotes na cadeia.

Para o dimensionar o tamanho, o número de lotes e a quantidade de contenedores na cadeia de suprimentos, foram utilizadas as seguintes equações:

*Tamanho do lote = (Quantidade utilizada por mês/20 dias úteis) * TPT*

Número de lotes = Lead time total/2 (Arredondamento para cima)

Número de Contenedores = número de lotes +1 (processos estão distantes)

A tabela 4.5 mostra a análise realizada. A tabela completa é apresentada no APÊNDICE 3.

Código	Lead time de transporte	Qtde/ mês para 20 máqs,	Lead Time processamento	Lead Time Total	Lead Time Total Acumulado	Produzir Serras dia	Produzir Fundição dia	L,T Total Final	Tamanho do lote - 20 máqs,	TPT (Dias)	Número de lotes necessários
1101225	0	1650	1	1	1	3A	0		248	3	
1101225	0,5	1650	1	1,5	2,5	3A	0	5	248	3	3
				0							
1732337	0	430	1	1	1	2A	0		65	3	
1732337	0,5	430	1	1,5	2,5	2A	0	4	65	3	3
2102623	0	2554	1	1	1	3B	0		383	3	
2102623	0,5	2554	1	1,5	2,5	3B	0		383	3	
2102623	0,5	2554	1	1,5	4	3B	0	6,5	383	3	4
2702402	0	211	1	1	1	1B	0		32	3	
2702402	0,5	211	1	1,5	2,5	1B	0	3	32	3	2
2702602	0	410	1	1	1	3B	0		62	3	
2702602	0,5	410	1	1,5	2,5	3B	0	5	62	3	3
2702603	0	379	1	1	1	2B	0		57	3	
2702603	0,5	379	1	1,5	2,5	2B	0		57	3	
2702603	0,5	379	1	1,5	4	2B	0	5,5	57	3	3
2702702	0,5	425	1	1,5	1,5	0	3	4	64	3	3
2702903	0,5	427	1	1,5	1,5	0	1	2	64	3	2
2704323	0,5	10731	1	1,5	3	3A	0		1610	3	
2704323	0,5	10731	1	1,5	4,5	3A	0		1610	3	
2704323	0,5	10731	1	1,5	6	3A	0	8,5	1610	3	4
2705306	0,5	3296	1	1,5	1,5	0	0	2	494	3	2
2705401	0,5	1648	1	1,5	1,5	0	3		247	3	
2705401	0,5	1648	1	1,5	3	0	3		247	3	
2705401	0,5	1648	1	1,5	4,5	0	3	7	247	3	4
2710103	0	3983	1	1	1	3B	0		597	3	
2710103	0,5	3983	1	1,5	2,5	3B	0		597	3	
2710103	0,5	3983	1	1,5	4	3B	0	6,5	597	3	4

Tabela 4.5 análise e alocação das peças nos 3 dias do TPT

4.3.3.e - Estamparia

Outro setor que teve seu sistema de controle de produção reestruturado foi o de Estamparia. As etapas a seguir descrevem as atividades realizadas nesse setor.

Classificação ABC: seguindo os passos do método proposto, foi realizada uma análise ABC das peças fabricadas neste setor. Nesse setor são fabricados 624 tipos diferentes de peças. A análise ABC mostrou que 125 itens são classe A (80% do valor em

estoque), 183 são itens classe B (15% do valor em estoque) e os 316 restantes são itens classe C (5% do valor em estoque).

Análise de capacidade: Após determinar quais os itens ABC, passou-se à análise da capacidade do setor produtivo. Para isso, foram levados em consideração o tempo de preparação (*setup*), o tempo de operação e tipo de máquina onde pode ser fabricado (uma peça pode ser feita em diferentes tipos de prensas).

Determinação do TPT: inicialmente o setor produzia segundo um sistema kanban de 1 cartão. Após análise efetuada mudou-se o sistema de controle. Ficou determinado que as peças classe A e B, devido ao seu alto valor, seriam produzidos mediante um TPT de 3 dias. Os itens C, por não terem expressão financeira passaram a ser produzidos mediante um TPT de 9 dias. Com essas medidas, aumentou-se o tamanho dos lotes de itens C e reduziram-se os lotes de itens classe A e B. A tabela 4.6 mostra a análise realizada e a distribuição das peças de acordo com o TPT (Tabela completa no APÊNDICE 4).

Código	Descrição	máq	TEMPO PREP	TEMPO OPER	Qtde/mês	TPT dia	Classe
1001416	ENXADA SULCADORA 8"	51	15	0,12	65	3	A
1001512	ARGOLA	58	10	0,135	516	3.3	C
1701023	APOIO DIR DEPOSITO	60	15	0,35	20	1	A
1701025	APOOIO ESQ DEPOSITO	60	15	0,35	20	2	A
1701027	TOP	51	20	0,08	40	4	C
1701028	BARRA DE FIXACAO	52	20	0,06	65	1	A
1701031	CHAPA INTERMEDIARIA	87	20	0,1	10	3	B
1701038	BRACO DE FIXACAO	52	20	0,085	20	1	B
1701046	BARRA DE FIXACAO	52	7	0,06	40	2	B
1701051	BARRA DO SULCADOR	53	10	0,11	20	1	A
1701085	CHAPA GUIA	59	20	0,12	50	1.1	C
1701086	BARRA DE FIXACAO	51	10	0,04	25	4	C
1701548	BRACO REGULADOR	52	10	0,065	16	1.1	C
1701552	ARRUELA ESPACADORA	58	10	0,03	80	2.2	C
1710211	SUPORTE FIXACAO DO REDUTOR	53	20	0,055	10	3	B
1710215	GUIA	52	16	0,03	10	2.2	C
1710222	GAIOLA	51	20	0,095	40	2.2	C
1720012	BRACO TORRE	53	10	0,15	20	2	A
1720013	DISTANCIADOR	53	10	0,026	10	1	B
1720014	PONTO INFERIOR ENGATE	87	20	0,11	20	3	A
1720018	REFORCO CABECOTE	52	15	0,11	20	1	A
1720021	CANTONEIRA	53	20	0,64	10	1	A
1720251	BASE DE FIXACAO	60	15	0,18	65	1.1	C
1730021	CANTONEIRA	53	20	0,85	10	1	A
1732043	FIXADOR FRONTAL M18	59	20	0,13	60	1	A
1732213	BARRA DE ARTICULACAO	52	6	0,016	394	3	B

Tabela 4.6 Quadro de análise dos itens ABC

Programação do setor: Como o setor passou a trabalhar peças com TPTs diferentes, foi necessário adaptar os quadros de cartões para facilitar a gestão visual. As peças A e B foram alocadas em grupos. Esses foram distribuídos nos 3 dias respectivos do TPT. Os itens

classe C foram alocados ao longo dos 9 dias. A figura 4.18 mostra o novo fluxo de produção do setor.

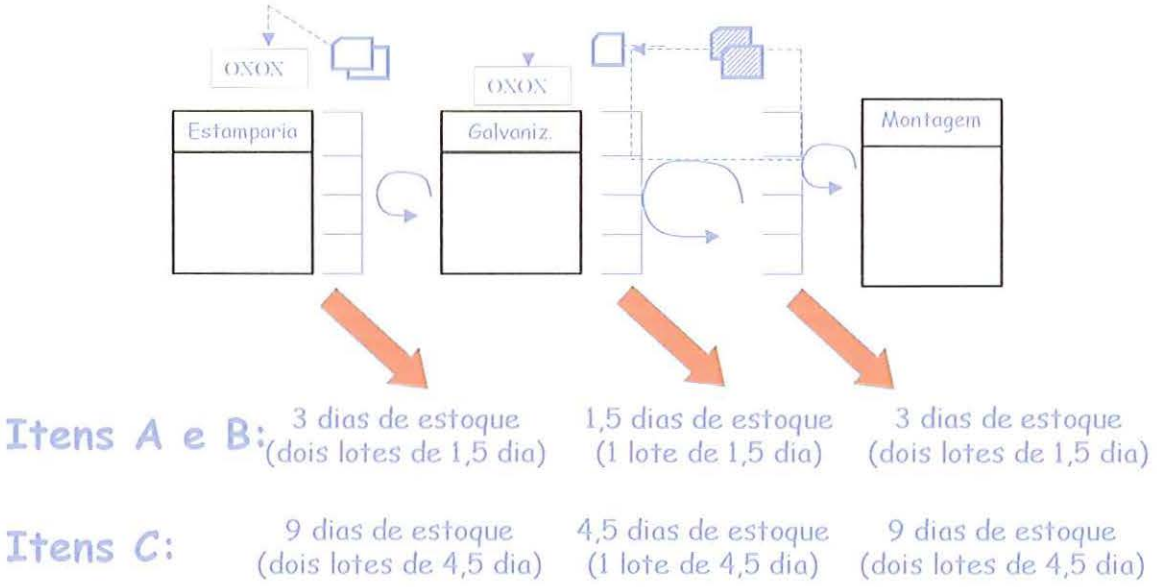
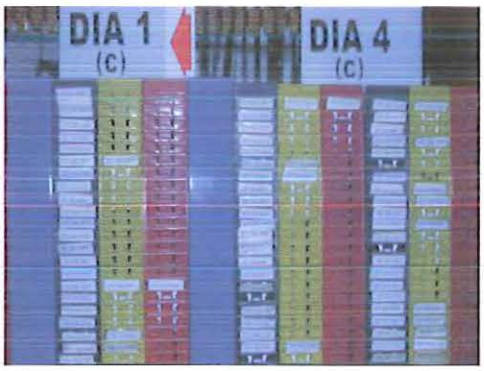


Figura 4.18 esquema do fluxo de produção

A figura 4.19 mostra o quadro de cartões e a programação de cada dia do mês. O primeiro número no quadro de programação corresponde aos itens classe A e B. O segundo número aos itens classe C.



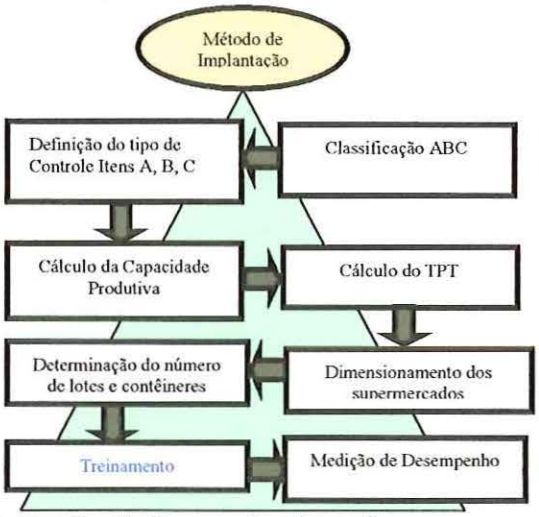
1/mar	2/mar	3/mar	4/mar	5/mar
1	2	3	1 e 4	2 e 5
8/mar	9/mar	10/mar	11/mar	12/mar
3 e 6	1 e 7	2 e 8	3 e 9	1
15/mar	16/mar	17/mar	18/mar	19/mar
2	3	1 e 4	2 e 5	3 e 6
22/mar	23/mar	24/mar	25/mar	26/mar
1 e 7	2 e 8	3 e 9	1	2
29/mar	30/mar	31/mar		
3	1 e 4	2 e 5		

Itens A e B

Itens C

Figura 4.19 Quadro de programação e de cartões do setor de estamparia

Tomando o dia 8 como exemplo, as peças A e B programadas para serem feitas são aquelas alocadas no dia 3 do TPT. Os itens C são os programados para serem feitos no sexto dia do TPT.

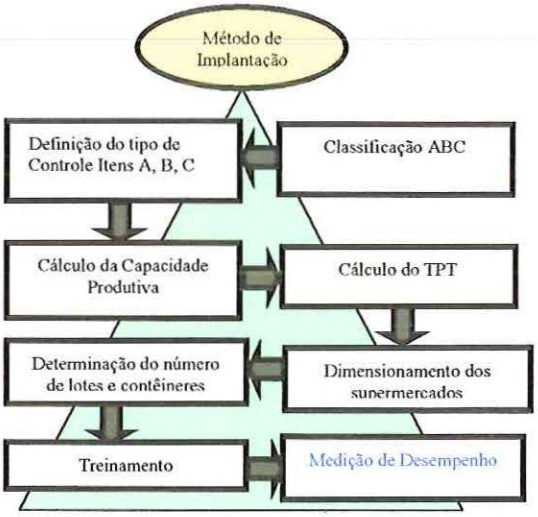


4.3.4. Treinamento

Para implantação do sistema foram realizados alguns treinamentos . Foram realizados módulos diferenciados de treinamentos. Para os coordenadores e diretores foi feito um treinamento mostrando a dinâmica e os resultados esperados do novo sistema implantado. O objetivo era alinhar todo o Planejamento estratégico da empresa em uma única direção, tendo por base o Sistema de Produção Enxuta implantado.

Para o chão-de-fábrica, além de ser realizado um treinamento mostrando as mudanças que estavam ocorrendo na empresa, e as metas futuras, foram realizados treinamentos para familiarização dos operários com o sistema *kanban*. Embora este sistema já estivesse implantado, muito poucos sabiam como operá-lo ou obedeciam à dinâmica do sistema.

Mais uma vez vale, ressaltar que o sistema *kanban* é um sistema que depende inteiramente do operador. Se esse não obedecer às regras do sistema, certamente esse irá fracassar. No início ocorreram vários erros de manipulação do sistema, no controle dos cartões nos quadros, nos momentos de disparos de produção, mas esses problemas foram sanados através de treinamentos e no acompanhamento direto da evolução do sistema.



4.3.5 Sistema de Medição de Desempenho

Para avaliar os resultados do novo sistema implantado, foi formulado um conjunto de medidas. Os resultados coletados mostraram que o sistema trouxe muitos benefícios, entre eles o aumento no giro dos estoques. As medidas utilizadas para análise foram:

Giro de estoques: o aumento no giro de estoques tem um impacto financeiro direto sobre a

empresa. Aumentar o giro dos produtos comprados ou produzidos permite que a empresa libere capital para novos investimentos e não tenha que mantê-lo parado. A figura 4.20 mostra o aumento do giro dos estoques após reformulação do sistema *kanban*.

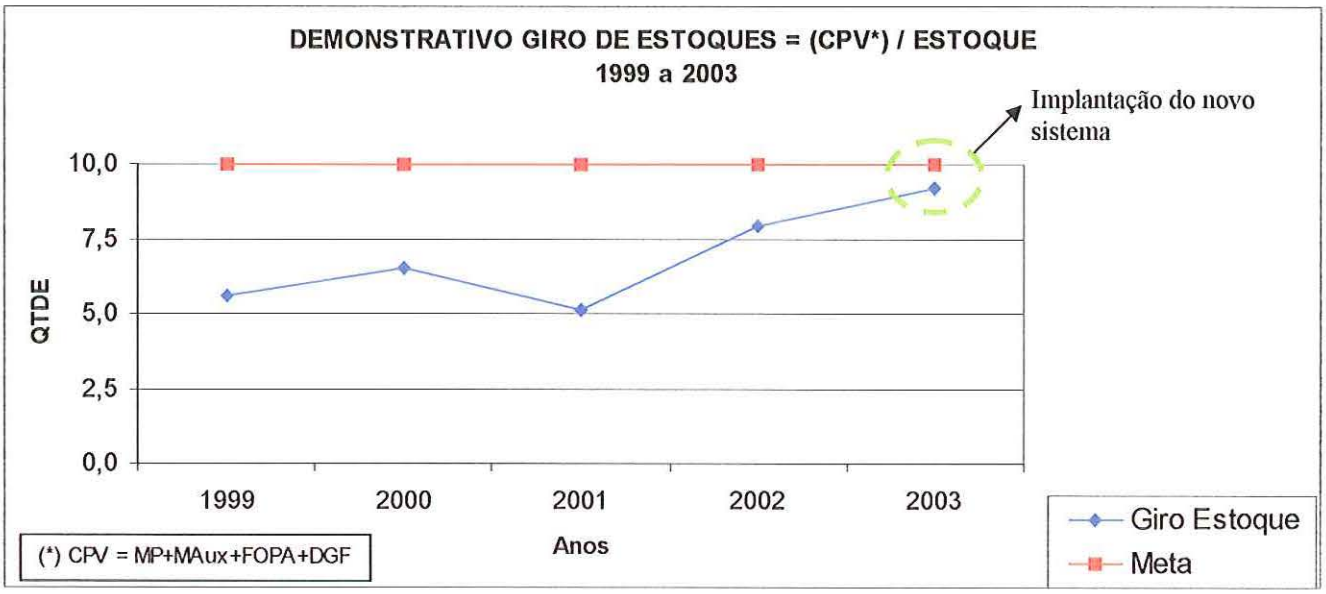


Figura 4.20 Aumento no giro dos estoques

Aumento de produtividade: Considerando os picos de demanda e produção da empresa que ocorrem nos meses de setembro e outubro, em comparação com o ano de 2002, o índice de produtividade média do ano aumentou de 5 para 13. A figura 4.21 mostra o aumento da produtividade alcançado

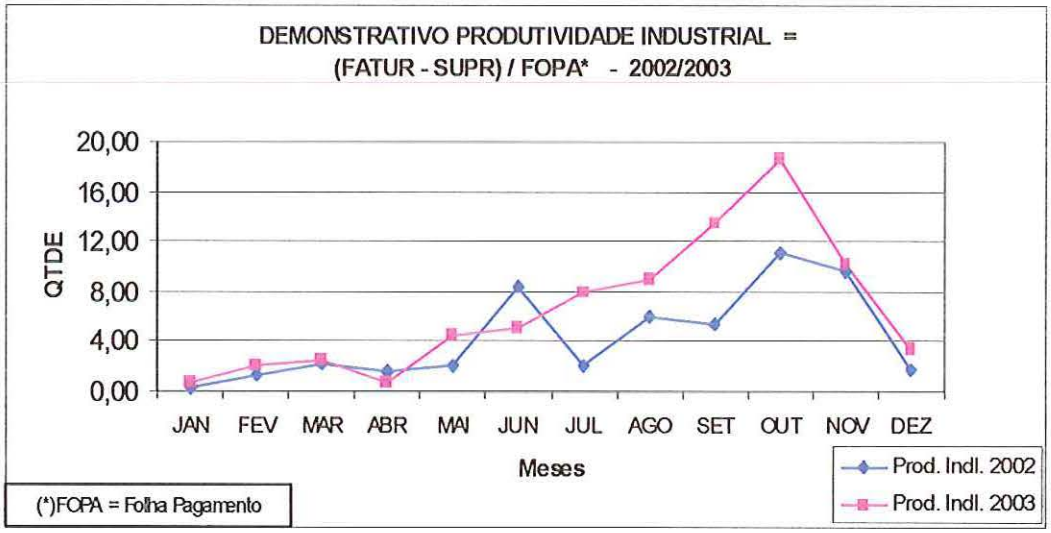


Figura 4.21 Demonstrativo da produtividade industrial

Índice de Suprimentos: devido à grande sazonalidade existente a empresa sofre muito com as variações no seu índice de suprimentos. Nos meses de baixa produção, que corresponde ao início e ao fim do ano, esse índice pode levar o lucro a zero. A figura 4.22 mostra a evolução do índice após implantação dos novos sistemas.

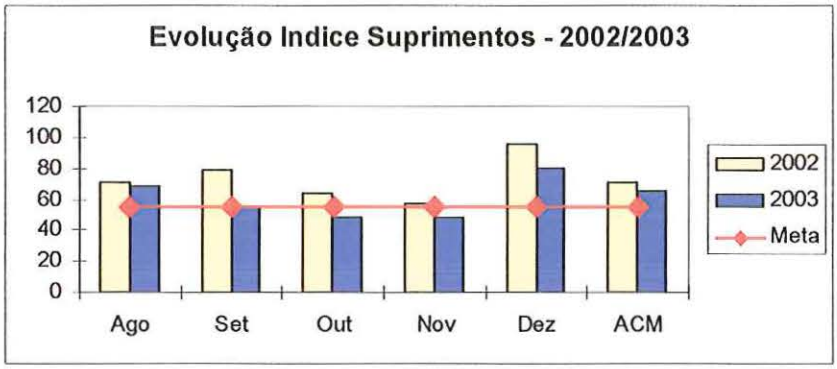


Figura 4.22 Evolução do índice de suprimentos

Índice geral de paradas na linha de montagem: essa medida mostra o número de paradas na linha final de montagem devido a problemas nos setores que a abastecem com peças. A figura 4.23 mostra a evolução dessas paradas.

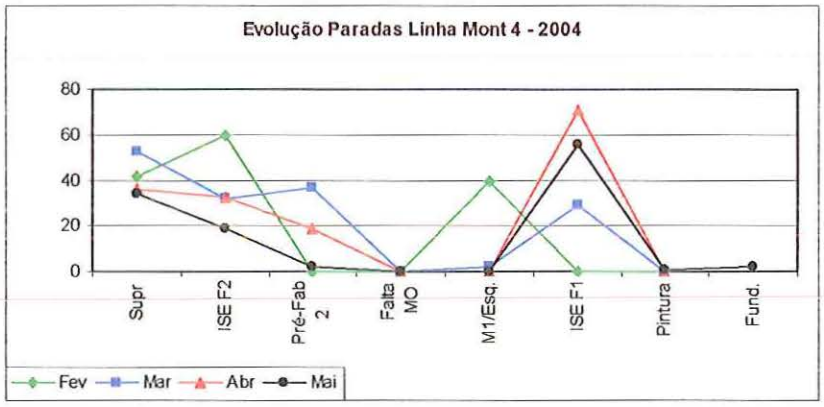


Figura 4.23 Evolução dos itens comerciais faltantes

CAPÍTULO 5

5. Conclusões e Considerações Finais

A pesquisa apresentou uma proposta de sistematização de implantação de sistemas *kanban* utilizando os conceitos e ferramentas da Produção Enxuta. O objetivo do trabalho foi propor um método que auxilie as empresas na concepção e implantação desse sistema.

Como objetivo inicial, o método proposto cumpre com a meta de avaliar os seguintes fatores na implantação do sistema *kanban*.

- Identificação e análise o fluxo de produção.
- Identificação e análise de famílias de produtos.
- Estabelecimento de pontos de produção puxada e empurrada.
- Identificação de quais itens produzidos na empresa devem ser controlados por *kanban* e quais devem ser controlados por outras ferramentas de controle de produção.
- Dimensionamento do número de cartões e da quantidade de itens por cartão,
- Estabelecimento das ações previamente necessárias à implantação do sistema *kanban*.
- Promoção e implementação do sistema *kanban* de forma sistematizada.

A aplicação do método em uma empresa do setor agroindustrial e os resultados obtidos mostram o potencial do sistema *kanban* e a validade do método proposto. A aplicação desse em outros setores seguirá os mesmos passos com pequenas diferenças, devido às características particulares de cada ramo industrial e de cada empresa em particular.

Quanto aos resultados obtidos, as reduções de paradas na linha final de montagem, o aumento no giro de estoques, o aumento da produtividade, entre outras medidas de desempenho, comprovam a validade do método proposto. Estas medidas confirmam a importância da pesquisa realizada no que diz respeito aos ganhos obtidos.

5.1 O Estudo de Caso

O estudo de caso realizado não chegou a explorar o método em todo seu potencial pois, devido a motivos e características particulares da empresa, nem todos os conceitos puderam ser aplicados de forma detalhada como são descritos no método. A intenção do trabalho foi elaborar um modelo genérico de implantação de *kanban* o qual pode ser adaptado para uma empresa de qualquer setor.

Mas, embora não tenha se utilizado do método em todos os seus detalhes, o estudo de caso mostrou-se mais do que satisfatório na consolidação do método proposto. As particularidades da empresa como demanda sazonal e alta terceirização, foram fatores importantes que forçaram ao desenvolvimento de um método que contemplasse esses aspectos. Como o *kanban*, normalmente, parte do princípio de uma demanda estável, a sazonalidade da demanda foi um fator de enriquecimento do trabalho, pois foi uma variável que necessitou ser contemplada no desenvolvimento e aplicação do método.

A característica de terceirização da empresa foi importante, porque como havia muitos atrasos na entrega de produtos, foi necessário desenvolver um sistema *milk run*, o qual é administrado via sistema *kanban* de transporte.

Um fator a se destacar é a dependência de todo sistema projetado em relação à ação das pessoas. Muito embora tenham sido realizados treinamentos, muitos erros básicos de conceitos eram detectados na prática no momento em que o sistema foi implantado e passou a ser utilizado. O que se notou é que existe uma resistência natural a mudanças. Esta é uma variável que deve ser levada em consideração não somente quando se está implantando um sistema *kanban*, mas qualquer tipo de mudança e melhoria na empresa.

Um outro aspecto importante é a integração da filosofia de organização da empresa, 5S, e todo o sistema de Produção Enxuta. Embora muitas melhorias e ganhos tenham sido obtidos, em muitos pontos esses ganhos não foram visuais. Isso se deveu ao fato de não existir inicialmente uma cultura de organização do sistema fabril. Esse aspecto vem melhorando com a conscientização e as ações que a gerência de produção tem adotado e aplicado.

A arrumação do chão-de-fábrica é importante porque além de tornar o ambiente de trabalho menos agressivo e mais agradável, tornam explícitas as melhorias obtidas. Existe uma resistência natural em organizar as áreas de trabalho, especialmente, quando os

operários já estão acostumados a realizar suas operações em áreas não organizadas. Mas, é função dos gerentes de chão-de-fábrica criar uma cultura de 5S. Quando apresentado aos funcionários as vantagens e as melhorias de manter organizado as áreas de trabalho a resistência inicial é rompida e consegue-se o apoio de todos os funcionários.

Um outro aspecto que foi notado durante a aplicação do método é a necessidade do apoio da alta administração. Como a concepção, desenvolvimento e implantação do sistema *kanban* é um processo longo, envolvendo meses de trabalho, é necessário que exista uma base sólida de apoio para que se consiga trabalhar sem percalços. Além disso, como a implantação do *kanban* pode envolver inicialmente um aumento nos estoques, para se conseguir abastecer os supermercados, e ai sim estabilizar e reduzir estoque parado e *wip*, é necessário uma conscientização da alta administração para que o trabalho não caia em descrédito. Especialmente, quando a empresa tem problemas de falta de peças na linha de montagem devido ao dimensionamento errado de lotes de compras (lotes inferiores ao necessário).

A empresa mostrou-se bastante satisfeita com os resultados alcançados. Esta se encontra atualmente num processo de melhoria contínua, reestruturando e enxugando seu sistema produtivo, eliminando assim os desperdícios que ainda são detectados. Além disso, a parceria universidade-empresa foi considerada por funcionários e pela alta administração como uma relação altamente benéfica, pois possibilitou um maior contato com os novos conceitos e uma reflexão mais profunda sobre os processos produtivos, que o dia-a-dia das organizações não permite ser realizada pelos funcionários.

5.1 Trabalhos Futuros

Para continuidade desta pesquisa, sugere-se que pesquisadores interessados nessa linha tratem as seguintes questões para pesquisas futuras:

- Aplicação e adaptação do método em empresas de outros setores.
- Pesquisas na área de cultura organizacional, mudança comportamental e capacitação de pessoas para a melhoria e a mudança.
- Pesquisas voltadas à formas de adaptar o mapa do fluxo de valor para ambientes com um volume muito grande de peças.
- aplicação de 5S na implantação de sistemas de Produção Enxuta

Referências

ANDRADE, M. O. (2002), "*Representação e Análise de Cadeias de Suprimentos: Uma Proposta Baseada no Mapeamento do Fluxo de Valor*", Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos.

ARRUDA, P. E. S. (1994), "Levantamento do estágio atual de implantação de Tecnologia de grupo e Células de Manufatura no estado de São Paulo", Dissertação de Mestrado, São Carlos.

BARBOSA, F. A. (1999), "*Um estudo da Implantação da Filosofia Just In Time em uma empresa de grande porte e a sua integração ao MRPII*", Dissertação de Mestrado, São Carlos

BICHENO, J. (2000), "*The lean toolbox*" Buckinham: PICSIE books, p.201

BONVIK, A. M.; GERSHWIN, S. B. (1996), " *Beyond Kanban: Creating and analyzing lean shop floor control policies*", Manufacturing and Service Operations Management Conference, June 28.

BURNS, T. AND STALKER, G. (1961), "*The management of inovation*", Londres, Tavistock.

CANEN, A. G. e WILLIAMSON G. H. (1998),"*Facility layout overview: towards competitive advantage*", Facilities Volume 16 Number 7/8, pp.198-203.

CIOSAKI, L. M. (1999), "*Gerenciamento Visual da Produção e Trabalho em Grupos: Ferramentas do sistema Just In Time aplicados simultaneamente em uma indústria de calçados*", Dissertação de Mestrado, São Carlos.

GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. (1996), "*Just in Time, MRPII e OPT*", Ed. Atlas.

GREENE, T. J. e SADOWSKI, R. P. (1984), "*A Review of cellular Manufacturing Assumptions, Advantagens, and designn Techniques*", Journal of Operations Management, Vol. 4, pg. 85-97.

GSTETTNER, S.; KUHN, H. (1996), "*Analysis of production control systems kanban and CONWIP*", International Journal of Production Research, v.34, n.11, p.3253-3273.

HERAGU, S.S. (1992), "*Recent models and techniques for solving the layout problems*", European Journal of Operational Researrch, Vol.57, pp.136-44

HOPP, W. J.; SPEARMAN M. L. (1996), "*Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*", Chicago: Irwin

JAJODIA, S., MINIS, I., HARHALAKIS,G. e PROTH,J.M.(1992),"*CLASS: computerized layout solutions using simulated annealing*", International Journal of Production research, Vol.30 No.1.

JONES, T. O. AND SASSER, E. J. (1995), " *Why Satisfied Costumer Defect*", Harvard Business Review, November-December, pag. 88 - 99.

KATAYAMA, H. AND BENNETT (1996), "*Lean production in a changing competitive world: a japanese perspective*", International Journal of Operations e Production Management, Vol.16, N.2 , pp. 8-23

KELLER, A. Z., KAZAZI, A. (1993), "*Just-In-Time Manufacturing Systems*", Industrial Management and Data System, v.93, n.7, p.1-32

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.I. (1991), "*Metodologia Científica*", Atlas, São Paulo.

MACIEIRA, V. (2002), "*Um passo a mais na busca pela excelência*", Banas Qualidade, Junho pag. 42 - 50.

MAIA R., MAIA, F. (1981), "*Programa auxiliar de pesquisa estudantil*", 3.ª edição, São Paulo, DCL. (coleção PAPE, 3).

MASING, W. (2002), "*Custo de qualidade, não: corte de despesas*", Banas Qualidade, Junho, pag. 20 - 28.

MOREIRA, D. A. (2001), "*Administração da Produção e Operações*", Thomson Learning, pag.254-273

MOURA, R. A. (1994), "Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção", Instituto IMAM

MUCKSTADT, J. A.; TAYUR S. R. (1995), "*A comparison of alternative kanban control mechanisms. I. Background and structural results*". IIE Transactions 27(2): 140-50

NAKAMURA, M., SAKAKIBARA, S., SCHROEDER, R. "*Adoption of Just-In-Time Manufacturing Methods at U.S. - and Japanese-Owned Plants: Some Empirical Evidence*", IEEE Transactions On Engineering Management, 1998, v. 45, n. 3, p. 230-240.

NAZARENO, R. R., RENTES, A. F., SILVA., A. L. (2001), "*Implantando Técnicas e Conceitos da Produção Enxuta Integradas à Dimensão de Análise de Custos*", ENEGEP 2001

NEVES, F. V. F. (2000) "*Uma análise da aplicação do data warehouse no comércio eletrônico, enfatizando o CRM analítico*", Dissertação de Mestrado, USP São Carlos.

NICHOLAS, J. (1998), "*Competitie Manufacturing Management*", Chicago: Irwin/Mcgraw-Hill, p.840

PORTER, K., LITTLE, D., PECK, M., ROLLINS, R. (1999). "*Manufacturing classifications: relationships with production control systems. Integrated Manufacturing System*", 1999, p.189-198.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (1998), "*Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*", The Lean Enterprise Institute, MA, USA.

SHINGO, S. (1996), "*Sistemas de produção com estoques zero: o sistema shingo para melhorias contínuas*", Porto alegre, Artes Médicas-Bookman.

SILVA, A. L. e RENTES, A. F. (2002), "*Tornado o layout enxuto com base no conceito de mini-fábricas de produção: um estudo de caso*", ENEGEP 2002

SIMS, R.JR. (1990),"*MH problems are business problems*", Industrial Engineering, May.

SLACK,N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. (1999), "*Administração da Produção*", Ed. Atlas S.A.

SPEARMAN, M. L.; ZAZANIS, M. A. (1992, "*Push and pull production systems: Issue and comparisons*", Operations Research 40(3): 521-32

SPEARMAN, M.L.; WOODRUFF,D.L.; HOPP, W.J. (1990*), "CONWIP: a pull alternative to Kanban*", International Journal of Production Research, v.28, n.5, p.879-894.

STANDARD C.; DAVIS, D. (1999), " *Running Today's Factory*", Hanser Gardner Publication, Copyright.

TARDIN, G. G. (2001), ""*O Kanban e o Nivelamento da Produção*", Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas.

TARDIN, G. G. (2001), "*O Kanban e o Nivelamento da Produção*", Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas

TOMPKINS, J.A, WHITE, J.A, BOZER, Y.A, FRAZELLE, E.H, TANCHOCO, J.M.A e TREVINO, J. (1996). "*Facilities Planning*".Jonhn Wiley e Sons, Inc. Copyright

VOSS, C. A. (1987), "*Just in time Manufacture*", IFS, Springer/Verlag.

VOSS, C.; CLUTTERBUCK, D. (1998), "*Just – In – Time*", IFS Publications, UK.

WARNECKE, H.J. e HÜSER M (1995, "*Lean Production*". International Journal of Production Economics 41, p. 37 - 43

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. (1992), " *A máquina que mudou o mundo*", Editora Campus , quinta edição.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. (1996), "*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*", Simon e Schuster, New York.

YOSHIMOTO, T. (1992), "*Qualidade, produtividade e cultura: o que podemos aprender com os japoneses*", São Paulo, Saraiva.

APÊNDICE 1: CÁLCULO DO TPT

Método de Cálculo do TPT

Para mostrar a seqüência de passos na determinação do TPT, será utilizado um exemplo teórico ilustrativo:

A empresa ACME produz computadores para a sua rede de lojas em todo país. Essa empresa tem um sistema produtivo que contempla 7 processos gerais (estamparia, soldagem, montagens, etc). A empresa mantém um estoque final de produtos acabados. Esses produtos são retirados do supermercado pelos seus clientes (atacadistas) numa freqüência de três dias (ver figura 3.4). Com isso, a seguinte seqüência de passos deve ser obedecida no cálculo do TPT da empresa.

Passo 1: Análise da janela de entrega: considerando que o cliente "puxa" do supermercado todo dia, tem se portanto, uma janela de entrega de 1 dia. Ver figura 1 a seguir.

Figura 1 Processo com janela de entrega de 3 dias

Considerando essa retirada de produtos do supermercado, é necessário que o processo produtivo tenha uma capacidade de produzir todos os produtos todo dia.

Com base nessa janela de entrega, assumir-se-á inicialmente um TPT tentativo de 1 dia. A análise que se faz necessária é se a empresa tem capacidade para realizar o número de *setups* necessários. Para isso, pode-se utilizar a planilha de cálculo da figura 2.

Processos	Número de peças/dia	Tipos por dia	Número de turnos	Tempo de processo	Recursos dispponíveis	Tempo de ciclo	Tempo de ciclo total	Tempo total disponível	Tempo disponível para setup	Tempo médio de setup	Número de setups possíveis por dia	Máxima freqüência de setups por dia
Processo 1												
Processo 2												
Processo 3												
Processo 4												
Processo 5												
⋮												
Processo n												

Figura 2 Planilha de cálculo do número máximo de setups (Notas de aula: Rentes 2003)

Passo 2: freqüência máxima possível de *setups*: utilizando a planilha acima, tem-se que analisar a capacidade de realizar os *setups* para atender a essa janela de entrega de 1 dia. As figuras 3a,b,c a seguir mostram a seqüência de cálculos para efetuar a avaliação do número máximo de *setups* com base no TPT tentativo de 1 dia.

Processos	Número de peças/dia	Tipos por dia	Número de turnos	Tempo de processo	Recursos dispponíveis	Tempo de ciclo	Tempo de ciclo total	Tempo total disponível	Tempo disponível para setup	Tempo médio de setup	Número de setups possíveis por dia	Máxima freqüência de setups por dia
Processo 1	80	8	2	61	7	8.7						
Processo 2	80	8	3	76	6	12.0						
Processo 3	80	8	2	20	3	6.6						
Processo 4	80	8	2	15	3	5.0						
Processo 5	80	8	2	14	2	7.0						
Processo 6	160	16	2	1	1	1.0						
Processo 7	80	8	2	15	7	2.1						

Figura 3a Primeira visão da planilha de cálculo do numero máximo de setups (Notas de aula, Rentes 2003)

Número de peças por dia: é definido com base no TPT tentativo.

Tempo de ciclo: é o tempo médio no gargalo.

Tempo de ciclo total: representa o quanto o gargalo está trabalhando. Esse é dado pelo tempo de ciclo multiplicado pelo número de peças por dia.

Tempo total disponível: os valores do tempo total disponível é extraído do mapa da situação atual.

Tempo disponível para *setup*: é dado pelo tempo total disponível subtraído do tempo de ciclo total

Preenchendo as colunas da planilha, tem-se (figura 3b):

Processos	Número de peças/dia	Tipos por dia	Número de turnos	Tempo de processo	Recursos dispponíveis	Tempo de ciclo	Tempo de ciclo total	Tempo total disponível	Tempo disponível para setup	Tempo médio de setup	Número de setups possíveis por dia	Máxima freqüência de setups por dia
Processo 1	80	8	2	61	7	8.7	696	960	264			
Processo 2	80	8	3	76	6	12.0	960	1440	480			
Processo 3	80	8	2	20	3	6.6	528	960	432			
Processo 4	80	8	2	15	3	5.0	400	960	560			
Processo 5	80	8	2	14	2	7.0	560	960	400			
Processo 6	160	16	2	1	1	1.0	160	960	800			
Processo 7	80	8	2	15	7	2.1	168	960	792			

Figura 3b Segunda visão da planilha de cálculo do numero máximo de setups (Notas de aula, Rentes 2003)

Tempo médio de setup: este é dado pelo tempo de *setup* levantado no mapa do fluxo de valor da situação atual.

Número de setups possíveis por dia: tempo disponível para *setup* dividido pelo tempo médio de *setup*.

Máxima freqüência de setups por dia: é o mínimo número de *setups* possíveis por dia.

Processos	Número de peças/dia	Tipos por dia	Número de turnos	Tempo de processo	Recursos dispponíveis	Tempo de ciclo	Tempo de ciclo total	Tempo total disponível	Tempo disponível para setup	Tempo médio de setup	Número de setups possíveis por dia	Máxima freqüência de setups por dia
Processo 1	80	8	2	61	7	8.7	696	960	264	2	132	8
Processo 2	80	8	3	76	6	12.0	960	1440	480	66	7	8
Processo 3	80	8	2	20	3	6.6	528	960	432	7	62	8
Processo 4	80	8	2	15	3	5.0	400	960	560	26	22	8
Processo 5	80	8	2	14	2	7.0	560	960	400	35	11	8
Processo 6	160	16	2	1	1	1.0	160	960	800	1	800	16
Processo 7	80	8	2	15	7	2.1	168	960	792	30	26	8

kaizen

Figura 3c Planilha de cálculo do numero máximo de setups completa(Notas de aula, Rentes 2003)

Máxima freqüência de setups por dia: é dado pelo mínimo número de *setups* possíveis por dia.

Como se pode observar, o processo 2 não consegue atender à demanda do mercado. O número máximo possível de *setups* é menor do que o número necessário. Esse é um ponto para se realizar uma operação de *kaizen*. Caso não seja possível reduzir o tempo para *setup* deve-se então aumentar o TPT e refazer os cálculos até encontrar um TPT possível de ser realizado.

Limitação do tamanho de lotes: como etapa final do cálculo da capacidade produtiva, após definir a janela de entrega o e número máximo de *setups,* deve-se levar em consideração se existe limitação quanto ao tamanho dos lotes. Alguns processos produtivos impossibilitam a produção em lotes menores, como é o caso de fornos industriais. Deve-se sempre que possível realizar *kaizens* para redução dos lotes de produção, embora alguns processos inviabilizem produzir em lotes menores.

APÊNDICE 2: ANÁLISE DE CAPACIDADE DAS SERRAS

Código	Descrição	N. Oper.	Prep.	T. Oper.	Qtde p/ 13 máq.	Lote Médio TPT 3 dias	Tempo Setup por Peça	Tempo Total Utilizado
2731389	BUCHA DE APOIO	1	15	1,700	4140	207	0,072	366,900
2718849	BUCHA DO SUPORTE	2	15	1,100	2889	144,45	0,104	173,895
2731397	EIXO DO PANTOGRAFO	2	10	0,200	10350	1552,5	0,006	320,500
2718448	BUCHA ESPACADORA	1	15	1,950	418	62,7	0,239	137,265
2718851	EIXO PIVO	1	10	0,540	2889	433,35	0,023	244,009
2718285	EIXO DO DISCO CORTE	1	10	0,500	2964	444,6	0,022	232,300
1101225	PINO C/ FURO	2	10	0,180	831	124,65	0,080	32,437
2729152	BUCHA DO BRACO	2	15	0,450	2860	429	0,035	208,050
2738916	BUCHA DE ARTICULACAO	2	10	0,350	3770	565,5	0,018	207,925
2729218	BUCHA ESPACADORA	2	10	0,400	2860	429	0,023	181,600
2718269	BUCHA DA HASTE	1	10	0,400	2806	420,9	0,024	178,360
2731698	EIXO DIR MANCAL COMPACTADOR	1	15	0,520	2070	310,5	0,048	176,460
2731702	EIXO ESQ MANCAL COMPACTADOR	1	15	0,520	2070	310,5	0,048	176,460
2731386	EIXO DO BRACO CONTR PROFUND	1	10	0,260	4140	621	0,016	171,460
2729812	BUCHA DO ESTICADOR	1	15	0,560	1599	239,85	0,063	149,316
2738618	HASTE REGULADORA DISCO CORTE	2	10	0,490	1895	284,25	0,035	149,283
2731430	ALAVANCA REG COMPAC FLUTUANTE	1	15	0,400	2070	310,5	0,048	139,200
2738217	CUBO DA RODA	1	10	4,300	182	27,3	0,366	127,390
2718277	PINO TRAVA	2	10	0,170	4445	666,75	0,015	123,348
2718273	TUBO LIMITADOR	1	10	0,150	4789	718,35	0,014	117,753
2704323	PINO MAIOR DO ESTABILIZADOR	1	10	0,120	5930	889,5	0,011	116,740
2728514	EIXO TRANSMISSAO 5/8X406	1	10	0,210	3274	491,1	0,020	113,131
2729822	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,800	782	117,3	0,128	108,840
2801303	PINO REMANCHADO 3/4"X156	2	10	0,350	1783	268,95	0,037	104,133
2730120	EIXO DA RODA	2	15	0,750	782	117,3	0,128	102,975
2718850	TOP	2	15	0,200	2889	433,35	0,035	101,670
2731838	EIXO SEXTAVADO 1.1/16"X445	2	10	0,400	1465	219,75	0,046	97,900
2731413	TUBO	2	15	0,750	731	109,65	0,137	97,238
2731407	BUCHA REG PROFUNDIDADE	2	15	0,260	2070	310,5	0,048	95,730
2718270	HASTE REGULADORA	2	10	0,200	2806	420,9	0,024	94,180
2729582	EIXO DE ACIONAMENTO	2	15	0,320	1579	236,85	0,063	90,792
2731670	EIXO BANDA COMPACTADORA	2	10	0,250	2070	310,5	0,032	87,625
2729984	EIXO CONTROLE PROFUNDIDADE	1	15	0,170	2840	426	0,035	87,420
2730366	BUCHA DO MANCAL	1	15	3,000	80	12	1,250	51,000
2730484	SUPORTE DE FIXACAO DO ESTICADOR	2	15	0,500	884	132,6	0,113	81,300
2732264	HASTE	2	15	0,300	1473	220,95	0,068	81,285
2738292	HASTE REGULADORA	2	10	0,250	1895	284,25	0,035	81,063
2730113	EIXO PIVO	2	15	0,560	776	116,4	0,129	80,184
2731401	PINO REMANCHADO 3/4"X86	2	15	0,200	2070	310,5	0,048	77,100
2731395	ESPACADOR	1	15	0,280	1473	220,95	0,068	76,866
2730403	BUCHA DE ARTICULACAO	2	15	0,750	264	39,6	0,379	44,700
3524124	BUCHA DESARME DA CATRACA	1	15	1,200	328	49,2	0,305	74,040
2732233	TUBO INFERIOR COLETOR	1	15	1,800	212	31,8	0,472	72,240
1732337	EIXO DO ESTICADOR	2	10	0,021	230	34,5	0,290	10,725
2731738	EIXO TRANSMISSAO LONGO MG 1350	2	10	0,560	366	54,9	0,182	40,744
2730069	BUCHA DE REGULAGEM	1	15	0,500	682	102,3	0,147	66,150
2731705	EIXO	1	10	0,090	4140	621	0,016	65,890
3719451	EIXO MARCADOR LINHA	1	15	0,550	592	88,8	0,169	63,840
2730371	PINO REMANCHADO 1.1/8"X215	2	15	0,300	526	78,9	0,190	38,670
2730172	TUBO DO PE DE APOIO	2	15	0,310	504	75,6	0,198	38,436
2729178	EIXO FIXACAO MOLA	1	10	0,120	2860	429	0,023	61,480
2730115	BUCHA ESPACADORA	1	10	0,400	836	125,4	0,080	60,160
2715364	BUCHA DO RETENTOR	2	15	0,800	188	28,2	0,532	37,560
2731440	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,140	2070	310,5	0,048	58,470
2731500	EIXO DO DISTRIBUIDOR	2	15	0,280	989	148,35	0,101	56,538
2710103	PINO REMANCHADO 1/2"X112MM	2	10	0,150	2066	310,2	0,032	56,530
2738233	EIXO CUBO DA RODA	1	10	1,700	182	27,3	0,366	56,410
2731406	EIXO DO PUXADOR REG PROFUND	2	15	0,130	2070	310,5	0,048	55,365
2731740	EIXO DO ESTICADOR	2	15	0,300	884	132,6	0,113	54,780
2726065	EIXO DIANTEIRO	2	10	0,100	2860	429	0,023	52,900
2718886	TUBO DO BRACO ADUBADOR	1	15	0,450	550	82,85	0,170	52,733
2738557	TUBO DO BERCO 12L	1	20	1,900	112	16,8	1,190	51,920
2738557	TUBO DO BERCO 12L	1	20	1,900	112	16,8	1,190	51,920
2702602	APOIO FIXADOR	2	10	0,600	229	34,35	0,291	30,610
2732243	CONDUTOR DE AR EX 12	1	15	3,200	74	11,1	1,351	50,520
2738557	TUBO DO BERCO 12L	1	0	3,000	112	16,8	0,000	50,400
2731368	EIXO DIR BANDA CONTR PROFUNDIDADE	2	10	0,130	2070	310,5	0,032	50,365
2731369	EIXO ESQ BANDA CONTR PROFUNDIDADE	2	10	0,130	2070	310,5	0,032	50,365
2731433	ALAVANCA REG BANDA COMPACTADORA	1	10	0,130	2070	310,5	0,032	50,365
2718346	SUPORTE DO SULCADOR	2	10	0,600	209	31,35	0,319	28,810
3719455	SUPLEMENTO DA HASTE	1	10	0,600	418	62,7	0,159	47,620
2718870	EIXO ITERMEDIARIO LONGO	2	10	0,560	428	64,2	0,156	45,952
2738457	HASTE	2	10	0,200	1194	179,1	0,056	45,820
2738553	BUCHA ESPACADORA	1	10	0,400	597	89,55	0,112	45,820
2732236	CONDUTOR DE AR EX 08	1	15	3,200	32	4,8	3,125	30,360

2728245	ACOPLADOR	2	15	0,230	429	64,35	0,233	29,801
2731467	TUBO ESPACADOR	2	15	0,130	1473	220,95	0,068	43,724
2738557	TUBO DO BERCO 12L	2	10	2,000	112	16,8	0,595	43,600
2715321	PINO DE ENGATE	2	10	0,370	299	44,85	0,223	26,595
2738657	EIXO DA BANDA	2	10	0,370	597	89,55	0,112	43,134
2732169	BUCHA 3341-61	2	15	0,450	415	62,25	0,241	43,013
2718823	EIXO SEXTAVADO 11/16" X 1185	2	10	0,500	440	66	0,152	43,000
2718944	PINO REMANCHADO 1/2X97	2	15	0,130	1430	214,5	0,070	42,885
2738656	TUBO REGULADOR	1	10	0,350	597	89,55	0,112	41,343
2730124	EIXO FIX HASTE	2	15	0,220	776	116,4	0,129	40,608
2730263	PINO REMANCHADO 1/2" X 45	1	10	0,120	1700	255	0,039	40,600
2730262	HASTE DA PLATAFORMA	2	15	0,200	852	127,8	0,117	40,560
2731534	COMPLEMENTO EIXO TRANSMISSAO MG	2	15	0,200	837	125,55	0,119	40,110
2730189	EIXO ARTICULACAO DO CILINDRO	1	10	0,430	233	34,95	0,286	25,029
2731239	TUBO REDONDO	2	15	0,200	776	116,4	0,129	38,280
2738587	TUBO DO BERCO 15L	1	20	1,900	64	9,6	2,083	38,240
2738587	TUBO DO BERCO 15L	1	20	1,900	64	9,6	2,083	38,240
2102623	PINO REMANCHADO 1/2"X105	2	10	0,130	1439	215,85	0,046	38,061
2726137	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,400	190	28,5	0,526	26,400
2729823	PINO DE FIXACAO PROTETOR	2	15	0,180	420	63	0,238	26,340
2730581	BUCHA DE ARTICULACAO	2	15	0,200	742	111,3	0,135	37,260
2731834	TUBO DO SUPORTE	1	10	0,340	522	78,3	0,128	36,622
2731737	EIXO TRANSMISSAO CURTO MG 1000	2	10	0,450	383	57,45	0,174	35,853
2732253	EIXO TRANSMISSAO LONGO EX 1100	2	10	0,500	344	51,6	0,194	35,800
2718260	TUBO DO BRACO ADUBADOR	2	10	0,290	576	86,4	0,116	35,056
2731611	EIXO TRANSMISSAO 11/16"X175	1	10	0,660	244	36,6	0,273	34,156
2738587	TUBO DO BERCO 15L	2	10	2,500	64	9,6	1,042	34,000
2738587	TUBO DO BERCO 15L	1	0	3,500	64	9,6	0,000	33,600
2725589	TUBO DO SUPORTE	2	15	0,210	586	87,9	0,171	33,459
2732252	EIXO TRANSMISSAO CURTO EX 720MM	2	10	0,410	380	57	0,175	33,370
2725678	EIXO ESTICADOR CORRENTE	2	15	0,180	340	51	0,294	24,180
2728035	PINO REMANCHADO 3/4"X177	2	15	0,200	597	89,55	0,168	32,910
2738540	TUBO REDONDO	2	10	0,130	1125	168,75	0,059	31,938
2736256	PINO TOP	1	10	0,240	597	89,55	0,112	31,492
2725679	EIXO ESTICADOR CORRENTE	2	15	0,180	608	91,2	0,164	31,416
2729955	EIXO INTERMEDIARIO	2	10	0,500	136	20,4	0,490	20,200
2731410	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,012	8280	1242	0,012	29,904
2732143	TUBO PROLONGADOR EXTERNO 21L	2	15	3,900	12	1,8	8,333	22,020
2730819	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,900	48	7,2	2,083	21,480
2702603	EIXO DE FIXACAO DO LEVANTE	2	10	0,280	212	31,8	0,314	16,904
2729807	EIXO ESQ TRANSMISSAO	1	15	0,210	201	30,15	0,498	21,332
2739071	EIXO TRANSMISSAO EX LONGO 1150	2	10	0,500	222	33,3	0,300	26,650
2729592	PRISIONEIRO DE FIXACAO DA TAMPA	2	15	0,024	3230	484,5	0,031	26,628
2702901	TUBO INTERNO	2	10	0,230	234	35,1	0,285	18,873
2730354	EIXO DE ACIONAMENTO	2	15	0,460	80	12	1,250	20,520
2730368	EIXO TOMADA POTENCIA	2	15	0,460	80	12	1,250	20,520
2729981	EIXO INTERMEDIARIO LONGO	1	10	0,400	131	19,65	0,509	17,860
2731608	EIXO DO ESTICADOR	2	15	0,280	244	36,6	0,410	25,248
2730438	BOCAL DE ENTRADA	1	15	0,600	54	8,1	1,852	19,860
2732256	EIXO FIXACAO PROTETOR	2	15	0,130	488	73,2	0,205	24,516
2739070	EIXO TRANSMISSAO EX CURTO 760	2	10	0,410	234	35,1	0,285	24,391
2730899	EIXO DO BATENTE	2	10	0,150	638	95,7	0,104	24,355
2729843	PINO	2	10	0,120	782	117,3	0,085	24,076
2732046	EIXO FIXACAO PROTETOR LONGO	2	15	0,100	593	88,95	0,169	23,895
2732041	EIXO FIXACAO PROTETOR CURTO	2	15	0,100	587	88,05	0,170	23,805
2726182	EIXO DA VENTOINHA	1	15	0,520	109	16,35	0,917	23,502
2738557	TUBO DO BERCO 12L	2	10	0,800	112	16,8	0,595	23,440
2730466	COLETOR DE AR	2	15	5,000	5	0,75	20,000	18,750
2706222	GUIA DO EIXO	1	10	0,150	536	80,4	0,124	22,060
2730589	FIXADOR DO SUPORTE	1	15	2,300	10	1,5	10,000	18,450
2738541	TUBO PE DE APOIO	2	10	0,950	80	12	0,833	21,400
2730536	EIXO DE ARTICULACAO CABECALHO	2	15	0,430	48	7,2	2,083	18,096
2729817	EIXO DIR TRANSMISSAO	1	15	0,100	205	30,75	0,488	18,075
2729588	EIXO REGULADOR DO SELETOR	2	15	0,024	1615	242,25	0,062	20,814
2726134	BUCHA ESPACADORA	2	10	0,330	109	16,35	0,612	15,396
2732147	EIXO SEXTAVADO 1.1/16"X3290	2	15	1,200	16	2,4	6,250	17,880
2731431	APOIO DA HASTE REGULAGEM	2	15	0,018	2070	310,5	0,048	20,589
2738587	TUBO DO BERCO 15L	2	10	1,100	64	9,6	1,042	20,560
2739143	EIXO TRANSMISSAO CURTO MG	2	10	0,450	78	11,7	0,855	15,265
2731863	REDUTOR DE VAZAO -6-6C F1,2	2	10	0,150	432	64,8	0,154	19,720
2731257	BRACO DO GARFO	2	10	0,190	340	51	0,196	19,690
2731501	COMPLEMENTO EIXO TRANSMISSAO MG	2	15	0,200	152	22,8	0,658	19,560
2738229	PINO DE ARTICULACAO	2	10	0,350	182	27,3	0,366	19,555
2738302	ACOPLADOR 1.3/4"X75	2	10	0,380	160	24	0,417	19,120
2738303	ACOPLADOR 1.3/4"X75	2	10	0,380	160	24	0,417	19,120
2702402	GUIA DO FLEXIVEL	1	10	0,250	118	17,7	0,565	14,425
2729587	EIXO GUIA DO SELETOR	2	15	0,015	1615	242,25	0,062	18,634
2730496	EIXO DO ESTICADOR	2	15	0,300	80	12	1,250	18,600
2729986	EIXO	2	15	0,015	1599	239,85	0,063	18,598
2731699	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,005	4140	621	0,024	18,105
2728131	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,020	884	132,6	0,113	17,652
2729154	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,005	3422	513,3	0,029	17,567
2730486	EIXO DO ESTICADOR DE CORRENTE	2	15	0,021	776	116,4	0,129	17,444
2730489	EIXO DO ESTICADOR	2	15	0,021	629	94,35	0,159	16,981

2739136	EIXO SEXTAVADO 11/16"X1260	2	10	0,410	112	16,8	0,595	16,888
2730260	BUCHA DO ESTRIBO	2	15	0,014	884	132,6	0,113	16,856
6001311	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,008	1430	214,5	0,070	16,716
2730963	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,005	2270	340,5	0,044	16,703
2728733	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,003	2913	436,95	0,034	16,311
2718942	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,006	1430	214,5	0,070	16,287
2729808	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,010	406	60,9	0,246	15,609
2738283	TUBO VERTICAL CORRIMAO	2	10	0,200	202	30,3	0,330	16,060
2738122	EIXO PLATAFORMA	2	15	0,006	496	74,4	0,202	15,446
2732045	GUIA PROTETOR LONGO	2	15	0,010	593	88,95	0,169	15,890
6900211	GUIA DA HASTE	2	15	0,004	1456	218,4	0,069	15,874
2718941	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,004	1430	214,5	0,070	15,858
3821105	BUCHA DO ESTICADOR	2	15	0,007	782	117,3	0,128	15,821
2731865	REDUTOR DE VAZAO -8-6C F1,2	2	10	0,180	208	31,2	0,321	15,616
2710610	BUCHA ESPACADORA	2	10	0,006	5786	867,9	0,012	15,207
3820102	BUCHA ESPACADORA	2	15	0,006	168	25,2	0,595	15,151
2732121	BUCHA GUIA	2	15	0,006	12	1,8	8,333	15,011
2738179	PINO ARTICULACAO CABECALHO	2	10	0,380	80	12	0,833	14,560
2738528	PINO REMANCHADO 1.1/4"X263	2	10	0,330	80	12	0,833	13,960
2738527	PINO REGULADOR CABECALHO	2	10	0,300	80	12	0,833	13,600
2738144	EIXO TRANSMISSAO LONGO MG	2	10	0,560	42	6,3	1,587	13,528
2739137	EIXO SEXTAVADO 11/16"X1570	2	10	0,430	52	7,8	1,282	13,354
2738568	BRACO DO GAREO	2	10	0,150	140	21	0,476	13,150
2737088	PINO TRAVA	2	10	0,130	80	12	0,833	11,560
2738679	EIXO DO ESTICADOR ADUBO	2	10	0,042	480	72	0,139	13,024
2739135	EIXO SEXTAVADO 11/16"X730	2	10	0,410	38	5,7	1,754	12,337
3704079	PINO	2	10	0,360	42	6,3	1,587	12,268
2738598	REGULADOR TERCEIRO PONTO	2	10	0,350	40	6	1,667	12,100
2739090	NIPLE M22X1"NPTF	2	10	0,400	32	4,8	2,083	11,920
2739138	EIXO SEXTAVADO 11/16"X1850	2	10	0,480	20	3	3,333	11,440
2738670	EIXO SEXTAVADO 1.1/16"X3900	2	10	1,500	6	0,9	11,111	11,350
2732137	TUBO SUPERIOR CORRIMAO 21L	2	10	0,400	9	1,35	7,407	10,540
2739139	EIXO SEXTAVADO 11/16"X2145	2	10	0,600	12	1,8	5,556	11,080
2738674	EIXO SEXTAVADO 11/16"X4435	2	10	1,800	3	0,45	22,222	10,810
2738489	TUBO INT TRAVAMENTO	2	10	0,320	8	1,2	8,333	10,384
2738672	EIXO SEXTAVADO 11/16"X4320	2	10	1,650	3	0,45	22,222	10,743
2738706	TUBO HIDRAULICO 30X1330	2	10	0,600	6	0,9	11,111	10,540
2732138	TUBO INFERIOR CORRIMAO 21L	2	10	0,280	6	0,9	11,111	10,252
2738705	TUBO HIDRAULICO 25X2100	2	10	0,530	6	0,9	11,111	10,477
2738707	TUBO HIDRAULICO 30X2350	2	10	0,500	6	0,9	11,111	10,450
2738704	TUBO HIDRAULICO 25X1600	2	10	0,480	6	0,9	11,111	10,432
2738675	EIXO SEXTAVADO 11/16"X310	2	10	0,390	6	0,9	11,111	10,351
2739101	ADAPTADOR 3/4"UNF	2	10	0,010	32	4,8	2,083	10,048
2738564	BUCHA	2	10	0,007	28	4,2	2,381	10,029
2728269	PINO REMANCHADO 3/4"X72	1	10	0,170	1	0,15	66,667	10,026

APÊNDICE 3: SISTEMA *MILK RUN*

Código	Lead time de transporte	Qtde/mês para 20 máqs,	Lead Time processamento	Lead Time Total	Lead Time Total Acumulado	Produzir Serras dia	Produzir Fundição dia	L,T Total Final	Tamanho do lote - 20 máqs,	TPT (Dias)	Número de lotes necessários
1101225	0	1650	1	1	1	3A	0		248	3	
1101225	0,5	1650	1	1,5	2,5	3A	0	5	248	3	3
				0							
1732337	0	430	1	1	1	2A	0		65	3	
1732337	0,5	430	1	1,5	2,5	2A	0	4	65	3	3
2102623	0	2554	1	1	1	3B	0		383	3	
2102623	0,5	2554	1	1,5	2,5	3B	0		383	3	
2102623	0,5	2554	1	1,5	4	3B	0	6,5	383	3	4
2702402	0	211	1	1	1	1B	0		32	3	
2702402	0,5	211	1	1,5	2,5	1B	0	3	32	3	2
2702602	0	410	1	1	1	3B	0		62	3	
2702602	0,5	410	1	1,5	2,5	3B	0	5	62	3	3
2702603	0	379	1	1	1	2B	0		57	3	
2702603	0,5	379	1	1,5	2,5	2B	0		57	3	
2702603	0,5	379	1	1,5	4	2B	0	5,5	57	3	3
2702702	0,5	425	1	1,5	1,5	0	3	4	64	3	3
2702903	0,5	427	1	1,5	1,5	0	1	2	64	3	2
2704323	0,5	10731	1	1,5	3	3A	0		1610	3	
2704323	0,5	10731	1	1,5	4,5	3A	0		1610	3	
2704323	0,5	10731	1	1,5	6	3A	0	8,5	1610	3	4
2705306	0,5	3296	1	1,5	1,5	0	0	2	494	3	2
2705401	0,5	1648	1	1,5	1,5	0	3		247	3	
2705401	0,5	1648	1	1,5	3	0	3		247	3	
2705401	0,5	1648	1	1,5	4,5	0	3	7	247	3	4
2710103	0	3983	1	1	1	3B	0		597	3	
2710103	0,5	3983	1	1,5	2,5	3B	0		597	3	
2710103	0,5	3983	1	1,5	4	3B	0	6,5	597	3	4
2710610	0	10364	1	1	1	1B	0		1555	3	
2710610	0,5	10364	1	1,5	2,5	1B	0	3	1555	3	2
2715648	0	58	1	1	1	0	0		9	3	
2715648	0,5	58	1	1,5	2,5	0	0	3	9	3	2
2718205	0,5	1920	1	1,5	1,5	0	3	4	288	3	3
2718268	0,5	5037	1	1,5	1,5	0	0		756	3	
2718268	0,5	5037	1	1,5	3	0	0	3,5	756	3	3
2718270	0	5037	1	1	1	3B	0		756	3	
2718270	0,5	5037	1	1,5	2,5	3B	0	5	756	3	3
2718271	0,5	5037	1	1,5	1,5	0	0		756	3	
2718271	0,5	5037	1	1,5	3	0	0	3,5	756	3	3
2718277	0	8378	1	1	1	3A	0		1257	3	
2718277	0,5	8378	1	1,5	2,5	3A	0		1257	3	
2718277	0,5	8378	1	1,5	4	3A	0	6,5	1257	3	4
2718285	0	5404	1	1	1	2A	0		811	3	
2718285	0,5	5404	1	1,5	2,5	2A	0		811	3	
2718285	0,5	5404	1	1,5	4	2A	0		811	3	
2718285	0,5	5404	1	1,5	5,5	2A	0	7	811	3	4

2718314	0,5	5037	1	1,5	1,5	0	2	3	756	3	2
2718658	0,5	2407	1	1,5	1,5	0	3	4	361	3	3
2718788	0	5386	1	1	1	0	0		808	3	
2718788	0,5	5386	1	1,5	2,5	0	0	3	808	3	2
2718821	0,5	806	1	1,5	1,5	0	0	2	121	3	2
2718822	0,5	806	1	1,5	1,5	0	0	2	121	3	2
2718823	0	806	1	1	1	2A	0		121	3	
2718823	0,5	806	1	1,5	2,5	2A	0	4	121	3	3
2718846	0,5	2748	1	1,5	1,5	0	0	2	412	3	2
2718847	0,5	5274	1	1,5	1,5	0	0		791	3	
2718847	0,5	5274	1	1,5	3	0	0		791	3	
2718847	0,5	5274	1	1,5	4,5	0	0	5	791	3	3
2718848	0,5	5274	1	1,5	1,5	0	0	2	791	3	2
2718852	0,5	2526	1	1,5	1,5	0	0	2	379	3	2
2718868	0,5	784	1	1,5	1,5	0	0	2	118	3	2
2718869	0,5	784	1	1,5	1,5	0	0	2	118	3	2
2718870	0	784	1	1	1	2A	0		118	3	
2718870	0,5	784	1	1,5	2,5	2A	0	4	118	3	3
2718882	0,5	6705	1	1,5	1,5	0	0	2	1006	3	2
2718941	0	2552	1	1	1	1B	0		383	3	
2718941	0,5	2552	1	1,5	2,5	1B	0	3	383	3	2
2718942	0	2552	1	1	1	1A	0		383	3	
2718942	0,5	2552	1	1,5	2,5	1A	0	3	383	3	2
2718944	0	2552	1	1	1	3B	0		383	3	
2718944	0,5	2552	1	1,5	2,5	3B	0		383	3	
2718944	0,5	2552	1	1,5	4	3B	0	6,5	383	3	4
2718987	0,5	5274	1	1,5	1,5	0	0	2	791	3	2
2718988	0,5	1548	1	1,5	1,5	0	2	3	232	3	2
2725589	0	1064	1	1	1	3A	0		160	3	
2725589	0,5	1064	1	1,5	2,5	3A	0	5	160	3	3
2725678	0	616	1	1	1	2A	0		92	3	
2725678	0,5	616	1	1,5	2,5	2A	0		92	3	
2725678	0,5	616	1	1,5	4	2A	0	5,5	92	3	3
2725679	0	1096	1	1	1	2A	0		164	3	
2725679	0,5	1096	1	1,5	2,5	2A	0		164	3	
2725679	0,5	1096	1	1,5	4	2A	0	5,5	164	3	3
2726064	0,5	5104	1	1,5	1,5	0	0	2	766	3	2
2726065	0	5104	1	1	1	2A	0		766	3	
2726065	0,5	5104	1	1,5	2,5	2A	0	4	766	3	3
2726136	0,5	75	1	1,5	1,5	0	0		11	3	
2726136	0,5	75	1	1,5	3	0	0	3,5	11	3	3
2726177	0	192	1	1	1	0	2		29	3	1
2726177	0,5	192	1	1,5	2,5	0	2		29	3	1
2726177	0	192	1	1	3,5	0	2	5	29	3	3

2726182	0	192	1	1	1	2B	0		29	3	
2726182	0,5	192	1	1,5	2,5	2B	0		29	3	
2726182	0,5	192	1	1,5	4	2B	0		29	3	
2726182	0,5	192	1	1,5	5,5	2B	0	7	29	3	4
2728035	0	1185	1	1	1	3B	0		178	3	
2728035	0,5	1185	1	1,5	2,5	3B	0	5	178	3	3
2728235	0,5	782	1	1,5	1,5	0	3	4	117	3	3
2728269	0	1807	1	1	1	3B	0		271	3	
2728269	0,5	1807	1	1,5	2,5	3B	0	5	271	3	3
2728300	0,5	617	1	1,5	1,5	0	0	2	93	3	2
2728301	0,5	824	1	1,5	1,5	0	0	2	124	3	2
2728302	0,5	824	1	1,5	1,5	0	0		124	3	
2728302	0,5	824	1	1,5	3	0	0		124	3	
2728302	0,5	824	1	1,5	4,5	0	0		124	3	
2728302	0,5	824	1	1,5	6	0	0		124	3	
2728302	0,5	824	1	1,5	7,5	0	0		124	3	
2728302	0,5	824	1	1,5	9	0	0	9,5	124	3	5
2728303	0,5	765	1	1,5	1,5	0	0		115	3	
2728303	0,5	765	1	1,5	3	0	0	3,5	115	3	3
2728304	0,5	617	1	1,5	1,5	0	0	2	93	3	2
2728305	0,5	824	1	1,5	1,5	0	0	2	124	3	2
2728306	0,5	824	1	1,5	1,5	0	0		124	3	
2728306	0,5	824	1	1,5	3	0	0		124	3	
2728306	0,5	824	1	1,5	4,5	0	0		124	3	
2728306	0,5	824	1	1,5	6	0	0		124	3	
2728306	0,5	824	1	1,5	7,5	0	0		124	3	
2728306	0,5	824	1	1,5	9	0	0	9,5	124	3	5
2728307	0,5	765	1	1,5	1,5	0	0		115	3	
2728307	0,5	765	1	1,5	3	0	0	3,5	115	3	3
2728514	0	5912	1	1	1	2B	0		887	3	
2728514	0,5	5912	1	1,5	2,5	2B	0		887	3	
2728514	0,5	5912	1	1,5	4	2B	0	5,5	887	3	3
2728541	0,5	5912	1	1,5	1,5	0	3	4	887	3	3
2728542	0,5	5912	1	1,5	1,5	0	0		887	3	
2728542	0	5912	1	1	2,5	0	0		887	3	
2728542	0	5912	1	1	3,5	0	0		887	3	
2728542	0	5912	1	1	4,5	0	0	5	887	3	3
2728645	0,5	2596	1	1,5	1,5	0	0		389	3	
2728645	0	2596	1	1	2,5	0	0	3	389	3	2
2728646	0,5	2596	1	1,5	1,5	0	1		389	3	
2728646	0,5	2596	1	1,5	3	0	1		389	3	
2728646	0,5	2596	1	1,5	4,5	0	1	5	389	3	3
2728647	0,5	2596	1	1,5	1,5	0	1		389	3	
2728647	0,5	2596	1	1,5	3	0	1		389	3	
2728647	0,5	2596	1	1,5	4,5	0	1	5	389	3	3
2728671	0	10296	1	1	1	0	0		1544	3	
2728671	0,5	10296	1	1,5	2,5	0	0	3	1544	3	2
2728677	0	1920	1	1	1	0	0		288	3	
2728677	0,5	1920	1	1,5	2,5	0	0	3	288	3	2

2728687	0,5	3983	1	1,5	1,5	0	0	2	597	3	2
2728722	0,5	5926	1	1,5	1,5	0	0		889	3	
2728722	0,5	5926	1	1,5	3	0	0	3,5	889	3	3
2729114	0,5	5104	1	1,5	1,5	0	0		766	3	
2729114	0,5	5104	1	1,5	3	0	0	3,5	766	3	3
2729150	0	5074	1	1	1	0	0		761	3	
2729150	0,5	5074	1	1,5	2,5	0	0	3	761	3	2
2729165	0,5	2552	1	1,5	1,5	0	0		383	3	
2729165	0,5	2552	1	1,5	3	0	0	3,5	383	3	3
2729178	0	5104	1	1	1	2A	0		766	3	
2729178	0,5	5104	1	1,5	2,5	2A	0	4	766	3	3
2729279	0	2958	1	1	1	0	0		444	3	
2729279	0,5	2958	1	1,5	2,5	0	0	3	444	3	2
2729567	0,5	2596	1	1,5	1,5	0	1		389	3	
2729567	0,5	2596	1	1,5	3	0	1		389	3	
2729567	0,5	2596	1	1,5	4,5	0	1	5	389	3	3
2729581	0,5	2958	1	1,5	1,5	0	0		444	3	
2729581	0,5	2958	1	1,5	3	0	0	3,5	444	3	3
2729582	0	2841	1	1	1	2B	0		426	3	
2729582	0,5	2841	1	1,5	2,5	2B	0	4	426	3	3
2729596	0,5	2958	1	1,5	1,5	0	0		444	3	
2729596	0	2958	1	1	2,5	0	0		444	3	
2729596	0,5	2958	1	1,5	4	0	0		444	3	
2729596	0,5	2958	1	1,5	5,5	0	0		444	3	
2729596	0	2958	1	1	6,5	0	0		444	3	
2729596	0,5	2958	1	1,5	8	0	0	8,5	444	3	4
2729599	0,5	3078	1	1,5	1,5	0	0	2	462	3	2
2729603	0,5	2958	1	1,5	1,5	0	0	2	444	3	2
2729633	0,5	2022	1	1,5	1,5	0	3	4	303	3	3
2729683	0,5	5074	1	1,5	3	0	0	3,5	761	3	3
2729696	0,5	5192	1	1,5	1,5	0	0	2	779	3	2
2729714	0,5	1088	1	1,5	1,5	0	0	2	163	3	2
2729806	0,5	337	1	1,5	1,5	0	0		51	3	
2729806	0,5	337	1	1,5	3	0	0	3,5	51	3	3
2729807	0	337	1	1	1	2B	0		51	3	
2729807	0,5	337	1	1,5	2,5	2B	0	4	51	3	3
2729810	0,5	896	1	1,5	1,5	0	0	2	134	3	2
2729812	0	3066	1	1	1	1A	0		460	3	
2729812	0,5	3066	1	1,5	2,5	1A	0	3	460	3	2
2729816	0,5	339	1	1,5	1,5	0	0		51	3	
2729816	0,5	339	1	1,5	3	0	0	3,5	51	3	3
2729817	0	339	1	1	1	2B	0		51	3	
2729817	0,5	339	1	1,5	2,5	2B	0	4	51	3	3
2729829	0,5	1404	1	1,5	1,5	0	3	4	211	3	3

2729843	0	1404	1	1	1	3B	0		211	3	
2729843	0,5	1404	1	1,5	2,5	3B	0	5	211	3	3
2729863	0,5	4232	1	1,5	1,5	0	0	2	635	3	2
2729953	0,5	220	1	1,5	1,5	0	0	2	33	3	2
2729954	0,5	220	1	1,5	1,5	0	0	2	33	3	2
2729955	0	220	1	1	1	2B	0		33	3	
2729955	0,5	220	1	1,5	2,5	2B	0	4	33	3	3
2729979	0,5	212	1	1,5	1,5	0	0	2	32	3	2
2729980	0,5	212	1	1,5	1,5	0	0	2	32	3	2
2729981	0	212	1	1	1	2B	0		32	3	
2729981	0,5	212	1	1,5	2,5	2B	0	4	32	3	3
2729985	0,5	896	1	1,5	1,5	0	0		134	3	
2729985	0,5	896	1	1,5	3	0	0	3,5	134	3	3
2729986	0	3066	1	1	1	2B	0		460	3	
2729986	0,5	3066	1	1,5	2,5	2B	0	4	460	3	3
2729990	0,5	2958	1	1,5	1,5	0	0		444	3	
2729990	0	2958	1	1	2,5	0	0	3	444	3	2
2730069	0	1224	1	1	1	1A	0		184	3	
2730069	0,5	1224	1	1,5	2,5	1A	0	3	184	3	2
2730087	0,5	1224	1	1,5	1,5	0	0	2	184	3	2
2730113	0	1394	1	1	1	2B	0		209	3	
2730113	0,5	1394	1	1,5	2,5	2B	0	4	209	3	3
2730116	0,5	1394	1	1,5	1,5	0	0	2	209	3	2
2730117	0	1394	1	1	1	0	0		209	3	
2730117	0,5	1394	1	1,5	2,5	0	0	3	209	3	2
2730118	0,5	702	1	1,5	1,5	0	0	2	105	3	2
2730119	0	1404	1	1	1	0	0		211	3	
2730119	0,5	1404	1	1,5	2,5	0	0	3	211	3	2
2730122	0,5	1412	1	1,5	1,5	0	0		212	3	
2730122	0,5	1412	1	1,5	3	0	0		212	3	
2730122	0,5	1412	1	1,5	4,5	0	0	5	212	3	3
2730123	0,5	1404	1	1,5	1,5	0	0	2	211	3	2
2730124	0	1394	1	1	1	2A	0		209	3	
2730124	0,5	1394	1	1,5	2,5	2A	0	4	209	3	3
2730129	0,5	702	1	1,5	1,5	0	0	2	105	3	2
2730156	0,5	748	1	1,5	1,5	0	0		112	3	
2730156	0,5	748	1	1,5	3	0	0	3,5	112	3	3
2730172	0	944	1	1	1	3A	0		142	3	
2730172	0,5	944	1	1,5	2,5	3A	0	5	142	3	3
2730189	0	418	1	1	1	2A	0		63	3	
2730189	0,5	418	1	1,5	2,5	2A	0		63	3	
2730189	0,5	418	1	1,5	4	2A	0	5,5	63	3	3
2730258	0	612	1	1	1	0	0		92	3	
2730258	0,5	612	1	1,5	2,5	0	0		92	3	

2730258	0,5	612	1	1,5	4	0	0	4,5	92	3	3
2730262	0	1536	1	1	1	3B	0		230	3	
2730262	0,5	1536	1	1,5	2,5	3B	0		230	3	
2730262	0,5	1536	1	1,5	4	3B	0	6,5	230	3	4
2730263	0	3052	1	1	1	3B	0		458	3	
2730263	0,5	3052	1	1,5	2,5	3B	0	5	458	3	3
2730324	0,5	756	1	1,5	1,5	0	0		113	3	
2730324	0,5	756	1	1,5	3	0	0	3,5	113	3	3
2730353	0,5	141	1	1,5	1,5	0	0		21	3	
2730353	0,5	141	1	1,5	3	0	0	3,5	21	3	3
2730365	0,5	141	1	1,5	1,5	0	0		21	3	
2730365	0,5	141	1	1,5	3	0	0		21	3	
2730365	0,5	141	1	1,5	4,5	0	0	5	21	3	3
2730397	0	88	1	1	1	0	0		13	3	
2730397	0,5	88	1	1,5	2,5	0	0	3	13	3	2
2730404	0	44	1	1	1	0	0		7	3	
2730404	0,5	44	1	1,5	2,5	0	0	3	7	3	2
2730417	0,5	1812	1	1,5	1,5	0	0		272	3	
2730417	0,5	1812	1	1,5	3	0	0	3,5	272	3	3
2730437	0	207	1	1	1	0	0		31	3	
2730437	0,5	207	1	1,5	2,5	0	0		31	3	
2730437	0	207	1	1	3,5	0	0		31	3	
2730437	0,5	207	1	1,5	5	0	0		31	3	
2730437	0,5	207	1	1,5	6,5	0	0		31	3	
2730437	0	207	1	1	7,5	0	0	8	31	3	4
2730438	0	110	1	1	1	1B	0		17	3	
2730438	0,5	110	1	1,5	2,5	1B	0	3	17	3	2
2730465	0,5	9	1	1,5	1,5	0	0		1	3	
2730465	0,5	9	1	1,5	3	0	0	3,5	1	3	3
2730466	0	9	1	1	1	1B	0		1	3	
2730466	0,5	9	1	1,5	2,5	1B	0	3	1	3	2
2730468	0,5	5	1	1,5	1,5	0	0		1	3	
2730468	0,5	5	1	1,5	3	0	0	3,5	1	3	3
2730469	0,5	5	1	1,5	1,5	0	0		1	3	
2730469	0,5	5	1	1,5	3	0	0	3,5	1	3	3
2730470	0,5	5	1	1,5	1,5	0	0		1	3	
2730470	0,5	5	1	1,5	3	0	0	3,5	1	3	3
2730471	0,5	5	1	1,5	1,5	0	0		1	3	
2730471	0,5	5	1	1,5	3	0	0	3,5	1	3	3
2730480	0,5	1584	1	1,5	1,5	0	0	2	238	3	2
2730483	0,5	1584	1	1,5	1,5	0	0	2	238	3	2
2730484	0	1584	1	1	1	3B	0		238	3	
2730484	0,5	1584	1	1,5	2,5	3B	0	5	238	3	3
2730486	0	1404	1	1	1	2B	0		211	3	
2730486	0,5	1404	1	1,5	2,5	2B	0		211	3	
2730486	0,5	1404	1	1,5	4	2B	0	5,5	211	3	3
2730489	0	1122	1	1	1	2B	0		168	3	
2730489	0,5	1122	1	1,5	2,5	2B	0	4	168	3	3

2730536	0	88	1	1	1	2B	0		13	3	
2730536	0,5	88	1	1,5	2,5	2B	0		13	3	
2730536	0,5	88	1	1,5	4	2B	0		13	3	
2730536	0,5	88	1	1,5	5,5	2B	0	7	13	3	4
2730579	0,5	9	1	1,5	1,5	0	0	2	1	3	2
2730581	0	1334	1	1	1	1A	0		200	3	
2730581	0,5	1334	1	1,5	2,5	1A	0	3	200	3	2
2730584	0,5	1512	1	1,5	1,5	0	3	4	227	3	3
2730588	0,5	756	1	1,5	1,5	0	0	2	113	3	2
2730792	0,5	792	1	1,5	1,5	0	0		119	3	
2730792	0,5	792	1	1,5	3	0	0	3,5	119	3	3
2730793	0,5	792	1	1,5	1,5	0	0		119	3	
2730793	0,5	792	1	1,5	3	0	0	3,5	119	3	3
2730862	0,5	792	1	1,5	1,5	0	0		119	3	
2730862	0,5	792	1	1,5	3	0	0	3,5	119	3	3
2731317	0,5	3846	1	1,5	1,5	0	1	2	577	3	2
2731318	0,5	3846	1	1,5	1,5	0	0	2	577	3	2
2731368	0	3846	1	1	1	2A	0		577	3	
2731368	0,5	3846	1	1,5	2,5	2A	0	4	577	3	3
2731369	0	3846	1	1	1	2A	0		577	3	
2731369	0,5	3846	1	1,5	2,5	2A	0	4	577	3	3
2731386	0	7692	1	1	1	2A	0		1154	3	
2731386	0,5	7692	1	1,5	2,5	2A	0	4	1154	3	3
2731397	0	19230	1	1	1	2B	0		2885	3	
2731397	0,5	19230	1	1,5	2,5	2B	0	4	2885	3	3
2731401	0	3846	1	1	1	3B	0		577	3	
2731401	0,5	3846	1	1,5	2,5	3B	0	5	577	3	3
2731410	0	15384	1	1	1	1A	0		2308	3	
2731410	0,5	15384	1	1,5	2,5	1A	0		2308	3	
2731410	0,5	15384	1	1,5	4	1A	0	4,5	2308	3	3
2731429	0,5	3846	1	1,5	1,5	0	0	2	577	3	2
2731432	0,5	3846	1	1,5	1,5	0	0	2	577	3	2
2731433	0	3846	1	1	1	3B	0		577	3	
2731433	0,5	3846	1	1,5	2,5	3B	0	5	577	3	3
2731440	0	3846	1	1	1	1A	0		577	3	
2731440	0,5	3846	1	1,5	2,5	1A	0	3	577	3	2
2731471	0,5	1131	1	1,5	1,5	0	3		170	3	
2731471	0	1131	1	1	2,5	0	3		170	3	
2731471	0,5	1131	1	1,5	4	0	3	6,5	170	3	4
2731472	0,5	2661	1	1,5	1,5	0	0		399	3	
2731472	0,5	2661	1	1,5	3	0	0	3,5	399	3	3
2731474	0,5	828	1	1,5	1,5	0	2		124	3	
2731474	0	828	1	1	2,5	0	2		124	3	
2731474	0,5	828	1	1,5	4	0	2	5,5	124	3	3
2731475	0,5	702	1	1,5	1,5	0	3		105	3	

2731475	0	702	1	1	2,5	0	3		105	3	
2731475	0,5	702	1	1,5	4	0	3	6,5	105	3	4
2731477	0,5	2661	1	1,5	1,5	0	0	2	399	3	2
2731487	0,5	15384	1	1,5	1,5	0	0		2308	3	
2731487	0,5	15384	1	1,5	3	0	0		2308	3	
2731487	0,5	15384	1	1,5	4,5	0	0		2308	3	
2731487	0,5	15384	1	1,5	6	0	0		2308	3	
2731487	0,5	15384	1	1,5	7,5	0	0	8	2308	3	4
2731499	0,5	1499	1	1,5	1,5	0	0		225	3	
2731499	0	1499	1	1	2,5	0	0		225	3	
2731499	0,5	1499	1	1,5	4	0	0		225	3	
2731499	0,5	1499	1	1,5	5,5	0	0		225	3	
2731499	0	1499	1	1	6,5	0	0		225	3	
2731499	0,5	1499	1	1,5	8	0	0	8,5	225	3	4
2731500	0	1773	1	1	1	2B	0		266	3	
2731500	0,5	1773	1	1,5	2,5	2B	0	4	266	3	3
2731501	0	274	1	1	1	1B	0		41	3	
2731501	0,5	274	1	1,5	2,5	1B	0	3	41	3	2
2731509	0,5	274	1	1,5	1,5	0	0		41	3	
2731509	0	274	1	1	2,5	0	0		41	3	
2731509	0,5	274	1	1,5	4	0	0		41	3	
2731509	0,5	274	1	1,5	5,5	0	0		41	3	
2731509	0	274	1	1	6,5	0	0		41	3	
2731509	0,5	274	1	1,5	8	0	0	8,5	41	3	4
2731595	0,5	3846	1	1,5	1,5	0	0	2	577	3	2
2731596	0,5	3846	1	1,5	1,5	0	0	2	577	3	2
2731608	0	438	1	1	1	2B	0		66	3	
2731608	0,5	438	1	1,5	2,5	2B	0	4	66	3	3
2731611	0	438	1	1	1	2A	0		66	3	
2731611	0,5	438	1	1,5	2,5	2A	0		66	3	
2731611	0,5	438	1	1,5	4	2A	0	5,5	66	3	3
2731635	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	2		178	3	
2731635	0,5	1185	1	1,5	3	0	2	4,5	178	3	3
2731670	0	3846	1	1	1	2B	0		577	3	
2731670	0,5	3846	1	1,5	2,5	2B	0		577	3	
2731670	0	3846	1	1	3,5	2B	0		577	3	
2731670	0	3846	1	1	4,5	2B	0	6	577	3	3
2731699	0	7692	1	1	1	1A	0		1154	3	
2731699	0,5	7692	1	1,5	2,5	1A	0	3	1154	3	2
2731786	0,5	946	1	1,5	1,5	0	2		142	3	
2731786	0	946	1	1	2,5	0	2		142	3	
2731786	0	946	1	1	3,5	0	2		142	3	
2731786	0	946	1	1	4,5	0	2	6	142	3	3
2731795	0,5	538	1	1,5	1,5	0	2		81	3	
2731795	0	538	1	1	2,5	0	2		81	3	
2731795	0	538	1	1	3,5	0	2		81	3	
2731795	0	538	1	1	4,5	0	2	6	81	3	3
2731796	0,5	538	1	1,5	1,5	0	1		81	3	
2731796	0	538	1	1	2,5	0	1		81	3	
2731796	0	538	1	1	3,5	0	1		81	3	
2731796	0	538	1	1	4,5	0	1	5	81	3	3
2731834	0	940	1	1	1	3A	0		141	3	

2731834	0,5	940	1	1,5	2,5	3A	0	5	141	3	3
2731976	0,5	12472	1	1,5	1,5	0	3	4	1871	3	3
2732029	0,5	2170	1	1,5	1,5	0	0	2	326	3	2
2732030	0,5	2170	1	1,5	1,5	0	0		326	3	
2732030	0,5	2170	1	1,5	3	0	0	3,5	326	3	3
2732031	0,5	2170	1	1,5	1,5	0	0	2	326	3	2
2732121	0	24	1	1	1	1A	0		4	3	
2732121	0,5	24	1	1,5	2,5	1A	0	3	4	3	2
2732168	0,5	756	1	1,5	1,5	0	2	3	113	3	2
2732230	0,5	141	1	1,5	1,5	0	0		21	3	
2732230	0,5	141	1	1,5	3	0	0	3,5	21	3	3
2732231	0	189	1	1	1	0	0		28	3	
2732231	0,5	189	1	1,5	2,5	0	0		28	3	
2732231	0	189	1	1	3,5	0	0		28	3	
2732231	0,5	189	1	1,5	5	0	0	5,5	28	3	3
2732232	0	378	1	1	1	0	0		57	3	
2732232	0,5	378	1	1,5	2,5	0	0	3	57	3	2
2732233	0	378	1	1	1	3A	0		57	3	
2732233	0,5	378	1	1,5	2,5	3A	0	5	57	3	3
2732235	0,5	54	1	1,5	1,5	0	0		8	3	
2732235	0,5	54	1	1,5	3	0	0	3,5	8	3	3
2732236	0	54	1	1	1	3B	0		8	3	
2732236	0,5	54	1	1,5	2,5	3B	0	5	8	3	3
2732240	0,5	100	1	1,5	1,5	0	0		15	3	
2732240	0,5	100	1	1,5	3	0	0	3,5	15	3	3
2732241	0,5	100	1	1,5	1,5	0	0		15	3	
2732241	0,5	100	1	1,5	3	0	0	3,5	15	3	3
2732242	0,5	132	1	1,5	1,5	0	0		20	3	
2732242	0,5	132	1	1,5	3	0	0	3,5	20	3	3
2732243	0	132	1	1	1	3B	0		20	3	
2732243	0,5	132	1	1,5	2,5	3B	0	5	20	3	3
2732254	0	219	1	1	1	0	0		33	3	
2732254	0,5	219	1	1,5	2,5	0	0	3	33	3	2
2732255	0	219	1	1	1	0	0		33	3	
2732255	0,5	219	1	1,5	2,5	0	0	3	33	3	2
2734060	0,5	4608	1	1,5	1,5	0	0		691	3	
2734060	0,5	4608	1	1,5	3	0	0		691	3	
2734060	0	4608	1	1	4	0	0		691	3	
2734060	0,5	4608	1	1,5	5,5	0	0	6	691	3	3
2735999	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	1	2	178	3	2
2736075	0,5	1068	1	1,5	1,5	0	0		160	3	
2736075	0,5	1068	1	1,5	3	0	0		160	3	
2736075	0	1068	1	1	4	0	0		160	3	
2736075	0,5	1068	1	1,5	5,5	0	0	6	160	3	3
2736257	0	1185	1	1	1	0	0		178	3	
2736257	0,5	1185	1	1,5	2,5	0	0		178	3	
2736257	0,5	1185	1	1,5	4	0	0	4,5	178	3	3

2737088	0	148	1	1	1	3B	0		22	3	
2737088	0,5	148	1	1,5	2,5	3B	0		22	3	
2737088	0,5	148	1	1,5	4	3B	0	6,5	22	3	4
2738143	0	146	1	1	1	2A	0		22	3	
2738143	0,5	146	1	1,5	2,5	2A	0		22	3	
2738143	0,5	146	1	1,5	4	2A	0		22	3	
2738143	0,5	146	1	1,5	5,5	2A	0	7	22	3	4
2738144	0	79	1	1	1	2A	0		12	3	
2738144	0,5	79	1	1,5	2,5	2A	0		12	3	
2738144	0,5	79	1	1,5	4	2A	0		12	3	
2738144	0,5	79	1	1,5	5,5	2A	0	7	12	3	4
2738179	0	148	1	1	1	3B	0		22	3	
2738179	0,5	148	1	1,5	2,5	3B	0		22	3	
2738179	0,5	148	1	1,5	4	3B	0	6,5	22	3	4
2738216	0,5	338	1	1,5	1,5	0	0		51	3	
2738216	0,5	338	1	1,5	3	0	0	3,5	51	3	3
2738229	0	338	1	1	1	3B	0		51	3	
2738229	0,5	338	1	1,5	2,5	3B	0	5	51	3	3
2738232	0,5	338	1	1,5	1,5	0	0	2	51	3	2
2738233	0	338	1	1	1	2B	0		51	3	
2738233	0,5	338	1	1,5	2,5	2B	0		51	3	
2738233	0,5	338	1	1,5	4	2B	0	5,5	51	3	3
2738291	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	0	2	178	3	2
2738427	0,5	148	1	1,5	1,5	0	0	2	22	3	2
2738428	0,5	148	1	1,5	1,5	0	0	2	22	3	2
2738527	0	148	1	1	1	3B	0		22	3	
2738527	0,5	148	1	1,5	2,5	3B	0	5	22	3	3
2738528	0	148	1	1	1	3B	0		22	3	
2738528	0,5	148	1	1,5	2,5	3B	0		22	3	
2738528	0,5	148	1	1,5	4	3B	0	6,5	22	3	4
2738534	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	0	2	178	3	2
2738535	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	0	2	178	3	2
2738541	0	148	1	1	1	3A	0		22	3	
2738541	0,5	148	1	1,5	2,5	3A	0	5	22	3	3
2738545	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	0	2	178	3	2
2738546	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	0		178	3	
2738546	0,5	1185	1	1,5	3	0	0	3,5	178	3	3
2738563	0,5	48	1	1,5	1,5	0	0		7	3	
2738563	0,5	48	1	1,5	3	0	0	3,5	7	3	3
2738564	0	90	1	1	1	1A	0		14	3	
2738564	0,5	90	1	1,5	2,5	1A	0	3	14	3	2
2738580	0,5	1155	1	1,5	1,5	0	1	2	173	3	2
2738581	0,5	1155	1	1,5	1,5	0	0	2	173	3	2
2738618	0	1185	1	1	1	3A	0		178	3	
2738618	0,5	1185	1	1,5	2,5	3A	0	5	178	3	3

2738627	0,5	1185	1	1,5	1,5	0	0	2	178	3	2
2738642	0,5	296	1	1,5	1,5	0	0		44	3	
2738642	0,5	296	1	1,5	3	0	0	3,5	44	3	3
2738645	0,5	11	1	1,5	1,5	0	0		2	3	
2738645	0,5	11	1	1,5	3	0	0	3,5	2	3	3
2738646	0	11	1	1	1	0	0		2	3	
2738646	0,5	11	1	1,5	2,5	0	0	3	2	3	2
2738656	0	1185	1	1	1	3A	0		178	3	
2738656	0,5	1185	1	1,5	2,5	3A	0	5	178	3	3
2738679	0	888	1	1	1	2A	0		133	3	
2738679	0,5	888	1	1,5	2,5	2A	0		133	3	
2738679	0,5	888	1	1,5	4	2A	0		133	3	
2738679	0,5	888	1	1,5	5,5	2A	0	7	133	3	4
2738708	0,5	8	1	1,5	1,5	0	0		1	3	
2738708	0,5	8	1	1,5	3	0	0	3,5	1	3	3
2738709	0	8	1	1	1	0	0		1	3	
2738709	0,5	8	1	1,5	2,5	0	0	3	1	3	2
2738814	0,5	15	1	1,5	1,5	0	0	2	2	3	2
2738882	0,5	225	1	1,5	1,5	0	3	4	34	3	3
2738911	0,5	1129	1	1,5	1,5	0	0	2	169	3	2
2738912	0	1129	1	1	1	0	0		169	3	
2738912	0,5	1129	1	1,5	2,5	0	0	3	169	3	2
2738913	0	1129	1	1	1	0	0		169	3	
2738913	0,5	1129	1	1,5	2,5	0	0	3	169	3	2
2738914	0	1129	1	1	1	0	0		169	3	
2738914	0,5	1129	1	1,5	2,5	0	0	3	169	3	2
2801303	0	2527	1	1	1	3B	0		379	3	
2801303	0,5	2527	1	1,5	2,5	3B	0		379	3	
2801303	0,5	2527	1	1,5	4	3B	0	6,5	379	3	4
3704079	0	76	1	1	1	3B	0		11	3	
3704079	0,5	76	1	1,5	2,5	3B	0	5	11	3	3
3705055	0,5	6028	1	1,5	1,5	0	0		904	3	
3705055	0,5	6028	1	1,5	3	0	0	3,5	904	3	3
3719450	0,5	1078	1	1,5	1,5	0	0	2	162	3	2
3820102	0,5	300	1	1,5	1,5	1A	0		45	3	
3820102	0,5	300	1	1,5	3	1A	0	3,5	45	3	3
6900211	0	2596	1	1	1	1B	0		389	3	
6900211	0,5	2596	1	1,5	2,5	1B	0	3	389	3	2

APÊNDICE 4: ANÁLISE DE CAPACIDADE DA ESTAMPARIA

Código	Descrição	máq	TEMPO PREP	TEMPO OPER	Qtde/mês	TPT dia	Classe
1001416	ENXADA SULCADORA 8"	51	15	0,12	65	3	A
1001512	ARGOLA	58	10	0,135	516	3.3	C
1701023	APOIO DIR DEPOSITO	60	15	0,35	20	1	A
1701025	APOOIO ESQ DEPOSITO	60	15	0,35	20	2	A
1701027	TOP	51	20	0,08	40	4	C
1701028	BARRA DE FIXACAO	52	20	0,06	65	1	A
1701031	CHAPA INTERMEDIARIA	87	20	0,1	10	3	B
1701038	BRACO DE FIXACAO	52	20	0,085	20	1	B
1701046	BARRA DE FIXACAO	52	7	0,06	40	2	B
1701051	BARRA DO SULCADOR	53	10	0,11	20	1	A
1701085	CHAPA GUIA	59	20	0,12	50	1.1	C
1701086	BARRA DE FIXACAO	51	10	0,04	25	4	C
1701548	BRACO REGULADOR	52	10	0,065	16	1.1	C
1701552	ARRUELA ESPACADORA	58	10	0,03	80	2.2	C
1710211	SUPORTE FIXACAO DO REDUTOR	53	20	0,055	10	3	B
1710215	GUIA	52	16	0,03	10	2.2	C
1710222	GAIOLA	51	20	0,095	40	2.2	C
1720012	BRACO TORRE	53	10	0,15	20	2	A
1720013	DISTANCIADOR	53	10	0,026	10	1	B
1720014	PONTO INFERIOR ENGATE	87	20	0,11	20	3	A
1720018	REFORCO CABECOTE	52	15	0,11	20	1	A
1720021	CANTONEIRA	53	20	0,64	10	1	A
1720251	BASE DE FIXACAO	60	15	0,18	65	1.1	C
1730021	CANTONEIRA	53	20	0,85	10	1	A
1732043	FIXADOR FRONTAL M18	59	20	0,13	60	1	A
1732213	BARRA DE ARTICULACAO	52	6	0,016	394	3	B
1732217	ARGOLA	51	13	0,045	261	3.3	C
1732260	ARRUELA LISA	51	15	0,06	176	1.1	C
1732374	BRACO INFERIOR	53	15	0,08	430	1	A
1732375	BRACO SUPERIOR	53	15	0,074	430	3	A
1732380	ESPACADOR	52	20	0,04	430	1	B
1732397	PROTETOR	63	15	0,008	28	1	B
1732698	PRESILHA MENNOR	52	20	0,06	12	6	C
1732699	PRESILHA TRASEIRA	52	20	0,065	6	4	C
1732726	REFORCO DA BARRA	59	20	0,38	46	2	B
1732729	BRACO MENOR DA GARRA	89	15	0,3	46	1	A
1732730	BRACO MAIOR DA GARRA	51	15	0,26	46	1	A
1732731	BASE DA GARRA	89	15	0,22	46	2	B
2102565	BARRA DE FIXACAO	52	20	0,065	136	8	C
2702221	ARRUELA RETENCAO	87	10	0,06	7	1.1	C
2702603	EIXO DE FIXACAO DO LEVANTE	87	10	0,11	292	1	B
2704805	FIXADOR DA MANGUEIRA	52	10	0,04	177	4	C
2706231	TRANCA	63	8	0,015	120	9	C
2708006	JUNTA DE VEDACAO	58	10	0,1	730	1	B
2708106	TAMPA DO RETENTOR	58	13	0,045	8048	3	B
2711022	ARO DA RODA	63	10	0,105	620	3	A
2713201	BARRA DO SUPORTE	53	10	0,16	64	3	A
2715084	FIXADOR TUBO INTERNO	52	10	0,05	746	2	B
2715153	FIXADOR DO TUBO	63	10	0,01	34	6	C
2715324	OLHAL	87	20	0,15	48	1	B
2715417	SUPORTE DO DISCO	52	20	0,2	24	2	B
2715460	OLHAL DE FIXACAO	87	20	0,15	120	3	A
2715466	ALGEMA	53	15	0,06	24	1	B
2715468	ALGEMA	53	15	0,06	24	2	B
2715514	ALGEMA DE FIXACAO	51	15	0,04	56	2	B
2715522	CHAPA DE FIXACAO DO SUPORTE	51	15	0,06	24	8	C
2715528	HASTE DO SUPORTE	51	15	0,15	56	2	B
2715537	LATERAL DIREITA	77	16	0,3	42	1	B
2715541	ARO DO SUPORTE	52	15	0,11	56	1	B

2715580	BARRA DE FIXACAO 1/4X1.1/4X194	58	20	0,21	12	4	C
2718234	GUARDA-PO	51	22	0,063	30	1.1	C
2718286	GUARDA-PO	51	20	0,07	10097	2	A
2718288	JUNTA DE VEDACAO	58	8	0,14	4077	4	C
2718330	ALAVANCA DIREITA ACIONAMENTO	52	6	0,065	468	1	B
2718331	ALAVANCA ESQUERDA ACIONAMENTO	52	6	0,065	468	2	B
2718414	TRAVESSA DIANTEIRA	60	18	0,1	150	1	A
2718415	TRAVESSA TRASEIRA	51	12	0,19	292	1	A
2718685	ARRUELA DE ENCOSTO	53	16	0,07	1078	2.2	C
2718788	LIMPADOR DISCO DE CORTE	63	10	0,023	3958	2	A
2718796	VIGA DO SUPORTE	63	6	0,118	1695	2	A
2718808	BARRA BANDA COMPACTADORA	51	10	0,05	1695	1	A
2718811	BRACO	53	15	0,07	3390	1	A
2718831	CHAPA DE APOIO	51	10	0,03	262	7	C
2718859	SUPORTE BARRA ESTABILIZADORA	58	15	0,15	251	3	A
2718887	ARRUELA LISA	63	10	0,006	2840	4	C
2718892	FIXADOR DA HASTE	53	10	0,085	704	3	A
2718908	SUPORTE BARRA ESTABILIZADORA	77	20	0,24	475	1	A
2718943	REFORCO REG PROFUNDIDADE	51	8	0,03	1695	2.2	C
2725024	ESPACADOR	52	10	0,03	8	1.1	C
2725047	BRACO DO SUPORTE	53	10	0,22	22	2	A
2725050	SUPORTE DO ESTICADOR	52	20	0,045	220	1	B
2725052	FIXADOR DO PROTETOR	52	20	0,04	46	3.3	C
2725071	BRACO DA GARRA	52	12	0,18	22	2	A
2725074	REGULADOR DO ESTICADOR	52	10	0,04	138	9	C
2725129	REGULADOR DO ESTICADOR	52	6	0,04	669	2	B
2725162	FIXADOR	52	10	0,06	22	4	C
2725176	SUPORTE ENGATE	59	15	0,32	16	1	B
2725177	LATERAL DO ENGATE	89	16	0,13	32	1.1	C
2725302	ORELHA	52	10	0,045	46	4	C
2725468	CHAPA INTERM FIXACAO CILINDRO	52	20	0,05	30	7	C
2725469	CHAPA TRASEIRA FIXACAO CILINDRO	52	10	0,04	60	5	C
2725470	CHAPA FRONTAL	58	20	0,3	30	9	C
2725471	FIXADOR DIANTEIRO	58	20	0,32	60	4	C
2725472	FIXADOR TRASEIRO	58	20	0,3	60	2.2	C
2725473	FIXADOR DO PROTETOR	58	10	0,045	120	1.1	C
2725475	CHAPA DE APOIO 3/16"	52	10	0,03	60	2.2	C
2725478	BARRA DE TRAVAMENTO	51	10	0,09	60	1	A
2725486	BRACO REGULADOR	51	10	0,055	638	2	B
2725551	SUPORTE DO PROTETOR	51	10	0,06	60	7	C
2725553	SUPORTE DAS ENGRENAGENS	63	10	0,01	84	3.3	C
2725557	HASTE DE FIXACAO	52	20	0,1	56	1.1	C
2725565	LATERAL DO ENGATE	51	10	0,075	60	1	B
2725572	NERVURA	52	20	0,008	120	9	C
2725590	FIXADOR DO DISCO	52	15	0,09	818	2	A
2725618	ALAVANCA DIREITA DA CATRACA	51	10	0,085	30	6	C
2725619	TOP DA ALAVANCA	58	20	0,1	60	2.2	C
2725621	ALAVANCA ESQUERDA DA CATRACA	51	10	0,085	30	7	C
2725632	LATERAL DO PANTOGRAFO	52	15	0,065	1280	2	A
2725639	SUPORTE BARRA ESTABILIZADORA	58	15	0,15	145	3	B
2725665	REFORCO DO SUPORTE	63	10	0,005	290	2	B
2725686	LIMPADOR DIREITO	58	10	0,08	859	2	A
2725687	LIMPADOR ESQUERDO	58	10	0,08	1199	2	A
2725725	REFORCO DIREITO	51	20	0,3	30	3	B
2725726	REFORCO MAIOR	51	10	0,06	60	8	C
2725727	REFORCO MENOR	51	10	0,045	60	8	C
2725728	REFORCO ESQUERDO	58	20	0,3	30	3	B
2725739	LIMPADOR DIREITO	58	10	0,08	340	2	A
2725753	PANTOGRAFO SUPERIOR	51	20	0,16	440	2	A
2725758	BASE FIX DO GUIA	58	10	0,05	60	7	C
2725788	BASE DO BRACO FIXACAO	52	20	0,055	120	1	B

2725826	ENGATE SUPERIOR DIREITO	52	20	0,3	8	6	C
2725827	ENGATE SUPERIOR ESQUERDO	52	20	0,3	8	7	C
2725832	CANTONEIRA	53	20	0,4	11	3	A
2725859	BARRA DE FIXACAO	52	10	0,105	110	3	A
2725861	BARRA DE FIXACAO	52	10	0,09	110	2	B
2725862	ESPACADOR	52	10	0,03	55	1.4	C
2725876	SUPORTE DE FIXACAO	52	20	0,16	22	3.3	C
2726010	ENGATE SUPERIOR ESQUERDO	51	20	0,1	30	1	B
2726011	ENGATE SUPERIOR DIREITO	51	20	0,1	30	2	B
2726012	ESPACADOR	52	10	0,045	30	5	C
2726045	FIXADOR DO PROTETOR	52	20	0,03	434	8	C
2726073	SUPORTE REGULADOR	52	5	0,2	110	1	B
2726075	REFORCO	52	7	0,065	55	2	B
2726119	GRADE DE PROTECAO	60	14	0,34	3	2.2	C
2726131	DEFLETOR	63	10	0,018	3	1.4	C
2726158	SUPORTE DO MANCAL SUPERIOR	53	17	0,17	186	2	A
2726160	SUPORTE ESTICADOR	51	12	0,1	186	2.5	C
2726163	SUPORTE DO MANCAL INFERIOR	53	18	0,2	190	2	A
2726165	LATERAL DIREITA	52	8	0,3	250	2	B
2726166	LATERAL ESQUERDA	52	8	0,3	250	3	B
2726169	TAMPA FRONTAL DA TURBINA	63	10	0,13	273	3	A
2726170	TAMPA TRASEIRA DA TURBINA	63	10	0,13	273	1	A
2726174	DISCO FRONTAL	52	13	0,2	273	1	A
2726248	BRACADEIRA	52	15	0,05	786	3	B
2726271	LATERAL DO ENGATE	52	20	0,6	6	3	A
2726272	TORRE	53	15	0,2	6	3	A
2726275	ESPACADOR	52	20	0,12	3	3.3	C
2726277	FIXADOR DIREITO TURBINA	60	20	0,18	6	3	B
2726750	CHAPA DE ENCOSTO	52	20	0,055	22	1	B
2726762	SUPORTE DA HASTE	52	15	0,12	22	1	B
2726812	LATERAL FIX SUPORTE CORRIMAO	52	15	0,05	120	2.5	C
2728008	FIXADOR DA ROLDANA	52	15	0,03	1236	8	C
2728012	BARRA DE ARTICULACAO	52	15	0,034	1644	2	B
2728013	ORELHA DO PINO DE FIXACAO	52	15	0,04	1402	4	C
2728027	ENGATE DE LEVANTAMENTO	53	10	0,035	292	2	B
2728030	BASE DE FIXACAO ROLDANA	53	12	0,11	150	2	A
2728033	FIXADOR DA ROLDANA	51	12	0,1	300	3	B
2728051	ENGATE DE LEVANTAMENTO	53	8	0,08	486	3	B
2728222	ARRUELA DE ENCOSTO	51	15	0,05	1222	5	C
2728319	ARRUELA DE ENCOSTO	51	12	0,066	1222	7	C
2728544	ARRUELA LISA FQ E51X1,5-F16,3	51	15	0,09	9838	3	A
2728649	ARRUELA DE ENCOSTO	51	12	0,046	6780	1	A
2728667	GARFO DO CARDAN	52	12	0,05	6780	2	A
2728692	BARRA ESTABILIZADORA CURTA	52	10	0,088	1483	3	A
2728769	ARRUELA DE ENCOSTO	52	12	0,05	39	2	B
2728772	ARO BANDA COMPACTADORA	89	20	0,25	1180	2	A
2728951	BARRA ESTABILIZADORA LONGA	52	10	0,14	818	2	A
2729150	BRACO DO CONTROLE PROFUNDIDADE	53	16	0,06	3390	3	A
2729170	TOP DO BRACO	52	7	0,03	1695	2	A
2729243	GUARDA PO	51	11	0,05	1348	1	B
2729244	TAMPA DO MANCAL	52	10	0,05	1226	6	C
2729245	JUNTA DE VEDACAO	51	10	0,075	1226	1.4	C
2729276	FIXADOR DO PROTETOR	52	15	0,03	2228	7	C
2729294	DISCO MILHO 30FSXE1,5XF5,0	89	17	0,15	1376	3	A
2729382	BASE DE FIXACAO	52	10	0,055	262	2	B
2729383	SUPORTE DA VALVULA	53	18	0,1	262	1	B
2729448	ARRUELA DE ENCOSTO	52	12	0,04	4830	1	A
2729477	PRESILHA DO CONDUTOR	51	12	0,095	110	9	C
2729507	ARRUELA DE ENCOSTO	52	20	0,045	2905	3.3	C
2729512	FIXADOR DA HASTE	52	10	0,03	2221	2	B
2729583	BASE DO INSERTO	53	14	0,18	2339	1	A

2730831	APOIO DA CORRENTE MG10	77	30	0,31	48	2.5	C
2730863	TAMPA DO MANCAL	168	15	0,15	618	1.4	C
2730879	FIXADOR TRASEIRO	89	15	0,16	1492	1	A
2730912	LATERAL DO APOIO	51	10	0,05	584	2	A
2730937	CHAPA DE APOIO	52	17	0,04	292	2.5	C
2730962	REFORCO	52	15	0,03	1570	1	A
2730964	ARRUELA LISA 17MM	63	10	0,01	19726	3.6	C
2731212	SUPORTE DIR DISTR ADUBO 8L	63	15	0,4	36	2	B
2731213	SUPORTE ESQ DISTR ADUBO 8L	63	15	0,4	36	3	B
2731214	SUPORTE DIR DISTR ADUBO 10L	63	15	0,45	114	2	B
2731215	SUPORTE ESQ DISTR ADUBO 10L	63	15	0,45	114	3	B
2731216	SUPORTE DIR DISTR ADUBO 15L	63	15	0,48	49	5	C
2731217	SUPORTE ESQ DISTR ADUBO 15L	63	15	0,48	49	6	C
2731218	SUPORTE DIR DISTR ADUBO 18L	63	15	0,45	16	8	C
2731219	SUPORTE ESQ DISTR ADUBO 18L	63	15	0,45	16	9	C
2731263	LATERAL FIXACAO ESTRIBO	52	20	0,06	1236	1	A
2731398	CHAPA TRAVAMENTO PANTOGRAFO	63	10	0,008	12196	2.5	C
2731400	PROTETOR	60	10	0,09	3049	2	B
2731409	ARRUELA LISA	58	10	0,04	6424	9	C
2731414	REFORCO	52	15	0,05	2130	3	A
2731422	LATERAL DIR COMPACTADOR	52	15	0,26	3049	2	B
2731423	LATERAL ESQ COMPACTADOR	52	15	0,26	3049	3	B
2731424	COBERTURA COMPACTADOR FLUTUANTE	51	20	0,11	3049	4	C
2731425	ARRUELA REFORCO	58	20	0,04	6098	8	C
2731438	GARFO DE REGULAGEM	52	20	0,04	3049	3	B
2731470	BRACO CURTO	53	20	0,115	4316	3	A
2731613	SUPORTE DO ESTICADOR	52	20	0,055	84	6	C
2731649	BASE DE FIXACAO	77	20	0,25	100	3.6	C
2731659	CHAPA DIR DE FIXACAO HASTE	89	15	0,08	1065	2.5	C
2731700	GUARDA PO	51	11	0,06	6798	2	B
2731709	TRAVA DO EIXO	63	10	0,01	3399	8	C
2731734	REFORCO	52	10	0,035	4316	3	A
2731837	SUPORTE DO LIMPADOR	52	15	0,07	1636	3	B
2731981	LIMPADOR ESQUERDO	58	10	0,08	10007	1	A
2731982	LIMPADOR DIREITO	58	10	0,08	10007	2	A
2732032	FIXADOR DA MOLA	52	20	0,08	1688	4	C
2732033	CHAPA FIXACAO MOLA	52	20	0,08	1688	5	C
2732110	CHAPA SUPERIOR DO SUPORTE	53	10	0,11	2	2.5	C
2732111	CHAPA INFERIOR DO SUPORTE	53	10	0,11	2	3.6	C
2732112	ENGATE DO SUPORTE	53	10	0,08	2	1.7	C
2732113	PROTETOR DO DISTRIBUIDOR	51	20	0,07	1688	1	B
2732115	VIGA EXTERNA TIRANTE	77	40	0,8	2	3	B
2732116	CHAPA FECHAMENTO VIGA EXTERNA	58	10	0,06	2	2.5	C
2732119	VIGA INTERNA TIRANTE	77	20	0,32	2	1	B
2732120	CHAPA FECHAMENTO VIGA INTERNA	58	10	0,04	2	1.7	C
2732183	REFORCO DA LATERAL	52	10	0,08	618	1	A
2732188	TRAVESSA TRASEIRA DIR 08L	59	20	0,15	86	3	A
2732189	TRAVESSA TRASEIRA ESQ 08L	59	20	0,15	86	2	A
2732191	TRAVESSA TRASEIRA 10L	87	20	0,2	292	2	A
2732198	TRAVESSA TRASEIRA DIR	87	20	0,2	160	3	A
2732199	TRAVESSA TRASEIRA ESQ	59	20	0,15	143	2	A
2732212	TRAVESSA TRASEIRA DIR 18/21L	59	20	0,28	1	1	A
2732213	TRAVESSA TRASEIRA ESQ 18/21L	59	20	0,28	1	3	A
2732218	BRACO DO PANTOGRAFO	53	10	0,08	8632	2	A
2732229	BARRA DE ARTICULACAO	52	15	0,045	200	1	B
2732273	BASE DE FIXACAO DIREITA	51	20	0,12	364	2	B
2732274	BASE DE FIXACAO ESQUERDA	51	20	0,12	364	3	B
2732275	REFORCO DA GARRA	52	15	0,065	182	3.6	C
2732290	BARRA DE FIXACAO	52	15	0,045	200	2	B
2732292	ESPACADOR	52	10	0,035	100	2.8	C
2732298	HASTE DO CONDUTOR	52	15	0,07	111	5	C

2732323	GUIA DA ALAVANCA	52	15	0,03	350	9	C
2732391	LATERAL DIANTEIRA DO BRACO	53	15	0,085	540	2	A
2732452	ARRUELA ESPACADORA	87	20	0,12	1168	3	A
2734066	PRESILHA DO CONDUTOR	52	10	0,04	5724	3	A
2734085	PRESILHA PROTECAO CONDUTOR	51	12	0,18	5724	1	B
2734185	ESPACADOR	52	15	0,027	4823	2.8	C
2735372	BRACO	51	20	0,16	1782	1	A
2735998	GUARDA PO	168	20	0,046	16195	1	A
2736088	ESPACADOR	52	15	0,05	1782	1	B
2736257	TRAVA DO PINO	52	20	0,035	891	5	C
2737060	ARRUELA SEXTAVADA M20	52	15	0,04	2572	3	B
2737119	ARRUELA SEXTAVADA M16	52	20	0,035	818	3.6	C
2738075	BARRA DE FIXACAO	52	10	0,052	128	3.6	C
2738076	REFORCO TRASEIRO	52	15	0,09	128	1	B
2738081	REFORCO DIREITO	60	20	0,2	139	2	B
2738082	REFORCO ESQUERDO	60	20	0,2	139	3	B
2738090	SUPORTE DIR ARTICULACAO ESTRIBO	52	10	0,04	202	7	C
2738091	SUPORTE DIR ARTICULACAO ESTRIBO	52	10	0,045	265	4	C
2738092	SUPORTE ESQ ARTICULACAO ESTRIBO	52	10	0,045	265	5	C
2738093	SUPORTE FIXACAO DIANTEIRO	52	20	0,045	256	1.7	C
2738094	SUPORTE FIXACAO TRASEIRO	52	20	0,38	256	9	C
2738095	REFORCO	51	20	0,14	128	1.7	C
2738098	CHAPA SUPORTE 3 PONTO	53	20	0,42	104	1	A
2738099	ESPACADOR	53	20	0,1	64	2	B
2738131	HASTE DE SUSTENTACAO	52	10	0,04	306	7	C
2738140	GUIA DO DISTRIBUIDOR	52	10	0,075	588	9	C
2738166	APOIO DA INTERMEDIARIA	60	20	0,07	96	2	B
2738224	CHAPA DE APOIO	63	10	0,015	720	2.8	C
2738253	APOIO BASE FIX CAIXA TRANS	52	10	0,052	256	9	C
2738273	APOIO DO BRACO	52	20	0,15	100	1.7	C
2738274	SUPORTE DO EIXO	52	10	0,06	200	1	B
2738299	SUPORTE DA TRAVA	77	20	0,21	226	1	B
2738401	BASE DO PE DE APOIO	77	15	0,11	128	2	B
2738438	SUPORTE DA TRAVA	52	15	0,05	360	5	C
2738453	REFORCO DIREITO	60	20	0,2	72	3	B
2738454	REFORCO ESQUERDO	60	20	0,2	72	2	B
2738458	GARFO DA HASTE	52	15	0,04	1782	3	A
2738463	BRACO INFERIOR	53	15	0,11	1782	2	A
2738464	REFORCO	52	10	0,055	891	3	A
2738486	FIXADOR DO SUPORTE	77	20	0,3	18	1	B
2738519	FIXADOR DO SUPORTE	77	20	0,3	6	4	C
2738528	PINO REMANCHADO 1.1/4"X263	52	10	0,28	128	2	B
2738566	PRESILHA	52	20	0,1	27	9	C
2738576	PRESILHA	52	15	0,05	414	7	C
2738579	CHAPA DE FIXACAO	77	24	0,41	64	1.7	C
2738604	BARRA DE FIXACAO	52	10	0,065	64	4	C
2738605	ESPACADOR	52	10	0,065	64	5	C
2738606	GUIA DOS FLEXIVEIS	51	20	0,18	128	6	C
2738616	SUPORTE DISTRIB ADUBO DEP 1050L	63	15	0,37	56	3	A
2738650	CHAPA DE FIXACAO	52	10	0,05	159	6	C
2738692	ARO DA BANDA COMPACTADORA	63	10	0,047	1400	1	A
2738729	TAMPA DA RODA	168	15	0,15	700	2.8	C
2738739	PRESILHA	52	15	0,05	106	8	C
2738771	ESPACADOR	52	20	0,04	1341	3	A
2738776	SUPORTE DIR MANCAL SEMENTE	59	20	0,23	20	2	B
2738777	SUPORTE ESQ MANCAL SEMENTE	59	20	0,23	20	3	B
2738798	REFORCO	52	10	0,035	891	1	B
2738912	BRACO DIR DISCO CORTE	168	20	0,16	2560	3	A
2738913	BRACO ESQ DISCO CORTE	87	20	0,16	2560	1	A
2738940	ARRUELA LISA	51	13	0,063	720	1.7	C
2739072	BRACO DO PANTOGRAFO	53	10	0,08	1782	3	A

2739122	SUPORTE DA TRAVA	77	20	0,15	134	6	C
2739313	GARFO DA HASTE	52	15	0,06	450	3	B
2739320	REFORCO PANTOGRAFO SUPERIOR	52	10	0,055	450	3	B
2739324	ARRUELA LISA	52	20	0,05	450	8	C
2739327	BRACO DISCO CORTE 20"PANT	53	15	0,12	900	1	A
2801117	PENDULO	51	15	0,065	63	4	C
3001018	ARRUELA DE ENCOSTO	52	12	0,035	2428	3	B
3001056	REFORCO	52	10	0,04	891	1	B
3001508	ARRUELA ENCOSTO	51	12	0,1	720	3	B
3202052	BRACO DO SULCADOR	53	20	0,1	20	3	A
3224034	BARRA DO SUPORTE	51	10	0,105	8	1	B
3224043	LATERAL DIREITA	87	10	0,28	8	1	B
3224044	LATERAL ESQUERDA	87	10	0,28	8	2	B
3224050	ENGATE DE LEVANTAMENTO	52	20	0,08	8	5	C
3224063	CHAPA FECHAMENTO TRASEIRA	63	10	0,056	8	7	C
3224064	CHAPA DE FECHAMENTO	63	10	0,075	8	9	C
3224065	BRACADEIRA	60	20	0,17	16	5	C
3224069	BRACO DO ESTICADOR	58	10	0,04	8	3.6	C
3224080	BRACO DO ESTICADOR	51	10	0,08	8	3.6	C
3224095	CHAPA DE ENCOSTO	63	10	0,024	20	8	C
3224096	VIGA DO SUPORTE	63	10	0,06	20	6	C
3224097	LATERAL DO SUPORTE	58	10	0,12	40	3	B
3224100	TRAVESSA REFORCO	52	10	0,04	20	7	C
3224101	ENGATE DA MOLA	58	10	0,03	20	1.7	C
3224102	REFORCO DO SUPORTE	52	15	0,06	20	2.8	C
3224104	LIMITADOR DO QUADRO	63	10	0,022	40	4	C
3224107	LATERAL DIREITA	51	10	0,1	20	2	B
3224108	LATERAL ESQUERDA	51	10	0,1	20	3	B
3224109	ESPACADOR 5/16"X1.1/2"X155	52	10	0,04	40	9	C
3224111	LATERAL DO QUADRO	52	15	0,08	40	1	A
3224120	BRACADEIRA	52	20	0,12	40	1	B
3224133	SUPORTE DO LIMPADOR	60	20	0,15	40	3.9	C
3224134	LIMPADOR	77	20	0,18	40	7	C
3224144	FIXADOR DO REGULADOR	51	20	0,3	20	2.8	C
3224154	COBRIDOR DIREITO	63	10	0,006	20	2.8	C
3224155	LIMITADOR	51	10	0,026	40	6	C
3224157	COBRIDOR ESQUERDO	63	10	0,006	20	3.9	C
3224190	FIXADOR DO FILTRO	60	20	0,2	4	6	C
3224191	FIXADOR DO RESERVATORIO	51	15	0,08	4	1.7	C
3224233	DEFLETOR	60	20	0,17	4	7	C
3224387	GUIA DA HASTE	52	12	0,06	40	8	C
3230012	CHAPA DE APOIO	52	17	0,03	4223	1	B
3230014	ARRUELA DE ENCOSTO	58	12	0,08	40	3.9	C
3230517	ENXADA SULCADORA 8"	89	25	0,25	20	3	A
3231003	CANTONEIRA	53	8	0,4	10	2	A
3231012	BRACO ESQUERDO DA TORRE	53	10	0,15	4	1	A
3231016	PINO DE ENGATE INFERIOR	87	10	0,12	76	2	B
3240008	CANTONEIRA	53	20	0,8	26	3	A
3240014	BRACO REGULADOR	52	20	0,11	61	3	A
3240031	CORRENTE 1 ELO	51	20	0,05	61	3.9	C
3240053	CANTONEIRA	53	20	0,8	30	1	A
3240113	DISCO 10"	63	10	0,04	110	4	C
3240122	CORRENTE SOLDADA 3X14X21 X 246	58	12	0,1	122	1	B
3240240	BRACO DO PANTOGRAFO	53	15	0,08	300	2	A
3240245	BRACO SUP. PANTOGRAFO	53	15	0,08	300	3	A
3240285	BRACO DIREITO TORRE	53	10	0,15	20	3	A
3240286	BRACO ESQUERDO TORRE	53	10	0,15	20	1	A
3240525	ARRUELA LISA	52	12	0,04	380	2.8	C
3240531	ARRUELA POSICIONADORA	51	12	0,035	210	4	C
3240628	BRACO DO PANTOGRAFO	51	15	0,085	640	3	A
3240641	LATERAL	53	20	0,25	320	3	B

3240654	BARRA MAIOR DO ESTICADOR	51	10	0,06	160	3	A
3240668	SAPATA DO SULCADOR	63	10	0,004	210	1	B
3240696	ENGATE	168	15	0,3	160	1	B
3241174	LATERAL DA RODA	51	15	0,10	244	3	A
3501538	FIXADOR MENOR MOLA	58	12	0,08	37	5	C
3521294	ARRUELA ESPACADORA	51	15	0,035	3608	3	B
3704012	ARRUELA DE REFORCO	63	10	0,004	453	1.7	C
3704084	ALCA	52	20	0,04	30	3.9	C
3705018	CHAPA REGULADORA	53	15	0,12	3390	3	A
3705537	ARRUELA DENTADA	89	20	0,09	1604	3	B
3719207	FIXADOR DA HASTE	52	10	0,045	28	2	B
3719305	ARRUELA DE ENCOSTO	52	10	0,045	30	6	C
3809097	ELO CISALHADO	58	20	0,06	221	5	C
3821114	ARRUELA DE ENCOSTO	52	12	0,05	4185	3	A
4139406	TOP	51	15	0,08	650	3.9	C
5001038	PINO DE ENGATE	87	10	0,11	391	1	B
5101126	ORELHA DE REVERSAO FRONTAL	52	20	0,03	560	3.9	C
7018004	ARRUELA LISA 5/16"	58	10	0,04	31106	3	B
7018005	ARRUELA LISA 1/4"	58	10	0,015	37304	1	B
7018006	ARRUELA LISA 7/16"	58	10	0,04	460	3.9	C
7018007	ARRUELA LISA 3/8"	58	10	0,015	8440	3	B
7018008	ARRUELA LISA 3/8"	58	10	0,045	21830	2	A
7018012	ARRUELA LISA 5/8"	58	10	0,04	1782	1	B
7018013	ARRUELA LISA 1/2"	58	10	0,024	37580	7	C
7018019	ARRUELA LISA 1"	51	10	0,045	9388	6	C
7018021	ARRUELA LISA 1.3/8"	51	10	0,045	42	9	C
7018049	ARRUELA LISA 3/4"	52	10	0,02	2887	5	C
7018051	ARRUELA LISA 3/16"	58	10	0,02	2755	2.8	C
7018061	ARRUELA LISA 3/4"	52	10	0,02	740	3	B
7018074	ARRUELA LISA 1/2"	51	10	0,02	2194	1	B
7018075	ARRUELA LISA 3/4"	52	10	0,03	3820	2	A
7018076	ARRUELA LISA 1"	63	10	0,004	930	3	B
7033001	ARRUELA LISA FQ E45X1,5-F16,3	87	13	0,023	16141	3	A
7033002	ARUUELA LISA FQ E32XXP2,7-F16,1	51	12	0,035	32	7	C
				54,832			