

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**

**Modelo de Referência para Planejamento e Controle da  
Produção sobre o “Chão de Fábrica” no Processo de  
Beneficiamento de Arroz**

*Marcos Eduardo Selinke*

**TG-EP-38-05**

**Maringá - Paraná**

**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática

**Modelo de Referência para Planejamento e Controle da  
Produção sobre o “Chão de Fábrica” no Processo de  
Beneficiamento de Arroz**

*Marcos Eduardo Selinke*

**TG-EP-38-05**

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Profa. Msc. Maria de Lourdes Santiago Luz*

**Maringá - Paraná  
2005**

**Marcos Eduardo Selinke**

**Modelo de Referência para Planejamento e Controle de Produção  
da Produção sobre o “Chão de Fábrica” no Processo de  
Beneficiamento de Arroz**

Este exemplar corresponde à redação final da monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientadora: Profa. Maria de Lourdes Santiago Luz, Msc.  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof. Carlos Antonio Pizo, Dr.  
Departamento de Informática, CTC

---

Profª. Márcia Marcondes Altimari Samed, Dr.  
Departamento de Informática, CTC

Maringá, Dezembro de 2005

**Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Informática  
Av. Colombo 5790, Maringá-PR  
CEP 87020-900  
Tel: (044) 261-4324 / 4219 Fax: (044) 261-5874**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus por sempre iluminar meu caminho e aos meus pais, Alberto Selinke Júnior e Teresinha Selinke, pela oportunidade de me tornar Engenheiro de Produção.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Maria de Lourdes Santiago Luz pela orientação e conselhos dados, sendo sempre atenciosa mesmo nos sábados à tarde.

A todo pessoal da empresa Moinho Iguaçu Ltda. Pelo convívio e troca de experiências. Em especial àquelas que me ofereceram a oportunidade: Fernando Buss e Sérgio.

À minha família, em especial aos meus pais, meus dois irmãos e meus avós pela amizade e pelo apoio sempre dado nas horas difíceis.

À Tia Io pela revisão ortográfica desta e pelos conselhos para o enriquecimento do texto.

Aos meus amigos, em especial a Ubiratam e Vinícios, pelo apoio e ajuda para a conclusão do curso de Engenharia de Produção.

Agradeço também, a minha namorada, Vanessa, por sempre estar comigo mesmo distante me apoiando, incentivando e por me fazer descobrir um grande sentimento.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: VISÃO GERAL DAS ATIVIDADES DO PCP.....	6
FIGURA 2.2: PRODUÇÃO EMPURRADA VERSUS PRODUÇÃO PUXADA.....	9
FIGURA 2.3: A REDUÇÃO DO NÍVEL DE ESTOQUE (ÁGUA) PERMITE QUE A GERÊNCIA (NAVIO) VEJA OS PROBLEMAS (PEDRAS) E PROCURE REDUZÍ-LOS.....	14
FIGURA 2.4: <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO.....	31
FIGURA 2.5: <i>KANBAN</i> DE TRANSPORTE.....	31
FIGURA 3.1: LAYOUT DAS MÁQUINAS DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ.....	36
FIGURA 3.2: TEMPOS DE TROCA DE EMBALAGEM NA EMPACOTADORA.....	38
FIGURA 3.3: TEMPOS DE TROCA DE EMBALAGEM NA SELADORA.....	38
FIGURA 3.4: TEMPOS PARA A TROCA DA PRODUÇÃO DE 5 KG PARA 1 KG OU VICE VERSA NA EMPACOTADORA.....	39
FIGURA 4.1: MODELO DO PROGRAMA-MESTRE DE PRODUÇÃO.....	41
FIGURA 4.2: PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO PARA SACOS DE 5 KG.....	44
FIGURA 4.3: <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO PARA SACOS DE 5 KG.....	45
FIGURA 4.4: <i>KANBAN</i> DE TRANSPORTE PARA SACOS DE 5 KG.....	46
FIGURA 4.5: PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO PARA SACOS DE 1 KG.....	47
FIGURA 4.6: <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO PARA SACOS DE 1 KG.....	47
FIGURA 4.7: <i>KANBAN</i> DE TRANSPORTE PARA A PRODUÇÃO DE SACOS DE 1 KG.....	48
FIGURA 4.8: PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NA ETAPA DE BENEFICIAMENTO DO ARROZ.....	49
FIGURA 4.9: <i>KANBAN</i> DE PRODUÇÃO PARA A ETAPA DE BENEFICIAMENTO.....	50

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1: DADOS DO PROCESSO PRODUTIVO DO BENEFICIAMENTO DE ARROZ NA EMPRESA ESTUDADA. ....	40
TABELA 3.2: TEMPOS DE TROCA DE EMBALAGEM DE 5 KG NA MEPACOTADORA.....	57
TABELA 3.3: TEMPOS DE TROCA DE EMBALAGEM DE 1 KG NA EMPACOTADORA.....	57
TABELA 3.4: TEMPOS DE TROCA DE EMBALAGEM NA SELADORA.....	57
TABELA 3.5: TEMPOS DE <i>SETUP</i> INICIAL (PREPARAÇÃO DO LOCAL + PREPARAÇÃO DA EMPACOTADORA E SELADORA). ....	58
TABELA 3.6: TEMPO DE <i>SETUP</i> PARA A TROCA DA PRODUÇÃO DE 5 KG PARA 1 KG OU VICE VERSA NA MEPACOTADORA. ....	58
TABELA 3.7: DETERMINAÇÃO DO FLUXO DE ARROZ DA PENEIRA PARA A EMPACOTADORA POR MINUTO.....	59
TABELA 3.8: DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE ARROZ PRODUZIDO NO BENEFICIAMENTO POR HORA.....	60
TABELA 3.9: DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE QUIRERA PRODUZIDA NO BENEFICIAMENTO POR HORA.....	60
TABELA 3.10: DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE FARELO DE ARROZ PRODUZIDA NO BENEFICIAMENTO POR HORA.....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT *Just In Time*

PCP Planejamento e Controle da Produção

TRF Troca rápida de ferramenta

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	2
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	2
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	4
2.2 PREVISÃO DA DEMANDA.....	7
2.3 PRODUÇÃO EMPURRADA E PRODUÇÃO PUXADA.....	8
2.4 SISTEMA JUST IN TIME (JIT) .....	9
2.4.1 ESTOQUES.....	13
2.4.2 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SISTEMA JUST IN TIME.....	15
2.4.2.1 <i>Perdas por superprodução</i> .....	15
2.4.2.2 <i>Just-in-time</i> .....	15
2.4.2.3 <i>Separação do trabalhador da máquina</i> .....	16
2.4.2.4 <i>Baixas taxas de utilização das máquinas</i> .....	16
2.4.2.5 <i>Realizar uma apendicectomia</i> .....	17
2.4.2.6 <i>Princípio do não-custo</i> .....	17
2.4.2.7 <i>Eliminação das perdas</i> .....	17
2.4.2.8 <i>Produção em massa e produção em grandes lotes</i> .....	18
2.4.2.9 <i>Produção contra pedido</i> .....	19
2.5 MELHORIA DO PROCESSO .....	19
2.5.1 MELHORIA DO PROCESSAMENTO.....	20
2.5.2 MELHORIA DA INSPEÇÃO.....	20
2.5.2.1 <i>Método de inspeção poka-yoka</i> .....	21
2.5.3 MELHORIA DO TRANSPORT E.....	22
2.5.4 MELHORIA NOS TEMPOS DE ESPERA.....	22
2.5.4.1 <i>Eliminação das esperas de lote</i> .....	23
2.5.4.2 <i>Eliminação das esperas de processo</i> .....	23
2.6 MELHORIA DAS OPERAÇÕES .....	26
2.6.1 MELHORIA DO SETUP.....	27
2.6.2 MELHORIA DAS OPERAÇÕES PRINCIPAIS.....	29
2.6.3 MELHORIA DAS FOLGAS MARGINAIS.....	29
2.7 KANBAN .....	29
2.7.1 O SISTEMA “SUPERMERCADO” DO SISTEMA KANBAN.....	32
<b>3 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>33</b>
3.1 PROCESSO PRODUTIVO DE BENEFICIAMENTO DO ARROZ.....	34
3.2 TEMPOS E DADOS COLETADOS.....	37
<b>4 MODELO PROPOSTO .....</b>	<b>41</b>
4.1 PROGRAMA-MESTRE DE PRODUÇÃO .....	41
4.2 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	42
4.2.1 ESTOQUES INTERMEDIÁRIOS DE ARROZ E QUIRERA.....	42
4.2.2 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NA ETAPA DE EMPACOTAMENTO DO ARROZ.....	43
4.2.2.1 <i>Proposta para o empacotamento de arroz de 5 kg</i> .....	43
4.2.2.1.1 <i>Kanbans de produção e transporte</i> .....	44
4.2.2.2 <i>Proposta para o empacotamento de arroz de 1 kg</i> .....	46
4.2.3 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NA ETAPA DO BENEFICIAMENTO DE ARROZ.....	48
4.2.3.1 <i>kanban de produção</i> .....	50
4.3 SEQÜENCIAMENTO.....	50
4.4 MELHORIA DO PROCESSO .....	51
4.4.1 MELHORIA DA INSPEÇÃO.....	51
4.4.2 MELHORIA NOS TEMPOS DE ESPERA.....	52
4.5 MELHORIA DAS OPERAÇÕES .....	53

4.5.1 MELHORIA DO SETUP.....	53
4.5.2 MELHORIA DAS OPERAÇÕES PRINCIPAIS E DAS FOLGAS MARGINAIS.....	53
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>57</b>

## RESUMO

Para Martins (1993), "o objetivo principal do planejamento e controle da produção é comandar o processo produtivo, transformando informações de vários setores em ordens de produção e ordens de compra - para tanto exercendo funções de planejamento e controle - de forma a satisfazer os consumidores com produtos e serviços e os acionistas com lucros".

O trabalho cria um modelo de referência para o Planejamento e Controle da Produção no "chão de fábrica" no processo de beneficiamento de arroz através de um estudo de caso. Tal intento foi através do estudo do processo produtivo do arroz branco e análise da demanda para a implantação da filosofia *Just In Time* de planejamento e controle da produção. Este modelo consistiu em aperfeiçoar os cinco objetivos de desempenho da produção: custo, flexibilidade, rapidez, confiabilidade e qualidade.

**Palavras-chave:** Planejamento e Controle da Produção, *Just In Time*, beneficiamento, qualidade.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativa

Nas últimas décadas, as empresas têm passado por significativas mudanças nos seus ambientes de negócios. Por consequência, estas mudanças estão gerando adequações e/ou alterações em seus sistemas produtivos. Este ambiente globalizado, altamente competitivo, pressiona as empresas a investirem em inovação e lançamento de novos produtos, a tornarem-se flexíveis e velozes para o atendimento da demanda de forma confiável e a aumentarem a qualidade tanto dos produtos como dos processos e, decorrentemente, diminuir os custos. Neste contexto, destaca-se o Planejamento e Controle da Produção.

Para que o Planejamento e Controle da Produção atinja os objetivos de desempenho, redução de custos, melhoria da qualidade, velocidade, flexibilidade e a confiabilidade do processo produtivo, ele necessita relacionar-se com todas as áreas (marketing, vendas, financeiro, desenvolvimento de novos produtos), trocando e administrando informações com as mesmas. O Planejamento e Controle da Produção (PCP) aplica e coordena os recursos produtivos para atender, da melhor forma possível, aos planos estabelecidos em níveis estratégicos, táticos e operacionais. Para tal intento, existem métodos de Planejamento e Controle da Produção.

Um método de PCP muito discutido hoje para se chegar aos objetivos de desempenho é o *Just In Time* (JIT). “O JIT é uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de planejamento e controle” (SLACK, *et al.*, 2002). Para Corrêa, *et al.* (2001), o JIT é uma completa filosofia de administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos entre outros. Esta filosofia despertou no mercado produtivo um grande interesse pelo conhecimento detalhado de seus princípios e sua forma de agir perante o planejamento e controle da produção no “chão de fábrica”.

A filosofia JIT fundamenta-se em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e em eliminar todos os desperdícios (que não agregam valor) em cada passo do processo.

Este trabalho descreve um modelo de referência para a implantação do método JIT de planejamento e controle da produção, programação “puxada”, no beneficiamento de arroz.

Tanto a empresa analisada como outras empresas na área de beneficiamento poderão utilizar estas informações para implantar o JIT como forma de planejar e controlar o processo produtivo.

Durante o estágio, ao se analisar o processo produtivo de beneficiamento de arroz na empresa estudada, verificaram-se várias deficiências neste. A partir das falhas percebidas no processo produtivo, realizou-se um estudo através de entrevistas com o gerente da produção e funcionários para o conhecimento detalhado do processo e, posteriormente, pelo método da cronoanálise, procurou-se verificar os grandes tempos perdidos na produção através de elevados tempos de *setup*, como também, determinar os fluxos de produção no maquinário. Como resultado do estudo, percebeu-se uma má programação da produção. Sendo assim, o trabalho propõe um modelo para o Planejamento e Controle da Produção no “chão de fábrica”, baseado na filosofia JIT, a fim de que haja uma grande melhora no processo produtivo, reduzindo-se os desperdícios.

## **1.2 Limitações do Trabalho**

Este trabalho não se propõe a discutir consagradas técnicas de qualidade, mesmo que muitos autores tratem paralelamente o JIT e a Qualidade Total, nem entrar em detalhes de elementos relevantes da filosofia JIT. Ele se limita a procurar estabelecer um modelo de implantação JIT para a empresa analisada, alicerçada na pesquisa bibliográfica que fornece o embasamento teórico necessário para a criação do modelo, juntamente com o método de cronoanálise e as entrevistas oriundos do estudo do caso, os quais subsidiaram a proposta apresentada, não havendo um detalhamento das formas de implantação de todas as técnicas complementares do sistema como layout, parceria com fornecedores, manutenção produtiva total, sistema de troca rápida de ferramentas e outras técnicas descritas na revisão bibliográfica.

## **1.3 Estrutura do Trabalho**

A partir dos princípios norteadores de um trabalho acadêmico, este trabalho encontra-se constituído em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo é feita uma introdução do tema do trabalho, onde são apresentados a justificativa, a motivação, os objetivos e as limitações deste;

No segundo capítulo são identificadas e analisadas as referências bibliográficas sobre o Planejamento e Controle da Produção e sobre o Sistema JIT;

O terceiro capítulo apresenta o estudo de caso, onde é descrito todo o processo produtivo de beneficiamento de arroz na empresa estudada como também os resultados das análises dos tempos e das entrevistas realizadas ao gerente de produção e funcionários;

No quarto capítulo, apresenta-se, de forma detalhada, a metodologia proposta para a implementação do Sistema JIT na empresa estudada, possuindo como base a definição de modelos em planilhas para a programação da produção e melhorias nas operações e processos;

O quinto capítulo apresenta as conclusões esperadas a partir da implantação do modelo proposto pela empresa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Planejamento e Controle da Produção

A função de Manufatura é essencial para a organização, pois é responsável pela produção dos bens e serviços ofertados ao mercado, principal razão de sua existência. Para que a Manufatura atinja seus objetivos estratégicos e operacionais, contribuindo de forma decisiva para o sucesso da organização, são fundamentais as atividades de Planejamento e Controle da Produção, as quais comandam e coordenam o processo produtivo, dando força para a organização suportar o ataque da concorrência e, talvez o mais importante, proporcionando versatilidade operacional para atender às necessidades e expectativas dos clientes.

Segundo Slack, *et al.* (2002),

*Planejamento e Controle é a conciliação do potencial da operação de fornecer produtos e serviços com a demanda de seus consumidores. É o conjunto de atividades diárias que garante que a operação ocorra de uma forma contínua.*

Para Tubino (2000),

*Em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre físico e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. No conjunto de funções dos sistemas de produção aqui descritos, essas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP).*

Russomano (2000) define Planejamento e Controle da Produção (PCP) como *uma função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que os programas preestabelecidos possam ser atendidos nos prazos e quantidade.*

Na visão de Martins (1993), *o objetivo principal do PCP é comandar o processo produtivo, transformando informações de vários setores em ordens de produção e ordens de compra – para tanto exercendo funções de planejamento e controle – de forma a satisfazer os consumidores com produtos e serviços e os acionistas com lucros.*

Sendo assim, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) dentro da organização visa os cinco objetivos de desempenho, garantindo que a produção ocorra eficazmente e gere produtos e serviços nos prazos de entrega, na quantidade, qualidade e custo requeridas pelos clientes, passando a ser um elemento decisivo para a integração da Manufatura.

As atividades de planejamento e controle da produção se desenvolvem sob limitações de recursos, os quais devem ser administrados adequadamente pelos responsáveis pelo Planejamento e Controle da Produção. Para Slack, *et al.* (2002), genericamente as limitações impostas são: de custos, uma vez que os produtos devem ser produzidos dentro de custos determinados pelo mercado; de capacidade produtiva, de acordo com os limites de capacidade projetados para a operação; de tempo, dado que os produtos devem ser produzidos dentro de um intervalo de tempo que ainda tenha valor para o cliente; e de qualidade, a saber, os produtos devem estar em conformidade com o nível de qualidade requerido pelos clientes.

Desta forma, Tubino (2000) cita os três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas em um sistema de produção:

- Nível estratégico;
- Nível tático;
- Nível operacional.

No nível estratégico, o Planejamento e Controle da Produção participa, juntamente com a alta direção da organização, da definição do Planejamento Estratégico da Produção, no qual se define um conjunto coeso de políticas e estratégias no âmbito da produção que darão suporte às vantagens competitivas da empresa a longo prazo. O Planejamento Estratégico da Produção deve estar de acordo com a missão corporativa e em consonância com o plano estratégico desenvolvido pelas áreas de Marketing e Finanças para que não ocorram atritos e problemas que prejudiquem o desempenho geral da organização e seus relacionamentos com os clientes.

No nível tático são definidos os planos de médio prazo para a função de produção. O Planejamento e Controle da Produção e Marketing e Vendas têm a responsabilidade de desenvolver o planejamento-mestre da produção. Através do planejamento-mestre da produção, o Planejamento e Controle da Produção faz um confronto da demanda prevista no médio prazo com os recursos produtivos disponíveis para atendê-la com o objetivo de

identificar os gargalos de produção e buscar alternativas para solucioná-las ao menor custo possível, para que não prejudiquem o bom andamento do processo produtivo quando executado no curto prazo.

Por sua vez, o planejamento-mestre da produção origina o plano-mestre ou programa-mestre de produção. Este programa-mestre de produção deve informar à produção quando e qual quantidade de cada produto deverá ser produzida.

No nível operacional são estabelecidos os programas de curto prazo, onde o Planejamento e Controle da Produção (PCP) inicia o processo de programação da produção, definindo as várias fases das atividades de planejamento da produção, através de informações, tais quais: disponibilidade de equipamentos, matérias-primas, operários, processo de produção, tempos de processamento, prazos e prioridade das ordens de fabricação, etc.. O PCP também realiza o acompanhamento e controle da produção.

A Figura 2.1 apresenta uma visão geral do inter-relacionamento das atividades do PCP.

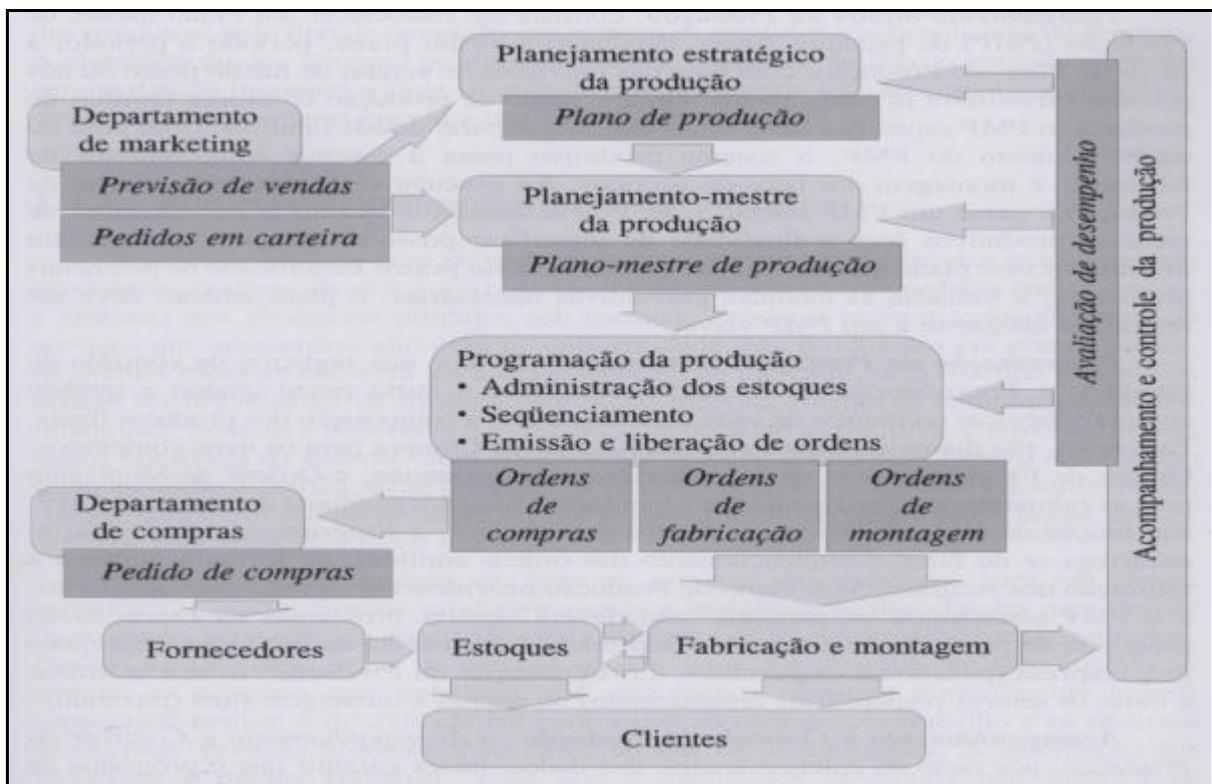


Figura 2.1: Visão geral das atividades do PCP.

Fonte: Tubino (2000).

Visualizando a hierarquia das atividades praticadas pelo PCP, observa-se que a programação da produção é a atividade de “chão de fábrica” (nível operacional), ou seja, é a programação da produção que impulsiona todas as atividades necessárias para transformar os pedidos dos clientes nos bens e serviços solicitados.

Assim, Moreira (2001) destaca os seguintes objetivos da programação da produção:

- Permitir que os produtos tenham a qualidade especificada;
- Fazer com que as máquinas e pessoas operem com os níveis desejados de produtividade;
- Reduzir os estoques e os custos operacionais;
- Manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

## 2.2 Previsão da Demanda

Segundo Tubino (2000), a previsão da demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de uma empresa. Assim, as empresas podem desenvolver os planos de capacidade de fluxo de caixa, de vendas, de produção e estoques, de mão-de-obra, de compras, etc..

O PCP utiliza as previsões da demanda para planejar o sistema produtivo através da elaboração do plano de produção, como também para planejar o uso deste sistema produtivo, através do programa-mestre de produção e da programação.

Tubino (2000) descreve que a previsão da demanda, normalmente, é de responsabilidade do departamento de Vendas ou Marketing. Porém, o PCP deve entender a atividade de previsão da demanda, visto que ela é a principal fonte de informação utilizada para a elaboração de atividades pelo próprio PCP, afetando assim, de forma direta, as funções de planejamento e controle do sistema produtivo.

Corrêa, *et al.* (2001) citam que um dos principais resultados da gestão da demanda é a elaboração de um plano de vendas que seja coeso com o plano-mestre de produção. Sendo

assim, um bom sistema de previsão da demanda deve ter boa acuridade, simplicidade de cálculo e habilidade de rápidos ajustes às mudanças.

Como a previsão da demanda não é exata, a demanda real pode variar para mais ou para menos em relação à previsão, com isto, a filosofia JIT surge como uma oportunidade para as empresas diminuírem as incertezas do mercado, pois a mesma busca a formação de parcerias estratégicas entre clientes e fornecedores, diminuindo assim a imprevisibilidade do mercado e, também, o Sistema JIT “puxa” a produção conforme a demanda real.

### **2.3 Produção Empurrada e Produção Puxada**

Corrêa, *et al.* (2001) definem que no sistema de produção puxada o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação subsequente do processo. Assim, o material só é processado ao longo da cadeia produtiva de acordo com a demanda, ou seja, é a demanda real (cliente final) que dispara o processo. Desta forma, não haverá produção sem que haja necessidade real.

Já Tubino (2000) afirma que “puxar” a produção significa não produzir até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item.

A produção empurrada, Corrêa, *et al.* (2001) definem como sistemas que “empurram” a produção, desde a compra de matérias-primas e componentes até os estoques de produtos acabados. Neste sistema, as operações são disparadas pela disponibilidade de material a processar e não pela demanda real.

A Figura 2.2 ilustra a diferença entre a produção empurrada e a puxada.

A partir da Figura 2.2, observa-se que uma característica da produção empurrada é formação de estoque, visto que o processo produz conforme a disponibilidade de material, sem levar em consideração a demanda real ou se o processo subsequente teve problemas, sendo uma característica dos sistemas tradicionais de produção.

Já a produção puxada caracteriza-se pela não formação de estoques. Assim, a produção puxada define a forma de produção do Sistema JIT, visto que o mesmo visa à produção com estoque zero.



Figura 2.2: Produção empurrada versus produção puxada.

Fonte: Slack, *et al.* (2002).

## 2.4 Sistema *Just In Time* (JIT)

O Sistema JIT é uma filosofia de administração da manufatura, surgida no Japão, nos meados da década de 60, tendo a sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company, por isso também conhecido como o “Sistema Toyota de Produção” (STP). Segundo Corrêa, *et al.* (2001), na época, a Toyota buscava um sistema de administração que pudesse coordenar, precisamente, a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo de atraso gerando vantagem competitiva.

O Sistema JIT foi concebido e implementado após a Segunda Guerra Mundial. No entanto, foi durante uma emergência econômica (crise do petróleo em 1973) que se notou os resultados que a Toyota estava obtendo através da eliminação de desperdícios.

A época em que as indústrias podiam vender tudo que elas produzissem havia acabado. A competitividade do mercado e a manutenção das margens de lucro levaram a uma revisão dos modos de produção, visto ter se constatado que vários tipos de desperdícios ocorriam quando se tentava produzir o mesmo produto em quantidades grandes. Hoje, o mercado forçou as

indústrias a investirem em inovação e lançamento de novos produtos, tornarem-se flexíveis e velozes para o atendimento da demanda de forma confiável, aumentarem a qualidade tanto dos produtos como dos processos e decorrentemente diminuirão os custos.

Assim, o Sistema JIT surgiu como alternativa de coordenar a produção com a demanda, pois o princípio da filosofia é “puxar” a produção a partir do mercado, racionalizando consequentemente os recursos de produção (CORRÊA, *et al.*, 2001).

Nesse sentido, o Sistema JIT visa administrar a manufatura de forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra, com capacidade para atender as exigências do cliente com qualidade, a um custo menor.

Desde há muito que o Sistema JIT vem sendo aclamado como a origem do espetacular desempenho da Toyota como fabricante. As práticas diferenciadas do sistema *kanban*, práticas de qualidade, por exemplo, foram introduzidas em toda parte. De fato, depois dos esforços internos da Toyota para atingir esse nível de desempenho, as melhores empresas fabricantes do mundo, atuantes em campos tão diferentes como aeroespaciais, bens de consumo, metalurgia e produtos industriais, introduziram iniciativas importantes para desenvolver sistemas de produção semelhantes aos dela. O curioso é que poucas indústrias têm conseguido imitar a Toyota com sucesso – embora a empresa seja extraordinariamente aberta sobre suas práticas. Devido a este fato, muitas pessoas têm afirmado que o segredo do sucesso da Toyota deve estar em suas raízes culturais. Mas isso não é verdade. O Sistema Toyota de Produção e o método científico que lhe dá fundamento não foram impostos à empresa, e sequer resultam de uma escolha consciente. O sistema emergiu naturalmente do funcionamento da empresa durante um período de mais de cinco décadas. É por isso que as pessoas acham tão difícil compreendê-lo e implementá-lo.

Corrêa, *et al.* (2001), definem o Sistema JIT como sendo:

*mais que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção; é considerado como uma completa filosofia que inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto de produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos, entre outros.*

Para Slack, *et al.* (2002), o Sistema *Just In Time* é:

*uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas na quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários no trabalho e em equipe. Sua filosofia-chave é a simplificação.*

Já Shingo (1996) afirma que o Sistema JIT é um sistema que visa a eliminação total das perdas, sendo que o Sistema JIT é 80% eliminação de perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o *kanban*. Já para Ohno (1997), o *kanban* é simplesmente um meio de chegar ao *just in time*.

Em sua teoria, Shingo (1996) define três funções administrativas:

1. Planejamento: corresponde ao sistema de objetivos, como por exemplo, operações-padrão, layout da planta, etc.;
2. Controle: garante a execução do plano;
3. Inspeção: compara a execução do plano de maneira que um ou outro problema possa ser corrigido ou ajustado, se necessário.

Nesta visão, o Sistema JIT corresponde à função administrativa de planejamento, enquanto o *kanban* corresponde à função administrativa de controle e os métodos *poka-yoke* à função de inspeção.

O Sistema JIT desenvolve-se a partir de três idéias básicas. A primeira é a integração e otimização de todo o processo de manufatura. Aqui entra o conceito amplo, total, dado ao valor do produto, ou seja, tudo o que não agrega valor ao produto é desnecessário e precisa ser eliminado.

O JIT visa reduzir ou eliminar funções e sistemas desnecessários ao processo global da manufatura. No processo produtivo, o mesmo busca eliminar atividades como inspeção, retrabalho, estoque etc.. Muitas das funções improdutivas que existem em uma empresa foram

criadas devido à ineficiência ou incapacidade das funções iniciais. Assim, o conceito de integração e otimização começa na concepção e projeto de um novo produto.

A segunda idéia é a melhoria contínua (*Kaizen*). O JIT visa o desenvolvimento de sistemas internos que encorajam a melhoria constante, não apenas dos processos e procedimentos, mas também do homem, dentro da empresa, postulada pela atitude gerencial “nossa missão é a melhoria contínua”. Isto significa uma mentalidade de trabalho em grupo, de visão compartilhada, de revalorização do homem, em todos os níveis. Esta mentalidade permite o desenvolvimento das potencialidades humanas, conseguindo o comprometimento de todos pela descentralização do poder. O JIT precisa e fomenta o desenvolvimento de uma base de confiança, obtida pela transparência e honestidade das ações. Isto é fundamental para ganhar e manter vantagem competitiva.

A terceira idéia básica do Sistema JIT é entender e responder às necessidades dos clientes. Isto significa a responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo. O JIT enxerga o custo para o cliente numa visão maior, isto é, a empresa JIT deve assumir a responsabilidade de reduzir o custo total para o cliente na aquisição e uso do produto. Desta forma, os fornecedores devem também estar comprometidos com os mesmos requisitos, já que a empresa fabricante é cliente dos seus fornecedores. Clientes e fornecedores formam, então, uma extensão do processo de manufatura da empresa.

Corrêa, *et al.* (2001) afirmam que o Sistema JIT tem como objetivos a qualidade e a flexibilidade. Sendo que a obtenção destes dois objetivos dá-se de maneira integrada no sistema JIT, os objetivos também são pressupostos para a implementação do sistema.

Corrêa, *et al.* (2001) também definem que a perseguição destes objetivos dá-se, principalmente, por meio de um mecanismo de redução de estoques.

Shingo (1996) cita que o objetivo mais importante do Sistema JIT é aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. Este conceito e o respeito para com a humanidade são os seus fundamentos.

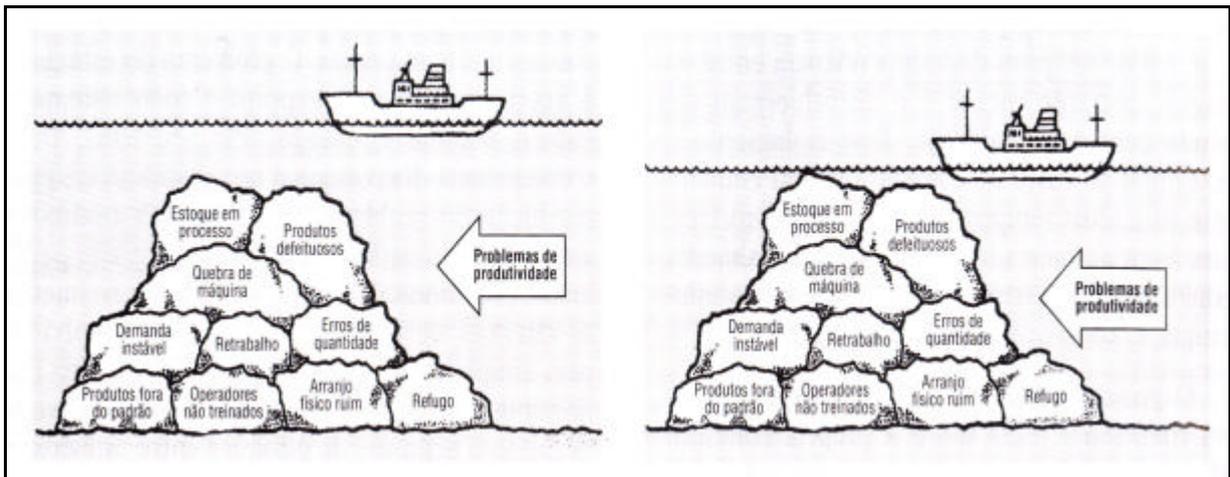
### 2.4.1 Estoques

O Sistema JIT vê os estoques como um “manto negro” que fica sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos (SLACK, *et al.*, 2002).

Corrêa, *et al.* (2001) classificam em três grandes grupos os problemas do processo produtivo camuflados pelo estoque:

- *Problema de qualidade: quando alguns estágios do processo de produção apresentam problemas de qualidade, gerando refugo de forma incerta, o estoque, colocado entre estes estágios e os posteriores, permite que estes últimos possam trabalhar continuamente, sem sofrer com as interrupções que ocorrem em estágios anteriores. Dessa forma, o estoque gera independência entre os estágios do processo produtivo.*
- *Problemas de quebra de máquina: quando uma máquina pára por problemas de manutenção, os estágios posteriores do processo que são “alimentados” por esta máquina teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse, até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente. Nessa situação, o estoque também gera independência entre estágios do processo produtivo.*
- *Problemas de preparação de máquinas: quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário preparar a máquina a cada mudança de componentes a ser processado. Essa preparação representa custos referentes ao período inoperante de equipamento, à mão-de-obra requerida na operação de preparação, à perda de material no início da operação, entre outros. Quanto maiores esses custos, maior tenderá a ser o lote executado, para que estes custos sejam rateados por uma quantidade razoável de peças, reduzindo, por consequência, o custo por unidade produzida. Lotes grandes de produção geram estoques, pois a produção é executada antecipadamente à demanda, sendo consumida por esta em períodos subseqüentes.*

A Figura 2.3 exemplifica como o estoque encobre os problemas.



**Figura 2.3:** A redução do nível de estoque (água) permite que a gerência (navio) veja os problemas (pedras) e procure reduzi-los.

Fonte: Slack, *et al.* (2002).

Nesta figura faz-se uma analogia entre um navio navegando e a produção. O estoque seria a água. Quanto maior o nível de estoque, maior seria a proteção da produção, assim como a água para um navio navegar. Diminuindo a quantidade de água (estoque), o navio (produção) veria as pedras (problemas) no caminho. Diminuindo a quantidade de estoque gradativamente, os problemas poderiam ser identificados e suas causas fundamentais atacadas.

Shingo (1996) define que a principal característica do Sistema JIT é sua ênfase na produção sem estoque, ou com estoque zero.

Para muitas pessoas os estoques são considerados um “mal necessário”, sendo encarados como inevitáveis e até úteis. Assim, existem dois tipos de estoques: os naturais e os necessários.

Os estoques naturais são gerados por superprodução para evitar riscos, previsões incorretas da demanda, produção em lotes, etc.

Já os estoques necessários são oriundos das ineficiências tanto no processo de produção como nas operações. Processos ruins geram estoques: através da produção antecipada, quando os ciclos de produção são maiores que os ciclos de entrega; pela antecipação causada pela preocupação em relação às flutuações da demanda; e para compensar o deficiente gerenciamento da produção e as esperas provocadas pela inspeção e transporte. As operações ineficientes geram estoques para compensarem as quebras de máquina e/ou os produtos

defeituosos e para compensarem os altos tempos de *setup* através da produção em grandes lotes.

Para o Sistema JIT, os dois tipos de estoques, tanto o natural como o necessário, causam perdas, e por isso necessitam ser eliminados. Desta forma, Shingo (1996) descreve três estratégias para chegar à produção com estoque zero.

A primeira consiste em reduzir drasticamente os ciclos de produção. A segunda busca eliminar as quebras e os defeitos, detectando as causas e procurando solucionar a raiz dos problemas. A terceira, visa reduzir os tempos de *setup*, através da Troca Rápida de Ferramenta (TRF), possibilitando assim a produção em pequenos lotes e respostas rápidas às flutuações da demanda.

Desta forma, o Sistema JIT visa melhores índices de qualidade, maior confiabilidade de seus equipamentos e maior flexibilidade.

## **2.4.2 Princípios básicos do Sistema *Just In Time***

### **2.4.2.1 Perdas por superprodução**

Shingo (1996) define dois tipos de superprodução: a antecipada e a quantitativa. A superprodução antecipada corresponde em fazer o produto antes de sua necessidade. Já a superprodução quantitativa consiste em produzir mais produtos que a necessidade.

*Muitos gerentes não dão muita importância à superprodução antecipada, tentando somente evitar a superprodução quantitativa* (SHINGO, 1996). Para o Sistema JIT, não é tolerada a superprodução antecipada, sendo a produção *just in time* o método para eliminá-la.

### **2.4.2.2 *Just-in-time***

Para Ohno (1997): *just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária.*

Já Shingo (1996) cita que cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário, no tempo certo, sem geração de estoque. Então, só desta forma, uma empresa poderá chegar ao estoque zero.

### 2.4.2.3 Separação do trabalhador da máquina

Tubino (1999) define autonomia como uma técnica de produção JIT que objetiva de forma automática detectar e corrigir problemas no fluxo de produção.

A autonomia também é conhecida como automação com toque humano e não deve ser confundida com a simples automação. A autonomia visa distinguir, entre condições normais e anormais de operação, os operários das máquinas evitando assim a fabricação de produtos defeituosos. A autonomia também muda o significado da gestão, pois não será necessário um operador enquanto a máquina estiver funcionando normalmente, apenas quando a máquina pára, devido a uma situação de anormalidade, é que ela recebe atenção humana. Através de mecanismos sofisticados para detectar anormalidades de produção, a autonomia separa completamente os trabalhadores das máquinas. Como resultado, um trabalhador pode atender diversas máquinas, tornando possível reduzir o número de operadores e aumentar a eficiência da produção.

Sob essa ótica, Shingo (1996) cita dois princípios:

1. Uma máquina, após sua total depreciação, é “utilizada de graça”, ao passo que os trabalhadores devem ser pagos indefinidamente. Assim, sob a ótica da redução de custos, é preferível ter máquinas paradas a trabalhadores parados.
2. Reduzir custos é mais importante que manter máquinas com altas taxas operacionais.

Para Ohno (1997), a base do Sistema JIT é a eliminação do desperdício. Já o *just in time* juntamente com a autonomia são considerados os dois pilares de sustentação do Sistema.

### 2.4.2.4 Baixas taxas de utilização das máquinas

A separação do trabalhador da máquina causa uma menor taxa de utilização das máquinas, mas se o número de máquinas por trabalhador fosse reduzido, poderia ocorrer ociosidade de trabalhadores.

Sendo esperada uma perda e sob a ótica de redução de custos, o Sistema *Just In Time* prefere ter baixas taxas de operação à ociosidade de trabalhadores.

#### 2.4.2.5 Realizar uma apendicectomia

Quando uma não conformidade no processo produtivo é detectada, seguindo a filosofia do Sistema JIT, as máquinas equipadas com sistemas de detecção de falhas ou os trabalhadores devem parar a linha de produção.

A linha de produção é parada para que sejam descobertas e implementadas soluções que impeçam de forma definitiva a recorrência do problema. O Sistema JIT prega que medidas temporárias não são apropriadas, mesmo que a linha de produção volte a operar mais rapidamente.

Se se deseja prevenir a repetição do problema, deve-se primeiramente identificar e tomar conhecimento da causa fundamental deste problema (SHINGO, 1996).

O Sistema JIT só aceita parar a linha de produção para garantir que não seja necessário pará-la novamente.

#### 2.4.2.6 Princípio do não-custo

Muitas empresas determinam o preço de seus produtos adotando o princípio básico de custo:

$$\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço de Venda}$$

O Sistema JIT não aceita esta fórmula, e sim o princípio do não-custo, que consiste:

$$\text{Preço de Venda} - \text{Custo} = \text{Lucro}$$

Esta fórmula pressupõe que é o mercado (cliente) que determina o preço de venda, o lucro é o resto da subtração do preço de venda pelo custo. Logo, para aumentar o lucro deve-se reduzir ao máximo o custo.

*Somente quando a redução de custo se torna o meio para manter ou aumentar lucros a empresa ficará motivada para eliminar totalmente o desperdício (SHINGO, 1996).*

#### 2.4.2.7 Eliminação das perdas

Shingo (1996) classifica os movimentos dos operadores em operação e perda. Como perda ele considera qualquer atividade que não contribui para as operações, tais como espera,

acumulação de peças semi-processadas, recarregamentos, passagem de materiais de mão em mão, etc..

Já as operações, Shingo (1996) as classifica em: operações que não agregam valor, tais como desembalar peças vindas de fornecedores, operar chaves, caminhar para obter as peças, etc., são consideradas perdas; e em operações que agregam valor, aqui entram todas as operações que transformam realmente a matéria-prima, modificando a forma e/ou a qualidade.

Há outras atividades que não agregam valor, tais quais: uma má manutenção de equipamentos, reparos e “retrabalho”. Todas estas atividades contribuem para uma diminuição da eficiência operacional líquida. Shingo (1996) afirma que todos trabalhadores devem transformar tudo que seja só movimento em trabalho.

A eliminação das perdas pode ser melhorada através de melhorias no processo e melhorias nas operações. Assim, todas as atividades que não agregam valor ao produto devem ser eliminadas, desde atividades no processo como inspeção, transporte e espera até as operações que não agregam valor citadas a cima.

Desta forma, Shingo (1996) descreve que para eliminar a perda na produção deve-se acreditar sempre que há outra maneira de executar uma tarefa. Para se chegar às causas reais dos problemas e perdas, ele cita o uso dos 5W 1H que significam:

- Who – quem: sujeito da produção;
- What – o quê: objetos da produção;
- When – quando: tempo;
- Where – onde: espaço;
- Why – por quê: encontrar a causa para cada pergunta acima;
- How – como: métodos para solucionar os problemas.

#### **2.4.2.8 Produção em massa e produção em grandes lotes**

Segundo Shingo (1996), a produção em massa é uma característica do mercado e nem sempre é uma opção de escolha da empresa. Esta forma de produção é baseada em suposições da

demanda. Mas freqüentemente a demanda real é diferente da demanda projetada. Desta forma, a empresa pode não ser livre para optar entre produção pequena, média ou em massa, visto que quem controla a demanda é o mercado (cliente) e não a empresa. Porém, a empresa pode escolher entre a produção em grandes lotes ou em pequenos, desde que esteja preparada para tal.

O Sistema JIT visa à produção em pequenos lotes, mesmo na produção em massa, pois esta produção gera as vantagens de redução e controle de estoques excessivos. Já na produção em grandes lotes este controle se torna mais difícil, gerando sempre estoques excessivos.

#### **2.4.2.9 Produção contra pedido**

A programação baseada no pedido do Sistema JIT tem relação com a demanda real e não em suposições, mesmo que o mercado exija rapidez de entrega e grande variedade. Shingo (1996) afirma que quando há um aumento na demanda, a produção antecipada pode acompanhar a demanda real sem perda. Mas em condições normais de mercado, a demanda real deve determinar a produção.

Desta forma, Tubino (1999) cita que a maior dificuldade com a produção contra pedido é a flutuação da demanda. Assim, as flutuações diárias devem ser administradas pelo balanceamento da carga e da capacidade, e não por estoques como o método tradicional.

Para atender as flutuações da demanda, o Sistema JIT determina baixa capacidade de produção no tempo de baixa demanda e responde a aumentos através de excesso de capacidade das máquinas, contratações de trabalhadores temporários e horas extras de trabalho.

### **2.5 Melhoria do Processo**

Shingo (1996) define quatro elementos distintos de processo que podem ser identificados no fluxo da transformação de matérias-primas em produtos:

1. *Processamento*: consiste na mudança física do material ou na sua qualidade;
2. *Inspeção*: é a comparação do produto com um padrão estabelecido;

3. *Transporte*: consiste no movimento de materiais ou produtos, mudanças nas suas posições;
4. *Espera*: é o período de tempo durante o qual não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte.

### 2.5.1 Melhoria do processamento

Para a melhoria dos processos, Shingo (1996) define duas maneiras. O primeiro estágio para a melhoria do processo é através da Engenharia de Valor, consistindo em melhorar o produto em si. A engenharia de Valor deve questionar se há outra forma de desenhar o produto para este manter a qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de fabricação.

O segundo estágio de melhoria do processo consiste em melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista da Engenharia de Produção ou da Tecnologia de Fabricação. Neste estágio, deve-se questionar como a fabricação deste produto pode ser melhorada.

### 2.5.2 Melhoria da inspeção

A inspeção, segundo Shingo (1996), deve ter o objetivo de prevenção, pois caso este não o for, não importa quão bons forem os equipamentos, é pouco provável que os resultados serão satisfatórios.

Uma forma de inspeção é a inspeção por julgamento. Para Shingo (1996), a inspeção por julgamento consiste, simplesmente, em distinguir produtos defeituosos dos não defeituosos. Assim, se a inspeção por julgamento for melhorada (aumentando o número de inspeções, por exemplo), pode-se elevar a confiabilidade do processo de inspeção, mas não se terá qualquer efeito na redução dos defeitos. Esta inspeção irá reduzir erros de inspeção, mas não impedirá a ocorrência de defeitos durante o processo.

Para reduzir efetivamente a taxa de defeitos, Shingo (1996) afirma que o processamento deve ser informado sempre que um defeito for encontrado, de forma que medidas sejam tomadas para corrigir o método ou a condição de processamento, impedindo, assim, a repetição do defeito. Esta forma de inspeção é definida como inspeção informativa, visto que o processamento é realimentado com informação. Com o uso da inspeção informativa, quanto

mais rápido uma não conformidade for identificada, mais rápido e efetivamente o problema poderá ser tratado e, como consequência, ocorrerá redução no número de defeitos.

Shingo (1996) cita três tipos de inspeção informativa: auto-inspeção, inspeção sucessiva e inspeção na fonte, sendo que, a auto-inspeção e a inspeção sucessiva são realizadas após a produção do item, enquanto a inspeção na fonte é realizada durante a produção do item.

Na auto-inspeção o próprio operador verifica se o item produzido por ele naquele momento está conforme ou não (TUBINO, 1999). Este tipo de inspeção proporciona o *feedback* mais imediato, porém, Shingo (1996) define dois inconvenientes: o trabalhador pode ser concedente na sua avaliação e aceitar itens que deveriam ser rejeitados, e o trabalhador pode cometer erros de inspeção involuntariamente.

Na inspeção sucessiva, os trabalhadores inspecionam os produtos que passaram pela operação anterior, antes deles próprios processarem esses produtos. Shingo (1996) cita que esta inspeção gera *feedback* imediato e possui objetividade, enquanto na auto-inspeção há falta.

Já na inspeção na fonte, Tubino (1999) afirma que ela previne a ocorrência de defeitos atuando sobre a causa do defeito, controlando o processo antes que os itens fiquem prontos. Assim, Shingo (1996) descreve duas formas de inspeção na fonte: a vertical, que consiste em rastrear o problema ao longo do fluxo do processo para identificar e controlar condições externas que afetam a qualidade; e a horizontal, que identifica e controla as condições que afetam a qualidade dentro de uma operação.

### **2.5.2.1 Método de inspeção *poka-yoka***

Shingo (1996) define *poka-yoke* como dispositivos de controle físico ou mecânico que possibilitam a inspeção 100%. Os dispositivos *poka-yoke* também são conhecidos como dispositivos “a prova de erros”.

Para Tubino (1999), a inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção na fonte podem ser todas implementadas através do uso de métodos *poka-yoke*.

Há duas formas no qual o *poka-yoke* pode ser usado para corrigir erros, segundo Shingo (1996):

- *Método de controle*: quando o *poka-yoke* é ativado, a máquina ou a linha do processamento pára, de forma que o problema possa ser corrigido.
- *Método de advertência*: quando o *poka-yoke* é ativado, um alarme soa, ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador.

O *poka-yoke* de advertência permite que o processo que gera não conformidades continue, caso os trabalhadores não atendam ao aviso por ele gerado, sendo aconselhável para processos com uma baixa frequência de não conformidades, e estas podem ser corrigidas. Já o *poka-yoke* de controle é o dispositivo corretivo mais poderoso, visto que ele paralisa o processo que está gerando não conformidades até que elas sejam corrigidas, sendo aconselhável em processos com alta taxa de defeitos e/ou quando os defeitos não podem ser corrigidos.

Para Shingo (1996), o dispositivo *poka-yoke* não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção. No caso, a inspeção é o objetivo, o *poka-yoke* é o método.

### 2.5.3 Melhoria do transporte

Shingo (1996) afirma que melhorias reais de transporte eliminam a função de transporte tanto quanto possível. A meta consiste em aumentar a eficiência da produção, a qual é alcançada através do aprimoramento do layout dos processos.

Desta forma, sistemas de transporte manuais ou mecanizados não ajudam em nada a meta de reduzir custos. Como o transporte não agrega valor, ele deve ser eliminado.

### 2.5.4 Melhoria nos tempos de espera

A espera é como um estado no qual o tempo passa sem que haja ocorrência de processo, inspeção ou transporte do item (SHINGO, 1996). Desta forma, os tempos gastos com espera não agregam valores aos produtos e devem, por princípio, ser eliminados.

Tubino (1999) cita que em processos convencionais intermitentes em lotes, os tempos de espera podem chegar a 80% do *lead time* do item. Sendo assim, o Sistema JIT visa os processos contínuos de fabricação em pequenos lotes, de preferência unitário.

Shingo (1996) cita a existência de dois tipos de esperas relacionadas com a estocagem: espera de processo e a espera de lote.

#### **2.5.4.1 Eliminação das esperas de lote**

Segundo Shingo (1996), sempre que peças são processadas em lotes, o lote inteiro, com exceção da parte em processamento, encontra-se “em estoque”, tanto num estado processado como num estado não-processado, até que todas as peças do lote sejam processadas. Todas as peças são retidas, todas estão esperando.

Tubino (1999) cita que nos sistemas convencionais não é dada muita atenção a este tipo de espera, pois o *lead time* médio do item dentro do lote é sempre o lead time do último item processado.

Para a eliminação das esperas de lote, o Sistema JIT produz com “lote unitário”. Os tempos baixos de *setup*, oriundos da TRF, a otimização do transporte através da melhoria do layout e baixos ciclos de produção são os requisitos para alcançar a produção de lotes pequenos.

#### **2.5.4.2 Eliminação das esperas de processo**

Para Shingo (1996), a espera de processo refere-se tanto a lotes de itens não-processados aguardando pelo processo como à acumulação de estoque excessivo a ser processado.

Duas razões para o surgimento de estoque excessivo são apontadas por Shingo (1996): esperas de processo quantitativa, resultantes de taxas de defeitos superestimadas, provocando excesso de produção; e esperas de processo relacionadas ao sequenciamento da produção, ocorridas quando a produção se antecipa à programação, ou seja, quando muito é produzido muito cedo, provocando esperas adicionais entre processos. Assim, há três tipos de geração de estoques intermediários citados por Shingo (1996):

- *Estocagem E* – de uma perspectiva de Engenharia de Produção;
- *Estocagem C* – de uma perspectiva de controle de produção;
- *Estocagem S* – “estoque de segurança”.

A Estocagem E é formada devido a dois fatores de fluxo: balanceamento de quantidade e sincronização (SHINGO, 1996).

Balancear quantidades consiste em produzir quantidades iguais em cada processo. Para tal intento, devem-se equilibrar as quantidades de produção e as capacidades de processamento. Quando a capacidade de processamento de máquinas é diferente, uma de alta e outra de baixa (gargalo) capacidade, e elas estão operando em 100% de capacidade, gera-se estoque entre processos.

Tubino (1999) afirma que o primeiro passo para evitar a formação de estoques entre processos é a identificação clara dos gargalos. O segundo, consiste em não se programar, ou carregar, os demais recursos acima da capacidade do recurso gargalo.

Assim, mesmo que a quantidade de produção esteja balanceada podem surgir estoques. Estes estoques devem-se à falta de sincronização entre as operações. Desta forma, Shingo (1996) descreve que, uma vez balanceadas as quantidades, a sincronização é apenas uma questão de seqüenciamento eficiente da produção.

Para Shingo (1996), no Sistema JIT a quantidade a ser produzida é determinada unicamente pelo número de pedidos. Assim, se os processos de baixa capacidade podem atender a demanda, os processos de maior capacidade são mantidos no mesmo nível de capacidade do de mais baixa. Se o processo de baixa capacidade (gargalo) não é capaz de atender a demanda, deve-se, então, melhorá-lo. Trabalhando desta forma, podem-se reduzir custos oriundos da superprodução.

Já a estocagem C, Shingo (1996) afirma que são estoques mantidos para compensarem problemas crônicos, tais quais: quebras de máquinas, defeitos, máquinas paradas, espera pela troca de ferramentas ou matrizes, mudanças repentinas na programação da produção, etc.. Assim, enquanto estes problemas não forem visualizados como prováveis causas de superprodução, os estoques gerados serão considerados um mal necessário e mantidos de forma consciente pelo controle da produção.

Para a eliminação destes estoques, Shingo (1996) identifica os seguintes pontos:

- *Quebras de máquinas*: quando uma máquina quebra, o próximo processo é alimentado por estoques amortecedores, de forma que o fluxo de produção não

seja interrompido. Essa medida temporária, entretanto, aumenta os custos de produção sem reduzir o número de quebras. Desta forma, o Sistema JIT define que se devem identificar minuciosamente as causas da quebra, mesmo que o fluxo de produção tenha que ser parado. Através das causas identificadas, medidas preventivas devem ser implementadas para que defeitos similares não tornem a repetir.

- *Produtos defeituosos*: quando são encontrados produtos em desconformidade, o fluxo de produção é interrompido. Por esse motivo, produtos semi-processados são frequentemente estocados entre processos para substituírem as unidades não conformes. No entanto, o Sistema JIT objetiva o zero defeitos, que pode ser alcançado através da inspeção preventiva e de técnicas simples de inspeção 100%.
- *Estocagem de grandes lotes de produção em função de setups elevados*: quando a troca de ferramentas e matrizes provoca grandes demoras, aumentar o tamanho do lote para reduzir o tempo aparente do processamento por unidade é uma solução razoável. Porém, o Sistema JIT elimina esta causa de estoque com a introdução de técnicas de TRF.
- *Mudanças no plano de produção*: estoques amortecedores são úteis nos casos de aumentos inesperados na demanda de produção ou entregas antecipadas. O Sistema JIT elimina este tipo de estoque, pois é um sistema que objetiva baixo tempo de *setup*, ciclos curtos de produção e uma flexível capacidade de produção, oriunda da pré-automação, os quais permitem a entrega antecipada apesar do lead time curto.
- *Geração de estoques entre máquinas de diferentes capacidades*: quando uma máquina de alta capacidade alimenta várias máquinas de capacidade menor (ou é alimentada por elas), a acumulação entre os processos é inevitável. Shingo (1996) cita duas medidas para a eliminação deste estoque: a primeira consiste na aquisição de várias máquinas de baixo valor e de baixa capacidade para serem conectadas diretamente às máquinas subseqüentes para evitar acumulação. A segunda visa a troca rápida de matrizes e a produção em lotes pequenos, permitindo um estoque mínimo entre processos. Shingo (1996) ainda deixa claro

que nem sempre a melhor solução é investir em máquinas caras e de alta performance para satisfazer as necessidades de produção.

A estocagem do tipo S, segundo Shingo (1996), não é criada para resolver algum desequilíbrio ou problema previsível, pelo contrário, apenas pretende aumentar a segurança, sendo conhecida por “estoque de segurança” ou “válvula de segurança”. Além deste motivo, este tipo de estoque possui outras quatro causas: a eliminação de possíveis atrasos na entrega; erros na programação da produção; superestimativa da necessidade de *buffers* contra quebras e defeitos; e programação de produção indefinida.

Para Shingo (1996), as esperas de processo ocorrem como resultado de desequilíbrios e instabilidades entre processamento, inspeção e transporte. Na tentativa de proteger a produção, “estoques de segurança” são formados.

O Sistema JIT diminui gradualmente o “estoque de segurança” na medida em que as melhorias são feitas e as necessidades reais tornam-se mais claras.

## 2.6 Melhoria das Operações

Shingo (1996) classifica as operações em operações de *setup*, operações principais e folgas marginais. As operações de *setup* consistem na preparação antes e depois das operações, tais como *setup*, remoção, ajuste de matrizes, ferramentas, etc..

Já as operações principais são definidas como a execução do trabalho necessário, incluindo as operações essenciais, que são as ações que realmente executam a operação principal e as operações auxiliares, ações colaboradoras na conclusão da operação essencial.

As folgas marginais consistem nas atividades relacionadas indiretamente com a operação, sendo classificadas como: folga na operação (lubrificação, tratamento de produtos não conformes, quebras de máquinas, por exemplo); folgas entre operações (substituição de produtos nos paletes, fornecimento de materiais, por exemplo); e em folgas ligadas ao pessoal, que constituem-se de atividades não relacionadas à operação e relativas às necessidades do operador, sendo classificadas em folgas por fadiga e folgas por necessidades fisiológicas.

### 2.6.1 Melhoria do *setup*

*O tempo de setup é definido como o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote (SLACK, et al., 2002).*

A melhor maneira para reduzir o *setup* consiste na adoção do sistema de TRF. A TRF foi desenvolvida por Shigeo Shingo na década de 70, através de experiências em empresas japonesas, principalmente na Toyota Motors, sendo considerada um dos elementos principais do Sistema JIT.

Para Ohno (1997), reduzir o tempo de *setup* ajuda a melhorar a produção como um todo. Por essa razão, o sistema TRF tem sido um elemento essencial no desenvolvimento do Sistema JIT.

Tubino (1999) resume a teoria da TRF em quatro estágios sequenciais, sendo que cada estágio contém um conjunto de técnicas específicas. Os quatro estágios são:

1. Identificar e separar o *setup* interno do externo;
2. Converter o *setup* interno em externo;
3. Simplificar e melhorar os pontos relevantes;
4. Eliminar o *setup*.

Shingo (1996) define as operações de *setup* em dois tipos: *setup* interno, que são as operações de *setup* que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada, e em *setup* externo, que consiste nas operações de *setup* que podem ser executadas quando a máquina estiver funcionando. Tubino (1999) ainda cita as atividades desnecessárias, que correspondem às atividades que estão sendo realizadas, mas que não fazem parte das operações necessárias para a realização do *setup* de máquina, como por exemplo, aguardar que uma empilhadeira fique livre e venha auxiliar na movimentação do ferramental.

Tubino (1999) descreve que o primeiro estágio da TRF consiste, primeiramente, em eliminar todas as atividades desnecessárias que não fazem parte das operações de *setup*. Após identificação e eliminação, Shingo (1996) afirma que deve-se identificar quais operações

atuais devem ser executadas enquanto a máquina está parada (*setup* interno) e quais podem ser executadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo). Tubino (1999) ainda cita que todas as operações referentes ao *setup* externo, como preparação e transporte das matrizes, ferramentas e dispositivos de fixação, devem ser realizadas durante o funcionamento da máquina.

O segundo estágio, de converter o *setup* interno em externo, segundo Shingo (1996), é o princípio mais poderoso no sistema TRF. Faz parte deste estágio verificar se as operações de *setup* interno e externo foram identificadas corretamente e, posteriormente, buscar maneiras para transformar os *setups* internos em externos.

O terceiro estágio da TRF consiste em analisar, detalhadamente, as operações tanto de *setup* interno como externo, buscando simplificar e melhorar ainda mais alguns pontos relevantes do *setup*. Neste sentido, Shingo (1996) descreve algumas soluções como:

- *Utilizar grampos funcionais ou eliminar grampos*: um parafuso e um fixador possuem a função de, simplesmente, apertar e soltar. A diferença básica é que o fixador funcional fixa com um movimento, enquanto o parafuso necessita de vários movimentos para ser fixado. Assim, o parafuso consome muito mais tempo que o grampo funcional para ser fixado.
- *Adotar operações paralelas*: muitas máquinas necessitam de trabalho de *setup* nas duas laterais ou na parte frontal e posterior. Desta forma, se um operador executar estes trabalhos de *setup*, muito tempo e movimento serão desperdiçados com os deslocamentos. Então, se duas pessoas realizarem as operações paralelas simultaneamente, o tempo de *setup* seria reduzido devido à economia de movimentos.
- *Usar dispositivos intermediários*: dispositivos padronizados podem eliminar esperas ocasionadas por ajustes durante o *setup* interno.
- *Eliminar ajustes*: a eliminação dos ajustes e testes piloto traz enormes economias de tempo. Os ajustes podem ser eliminados através do emprego de padrões para determinar com precisão a posição correta do interruptor de fim de curso. Assim, à

medida que a preparação se torna mais precisa, o ajuste vai se tornando menos importante.

O quarto estágio visa à eliminação da operação de *setup*, sendo este o objetivo final da TRF. Tubino (1999) cita que o melhor *setup* é aquele que não existe.

### **2.6.2 Melhoria das operações principais**

As operações principais são constituídas de operações essenciais e auxiliares. Para melhorar as operações essenciais devem-se mudar as técnicas de produção ou automatizar a operação. Já para melhorar as operações auxiliares, deve-se simplificar ou automatizar o carregamento e o descarregamento de peças ou matérias-primas na máquina.

Shingo (1996) cita que o Sistema JIT melhora as operações principais por meio da separação dos operários das máquinas, através das técnicas de operações multimáquinas e da pré-automação.

### **2.6.3 Melhoria das folgas marginais**

Para Shingo (1996), a automação pode ser aplicada para que ocorram melhorias nas folgas marginais. Assim, devem-se analisar, detalhadamente, as operações objetivando melhoria.

Para melhorar as folgas entre operações, deve-se linearizá-las através da alimentação automática das matérias-primas e da estocagem automática do produto. Shingo (1996) observa que não é muito vantajoso automatizar as operações principais se as atividades marginais ainda forem executadas manualmente.

Já para melhoria nas folgas com pessoal, Shingo (1996) afirma que não importa o grau de automação, as pessoas sempre serão parte vital e essencial da produção. Assim, para haver melhorias nas folgas com pessoal, deve-se aperfeiçoar os métodos de trabalho, como também aumentar a motivação e o envolvimento do trabalhador.

## **2.7 Kanban**

Ohno (1997) afirma:

*Os dois pilares do Sistema Toyota de Produção são o just-in-time e a automação com toque humano, ou automação. A ferramenta empregada para operar o sistema é o kanban.*

Para Shingo (1996), o sistema *kanban*, além de ser um método de controle, projetado para maximizar o potencial do Sistema JIT, também é um sistema com suas próprias funções independentes.

Tubino (1999) define o sistema *kanban* como um dos elementos que diferenciam o PCP no Sistema JIT em relação aos sistemas convencionais. Nos sistemas convencionais a programação da produção empurra as ordens de produção para serem realizadas, enquanto o sistema *kanban* puxa a produção produzindo só se o cliente (interno ou externo) solicitar, na quantidade certa.

Shingo (1996) também define que os sistemas *kanban* são extremamente eficientes na simplificação do trabalho administrativo e em dar autonomia ao chão de fábrica, o que possibilita responder a mudanças com maior flexibilidade. Assim, ele cita que uma das vantagens do sistema *kanban* é que, ao dar instruções ao processo final, este permite que a informação seja transmitida de forma organizada e rápida ao longo do processo.

Slack, *et al.* (2002), define o controle *kanban* como sendo um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado.

*Kanban* é uma palavra japonesa que significa cartão. A partir disto, Corrêa, *et al.* (2001), definem que o sistema *kanban* consiste na utilização de dois cartões, denominados:

- *Kanban* de produção;
- *Kanban* de transporte.

O *kanban* de produção possui a função de disparar a produção de um lote (geralmente pequeno e próximo à unidade) de peças de determinado tipo, em determinado centro de produção da indústria. A informação contida neste tipo de *kanban* normalmente inclui o número de descrição da peça, tamanho do lote a ser produzido, centro de produção responsável e local de armazenagem.

O *kanban* de transporte consiste em autorizar a movimentação do material pela indústria, do centro de produção que gera o componente para o centro de produção que o consome, em seu

estágio do processo. Este tipo de *kanban* normalmente possui detalhes como número e descrição da peça, tamanho do lote de movimentação (igual ao lote do *kanban* de produção), centro de produção de origem e centro de produção de destino.

As Figuras 2.4 e 2.5 exemplificam os *kanbans* de produção e transporte, respectivamente.

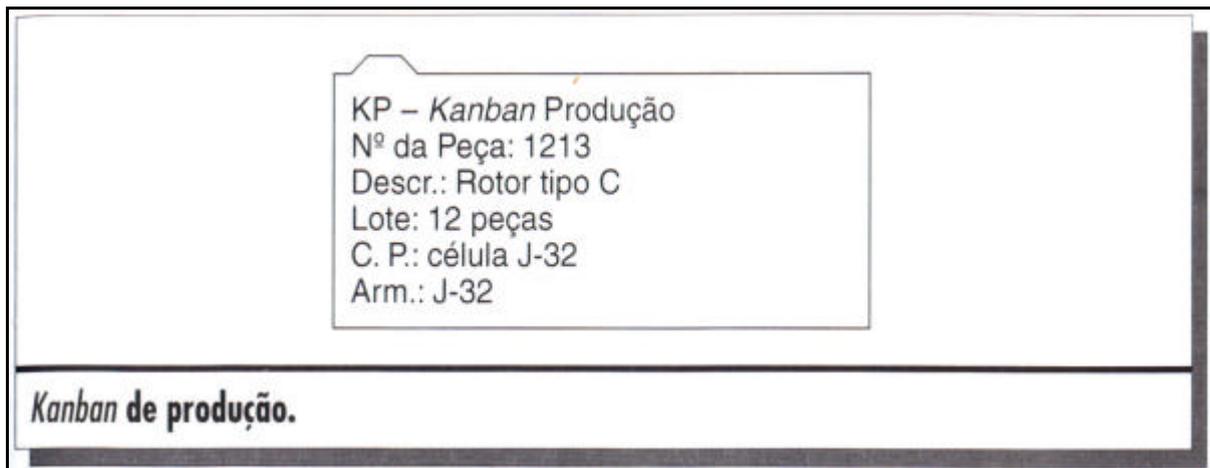


Figura 2.4: *Kanban* de produção.

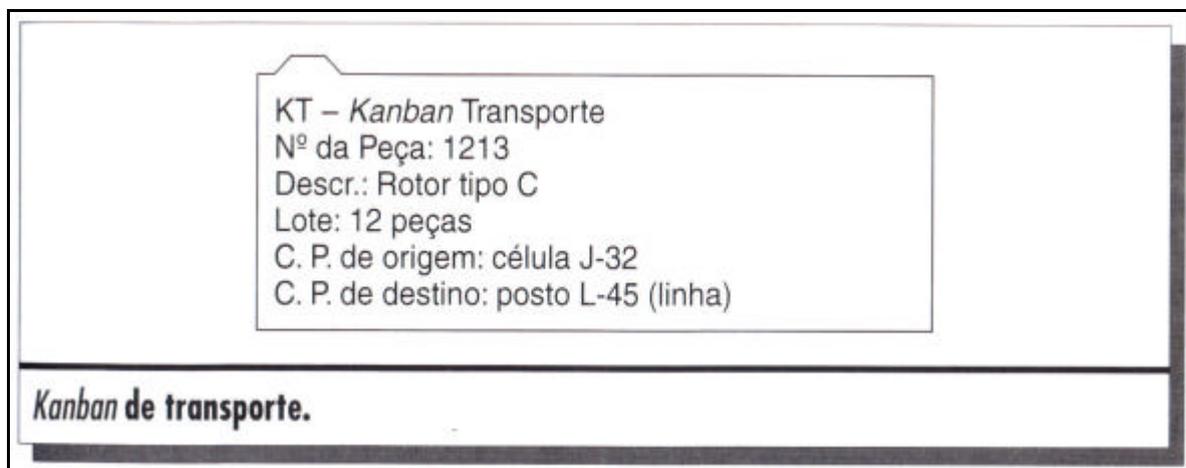


Figura 2.5: *Kanban* de transporte.

Fonte: Corrêa, *et al.* (2001).

Slack, *et al.* (2002), cita, resumidamente, as regras que governam o uso dos *kanbans*:

- Cada contenedor deve ter um cartão *kanban* indicando o número e a descrição do componente, a quantidade e a localização do centro produtor e do centro usuário.
- Os componentes são sempre puxados pelos processos seguintes (o cliente ou usuário).

- Nenhum componente é fabricado sem um cartão *kanban*.
- Todos os contenedores contêm exatamente o número de componentes determinado pelo *kanban*.
- Nenhum componente defeituoso pode ser enviado ao processo seguinte.
- O centro de trabalho só pode produzir componentes suficientes para repor os que foram retirados.
- O número de *kanbans* deve ser gradualmente reduzido.
- O período de tempo deve ser constantemente reduzido (de meses para semanas; para dias; para horas).

Shingo (1996) descreve dois aspectos de melhorias promovidas pelo sistema *kanban*: os *kanbans* evidenciam situações anormais, quando eles são retidos por falhas nas máquinas e defeitos nos produtos. O segundo aspecto de melhoria fala que uma diminuição gradual no número de *kanban* leva à redução no estoque, o que acaba com a função do estoque, relativo ao amortecimento contra a instabilidade da produção. Em consequência, destacam-se aqueles processos com capacidade subutilizada e processos gerando anormalidades, sendo que, a descoberta dos principais pontos que necessitam de melhorias torna-se mais evidente e simples. A eficiência total pode ser elevada, concentrando-se nos pontos fracos.

### **2.7.1 O sistema “supermercado” do sistema *kanban***

O Sistema JIT é comparado a um supermercado, o qual possui vantagens. Ohno (1997) define supermercado como sendo um local onde um cliente pode obter o que é necessário, no momento em que é necessário e na quantidade necessária. O supermercado é onde se compra o que se necessita e os operadores dos supermercados devem garantir que os clientes comprem o que precisam a qualquer momento.

No Sistema JIT, o processo final (cliente) vai até o processo precedente (supermercado) para adquirir as peças necessárias (gêneros) no momento e na quantidade precisa. O processo precedente imediatamente produz a quantidade recém retirada (reabastecimento das prateleiras).

### 3 ESTUDO DE CASO

Nos meios de produção atuais estão as preocupações fundamentais de produtividade, qualidade, custo, desperdício e lucro. Ignorar tais condições é determinar o insucesso do empreendimento.

O Brasil, uma nação em desenvolvimento, vem despertando para estes aspectos, ingressando no mercado competitivo internacional, expandindo suas fronteiras comerciais, apesar dos pesados encargos tributários e das barreiras comerciais de outros países. O sucesso do setor produtivo brasileiro deve-se, além das políticas econômicas que geraram certa estabilidade e a confiança dos investidores internacionais, à crescente utilização pelos empresários da filosofia JIT, alicerçada na Qualidade Total.

Baseado nos pressupostos teóricos da filosofia JIT, este trabalho fundamenta-se no estudo de caso *in loco* realizado por meio de estágio na empresa Moinho Iguaçu Ltda., unidade de Itaipulândia – PR, setor de beneficiamento de arroz, realizado no período de 07/02/2005 a 04/03/2005. Neste período, foi realizada a coleta de dados baseada na observação, medição e entrevistas. O centro da pesquisa foi o processo de beneficiamento do arroz branco. Conhecido o processo usual da empresa, realizado por meio de entrevistas à gerência e a funcionários da empresa, utilizou-se a cronoanálise para a medição dos tempos de *setup* e os tempos de produção (medição do tempo; cálculo do fluxo da máquina – tempo x produtividade; controle da preparação da máquina). O resultado da cronoanálise apontou para as seguintes deficiências na programação da produção: superprodução, mau controle da produção, desperdício e, conseqüentemente, lucro menor.

A visualização dos problemas, somada aos dados coletados e ao conhecimento teórico, forneceu subsídios para a elaboração de uma proposta de implementação de qualidade àquela área produtiva da empresa: o Planejamento e Controle da Produção no “chão de fábrica”.

### 3.1 Processo Produtivo de Beneficiamento do Arroz

Na indústria estudada, o arroz em casca é comprado, principalmente, de fornecedores situados no estado do Rio Grande do Sul, sendo transportado por caminhões desde a origem (fornecedor) até o destino (indústria de beneficiamento).

Para descarregar os caminhões de arroz em casca na indústria, primeiramente o caminhão passa por uma balança onde é medida a massa do caminhão mais a massa de arroz transportada. Após a balança, o caminhão segue para o setor de descarga, onde é descarregado e volta então para a balança onde é pesado novamente. Assim tem-se a quantidade aproximada de arroz em casca depositada para armazenagem.

O arroz descarregado do caminhão escoia por uma peneira, que o separa de galhos e grandes impurezas. Em seguida, o arroz em casca segue, através de elevador, até dois silos de armazenagem.

Quando o processo produtivo de beneficiamento é ativado, o arroz em casca armazenado nos silos é conduzido por elevador até o processo de beneficiamento. Primeiramente, o arroz em casca passa pela peneira de pré-limpeza, cuja função é separar o mesmo das impurezas que não foram separadas na primeira peneira, tais como pedaços das plantas (talos), torrões de terra, fiação e pedaços de sacos de juta, estopa, palha de arroz, etc.

Após a peneira de pré-limpeza, o arroz em casca segue para o descascador, onde o mesmo é descascado através de dois roletes de borracha que funcionam em direções opostas e velocidades diferentes, jogando o arroz e a casca para a câmara de palha. Esta, por sua vez, consiste em separar, através de sistema pneumático, o arroz, o arroz mal granado e verde e a casca e derivados.

A próxima etapa do beneficiamento do arroz é formada pela mesa separadora (Paddy) ou separador de marinheiro, como também é conhecida. A função da mesma é separar o arroz descascado do arroz não descascado, retornando, este último, ao descascador para ser descascado.

Já o arroz descascado é levado para o brunidor de arroz que, de certa forma, lixa o arroz em estado integral através de pedras abrasivas, retirando deste o farelo e transformando-o em arroz branco. O brunimento do arroz é de relevante importância porque implica rendimento

no processo de beneficiamento e classificação do arroz, pois nesta etapa o arroz inteiro pode ser quebrado.

A partir do brunidor, o arroz, já branco, segue para o homogenizador que o pule, completando a brunição e retira, através da pulverização de água e ar, o farelo que permanece impregnado no grão. O farelo retirado no brunidor e no homogenizador é embalado em sacos de 30 kg para posterior comercialização.

Do homogenizador os grãos de arroz vão para a peneira classificadora e *trieurs*, onde são classificados em grãos inteiros,  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{2}$  grãos (quirera) e em cor branca, que possuem valor comercial, sendo separados dos demais subprodutos que são utilizados no preparo de ração animal.

Os grãos inteiros e brancos são armazenados em três silos. Já a quirera composta dos grãos  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{2}$ , brancos, é armazenada em contêineres flexíveis de tecido de polipropileno.

Dos silos, o arroz segue em esteira para um reservatório onde é misturado com a quirera dos contêineres. Esta mistura é proporcional ao tipo de arroz desejado e deve respeitar os seguintes critérios:

- *Tipo 1*: pode ter no máximo 10% de quirera;
- *Tipo 2*: pode ter no máximo 20% de quirera;
- *Tipo 3*: pode ter no máximo 30% de quirera;
- *Tipo 4*: pode ter no máximo 40% de quirera.

Depois do reservatório, onde o arroz é misturado com a quirera conforme o tipo, o fluxo de arroz mais quirera é conduzido para outra peneira. Esta peneira impede a passagem de outras impurezas para a etapa seguinte, como por exemplo, animais que possam vir a surgir nos estoques.

Após a peneira, o fluxo de arroz segue, por elevador, para um funil localizado sob a máquina empacotadora. Este funil serve para estocar a mistura de grãos de arroz mais quirera e garantir o funcionamento da empacotadora, visto que a peneira possui uma menor capacidade de processamento (gargalo) do que a empacotadora na produção de sacos de 5 kg. Esta menor

capacidade da peneira deve-se ao fato da mesma não poder refugar arroz, ou seja, se fosse aumentado o fluxo na peneira, muito arroz bom seria refugado por ela.

A empacotadora acondiciona o arroz em sacos de 5 kg e 1 kg, os quais passam por uma balança que pesa os mesmos e os rejeita caso estejam fora dos padrões estabelecidos. Da balança, os sacos fluem, através de esteira, para a seladora que os acondiciona em fardos de 30 kg contendo seis sacos de 5 kg ou trinta sacos de 1 kg. Os fardos, então, são colocados por um operário em paletes com capacidade para cinquenta fardos, ou trezentos sacos de 5 kg ou mil e quinhentos sacos de 1 kg. Estando cheio o palete, o mesmo é levado para a área de estoque de produtos acabados através de uma empilhadeira.

Na empresa o horário de trabalho é das 07h30min às 11h30min e das 13h30min às 17h30min, exceto para a etapa de beneficiamento de arroz, onde o arroz em casca é transformado em arroz branco, cujo horário é das 21h00min às 18h00min, dividido em três turnos. A parada de três horas é devido ao alto custo da energia elétrica no horário de pico.

A Figura 3.1 exemplifica o layout de uma indústria de beneficiamento de arroz, sendo possível visualizar o arranjo físico das máquinas utilizadas no beneficiamento com vista lateral e planta baixa.

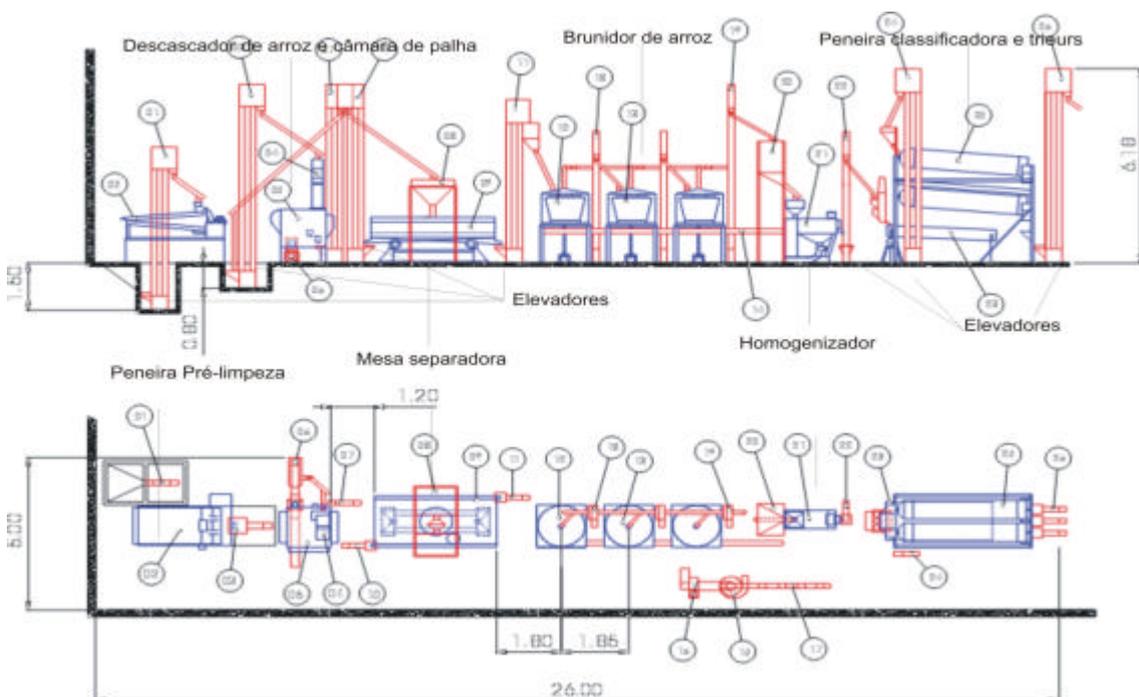


Figura 3.1: Layout das máquinas de beneficiamento de arroz.

Fonte: Lucato Ind. Com. de Máquinas Ltda.

### 3.2 Tempos e Dados Coletados

O tempo é um meio contínuo e indefinido no qual os acontecimentos parecem suceder-se em momentos irreversíveis. Diante dessa afirmação, eis porque Martins e Laugeni (2005) consideram tão importante a análise dos tempos de produção:

- Possibilita analisar o planejamento da capacidade, comparar roteiros de fabricação e balancear a produção;
- Estabelece padrões para programas de produção, podendo-se planejar o uso dos recursos disponíveis de forma eficaz e avaliar o desempenho da produção;
- Fornece, também, informações para a determinação do custo estimado de uma unidade de acordo com os dados levantados na produção, nos custos de fabricação e na estimativa do custo de um produto novo.

Em razão destes aspectos, a cronoanálise ainda é muito utilizada para se determinar os custos e estabelecer padrões para a produção. Conseqüentemente, para este trabalho foi realizada uma análise dos tempos no processo produtivo do beneficiamento do arroz da empresa estudada para se chegar aos fluxos do referido produto nas etapas de empacotamento e beneficiamento, como também proceder à análise dos diversos tempos do *setup*. Com base ainda em Martins e Laugeni (2005), que consideram a divisão da operação em elementos, ou seja, em partes em que a operação possa ser dividida desde que compatível com uma medida precisa, o processo produtivo do arroz foi dividido nos seguintes elementos para que seus respectivos tempos fossem marcados: produção do arroz branco, produção de quirera, produção de farelo de arroz, ação da peneira (abastecimento do funil da empacotadora), ação da máquina empacotadora e ação da máquina seladora.

Cronometrados os tempos e analisados os mesmos, chegou-se ao fluxo de produção de arroz, quirera e farelo de arroz. Neste procedimento, também foram contemplados os tempos de *setup* como troca de embalagem, o tempo para o início da produção na empacotadora, alteração no processo de acondicionamento do produto (5 kg para 1 kg e vice-versa) e outros.

As Figuras 3.2, 3.3 e 3.4 apresentam graficamente os tempos médios de *setup* da troca de embalagem na empacotadora e seladora, e os tempos de troca da produção de 5 kg para 1 kg na empacotadora, respectivamente. Nestas figuras comparam-se as trocas de embalagens e

peças quando estas estão próximas ao local da troca ou distantes. Para um maior detalhamento dos tempos de *setup* e como se chegou aos fluxos de produção consultar as tabelas do anexo.

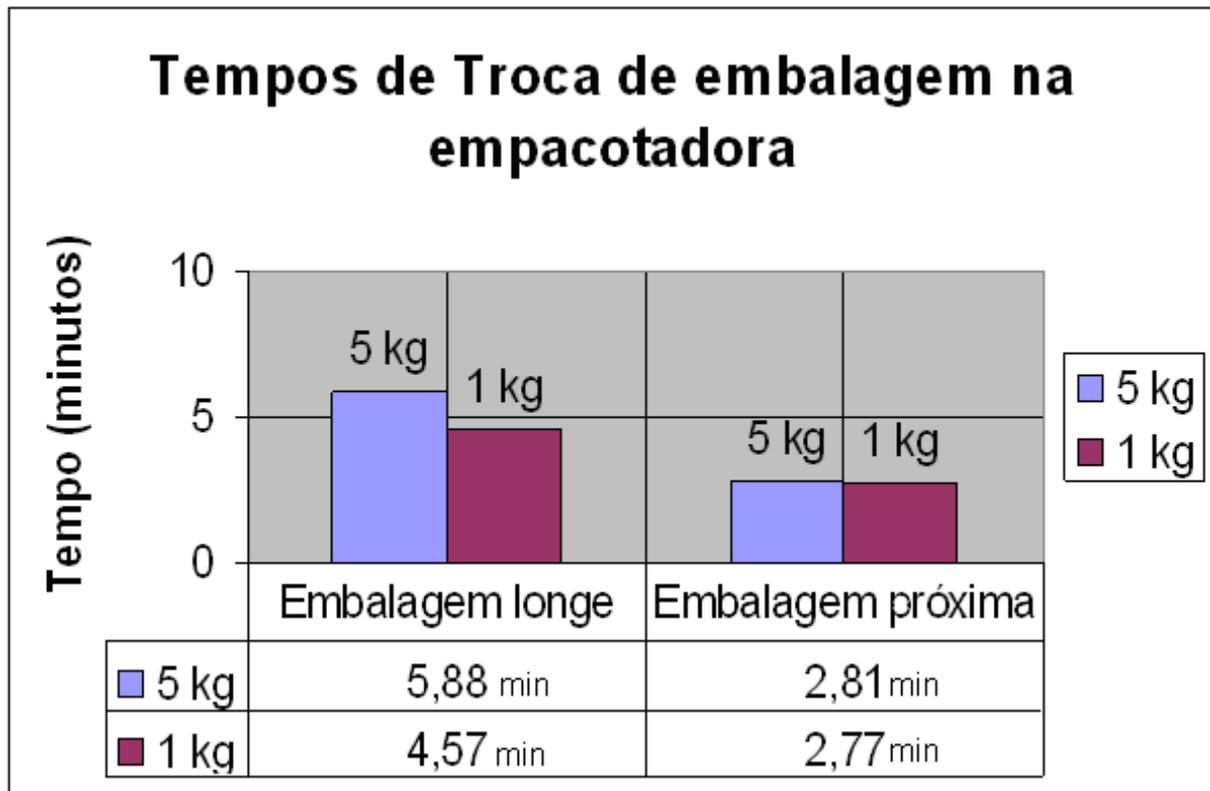


Figura 3.2: Tempos de troca de embalagem na empacotadora

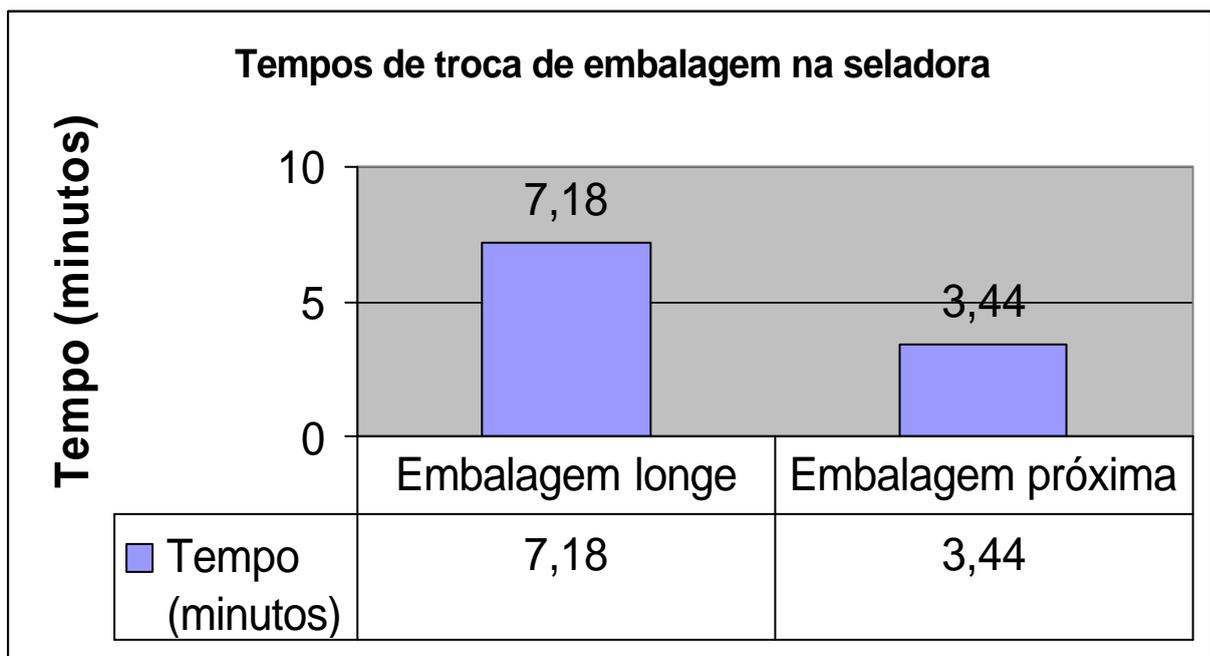


Figura 3.3: Tempos de troca de embalagem na seladora.

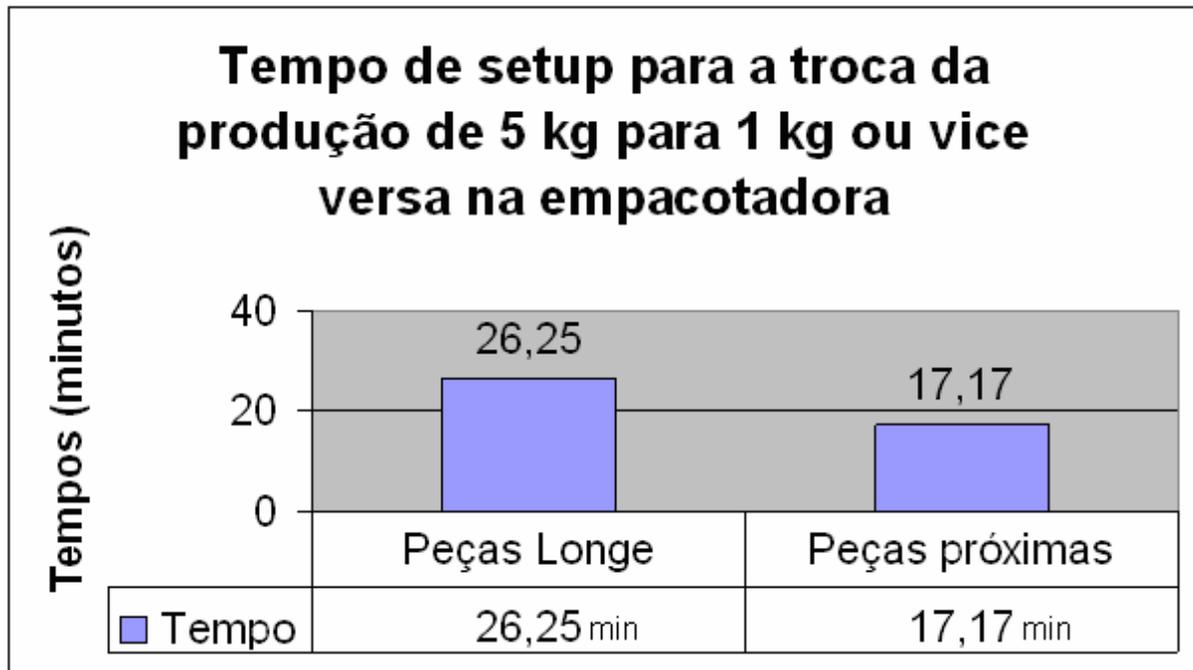


Figura 3.4: Tempos para a troca da produção de 5 kg para 1 kg ou vice versa na empacotadora

Aos dados observados e medidos pelo autor desta, acrescentam-se os coletados por meio de entrevistas ao gerente de produção da empresa estudada, tais quais: a capacidade de estocagem dos silos internos e externos e do container flexível em tecido de polipropileno, a quantidade média de fardos com seis sacos de 5 kg ou trinta de 1 kg que a seladora produz com a mesma embalagem, e a quantidade média de pacotes que a empacotadora produz com a mesma embalagem, tanto de 5 kg como de 1 kg.

Na Tabela 3.1 são demonstrados todos os valores, resumidamente, oriundos da cronoanálise e das entrevistas realizadas com o gerente de produção da empresa estudada.

Tabela 3.1: Dados do processo produtivo do beneficiamento de arroz na empresa estudada.

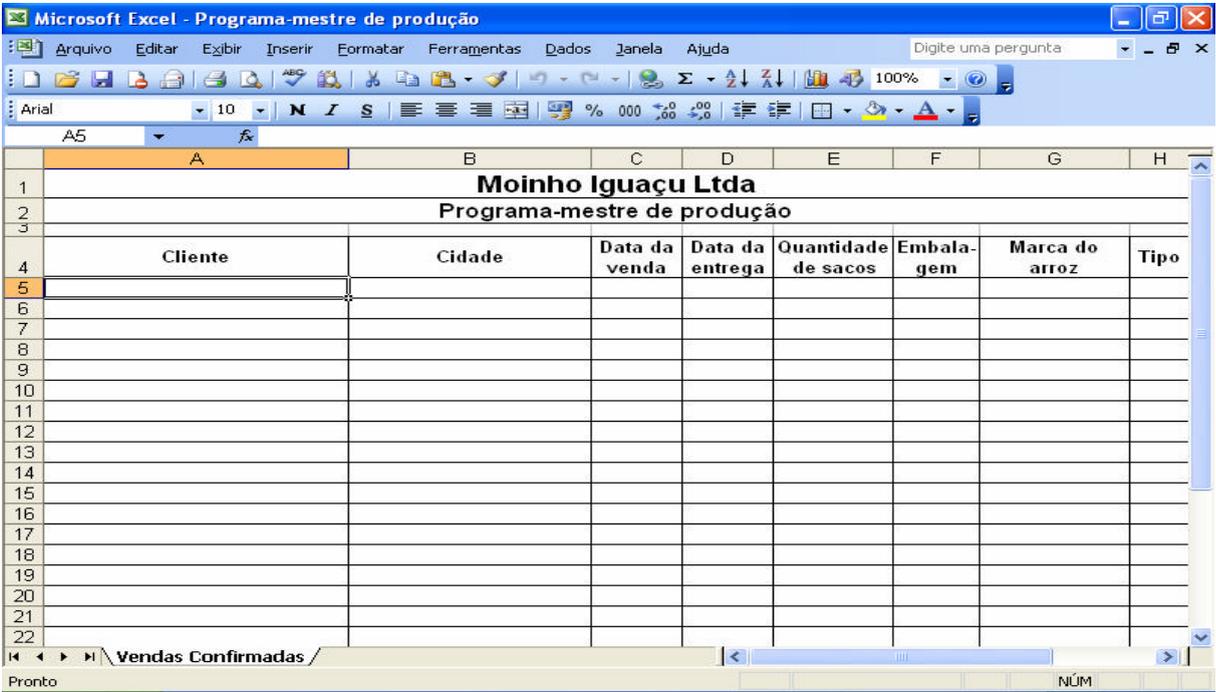
Troca de embalagem de 5 kg (perto)	2,81 minutos
Troca de embalagem de 5 kg (longe)	5,88 minutos
Troca de embalagem de 1 kg (perto)	2,77 minutos
Troca de Embalagem de 1 kg (longe)	4,57 minutos
Troca de embalagem na seladora (perto)	3,44 minutos
Troca de embalagem na seladora (longe)	7,18 minutos
<i>Setup</i> inicial médio	17,20 minutos
Tempo de <i>setup</i> da troca de produção de 5 kg para 1 kg ou vice versa (perto)	17,17 minutos
Tempo de <i>setup</i> da troca de produção de 5 kg para 1 kg ou vice versa (longe)	26,25 minutos
Fluxo de arroz da peneira para o funil	154,40 kg/minuto
Tempo máximo de enchimento do funil	44 minutos
Quantidade de arroz produzido por hora	1590 kg/h
Quantidade de quirera produzida por hora	813 kg/h
Quantidade de farelo produzido por hora	331,8 kg/h
Capacidade de cada silo externo	879000 kg de arroz em casca
Capacidade de cada silo interno	36000 kg de arroz
Capacidade do container de quirera	1000 kg de quirera
Rendimento da embalagem da seladora	1380 fardos
Rendimento da embalagem na empacotadora	2700 sacos tanto de 1 kg como de 5 kg

## 4 MODELO PROPOSTO

### 4.1 Programa-mestre de Produção

A partir de uma análise da demanda prevista no médio-prazo, o Departamento de Marketing e Vendas elabora um planejamento-mestre da produção e o apresenta ao setor de Planejamento e Controle da Produção que o analisa a partir dos recursos disponíveis visando, ao menor custo possível, atender à demanda prevista.

Feita a análise, o planejamento-mestre da produção dá origem ao programa de curto prazo denominado programa-mestre da produção. Este é desenvolvido pelo Departamento de Marketing e Vendas baseado totalmente nos pedidos confirmados e é repassado ao Planejamento e Controle da Produção, informando a quantidade e o prazo de entrega dos produtos, podendo ser assim resumido: cliente, cidade do cliente, data da venda, data da entrega, quantidade vendida, tipo da embalagem (5 kg ou 1 kg), marca do arroz e tipo do arroz. A Figura 4.1 exemplifica o modelo.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Moinho Iguaçu Ltda</b>							
2	<b>Programa-mestre de produção</b>							
3								
4	Cliente	Cidade	Data da venda	Data da entrega	Quantidade de sacos	Embalagem	Marca do arroz	Tipo
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								

Figura 4.1: Modelo do programa-mestre de produção.

## 4.2 Programação da Produção

Com o programa-mestre de produção em mãos, o Planejamento e Controle da Produção inicia o processo de programação da produção, definindo as várias atividades de planejamento da produção, tais quais: verificação da disponibilidade de equipamentos, matéria-prima, operários, processo de produção, tempos de processamento, quando, quanto e em que ordem produzir e emitir *kanbans* de produção e transporte. A partir desses procedimentos, dá-se início ao acompanhamento e controle da produção.

Caso o Planejamento e Controle da Produção verifique que não há tempo suficiente para o atendimento da demanda, algumas alternativas podem ser implementadas, como: horas extras ou atendimento antecipado da demanda. As horas extras serão utilizadas nos casos de aumento da demanda durante um curto período de tempo. Já o atendimento antecipado da demanda será utilizado quando se desejar produzir um pouco acima da demanda atual para garantir um atendimento futuro.

Para um melhor entendimento do modelo proposto, o processo produtivo do beneficiamento de arroz será dividido em duas etapas, antes dos estoques de arroz nos silos e de quirera nos containeres (processo do beneficiamento de arroz) e após os estoques (processo do empacotamento do arroz).

### 4.2.1 Estoques intermediários de arroz e quirera

Os estoques de arroz nos três silos internos e de quirera nos containeres flexíveis de tecido de polipropileno serão mantidos, pois o processo do beneficiamento de arroz é de menor capacidade de produção (gargalo) que o processo para o empacotamento do arroz.

Assim, serão mantidos estes estoques intermediários para que se consiga “puxar” a produção através da demanda real, tornando-se um sistema flexível e seguro tanto para o atendimento do programa-mestre de produção como para mudanças repentinas na programação da produção.

Desta forma, os estoques serão como um supermercado, onde o processo de empacotamento (cliente) vai até o processo precedente (supermercado) para adquirir o arroz e a quirera necessários (gêneros) no momento e na quantidade precisa e, conseqüentemente, o processo

do beneficiamento de arroz imediatamente produz a quantidade retirada (reabastecimento das prateleiras).

#### **4.2.2 Programação da produção na etapa de empacotamento do arroz**

O processo de empacotamento do arroz será somente ativado a partir do *kanban* de produção, iniciando-se somente no tempo certo, produzindo na quantidade certa, no momento necessário e sem geração de estoques.

Quando definidos a embalagem do arroz (5 kg ou 1 kg), o tipo do arroz e a quantidade de sacos a serem produzidos a partir do programa-mestre de produção para o atendimento da demanda de cada cliente, o modelo sugere as seguintes propostas para a verificação de disponibilidade de equipamentos, matéria-prima, processo de produção e tempos de processamento na etapa de empacotamento do arroz tanto de 5 kg como de 1 kg.

##### **4.2.2.1 Proposta para o empacotamento de arroz de 5 kg**

A partir dos tempos e dados coletados na empresa estudada, criou-se tabelas no Microsoft Excel, onde se podem identificar os tempos de produção, a quantidade de materiais gerais necessários para o atendimento de determinada demanda de sacos de arroz e, também, pode-se emitir *kanbans* de produção e transporte.

A Figura 4.2 apresenta a planilha criada para a programação da produção com seus respectivos campos.

Primeiramente, verifica-se a média das massas dos sacos produzidos pela máquina empacotadora em produções anteriores em gramas através da balança que se localiza após a empacotadora. Depois, define-se o tipo de arroz na coluna I e linha 4. Então, preenche-se a quantidade de sacos desejados para a produção. Assim, têm-se todas as informações necessárias para que se aperfeiçoe a etapa de empacotamento, como: o tempo de funcionamento da empacotadora juntamente com o da peneira para o enchimento do funil visando à produção da quantidade requerida; o tempo que o funil deve ser cheio (só a peneira ligada); a quantidade de fardos produzidos; a quantidade de paletes necessários; o número de troca de embalagens na empacotadora; e a quantidade de arroz e quirera necessários para a produção como também o número de containeres de quirera.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<b>Moinho Iguazu Ltda</b>											
2	<b>Tempos Analisados</b>											
4	Massa média dos sacos de 5 kg (gramas) =	5.018,00										
6	Tempo médio da troca de embalagem (minutos) =	2,81										
8	Massa de arroz que entra no funil por minuto (kg) =	154,40										
10	Quantidade de sacos de 5kg produzidos por minuto =	35,00										
12	<b>Produção</b>											
14	Quantidade de sacos de 5 kg a serem produzidos =	5.010										
16	Quantidade de fardos (6 sacos de 5 kg) produzidos =	835,00										
18	Quantidade de paletes de madeira utilizados =	16,70										
20	Número de trocas de embalagem (sacos de 5 kg) =	1,86										
21				Tempo = h:min:seg								
22	Tempo de produção da empacotadora (minutos) =	143,14	=	2	:	23	:	9				
24	Tempo de enchimento do funil (minutos) =	16,87	=	0	:	16	:	53				
26	<b>Tempo total da produção (minutos) =</b>	<b>160,02</b>	<b>=</b>	<b>2</b>	<b>:</b>	<b>40</b>	<b>:</b>	<b>1</b>				

Tipo do arroz =	1
Quantidade de arroz utilizada (kg) =	22626,16
Quantidade de quirera utilizada (kg) =	2514,02
Número de containers de quirera necessários =	2,51

Figura 4.2: Programação da produção para sacos de 5 kg.

Nota-se que a partir do número de sacos produzidos pela empacotadora (coluna B, linha 10) e da massa de arroz que entra no funil oriunda da peneira (coluna B, linha 8), pode-se determinar novos tempos de enchimento só do funil como também alterar o tempo de funcionamento da empacotadora e, com isto, ter novos tempos de produção. Sendo assim, pode-se transformar *setups*, antes internos, em externos, como por exemplo, quando se enche só o funil, o funcionário pode trocar a embalagem da empacotadora, e/ou pode prestar manutenção na empacotadora e na seladora.

#### 4.2.2.1.1 Kanbans de produção e transporte

Após o preenchimento da planilha de programação da produção, deve-se criar um *kanban* de produção para o funcionário da empacotadora e um de transporte para o funcionário da empilhadeira com as respectivas informações necessárias para que cada um realize suas atividades. Assim, a planilha de programação da produção origina outras planilhas, tais quais: *kanban* de produção e *kanban* de transporte.

A Figura 4.3 exemplifica a planilha do *kanban* de produção.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Moinho Iguazu Ltda</b>			26/11/2005			
2	<b>Kanban de Produção</b>		Número	<b>1</b>			
3	<b>Centro de Produção = Empacotamento do arroz</b>						
4							
5	Marca do arroz a ser produzido =		Sabor Sul				
6	Tipo do arroz a ser produzido =		Tipo 1				
7	Embalagem do arroz a ser produzida (kg) =		Embalagem de <b>5kg</b>				
8							
9	Quantidade de arroz a ser produzida =		5010				
10	Número de sacos produzidos por minuto =		35				
11	Quantidade de fardos (6 sacos de 5 kg) produzidos =		835				
12	Quantidade de paletes de madeira utilizados =		17				
13	Número de trocas de embalagem (sacos de 5 kg) =		1				
14	Número de containeres de quirera necessários =		3,00				
15							
16		Horas	Minutos	Segundos			
17	Tempo de enchimento do funil =		0	16	53		
18	Tempo de produção da empacotadora =		2	23	9		
19	<b>Tempo total da produção (minutos) =</b>		<b>2</b>	<b>40</b>	<b>1</b>		

Figura 4.3: Kanban de produção para sacos de 5 kg.

Nesta planilha, primeiro preenche-se o número do *kanban*. Os vários *kanbans* do dia devem ser enumerados conforme a ordem em que devem ser produzidos (seqüenciamento da produção). Após, preenche-se a marca do arroz e o tipo a ser produzido. As outras informações são geradas automaticamente conforme preenchimento da tabela de programação da produção.

Por último tem-se o *kanban* de transporte, que é todo preenchido automaticamente. Ele é exemplificado na Figura 4.4.

Este *kanban* oferece as informações necessárias para o funcionário da empilhadeira, visto que é ele quem transporta as embalagens do almoxarifado para a máquina empacotadora para serem trocadas e coloca os containeres de quirera para serem misturados com o arroz para seguirem a peneira. É ele também quem transporta os paletes cheios para o setor de expedição, onde os mesmos serão separados por pedido do cliente e não mais por marca. Assim, têm-se todas as informações necessárias para que o funcionário da empilhadeira realize seu trabalho no momento requerido.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Moinho Iguazu Ltda</b>		25/11/2005			
2	<b>Kanban de Transporte</b>	<b>Número</b>	<b>1</b>			
3	<b>Centro de Produção = Empilhadeira</b>					
4						
5	Marca do arroz a ser produzido =	Sabor Sul				
6	Tipo do arroz a ser produzido =	Tipo 1				
7	Embalagem do arroz a ser produzida (kg) =	Embalagem de <b>5kg</b>				
8						
9		Estimada	Real			
10	Quantidade de arroz a ser produzida =	5010				
11	Quantidade de fardos (6 sacos de 5 kg) produzidos =	835				
12	Quantidade de paletes de madeira utilizados =	17				
13	Número de trocas de embalagem (sacos de 5 kg) =	1				
14	Número de containeres de quirera necessários =	3,00				
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Figura 4.4: Kanban de transporte para sacos de 5 kg.

Nesta etapa, um detalhe é importante: o funcionário da empilhadeira vai anotar na coluna C e linhas 10 a 14, no *kanban* de transporte, a quantidade real produzida de arroz e a quantidade real de materiais utilizados. A partir destas informações anotadas, o PCP terá informações para identificar não conformidades nos fluxos da produção e poderá, com isto, controlar a produção evitando a superprodução, por exemplo.

#### 4.2.2.2 Proposta para o empacotamento de arroz de 1 kg

A proposta do modelo para o empacotamento de arroz de 1 kg é basicamente a mesma do empacotamento de 5 kg, a única diferença é que, como a capacidade da máquina empacotadora para a produção de sacos de 1 kg torna-se menor que a capacidade da peneira, o tempo mostrado para o enchimento do funil (peneira ligada) é o tempo total que a peneira deve ser ligada para atender a demanda, ou seja, não é mais como na produção de 5 kg onde a peneira ficava ligada em tempo integral da produção (tempo de enchimento do funil mais o tempo de funcionamento da empacotadora) para o atendimento de determinada demanda.

Desta forma, foi criado outro arquivo no Microsoft Excel para a programação da produção no empacotamento de 1 kg. Este arquivo consiste no mesmo modelo de produção de sacos de 5 kg, funcionando da mesma forma.

As Figuras 4.5, 4.6 e 4.7 apresentam a programação da produção de sacos de 1 kg e seus *kanbans* de produção e transporte, respectivamente.

Moinho Iguazu Ltda	
Tempos Analisados	
Massa média dos sacos de 1kg (gramas) =	1.020,00
Tempo médio da troca de embalagem (minutos) =	2,77
Massa de arroz que entra no funil por minuto (kg) =	154,40
Quantidade de sacos de 1kg produzidos por minuto =	80,00
Produção	
Quantidade de sacos de 1kg a serem produzidos =	2.040,00
Quantidade de fardos (30 sacos de 1kg) produzidos =	68,00
Quantidade de paletes de madeira utilizados =	1,36
Número de trocas de embalagem (sacos de 1kg) =	0,76
Tempo de produção da empacotadora (minutos) =	25,50
Tempo total de enchimento do funil (minutos) =	13,48
<b>Tempo total da produção (minutos) =</b>	<b>25,50</b>

Figura 4.5: Programação da produção para sacos de 1 kg.

Moinho Iguazu Ltda			
Kanban de Produção			
Centro de Produção = Empacotamento do arroz			
Marca do arroz a ser produzido =	Sabor Sul		
Tipo do arroz a ser produzido =	Tipo 1		
Embalagem do arroz a ser produzida (kg) =	Embalagem de <b>1kg</b>		
Quantidade de arroz a ser produzida =	2040		
Número de sacos produzidos por minuto =	80		
Quantidade de fardos (30 sacos de 1kg) produzidos =	68		
Quantidade de paletes de madeira utilizados =	2		
Número de trocas de embalagem (sacos de 1kg) =	0		
Número de containeres de quirera utilizados =	1		
	Horas	Minutos	Segundos
Tempo total de enchimento do funil =	0	13	29
Tempo de produção da empacotadora =	0	25	30
<b>Tempo total da produção (minutos) =</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

Figura 4.6: Kanban de produção para sacos de 1 kg.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Moinho Iguaçu Ltda</b>		26/11/2005			
2	<b>Kanban de Transporte</b>	<b>Número</b>	<b>2</b>			
3	<b>Centro de Produção = Empilhadeira</b>					
4						
5	Marca do arroz a ser produzido =		Sabor Sul			
6	Tipo do arroz a ser produzido =		Tipo 1			
7	Embalagem do arroz a ser produzida (kg) =		Embalagem de <b>1kg</b>			
8						
9		Estimada	Real			
10	Quantidade de arroz a ser produzida =		2040			
11	Quantidade de fardos (30 sacos de 1kg) produzidos =		68			
12	Quantidade de paletes de madeira utilizados =		2			
13	Número de trocas de embalagem (sacos de 1kg) =		0			
14	Número de containeres de quirera necessários =		1			
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Figura 4.7: Kanban de transporte para a produção de sacos de 1 kg.

#### 4.2.3 Programação da produção na etapa do beneficiamento de arroz

A partir do tipo, embalagem e quantidades de arroz necessárias para o atendimento do programa-mestre de produção, o PCP necessita determinar as quantidades de arroz e quirera que serão consumidas pela etapa de empacotamento de arroz para que os estoques intermediários sejam repostos.

Assim, o modelo também propõe, através dos tempos e dados coletados, uma tabela no Microsoft Excel, onde se pode determinar o tempo de funcionamento dos equipamentos da etapa de beneficiamento de arroz. A Figura 4.8 exemplifica a planilha para a programação da etapa do beneficiamento do arroz.

Para esta planilha, optou-se pelo preenchimento da quantidade total de arroz a ser produzida no dia em seus respectivos campos, ou seja, deve-se preencher a quantidade total de arroz tipo 1, 2, 3 e 4 de embalagem 5 kg a serem produzidas e a quantidade de arroz tipo 1, 2, 3 e 4 de embalagem 1 kg a serem produzidas, a partir da produção da empacotadora. Assim a planilha gerará as seguintes informações: a quantidade de arroz e quirera utilizados para a produção

determinada, o tempo total de funcionamento das máquinas de beneficiamento, a quantidade de quirera ou arroz produzida em excesso, a quantidade de farelo produzida e o número de sacos de farelo produzidos. A quantidade de farelo produzida é gerada na planilha para que o PCP possa determinar a quantidade de fardos de 30 kg que serão produzidos e assim controlar os estoques destes com as vendas, como também o arroz e a quirera produzidos em excesso.

Moinho Iguazu Ltda			
1			
2	Massa média dos sacos de 5kg (gramas) =	5018	
3	Quantidade de sacos de 5kg Tipo 1 a ser produzida =	5010	
4	Quantidade de sacos de 5kg Tipo 2 a ser produzida =	0	
5	Quantidade de sacos de 5kg Tipo 3 a ser produzida =	0	
6	Quantidade de sacos de 5kg Tipo 4 a ser produzida =	0	
7			
8	Massa Média dos sacos de 1kg (gramas) =	1020	Produção de arroz por hora
9	Quantidade de sacos de 1kg Tipo 1 a ser produzida =	2040	1590,00 kg/h
10	Quantidade de sacos de 1kg Tipo 2 a ser produzida =	0	
11	Quantidade de sacos de 1kg Tipo 3 a ser produzida =	0	Produção de quirera por hora
12	Quantidade de sacos de 1kg Tipo 4 a ser produzida =	0	813,00 kg/h
13			
14	Quantidade total de arroz utilizada para produção (kg) =	24498,88	Produção de farelo por hora
15	Quantidade total de quirera utilizada para produção (kg) =	2722,10	331,8 kg/h
16			
17		Horas	Minutos
18	Tempo de funcionamento das máquinas de beneficiamento =	15	25
19			
20	Quantidade de quirera produzida em excesso (kg) =	9811,65	Quantidade de farelo produzida
21	Quantidade de arroz produzida em excesso (kg) =	0,00	5115,25 kg
22			Quantidade de sacos
23	Tempo de funcionamento das máquinas de beneficiamento	Horas	Minutos
24			170
25	Para a produção de sacos de 5 kg tipo 1 =	14	14
26	Para a produção de sacos de 5 kg tipo 2 =	0	0
27	Para a produção de sacos de 5 kg tipo 3 =	0	0
28	Para a produção de sacos de 5 kg tipo 4 =	0	0
29	Para a produção de sacos de 1 kg tipo 1 =	1	11
30	Para a produção de sacos de 1 kg tipo 2 =	0	0
31	Para a produção de sacos de 1 kg tipo 3 =	0	0
32	Para a produção de sacos de 1 kg tipo 4 =	0	0
33			

Figura 4.8: Programação da produção na etapa de beneficiamento do arroz.

Os campos produção de arroz por hora, produção de quirera por hora e produção de farelo por hora foram coletados através das análises do rendimento do processo, e este pode variar conforme o arroz ou a regulagem das máquinas. Estes valores podem ser mudados para adequarem-se à realidade do processo e, com isto, a planilha atualizar-se-á, automaticamente, conforme seus valores.

#### 4.2.3.1 *kanban* de produção

A partir dos valores preenchidos na planilha de beneficiamento, o modelo cria um *kanban* de produção para a etapa de beneficiamento onde são declarados os tempos de funcionamento das máquinas para atender à produção requerida e a quantidade de arroz e quirera a serem produzidas. No campo hora de produção das máquinas, o funcionário de cada turno preenche com o horário de início do beneficiamento e o horário de término. Assim, produz-se só a quantidade necessária para o reabastecimento dos estoques intermediários.

O *kanban* de produção para a etapa de beneficiamento é exemplificado na Figura 4.9.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Beneficiamento'. The active sheet is 'Kanban de Produção'. The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Moinho Iguazu Ltda</b>		4/12/2005				
2	<b>Kanban de Produção</b>	<b>Número</b>	<b>1</b>				
3	<b>Centro de Produção = Beneficiamento</b>						
4							
5	Quantidade de arroz a ser produzida (kg) =	24498,88					
6	Quantidade de quirera a ser produzida (kg) =	2722,10					
7	Quantidade de sacos de farelo produzidos =	170					
8							
9		Horas	Minutos				
10	Tempo de funcionamento das máquinas de beneficiamento =	15	25				
11							
12		Início	Término	Turno			
13	Hora da produção das máquinas =						
14							
15							
16							
17							
18							
19							

Figura 4.9: *Kanban* de produção para a etapa de beneficiamento.

### 4.3 Seqüenciamento

Para o seqüenciamento da produção na etapa de empacotamento será seguida a seguinte regra: será dada prioridade aos pedidos de maior quantidade de pacotes e aos de sacos de 5 kg. Caso haja pedidos com o mesmo número de sacos, será dada prioridade aos que possuírem menor

porcentagem de quíler na composição, ou seja, primeiramente o arroz tipo 1, após o tipo 2 e assim sucessivamente.

Esta regra de seqüenciamento será adotada visto que, através dela, pode-se transformar o *setup* inicial, consistindo na limpeza do local mais preparação da empacotadora e seladora, que é feito com as máquinas paradas (*setup* interno) em *setup* externo, visto que a peneira pode ser ligada para o enchimento do funil enquanto limpa-se o local e prepara-se a empacotadora e a seladora.

Com os *kanbans* em mãos o operário da empacotadora poderá mudar esta regra de seqüenciamento visando reduzir os tempos de *setup*, visto que o sistema *kanban* é extremamente eficiente, possibilitando autonomia ao chão de fábrica.

No caso da etapa do beneficiamento do arroz não ocorrerá regra de seqüenciamento, pois a mesma consiste em um único *kanban* onde se tem toda a produção necessária para o atendimento da demanda do dia. O motivo de um único *kanban* para o beneficiamento é que o funcionamento das máquinas sem interrupções torna-se menos dispendioso, uma vez que elas consomem mais energia quando são ligadas.

#### **4.4 Melhoria do Processo**

Conforme Shingo (1996), há quatro elementos distintos de processo que podem ser identificados no fluxo da transformação de matérias-primas em produtos: processamento, inspeção, transporte e espera. As melhorias no processamento e transporte não serão identificadas porque estas estão além da proposta deste trabalho. Para este modelo não se realizou um estudo do layout da indústria para a melhoria de transporte e nem um estudo da melhoria do produto como também do método de fabricação para propor melhoria no processamento. O que se apresenta a seguir é um modelo centrado na inspeção e nos tempos de espera.

##### **4.4.1 Melhoria da inspeção**

A empresa estudada já possui um método de inspeção *poka-yoke*, implantado na balança após a empacotadora. A mesma realiza a inspeção 100% dos sacos produzidos, verificando se as

massas dos mesmos estão conformes. Caso não estejam, a balança rejeita estes sacos, jogando-os para fora da esteira que segue até a seladora.

Através deste método *poka-yoke* chega-se aos tipos de inspeções informativas. A auto-inspeção e a inspeção sucessiva são alcançadas, pois todos os sacos são pesados após a empacotadora, antes de seguirem para a seladora onde formarão fardos de 30 kg, sendo rejeitados caso não estejam conformes. A inspeção na fonte é alcançada através do controle estatístico da massa de cada saco produzido pela empacotadora, prevenindo-se assim a ocorrência de não conformidades. Este controle estatístico ocorre através de informações que a própria balança gera, onde se podem visualizar tendências nas massas dos sacos, e com isto ajustar a empacotadora.

#### **4.4.2 Melhoria nos tempos de espera**

No modelo proposto ocorrerá uma redução na espera do lote, visto que, agora os lotes são formados unicamente pelo tipo de embalagem e arroz e pela quantidade do pedido. A eliminação destes tempos de espera não ocorrerá, pois é inviável a produção com lote unitário para este processo.

Nas esperas de processo ocorrerá uma grande melhora, pois as esperas relacionadas ao seqüenciamento da produção ocorridas quando a produção se antecipa à programação não ocorrerão mais, visto que no modelo proposto não será permitida a produção sem a chegada de cartões *kanbans*.

Já as esperas de processo quantitativas, resultantes de taxas de defeitos superestimadas, originando excesso de produção, também deixarão de ocorrer, porque o modelo propõe a produção somente no tempo certo, produzindo na quantidade certa, no momento necessário e sem geração de estoques. As taxas de defeitos reduzir-se-ão através da implantação de um plano de manutenção preventiva simples nos equipamentos, sendo este executado pelos próprios operadores. Esta manutenção preventiva simples, lubrificação, limpeza, entre outras, aliada à operação cuidadosa, suave e contínua do maquinário gera uma grande confiabilidade das máquinas. Assim,

*a atuação dos próprios operários na manutenção preventiva simples causa menos e menores interrupções na produção, aumenta a responsabilidade da mão-de-obra em relação aos equipamentos que*

*opera e aproveita o conhecimento do operário sobre a operação diária do equipamento, no trabalho de manutenção (CORRÊA e GIANESI, 1993).*

## **4.5 Melhoria das Operações**

### **4.5.1 Melhoria do *setup***

O modelo proposto visa eliminar os tempos de *setup* a partir das planilhas criadas para a programação da produção. A partir destas planilhas o Planejamento e Controle da Produção pode, para a produção de embalagens de 5 kg, transformar todo o *setup* interno na máquina empacotadora e seladora em *setup* externo. Esta mudança de *setup* pode ocorrer devido ao tempo necessário para o enchimento do funil de arroz, onde só a peneira é ligada. Assim, o operário pode mudar a embalagem de arroz na empacotadora e ajustar a mesma e a seladora, por exemplo, procurando fazer todas as atividades de *setup* enquanto só a peneira estiver ligada.

Outras atividades desnecessárias, como a espera da empilhadeira para o transporte de embalagens e peças, são eliminadas através do *kanban* de transporte enviado ao funcionário que opera a empilhadeira, visto que este *kanban* informa ao funcionário todas as atividades que ele deve realizar e o momento certo. Sendo assim, este modelo melhora o *setup*, pois as embalagens, ferramentas e materiais sempre estarão próximos ao local onde serão utilizados.

### **4.5.2 Melhoria das operações principais e das folgas marginais**

Como o processo na empresa estudada é todo automatizado e as máquinas estão alinhadas em série, podem-se melhorar as operações principais através da autonomia. Assim, um operador cuida das máquinas de beneficiamento de arroz (antes dos estoques intermediários) e outro da peneira, empacotadora e seladora (após os estoques), pois uma máquina funcionando corretamente não precisa de operador, somente quando ela pára. Então, se um problema ocorre em uma máquina do beneficiamento do arroz, todas as outras devem ser desligadas e usam-se os 5W 1H para se chegar à causa fundamental do problema. Como resultado, um trabalhador pode atender diversas máquinas, tornando possível reduzir o número de operadores e aumentar a eficiência da produção. Já para as folgas marginais não há uma

proposta de melhoria, visto que no estudo de caso não foi realizada uma análise detalhada das operações.

## 5 CONCLUSÃO

A partir deste modelo para a implantação do Sistema JIT, espera-se que a empresa estudada almeje os critérios de desempenho da produção: flexibilidade, velocidade, confiabilidade, custo e qualidade. O modelo proposto aumenta a flexibilidade devido à redução dos tempos envolvidos no processo, podendo-se manter a operação dentro do programado quando eventos imprevistos perturbam os planos. Este aumento de flexibilidade ocorre pelo uso dos estoques intermediários de arroz e quirera e pela redução dos tempos de *setup*.

A flexibilidade e a redução dos tempos permitem que o ciclo de produção seja curto e o fluxo veloz. A produção do arroz em sacos a partir dos estoques intermediários de quirera e arroz permite entregas em prazos mais curtos.

A confiabilidade das entregas também é aumentada através da ênfase na manutenção preventiva simples e da flexibilidade da produção, o que torna o processo mais robusto. A inspeção 100%, juntamente com as regras do *kanban* e a visibilidade de todo o processo, permite a rápida identificação de problemas, o que leva a um veloz ataque às causas destas não conformidades para serem rapidamente resolvidas.

A qualidade será elevada, haja visto que o Sistema *Just In Time* procura eliminar os defeitos, visa o “zero defeitos”.

Já os custos serão altamente reduzidos porque o maquinário só será ligado o tempo suficiente para o atendimento da demanda. Assim se reduzirão os gastos com energia os quais, na empresa estudada, são a maior responsável pelos custos. Outra redução nos custos será através da diminuição dos níveis de estoques. O controle *kanban* ajuda a diminuição destes estoques visando eliminar a superprodução.

O modelo proposto permite que novos estudos sejam desenvolvidos a partir do que já foi realizado até aqui. Estes estudos podem ser vistos como recomendações para futuros trabalhos, tais quais: um estudo detalhado para a implantação da TRF e de um programa de Manutenção.

Em suma, este projeto associa um trabalho constante e diligente à disciplina e perseverança, dando a forma de um projeto gerenciável, com características de empreendimento de sucesso.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. Just In Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 1993.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP conceitos, uso e implantação. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2001.
- LUCATO Ind. Com. de Máquinas Ltda. Exemplo de layout do beneficiamento de arroz implantado pela Lucato. [http://www.lucato.com.br/imagens/lay-out\\_02.gif](http://www.lucato.com.br/imagens/lay-out_02.gif). consultado na internet em 16 de nov. 2005.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MARTINS, R. A. Flexibilidade e Integração no novo paradigma produtivo mundial: estudos de casos. Dissertação de Mestrado, EESC/USP, São Carlos,(137p.), 1993.
- OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas (Bookman), 1997.
- MOREIRA, Daniel A. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira (Thomson Learning), 2001.
- RUSSOMANO, Victor Henrique. Planejamento e Controle da Produção. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas (Bookman), 1996.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2000.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. Sistemas de produção: A Produtividade no Chão de Fábrica. Porto Alegre: Artes Médicas (Bookman), 1999.

## ANEXO

Tabela 3.2: Tempos de troca de embalagem de 5 kg na empacotadora.

Data	Tempo (minutos)	Observação
14/02/2005	2,81	Embalagem próxima
14/02/2005	5,55	Embalagem no almoxarifado
15/02/2005	6,00	Embalagem no almoxarifado
17/02/2005	5,10	Embalagem no almoxarifado
17/02/2005	2,83	Embalagem próxima
18/02/2005	6,85	Embalagem no almoxarifado
19/02/2005	2,79	Embalagem próxima
21/02/2005	2,8	Embalagem próxima
22/02/2005	2,81	Embalagem próxima
Média dos tempos (minutos)	5,88	Embalagem no almoxarifado
Média dos tempos (minutos)	2,81	Embalagem próxima

Tabela 3.3: Tempos de troca de embalagem de 1 kg na empacotadora.

Data	Tempo (minutos)	Observação
15/02/2005	4,57	Embalagem no almoxarifado
24/02/2005	2,77	Embalagem próxima

Tabela 3.4: Tempos de troca de embalagem na seladora.

Data	Tempo (minutos)	Observação
14/02/2005	6,85	Embalagem no almoxarifado
15/02/2005	7,50	Embalagem no almoxarifado
21/02/2005	3,42	Embalagem próxima
22/02/2005	3,46	Embalagem próxima
Média dos tempos (minutos)	7,18	Embalagem no almoxarifado
Média dos tempos (minutos)	3,44	Embalagem próxima

Tabela 3.5: Tempos de *setup* inicial (preparação do local + preparação da empacotadora e seladora).

Data	Tempo (minutos)
14/02/2005	15
15/02/2005	12
17/02/2005	20
18/02/2005	18
21/02/2005	21
Média dos Tempo (minutos)	17,20

Tabela 3.6: Tempo de *setup* para a troca da produção de 5 kg para 1 kg ou vice versa na empacotadora.

Data	Tempo (minutos)	Observação
15/02/2005	28	Peças longe
15/02/2005	18	Peças perto
21/02/2005	17	Peças perto
21/02/2005	16,5	Peças perto
25/02/2005	24,5	Peças longe
Média dos tempos (minutos)	26,25	Peças longe
Média dos tempos (minutos)	17,17	Peças perto

Tabela 3.7: Determinação do fluxo de arroz da peneira para a empacotadora por minuto.

Data (2005)	14/02	14/02	15/02	17/02	18/02	18/02	21/02	22/02	22/02
Tempo de Funcionamento da Peneira (minutos)	109,35	104,99	61,15	72,25	89,37	102	134	64,36	120
Tempo de Funcionamento da Empacotadora (minutos)	89,74	89,77	51	63,52	72,72	90	118	56,82	105
Número de Sacos de 5kg Embalados por Minuto	37	36	37	35	38	35	35	35	35
Massa Média dos Sacos Embalados (kg)	5,025	5,022	5,019	5,016	5,013	5,016	5,015	5,013	153,77
Fluxo (kg/min)	152,58	154,58	154,88	154,35	155	154,91	154,57	154,90	153,77
Fluxo médio (kg/minuto)					154,40				

**Tabela 3.8: Determinação da quantidade de arroz produzido no beneficiamento por hora.**

Data	Quantidade Produzida (kg)	Tempo da Produção (minutos)	Quantidade de Arroz (kg/minuto)
28/02/2005	400	15	26,67
07/03/2005	500	20	25
10/03/2005	834	30	27,8
Quantidade Média de Arroz (kg/hora)		1590	

**Tabela 3.9: Determinação da quantidade de quirera produzida no beneficiamento por hora.**

Data	Quantidade Produzida (kg)	Tempo da Produção (minutos)	Quantidade de Quirera (kg/minuto)
28/02/2005	135	10	13,50
07/03/2005	215	15	14,33
10/03/2005	320	25	12,80
Quantidade Média de Quirera (kg/hora)		813	

**Tabela 3.10: Determinação da quantidade de farelo de arroz produzida no beneficiamento por hora.**

Data	Quantidade Produzida (kg)	Tempo da Produção (minutos)	Quantidade de Farelo (kg/minuto)
28/02/2005	90	16,20	5,56
07/03/2005	60	11	5,45
10/03/2005	120	21,5	5,58
Quantidade Média de Farelo (kg/hora)		331,8	