

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

**Aspectos da Programação da Produção no Planejamento e  
Controle da Produção (PCP) em Sistema de Produção  
Discreto**

*Cynthia Okada Cerchiari*

**TG-EP-16- 05**

**Maringá - Paraná**

**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática

**Aspectos da Programação da Produção no Planejamento e  
Controle da Produção(PCP) em Sistema de Produção  
Discreto**

*Cynthia Okada Cerchiar*

**TG-EP-16-05**

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

Orientador: *Prof.<sup>a</sup> MSc. Maria de Lourdes Santiago Luz*

**Maringá - Paraná  
2005**

**CYNTHIA OKADA CERCHIARI**

**ASPECTOS DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NO PLANEJAMENTO E  
CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DISCRETO**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Engenharia de Produção, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Maringá

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. MSc. Maria de Lourdes S. Luz

Co-Orientador: MSc. Prof. José Paulo de Souza

MARINGÁ

2005

**CYNTHIA OKADA CERCHIARI**

**ASPECTOS DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NO  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) EM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO DISCRETO**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Produção, pela Universidade Estadual de Maringá, aprovada pela Comissão formada pelos professores:.

---

Prof. MSc. Maria de Lourdes Santiago Luz  
(orientadora)

---

Prof. MSc. Carlos Antonio Pizzo

---

Prof. Michael Stefanuto

Maringá, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2005

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Cezaro e Marilu meus maiores incentivadores e apoiadores à realização dos meus sonhos e que me deram a possibilidade de viver e aprender sempre mais. São para mim exemplos de coragem e força.

Dedico também, ao meu querido amigo e irmão Bruno, pelo estímulo, paciência e principalmente compreensão que teve para que eu alcançasse os objetivos que julgava difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Ser superior a quem denominamos Deus, por conceder-me e a todos os homens o poder de compreender e transformar a nossa realidade, embora muitas vezes não saibamos utilizar a melhor forma este poder.

Ao querido co-orientador José Paulo de Souza pela confiança, conhecimento e comprometimento demonstrados durante o desenvolvimento do trabalho. Pois através de sua paciência e dedicação me incentivou na concretização desse trabalho.

A professora e orientadora Maria de Lourdes que contribuiu através de seus vastos conhecimentos e que de forma direta esteve sempre presente através de seus conselhos e orientações que se tornaram de fundamental importância.

Ao gerente de produção Abílio Ap. Teles da Silva e a encarregada do PCP Vera Negrão da empresa pesquisada, por disponibilizar as informações necessárias e principalmente fornecer a oportunidade de aprendizado e estudo. E a todos os funcionários, que certa forma dedicaram seu tempo para me dar atenção e dados importantes sobre a produção.

Aos meus amigos e companheiros, Fernanda Venturelli, Gerusa O. Rosa, Jocelaine Pereira, Valmir Guedin, Wilton Vilela, Rodrigo Bacarin, Ana Carolina Simonetti e em especial ao meu amor Thomas Cardoso Mazzola, pois foram eles que estiveram sempre ao meu lado nos bons e maus momentos, me ajudando a enfrentar todos os obstáculos que encontrei e pelos momentos inesquecíveis que passei ao lado deles.

A todos meus mestres e professores, pelo enorme conhecimento adquirido durante todos estes anos como estudante de Engenharia de Produção, participando ativamente para o meu crescimento intelectual e pessoal.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>1X</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XI</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 <i>Objetivo geral</i> .....	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	2
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
<b>2 ANÁLISE DO SISTEMA PRODUTIVO.....</b>	<b>5</b>
2.1 HISTÓRICO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO.....	5
2.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL NAS ORGANIZAÇÕES E O SETOR DE PRODUÇÃO.....	6
2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	8
2.3.1 <i>Classificação por grau de produtos</i> .....	8
2.3.2 <i>Classificação por tipo de operações</i> .....	9
2.4 ARRANJO FÍSICO ( <i>LAYOUT</i> ) PRODUTIVO.....	10
<b>3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
3.1 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA PRODUÇÃO.....	16
3.1.1 <i>Estratégia de produção</i> .....	18
3.1.2 <i>Critérios estratégicos da produção</i> .....	19
3.1.3 <i>Áreas de decisão na produção</i> .....	20
3.1.4 <i>Plano de produção</i> .....	21
3.1.5 <i>Preparação do plano de produção</i> .....	21
3.2 PLANEJAMENTO MESTRE DE PRODUÇÃO.....	22
3.2.1 <i>Elaboração do plano -mestre de produção</i> .....	24
3.2.2 <i>Análise da capacidade de produção do plano -mestre de produção</i> .....	26
3.3 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	26
3.3.1 <i>Administração de estoques</i> .....	28
3.3.2 <i>Sequenciamento e emissão de ordens</i> .....	29
3.3.3 <i>Emissão e liberação de ordens</i> .....	31
3.3.4 <i>Acompanhamento e controle da produção</i> .....	32
3.3.5 <i>Programação da produção pela lógica do MRP</i> .....	33
3.3.6 <i>Programação da produção pela lógica do JIT</i> .....	37
3.3.6.1 <i>Kanban</i> .....	48
3.3.7 <i>Sistema MRP versus JIT</i> .....	55
<b>4 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>56</b>
4.1 MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
4.1.1 <i>Procedimentos operacionais</i> .....	57
4.2 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	57
4.3 ASPECTOS DO AMBIENTE COMPETITIVO .....	59
4.4 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PRODUTIVO.....	60
4.4.1 <i>Logística de entrada de matéria-prima e saída de produtos acabados</i> .....	61
4.4.2 <i>Layout da produção</i> .....	66
4.5 FLUXOGRAMA.....	69
4.6 CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO PRODUTIVO .....	75
4.6.1 <i>Tipo de produção por operação</i> .....	75

4.7	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO .....	77
4.7.1	<i>PCP em nível estratégico e tático</i> .....	77
4.7.2	<i>PCP em nível operacional: programação e liberação de ordens</i> .....	78
4.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	82
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.3 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	10
QUADRO 3.1 DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO .....	19
QUADRO 3.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE DECISÃO .....	20
QUADRO 4.1 DESCRIÇÃO INTERNA DO SETOR DE USINAGEM.....	62
QUADRO 4.2 MAQUINÁRIOS DO SETOR DA FÁBRICA DE RESERVATÓRIO.....	63
QUADRO 4.3 MAQUINÁRIO DO SETOR DE FERRAMENTARIA.....	63

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1: VISÃO GERAL DAS ATIVIDADES DO PCP.....	15
FIGURA 3.2: VISÃO GERAL DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	17
FIGURA 3.3: DEFINIÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA PRODUTIVA.....	18
FIGURA 3.4: EMPURRAR E PUXAR A PRODUÇÃO.....	28
FIGURA 3.5: CLASSIFICAÇÃO ABC EXEMPLO DE FIGURA.....	29
FIGURA 3.6: PCP NA PRODUÇÃO JIT.....	41
FIGURA 4.1: ESTOQUE DE PEÇAS BRUTAS: CAIXAS AMARELAS.....	64
FIGURA 4.2: LAYOUT CELULAR: CÉLULA 1.....	66
FIGURA 4.3: LAYOUT POR PROCESSO: FÁBRICA DE RESERVATÓRIO.....	67
FIGURA 4.5: LAYOUT POR PRODUTO: MONTAGEM FINAL.....	67
FIGURA 4.5: LAYOUT POR PRODUTO: MONTAGEM DE CABEÇOTES.....	68
FIGURA 4.6: FLUXOGRAMA DO ALMOXARIFADO.....	69
FIGURA 4.7: FLUXOGRAMA DA USINAGEM.....	70
FIGURA 4.8: FLUXOGRAMA DA MONTAGEM DE CABEÇOTE.....	71
FIGURA 4.9: FLUXOGRAMA DA FÁBRICA DE RESERVATÓRIO.....	72
FIGURA 5.1: FLUXOGRAMA DA MONTAGEM FINAL.....	73
FIGURA 5.2: SETOR DE EMBALAGENS DA PRODUÇÃO EM MASSA.....	75
FIGURA 5.3: FÁBRICA DE RESERVATÓRIO EM PRODUÇÃO EM MASSA.....	76
FIGURA 5.4: FICHA DE PCP: FÁBRICA DE RESERVATÓRIO.....	78
FIGURA 5.5: QUADRO DOS CARTÕES KANBAN DE CONTROLE DO ALMOXARIFADO.....	80
FIGURA 5.6: FÁBRICA DE RESERVATÓRIO EM PRODUÇÃO EM MASSA.....	80

## RESUMO

No presente trabalho aborda-se um estudo sobre o sistema de produção, com o objetivo de investigar, dentro de uma das principais áreas de decisão, o sistema de planejamento e controle da produção e sua devida programação aplicada, para que se saiba o sistema PCP a ser empregado, o ritmo de produção ser mantido, bem como suas formas de controle. Tal estudo foi realizado em uma indústria metal mecânica instalada em Maringá-Pr. Nesse sentido, a proposta principal é apresentar a dinâmica da atividade de programação da produção na empresa, buscando identificar aspectos que possam contribuir para o aumento de produtividade e também analisar os sistemas produtivos empregados na empresa (JIT e MRP), para otimização estratégica e operacional. Para isso foi realizada uma pesquisa qualitativa, por intermédio de um estudo de caso, utilizando-se com ferramenta para coleta de dados e informações, entrevista não-estruturada e visita técnica efetivada à partir do estágio supervisionado. Como resultado, construiu-se a caracterização do sistema produtivo e identificaram-se as especificidades relacionadas à programação da produção praticada na empresa.

Palavras chaves: Planejamento e Controle da Produção; Programação da produção; Programação da produção no setor metal mecânico; Indústria metal-mecânica.

## 1 INTRODUÇÃO

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, para uma futura correção de prováveis desvios. É, portanto, de essencial importância que se dê ênfase na programação da produção, pois é a partir dela que será possível controlar e elaborar planos de produção e assim coordenar da melhor maneira possível a aplicação dos recursos produtivos de forma a atender as metas planejadas.

O PCP é um sistema de transformação de informações, pois recebe informações sobre estoques existentes, vendas previstas, linha de produtos, modo de produzir, capacidade produtiva e tem como tarefa de transformar estas informações em ordens de fabricação.

Assim, o PCP corresponde a uma função da produção que, vai desde o planejamento até o gerenciamento e controle do suprimento de materiais e atividades de processos de uma empresa, a fim de que os produtos específicos sejam produzidos por métodos específicos para atender todo cronograma empresarial. A partir do PCP consegue-se obter um acompanhamento e controle da produção por meio de coleta e análise dos dados e busca-se garantir que o programa de produção esteja nos mais altos padrões de funcionalidade e execução.

Portanto, a partir da análise do PCP quanto às necessidades de recursos produtivos faz-se um plano mestre de produção e com base nele e em outros registros de controle a programação da produção encarrega-se de fazer o sequenciamento das ordens emitidas, de forma a otimizar a utilização dos recursos. Se o plano de produção providenciou os recursos necessários e o plano mestre de produção equacionou os gargalos, não deverá ocorrer problema na execução da programação de produção.

É importante, pois, que a interligação entre todos os processos de informação seja desempenhada da melhor forma possível, para que o sequenciamento dos procedimentos da programação consiga ser efetuado a contento e assim atingir da melhor maneira a eficiência produtiva.

O presente trabalho desenvolveu argumentos de análise para se conseguir uma melhor alternativa ou meio de se atingir uma programação da produção agregada ao seu planejamento e controle a qual possa suprir as necessidades ideais da empresa estudada (metal mecânica).

Foi através do estudo da programação da produção nos sistemas MRP e JIT utilizados pela indústria em questão, que o trabalho foi focado. Buscando assim uma conclusão plausível sobre a prática empregada e o estudo realizado.

E a partir da identificação dos sistemas produtivos foi possível se fazer as inter-relações com aspectos logísticos, físicos (layouts), operacionais e também financeiros.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Apresentar um estudo sobre sistema de programação da produção, em uma empresa do setor metal-mecânico, bem como aspectos que possam contribuir com sua maior produtividade.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Identificar, a partir da literatura, os aspectos envolvidos na organização e planejamento da produção;
- Identificar e conhecer as principais técnicas e sistemas de PCP utilizados na empresa estudada;
- Efetuar um levantamento sobre o planejamento utilizado pela empresa, identificando principalmente os sistemas de programação MRP e JIT.

## **1.2 Limitações do trabalho**

No contexto de limitações, observou-se a necessidade de um maior entendimento dos aspectos teóricos que envolvem a gestão da produção, notadamente, nos aspectos de

planejamento e controle de produção. As maiores dificuldades se estabeleceram na integração entre os aspectos teóricos estudados e as observações realizadas na empresa.

### 1.3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em seis capítulos e dois anexos cujos conteúdos estão descritos a seguir:

- Capítulo 1: Introdução - Onde apresenta os fatores do PCP e as características dos sistemas de programação. Aborda também os objetivos que é esperado com este trabalho e suas principais limitações;
- Capítulo 2: Análise do sistema produtivo – É feita uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de diversos autores a respeito dos temas: Histórico da Função Produção, Estrutura Organizacional nas Organizações e o Setor de Produção, Arranjo Físico;
- Capítulo 3: Planejamento e Controle da Produção – Descrição dos aspectos do planejamento e controle da produção, por meio de diferentes focos autorais. Estão relacionados os tópicos: Planejamento Estratégico da Produção, Planejamento Mestre de Produção, Programação da Produção, Sistema MRP *versus* JIT;
- Capítulo 4: Estudo de Caso – Corresponde ao estudo de caso realizado em uma empresa do setor metal-mecânica na qual fez-se um estudo e revantamento sobre os procedimentos e processos industriais sobre o PCP e programação da produção. Apresenta uma análise realizada através dos seguintes itens: Materiais e Métodos, Histórico e Caracterização da Empresa, Aspectos do Ambiente Competitivo, Características do Sistema Produtivo, Fluxograma, Características do Processo Produtivo, Planejamento e Controle da Produção, Considerações Finais;
- Capítulo 5: Conclusão – Apresenta as conclusões do trabalho. Busca avaliar o PCP e a melhor programação a partir dos sistemas produtivos empregados;

- Anexos – Estão expostos em anexos o layout produtivo e os principais produtos fabricados.

## 2 ANÁLISE DO SISTEMA PRODUTIVO

Para que se possa ter uma noção conceitual sobre a importância de criar ou aperfeiçoar a área de PCP em uma organização é necessário, primeiramente, compreender os termos da mesma. Esse é exatamente o propósito do presente capítulo o qual apresenta a seguir uma breve descrição desses termos.

### 2.1 Histórico da Função Produção

Segundo Martins e Laugeni (1999), a função produção entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em um outro com maior utilidade, acompanha o homem desde a sua origem. Com o passar do tempo, muitas pessoas se revelaram extremamente habilidosas na produção de certos bens e passaram a produzi-los conforme solicitação e especificações apresentadas por terceiros. Surgiram então os primeiros artesãos e a primeira forma de produção organizada.

Ainda segundo os autores, a produção artesanal começou a entrar em decadência com o advento da *Revolução Industrial*. Com a descoberta da máquina a vapor em 1764 por James Watt, tem início o processo de substituição da força humana pela máquina. No fim do século XIX surgiram nos Estados Unidos os trabalhos de Frederick W. Taylor e dele surge a sistematização do conceito de produtividade, isto é a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção com o objetivo de se obter melhoria da produtividade com menor custo possível.

Na década de 10, Henry Ford cria a linha de montagem seriada, revolucionando os métodos e processos produtivos até então existentes. Surge o conceito de produção em massa, caracterizada por grandes volumes de produtos extremamente padronizados, isto é, de baixíssima variação nos tipos de produtos finais. Essa busca da melhoria da produtividade por meio de novas técnicas definiu o que se denominou engenharia industrial.

A produção em massa aumentou de maneira fantástica a produtividade e a qualidade, por isso obtiveram-se produtos bem mais uniformes, em razão da padronização e da aplicação de técnicas de controle estatístico da qualidade. O conceito de produção em massa e as

técnicas produtivas dele decorrentes predominaram nas fabricas até meados da década de 60, quando surgiram novas técnicas produtivas, que vieram a caracterizar a denominada produção enxuta .

Ao longo desse processo de modernização da produção, cresce em importância a figura do consumidor, em nome do qual tudo se tem feito. Pode-se dizer que a procura da satisfação do consumidor é que tem levado as empresas a se atualizarem com novas técnicas de produção, cada vez mais eficazes, eficientes e de alta produtividade. É tão grande a atenção dispensada ao consumidor que este, em muitos casos, já especifica em detalhes o seu produto, sem que com isso atrapalhe os processos de produção do fornecedor, tal a sua flexibilidade. Assim estamos caminhando para a produção customizada, que, sob certos aspectos, é um retorno ao artesanato sem a figura do artesão, que passa a ser substituído por moderníssimas fábricas.

A denominada empresa de classe mundial é aquela voltada para o cliente, sem perder a característica de empresa enxuta, com indicadores de produtividade que a colocam no topo entre seus concorrentes, em termos mundiais, e também se ressalta a característica de procurar incessantemente por melhorias. (MARTINS E LAUGENI, 1999).

## **2.2 Estrutura Organizacional nas Organizações e o Setor de Produção**

Segundo Slack *et al* (1997), a função produção na organização representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma função produção porque produz algum tipo de bem e/ou serviço. Para atingir seus objetivos os sistemas produtivos devem exercer uma série de funções operacionais, desempenhadas por pessoas, que vão desde o projeto dos produtos, até o controle dos estoques, recrutamento e treinamento de funcionários, aplicação dos recursos financeiros, distribuição dos produtos etc.

De acordo com Slack *et al* (1997) a função produção é central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é a única nem, necessariamente, a mais importante. Todas as organizações possuem outras funções com suas responsabilidades específicas. Embora essas funções tenham sua parte a executar nas

atividades da organização, são (ou devem ser) ligadas com a função produção, por objetivos organizacionais comuns.

De uma forma geral, estas funções podem ser agrupadas em três funções básicas: Finanças, Produção e Marketing. Entretanto, com o crescimento dos sistemas produtivos, aparecem outras funções que se destacam das funções básicas e são agrupadas em setores de suporte ou apoio, tais como: Engenharia, Compras ou Suprimentos, Manutenção, Recursos Humanos e Planejamento e Controle da Produção e relações da função produção com os demais setores da organização (marketing, finanças, manutenção, compras, engenharia de produto).

Todas as funções estão ligadas ao Planejamento e Controle da Produção, de forma direta ou indireta. Anteriormente, estas funções eram exercidas de forma segmentada, fechadas dentro dos limites de autoridades setoriais. Hoje, as empresas entendem que elas devem manter um relacionamento aberto, compartilhando informações para tomada de decisão que levem a um eficiente desempenho de todo o sistema. Assim podemos entender as três funções:

- Função Produção: “A função de Produção consiste em todas as atividades que diretamente estão relacionadas com a produção de bens ou serviços”. (TUBINO, 2000). Neste contexto a função produção compreende diversos tipos de operações que ocorrem em sistemas produtivos distintos.
- Função Marketing: a função de Marketing, segundo Tubino (2000), consiste nas funções de: vender, promover os bens e serviços; tomar decisões sobre estratégias de publicidade e estimativas de preços. Estabelece um forte contato com os clientes e mercado visando, com isso, informações sobre e demanda pelos produtos e projetos ou serviços a serem desenvolvidos.

O marketing possui duas importantes funções a cumprir: estabilizar a demanda pelos bens e serviços solicitados pelos clientes, e envolver os clientes na otimização do projeto e produção dos bens e serviços. O sistema produtivo deve estar adequadamente balanceado para atender a variabilidade de demanda.

Contudo o Marketing para garantir certa estabilidade nas quantidades e datas de entrega dos bens e serviços, deve buscar sempre acordos a longo prazo com clientes.

- Função Finanças: a função Finanças tem como objetivo administrar os recursos financeiros da empresa e alocá-los de forma eficiente na situação necessária. De acordo com Tubino (2000), a função Finanças é estabelecer um orçamento e um acompanhamento de receitas e despesas para uma análise econômica dos investimentos produtivos. Em conjunto com Produção e Marketing preparam esse orçamento para sustentar o planejamento estratégico de produção.

Outras Funções: Engenharia; Compras/Suprimentos; Manutenção.

## **2.3 Classificação dos Sistemas de Produção**

Segundo Tubino (2000), o objetivo da classificação dos sistemas de produção é compreender melhor as características de cada um dos sistemas e sua relação com a complexidade das atividades de planejamento e controle dos mesmos.

### **2.3.1 Classificação por grau de produtos**

De acordo com o grau de padronização dos produtos, pode-se classificar como sistemas que produzem produtos padronizados, ou seja, bens ou serviços que apresentam alto grau de uniformidade. Esses produtos são fabricados em grande escala e encontram-se a disposição dos clientes no mercado. Os recursos produtivos (homens, máquina e materiais) e os métodos de trabalho e controle são padronizados, facilitando a eficiência do sistema e a redução de custos.

“Os produtos sob medida são bens ou serviços desenvolvidos para um cliente específico” (TUBINO, 2000). Como nesse caso espera-se a definição do cliente, não há necessidade de estoque. Os produtos são mais caros em decorrência da dificuldade de padronizar os métodos de trabalho e os recursos produtivos. A quantidade produzida não justifica investimentos em automação.

### 2.3.2 Classificação por tipo de operações

Segundo o tipo de operações, os sistemas de produção podem ser classificados em processos contínuos e processos discretos, de acordo com o grau de padronização dos produtos e com a demanda do volume de produção (Quadro 2.3). De acordo com Tubino (2000), nos processos contínuos ou bens de serviços produzidos não podem ser identificados individualmente enquanto, nos processos discretos, os bens ou serviços podem ser identificados individualmente. Os processos discretos caracterizam-se pela produção de bens ou serviços que podem ser isolados em lotes ou unidades.

A escolha por **processos contínuos** se dá quando a produção e demanda são altamente uniformes; os produtos e os processos produtivos são interdependentes e não há flexibilidade no sistema. Esses processos favorecem a automação, sendo necessário altos investimentos em equipamentos e instalações e a mão-de-obra é empregada apenas para a condução e manutenção dos equipamentos e instalações, com custo insignificante.

Para a produção em grande escala de produtos altamente padronizados são empregados os **processos repetitivos em massa**. As demandas estáveis facilitam a manutenção dos projetos, possibilitando a montagem de uma estrutura produtiva altamente especializada e pouco flexível. A implantação de sistemas baseados na filosofia JIT/TQC vem atribuindo novas funções ao emprego nesse tipo de processo, na qual antes empregava apenas mão-de-obra pouco qualificada e pouco polivalente.

“Os **processos repetitivos em lote** caracterizam-se pela produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes; cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem realizadas” (TUBINO, 2000). O sistema produtivo deve ser relativamente flexível, sendo necessário o emprego de equipamentos pouco especializados e mão-de-obra polivalente para atender diferentes necessidades da demanda.

Para atender pedidos específicos dos clientes, o **processo por projeto** tem todos os seus processos voltados para essa finalidade. Por serem produtos praticamente exclusivos, exige-se alta flexibilidade dos recursos produtivos, normalmente a custos de certa ociosidade enquanto a demanda por outro não ocorrer.

	<b>Contínuo</b>	<b>Rep. em Massa</b>	<b>Rep. em Lotes</b>	<b>Projeto</b>
<b>Volume de produção</b>	Alto	Alto	Médio	Baixo
<b>Variedade de produtos</b>	Pequena	Média	Grande	Pequena
<b>Flexibilidade</b>	Baixa	Média	Alta	Alta
<b>Qualificação da MOD</b>	Baixa	Média	Alta	Alta
<b>Layout</b>	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
<b>Capacidade ociosa</b>	Baixa	Baixa	Média	Alta
<b>Leadtimes</b>	Baixo	Baixo	Médio	Alto
<b>Fluxo de informações</b>	Baixo	Médio	Alto	Alto
<b>Produtos</b>	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Quadro 2.3 Características dos sistemas de produção (TUBINO, 2000)

## 2.4 Arranjo Físico (*Layout* ) produtivo

Segundo Laugeni (2005), para elaboração do layout deve-se conhecer a quantidade que será produzida, a qual será importante para o cálculo do número de máquinas, da área de estoque, e outros, envolvendo assim diversas áreas da empresa.

De acordo com Slack et al (1997), layout é o posicionamento físico dos recursos de transformação no qual se determinam sua aparência e sua forma e ainda determinam a maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informações e clientes – fluem pela operação. É a manifestação física de um tipo de processo, característica de volume-variedade que dita o tipo de processo.

Segundo Slack *et al* (1999), a importância prática pelas quais as decisões de arranjo físico são importantes na maioria dos tipos de produção são:

- Mudança de arranjo físico é frequentemente uma atividade difícil e de longa duração por causa das dimensões físicas dos recursos de transformação movidos;

- O rearranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento suave, levando a insatisfação do cliente ou perdas na produção;
- Se o arranjo físico está errado, pode levar a padrões de fluxo longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

Ainda de acordo com o autor a maioria dos arranjos físicos (layouts), na prática, deriva de apenas quatro tipos básicos de arranjos físicos:

- a) **Arranjo físico posicional:** layout no qual os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário. Geralmente são produtos ou serviços de grande porte que ficam inviáveis de serem movidos.
- b) **Arranjo físico por processo:** é dito por processo, pois as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico. Nesse tipo de layout os processos similares são localizados juntos um do outro. A conveniência para a operação é manter junto ou perto as necessidades similares dessa forma beneficiando os recursos transformadores.
- c) **Arranjo físico celular:** é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação são pré-selecionados para movimentar-se para a parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram. A célula em si pode ser arranjada segundo um arranjo físico por processo ou por produto.
- d) **Arranjo físico por produto:** envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a seqüência de atividade requerida coincide com a seqüência na

qual os processos foram arranjados fisicamente. Esse tipo de layout é as vezes adotado para ajudar a controlar o fluxo de clientes ao longo da operação.

### 3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO(PCP)

O PCP preocupa-se em gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores. Qualquer operação produtiva requer planos e controle, mesmo que a formalidade e os detalhes dos planos e do controle possam variar. Algumas operações são mais difíceis de planejar do que outras. As que têm um alto nível de imprevisibilidade podem ser particularmente difíceis de planejar. Já as operações que têm um alto grau de contato com o consumidor podem ser difíceis de controlar devido à natureza imediata de suas ações (SLACK ET AL, 1997). Assim, o objetivo primordial do planejamento e controle é conciliar o fornecimento com a demanda.

Em um sistema de manufatura, toda vez que são formulados objetivos, torna-se necessário formular planos de como atingi-lo, organizar recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios. No âmbito da administração da produção, este processo é realizado pela função de Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Planejamento e Controle é a atividade de se decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, assim, a execução do que foi previsto (SLACK ET AL, 1997). Sendo assim, o propósito do planejamento e controle da produção (PCP) é garantir que a operação ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como deve produzir.

Na perspectiva adotada por Tubino (2000), em um sistema produtivo, ao serem definidas 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 os físicos e acompanhar esta ação, com vistas à correção de prováveis desvios. No conjunto de funções dos sistemas de produção, essas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção.

Já na visão de Martins e Laugeni (1999), o objetivo principal do PCP é “comandar o processo produtivo, transformando informações de diversos setores em ordens de produção e em 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 os lucros”.

As atividades de planejamento e controle da produção proporcionam procedimentos, sistemas e decisões que se unem e correspondem às necessidades advindas da oferta e da demanda por produtos oferecidos no mercado de bens e de serviços. Um produto confiável requer disponibilidade de todos os recursos transformados e em transformação. Para os referidos autores, o PCP tem por finalidade gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda.

É notório a grande responsabilidade do PCP na realização de previsões e controles da demanda, que se fazem necessários para melhor administração dos recursos disponíveis e daqueles a serem adquiridos. Sendo assim, pode-se considerar o PCP como um elemento central na estrutura administrativa de um sistema de manufatura, que passa a ser um elemento decisivo para a integração da manufatura uma vez que também é o responsável pelas atividades ligadas ao atendimento das necessidades dos clientes. No entanto, independente do sistema de manufatura e estrutura administrativa, um conjunto básico de atividades de PCP deve ser realizado. Estas atividades são necessárias para a consecução dos objetivos do PCP, mas não necessariamente deverão estar todas sendo executadas numa área específica. Isto dependerá da configuração organizacional adotada pelo sistema de manufatura (MARTINS e LUGENI, 1999).

Segundo Tubino (2000), para atingir seus objetivos, o PCP administra informações vindas de diversas áreas do sistema produtivo, desempenhando assim uma função de coordenação de apoio ao sistema produtivo. Portanto, as atividades do PCP são exercidas nos três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção. No nível estratégico, no qual são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, o PCP participa da formulação do *Planejamento Estratégico da Produção*, gerando um Plano de Produção. Também, auxilia decisões de natureza estratégica, como ampliações de capacidade, alterações na linha de produtos, desenvolvimento de novos produtos etc. No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o *Planejamento-mestre da Produção*, obtendo o Plano mestre de Produção (PMP). No nível operacional, em que se preparam os programas de curto prazo de produção e se realiza o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a Programação da Produção administrando estoques, seqüenciando, emitindo e

liberando as Ordens de Compras, Fabricação e Montagem, bem como executa o Acompanhamento e Controle da Produção (TUBINO, 2000). A figura a seguir mostra as etapas do planejamento e controle da produção e sua visão ampla de funcionamento.

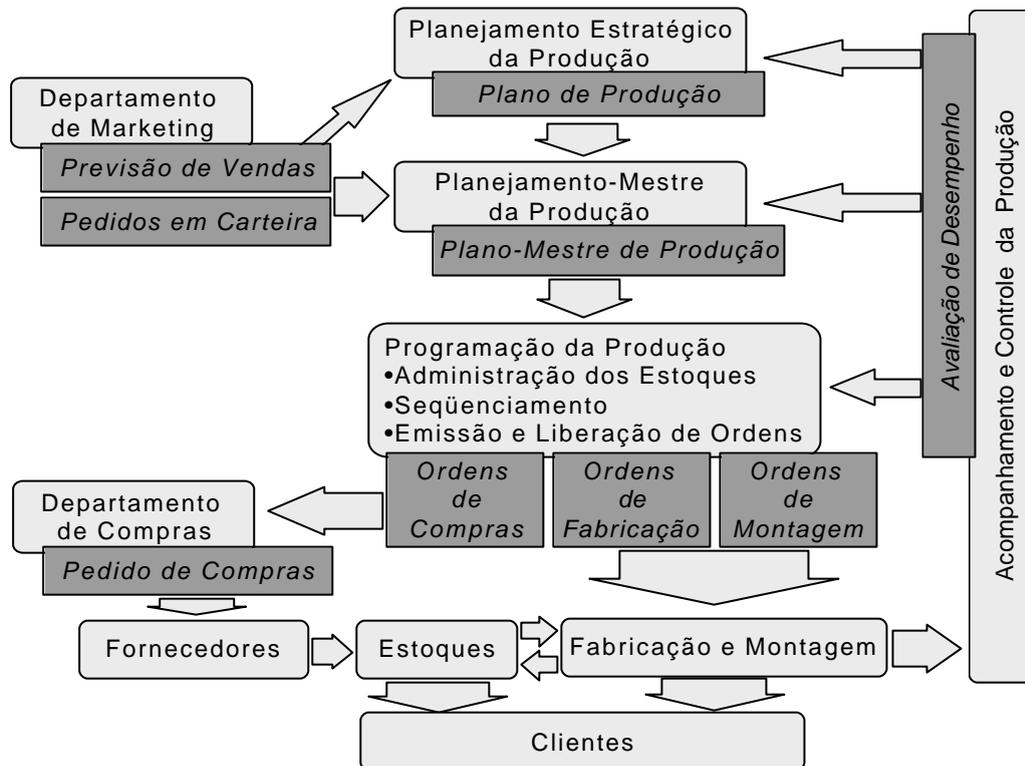


Figura 3.1: Visão geral das atividades do PCP (TUBINO, 2000)

Russomano (2000) considera o PCP um elemento decisivo na estratégia das empresas para enfrentar as crescentes exigências dos consumidores por melhor qualidade, maior variação de modelos e entregas mais confiáveis. Por isso, há necessidade de se buscar uma maior eficiência nos sistemas de PCP. Além do mais, dificilmente se encontram, na prática, dois sistemas de Planejamento e Controle da Produção iguais e os principais fatores responsáveis por esta diferenciação são o tipo de indústria, o tamanho da empresa e as diferenças entre estruturas administrativas.

No entanto, independente do sistema de manufatura e estrutura administrativa, um conjunto básico de atividades de PCP deve ser realizado. Estas atividades são necessárias para a consecução dos objetivos do PCP, mas não necessariamente dever-se-ão executá-las todas numa área específica. Isto dependerá da configuração organizacional adotada pelo sistema de manufatura (MARTINS e LAUGENI, 1999).

Sendo assim, pode-se considerar o PCP como um elemento central na estrutura administrativa de um sistema de manufatura, elemento este decisivo para a integração da manufatura.

### **3.1 Planejamento Estratégico da Produção**

A premissa do planejamento estratégico é de que as organizações desejam crescer e se desenvolver – física e economicamente – no sentido de uma evolução positiva e lucrativa para o futuro. O processo de crescimento e desenvolvimento, porém, não é tão simples, visto que a ambiência de mudanças contínuas exige da organização uma capacidade de inovação e adaptação constantes. Consiste em estabelecer um plano de produção para determinado período (longo prazo), segundo as estimativas de venda e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos.

A adoção do planejamento estratégico requer uma mudança bastante significativa na filosofia e na prática gerencial da maioria das organizações – públicas ou privadas. O planejamento estratégico não é passível de ser implantado por simples modificações técnicas nos processos e instrumentos decisórios da organização. É, antes de tudo, uma conquista organizacional que se inicia em nível de mudanças conceituais da gerência, resultando em novas formas de comportamento administrativo, além de novas técnicas e práticas de planejamento, controle e avaliação. O processo do planejamento estratégico é, para muitas empresas, o último caminho e a última porta para a sobrevivência.

Estabelece-se, então, o plano estratégico, englobando toda a organização: os planos táticos, que se relacionam com as diversas áreas (marketing, financeiro, produção, recursos humanos, etc.) e os planos operacionais (plano de vendas, plano de investimentos, plano de produção, etc.), que se destinam a operacionalizar os planos táticos.

Consiste em estabelecer um plano de produção para determinado período (longo prazo), segundo as estimativas de venda e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos. No ambiente de produção sob encomenda, este tipo de planejamento é de certa forma difícil de ser feito, como também de ser seguido, pois mesmo com a ajuda de dados históricos não se terá certeza de que os pedidos do período serão similares aos dos períodos anteriores, em quantidade e modelos, o que o fusca uma estratégia de longo prazo.

Segundo Tubino (2000) o planejamento estratégico busca maximizar os resultados das operações e minimizar os riscos nas tomadas de decisões das empresas. Para efetuar um planejamento estratégico, a empresa deve entender os limites de suas forças e habilidades no relacionamento com o meio ambiente, de maneira a criar vantagens competitivas em relação à concorrência, aproveitando-se de todas as situações que lhe trouxeram ganho.

Portanto o planejamento estratégico busca oportunidades, maximizando os resultados e protege as empresas das ameaças, minimizando os riscos nas tomadas de decisão.



Figura 3.2: Visão geral do planejamento estratégico (TUBINO, 2000)

### 3.1.1 Estratégia de produção

Uma estratégia produtiva consiste na definição de um conjunto de políticas, no âmbito da função de produção, que dá sustento à posição competitiva da unidade de negócios da empresa. A estratégia produtiva deve especificar como a produção suportará uma vantagem competitiva, e como complementar e apoiará as demais estratégias funcionais. Uma estratégia de produção consiste em estabelecer o grau de importância relativa entre os critérios de desempenho, e formular políticas consistentes com esta priorização para as diversas áreas de decisão (TUBINO, 2000).

Segundo Slack *et al* (1997), a estratégia de produção de cada unidade contribui para objetivos estratégicos do nível imediatamente superior, ou seja, além de ajudar o nível superior na hierarquia a atingir seus objetivos estratégicos, a estratégia de produção deve considerar e atender às necessidades do cliente e fornecedores internos e nenhuma função pode contribuir para os objetivos estratégicos se não for auxiliada pelas outras partes da organização. Além disso, é importante considerar que também nenhuma parte da organização contribui de forma plena para os objetivos estratégicos se ela mesma não ajudar seus próprios clientes internos.

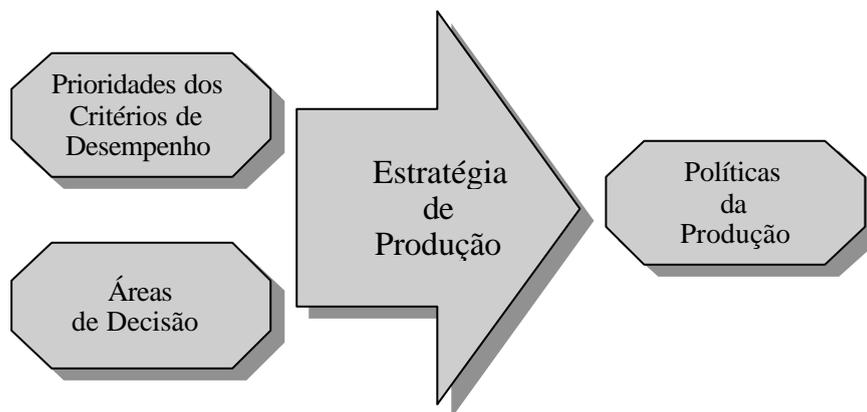


Figura 3.3: Definição de uma estratégia produtiva (TUBINO, 2000)

### 3.1.2 Critérios estratégicos da produção

Como o objetivo da estratégia de produção é fornecer à empresa um conjunto de características produtivas para se obter vantagem competitiva a longo prazo, é estabelecido alguns critérios ou parâmetros de desempenho que atendam as necessidades específicas dos clientes.

Segundo Tubino (2000), ainda como critérios de desempenho desejáveis nos sistemas de produção, há a inovatividade e a não-agressão ao meio ambiente. Para que se possa priorizar e quantificar o grau de intensidade que se buscará atingir em cada um dos critérios de desempenho utiliza-se da curva de troca (trade off) que indica que para aumentar o desempenho de um critério, perde-se em outro.

No entanto para que o critério competitivo não deteriore uns aos outros, atualmente modernos conceitos de produtividade são utilizados como a associação JIT/TQC com a tecnologia de automação flexível proposta pelo CIM (TUBINO, 2000).

**Quadro 3.1 : Descrição dos critérios de desempenho ( TUBINO, 2000 )**

<b>Critérios</b>	<b>Descrição</b>
Custo	Produzir bens/serviços a um custo mais baixo do que a concorrência.
Qualidade	Produzir bens/serviços com desempenho de qualidade melhor que a concorrência.
Desempenho de entrega	Ter confiabilidade e velocidade nos prazos de entrega dos bens/serviços melhores que a concorrência.
Flexibilidade	Ser capaz de reagir de forma rápida a eventos repentinos e inesperados.

### 3.1.3 Áreas de decisão na produção

Para a possível manutenção e sustentação concorrencial e competitiva de uma empresa, a estratégia competitiva atinge e interage nas diversas áreas de decisão nos sistemas de produção. E assim uma descrição das decisões devem ser tomadas. Portanto a partir de políticas definidas para cada área do sistema de produção orienta a operação do sistema e implementa uma estratégia de produção, podendo definir assim a decisão a ser tomada, conforme pode ser evidenciado no Quadro 3.2.

**Quadro: 3.2 Descrição das áreas de decisão (TUBINO, 2000)**

Áreas de decisão	Descrição
Instalações	Qual a localização geográfica, tamanho, volume e <i>mix</i> de produção, que grau de especificação, arranjo físico e forma de manutenção.
Capacidade de produção	Qual seu nível, como obtê-la e como incrementa-la.
Tecnologia	Quais equipamentos e sistemas, com que grau de automação e flexibilidade, como atualiza-la e disseminá-la.
Integração vertical	O que a empresa produzirá internamente, o que comprará de terceiros, e qual política implementar com fornecedores.
Organização	Qual a estrutura organizacional, nível de centralização, formas de comunicação e controles das atividades.
Recursos humanos	Como recrutar, selecionar, contratar, desenvolver, avaliar, motivar e remunerar a mão-de-obra.
Qualidade	Atribuição de responsabilidades, que controles, normas e ferramentas de decisões empregar, quais os padrões e formas de comparação.
Planejamento e controle da produção	Que sistema de PCP empregar, que política de compras e estoques, que nível de informatização das informações, que ritmo de produção manter e formas de controles.
Novos produtos	Com que freqüência lançar, como desenvolver e qual a relação entre produtos e processos.

### **3.1.4 Plano de produção**

Plano de produção é aquele elaborado a longo prazo de acordo com os resultados das decisões estratégicas no âmbito da produção, tem por objetivo direcionar os recursos produtivos para as estratégias escolhidas. O plano de produção irá otimizar os níveis de produção, estoques, recursos humanos, máquinas e instalações para suprir a demanda futura de bens e serviços.

O planejamento estratégico e o plano de produção trabalham em associação com Finanças e Marketing englobando relações aos recursos financeiros (plano financeiro) e esforços de marketing (plano de marketing) que são necessários a sua implementação.

Portanto, como o plano de produção é medido a longo prazo suas incertezas são grandes e assim há a necessidade de se fazer um novo plano (replanejamento) sempre que uma variável se alterar muito. Como o plano de produção trabalha com um agrupamento de produtos em famílias afins existe uma grande homogeneidade entre as unidades de medidas das diferentes famílias.

Segundo Tubino (2000) o plano de produção em nível tático, servirá de base para o desenvolvimento do planejamento-mestre da produção em que as informações serão desmembradas.

### **3.1.5 Preparação do plano de produção**

O plano de produção pode ser preparado de diversas maneiras de acordo com suas necessidades. Pode-se dividir o plano em duas categorias: as técnicas matemáticas, na qual se baseiam em modelos matemáticos para a busca de uma melhor alternativa e as técnicas informais de tentativa e erro que se utilizam gráficos e tabelas para melhor visualização das situações planejadas.

Assim os planos são elaborados da melhor maneira para atender os objetivos da empresa ao menor custo possível. Na realidade, as técnicas informais são mais utilizadas devido ao número de variáveis serem muito grandes e assuntos político-estratégico não conseguem

ser tratados por modelos matemáticos. Então os planos de produção são feitos em planilhas que auxiliam e facilitam os cálculos, e alternativas pesquisadas de forma mais simplificada.

### **3.2 Planejamento-Mestre de Produção**

O planejamento-mestre da produção conecta através da montagem do plano-mestre, o planejamento estratégico de longo prazo com as atividades operacionais da produção.

Essa forma de planejamento é o componente central da estrutura global. Gerado a partir do plano agregado de produção, desagregando-o em produtos acabados, guiará as ações do sistema de manufatura no curto prazo, para estabelecer quando e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de um certo horizonte de planejamento. Sendo que quanto menor for o horizonte de tempo maior será a acuracidade do PMP.

A partir do planejamento-mestre da produção é gerado o Plano-mestre de Produção (PMP) que formaliza as decisões tomadas de acordo com as necessidades de produtos para cada período analisado.

Com base no plano de produção, o planejamento-mestre da produção conecta através de um plano-mestre de produção (PMP), o planejamento estratégico e as atividades operacionais da produção.

O que diferencia o PMP do plano de produção é a consideração de famílias de produtos que o plano de produção faz, já o PMP volta-se para a operacionalização da produção de produtos individuais, especificando itens finais que fazem parte dessas famílias. E da mesma forma que o plano de produção se estabelece a longos prazos, o plano-mestre de produção emprega unidade de planejamento mais curta.

Monks ( apud TUBINO, 1997) relaciona o tipo de produto, o volume de vendas e o prazo de entrega dos componentes como interferentes na determinação do período de abrangência do PMP. Neste aspecto, pode-se dizer que o planejamento-mestre da produção trabalha de forma interligada à variável tempo através de duas dimensões: a primeira na determinação da unidade de tempo para cada intervalo do plano, a outra na amplitude ou horizonte, que o plano deve abranger em sua análise, devendo ambas variáveis se modificar conforme a

estrutura e análise de cada empresa. Segundo ainda o autor, essa determinação dos intervalos de tempo dependerá da velocidade de fabricação do produto incluído no plano e da possibilidade prática de alteração do mesmo, que, geralmente utilizam-se intervalos semanais, em casos em que os *lead times* sejam altos, como um estaleiro, empresas e intervalos mensais ou até trimestrais.

Nesse sentido o PMP desmembra-se em dois níveis de horizontes de tempo: o primeiro num nível firme de horizonte curto e o segundo num nível flexível (sujeito a alterações) com horizonte longo.

Ao se realizar o Planejamento-Mestre da Produção e definir um Plano-Mestre de Produção inicial, o PCP deve necessariamente analisá-lo com rigor quanto à necessidade de recursos produtivos, com o objetivo de identificar possíveis restrições ou gargalos que possam tornar inviável a execução deste plano no curto prazo, já que estes recursos quase sempre são restritos. Caso seja identificado algum problema ou potenciais problemas, o planejamento deve ser refeito tomando-se as devidas medidas preventivas até se chegar a um Plano - Mestre de Produção viável.

Com relação às funções do PMP, Brito (2000) afirma que, para se atingir os objetivos intrínsecos às suas utilizações, o PMP deverá abranger as funções de:

- Estimar as necessidades de recursos a longo prazo (recursos humanos, equipamentos, dinheiro, materiais);
- Planejar as necessidades de capacidade nas áreas de engenharia e produção e outros recursos críticos, tais como mão-de-obra indireta, áreas de armazenagem e transporte, assegurando que o Plano estabelecido não esteja além da possibilidade da empresa de obter os recursos necessários;
- Prover informação que permita a determinação da melhor programação de produção e compra;
- Manter atualizado o PMP à medida que ocorram mudanças (mudanças de previsão, alterações introduzidas pelos clientes, atraso inevitável na obtenção de recursos, etc.),

através de análise de viabilidade dinâmica e com assimilação de eventuais situações previstas ordinárias, como sobre ocupações ou gastos excepcionais;

- Simular alternativas, para estabelecimento da melhor decisão quanto ao PMP;
- Considerar as conseqüências das ocorrências assinaladas pelo Controle Operacional quanto ao cumprimento do PMP e detonar as providências necessárias.

Conforme relaciona Monks (1987), o PMP apresenta como *inputs*:

- Previsões - entre as estimativas utilizadas no PMP encontram-se aquelas relacionadas a itens finais, peças de serviço e demanda interna, sendo esta última, determinante para a produção de itens destinados a suprir os estoques.
- Pedidos de Clientes - Para empresas que fabricam por encomenda, os pedidos minimizam os riscos de excesso de produção. Contudo, como a fabricação baseada na previsão de pedidos aumenta o grau de competitividade da organização, é também utilizada por este tipo de empresa.

Segundo Corrêa e Giansesi (1993), PMP é uma ferramenta de estabelecimento de políticas de produção, podendo ser utilizado como PMP nivelado ou como PMP conforme a Previsão de Vendas tem como diretriz o acompanhamento da demanda com os níveis de produção, enquanto que o desenvolvimento do PMP nivelado é utilizado quando a produção privilegia o nivelamento dos volumes de produção, variando conseqüentemente, o nível de estoques disponíveis.

### **3.2.1 Elaboração do plano-mestre de produção**

A elaboração de um plano-mestre de produção é fundamental para facilitar o tratamento das informações para que haja o emprego de um arquivo com as informações detalhadas por item que será planejado. Esse arquivo consta dados informativos sobre a demanda prevista e real, os recebimentos programados, os estoques presentes e projetados e a necessidade prevista de produção do item. Assim os estoques projetados influenciam na elaboração do plano-mestre da produção, usualmente são aplicadas normas de estoque que visam amortecer os erros de previsões e nivelar um ritmo de produção.

Por outro lado, um requisito importante a ser considerado na elaboração do plano-mestre de produção é o fato da exigência do estudo mais apurado em algumas situações em função do número de produtos acabados a serem planejados. Para que um plano-mestre de produção fosse adequado e ideal haveria a necessidade de se ter um plano-mestre de produção para cada item e o produto acabado seria controlado por fora por um programa de montagem final que representaria as opções desejadas pelo cliente. Em contrapartida com a aplicação desta alternativa, enfrentaríamos um problema referente à previsão da demanda, já que as previsões são estabelecidas de acordo com os produtos acabados, e não sobre os itens que desejamos planejar.

Portanto, surge a necessidade em guardar junto com a estrutura do produto o percentual de demanda do produto acabado para cada opção de itens que compõem o produto. Assim é possível estabelecer uma previsão do produto acabado e transformar em itens do PMP, multiplicando o percentual de cada opção de cada item pela previsão da demanda do produto.

Na elaboração do plano-mestre de produção há a necessidade de se trabalhar também com a variável tempo na qual se opera em duas dimensões. Uma é a determinação da unidade de tempo para cada intervalo do plano ou seja depende exclusivamente da velocidade de fabricação do produto que está no plano e da possibilidade de sua alteração. Usualmente trabalha-se com intervalos de semanas e à medida que se afasta da parte firme do plano, passa-se a usar meses e depois trimestres, na qual estão somente informações para planejamento.

Outra variável é a amplitude, ou horizonte que o plano deve abranger em sua análise, ou seja, o plano estabelece dois níveis de horizonte de tempo, um nível firme na qual no PMP serve de base para a programação da produção e a ocupação dos recursos produtivos, direcionando as prioridades; já no outro horizonte no nível sujeito a alterações, o PMP serve para o planejamento da capacidade de produção e as negociações com outros setores envolvidos na elaboração do plano.

### 3.2.2 Análise da capacidade de produção do plano-mestre de produção

Na análise da capacidade de produção do plano-mestre de produção estão envolvidas variáveis de médio prazo como, por exemplo, a definição do tempo de ciclo para dar um ritmo ao sistema, a necessidade de horas extras, o remanejamento de funcionários, a necessidade de espaço na recepção e armazenamento de itens entre outras.

De acordo com Tubino (2000), o plano-mestre de produção faz com que a análise da capacidade de produção não busque atuar sobre a parte fixa do PMP e sim em equacionar os recursos produtivos da parte variável do plano, de forma a garantir uma passagem segura para sua parte fixa e posterior programação da produção.

### 3.3 Programação da Produção

Tendo como base o Plano-Mestre de Produção, a Programação da Produção define, no curto prazo, quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos finais.

A Programação da Produção se encarrega, ainda, de elaborar o seqüenciamento das ordens emitidas em função da disponibilidade dos recursos produtivos, buscando maximizar a utilização destes recursos. Na programação, os recursos necessários são definidos e providenciados no Plano de Produção; o Plano-Mestre de Produção se encarrega de equacionar as restrições ou gargalos de produção de tal forma que o programa de produção seqüenciado ocorra sem problemas na sua execução.

A atividade de programação determina o prazo das atividades a serem cumpridas, e ocorrem em várias fases das atividades de planejamento da produção. De posse de informações tais como disponibilidade de equipamentos, matérias-primas, operários, processo de produção, tempos de processamento, prazos e prioridade das ordens de fabricação, as ordens de fabricação poderão ser distribuídas aos centros produtivos onde será iniciada a execução do PMP.

Segundo Martins e Laugeni (1999) os objetivos da programação e sequenciamento da produção são :

- Aumentar a utilização dos recursos;
- Reduzir o estoque em processo;
- Reduzir os atrasos no término dos trabalhos

De acordo com Tubino (2000) as atividades desempenhadas pela programação da produção podem se divididas em três grupos: administração de estoques, sequenciamento, emissão e liberação de ordens.

Para atividades de curto prazo é importante ressaltar o conceito de “puxar” e de “empurrar” a produção. “Empurrar” a produção é definido como a elaboração periodicamente um programa de produção completo e isso tudo é transmitido aos responsáveis da área através de emissão de ordens. A partir de então posteriormente em função de estoques apresentados, faz-se uma nova programação e novas ordens para atender um novo planejamento-mestre de produção. É dentro do sistema empurrar a produção que as atividades de programação de produção podem ser divididas como mencionado anteriormente. O sistema de "puxar" consiste em retirar as peças necessárias do processo precedente, iniciando o ciclo na linha de montagem final, pois é nesse estágio que chega a informação com exatidão de tempo e quantidades necessárias de peças para satisfazer à demanda. O processo anterior, então, produz somente as peças retiradas pelo processo subsequente, e assim, cada estágio de fabricação retira as peças necessárias dos processos anteriores ao longo da linha. Neste sistema de "puxar" a produção, o controle é feito pelo sistema *kanban*, que é um sistema de informação através do qual um posto de trabalho informa suas necessidades de mais peças para a seção precedente, iniciando o processo de fabricação entre estações de trabalho apenas quando houver necessidade de produção, para garantir assim a eficiência do sistema de "puxar" a produção.

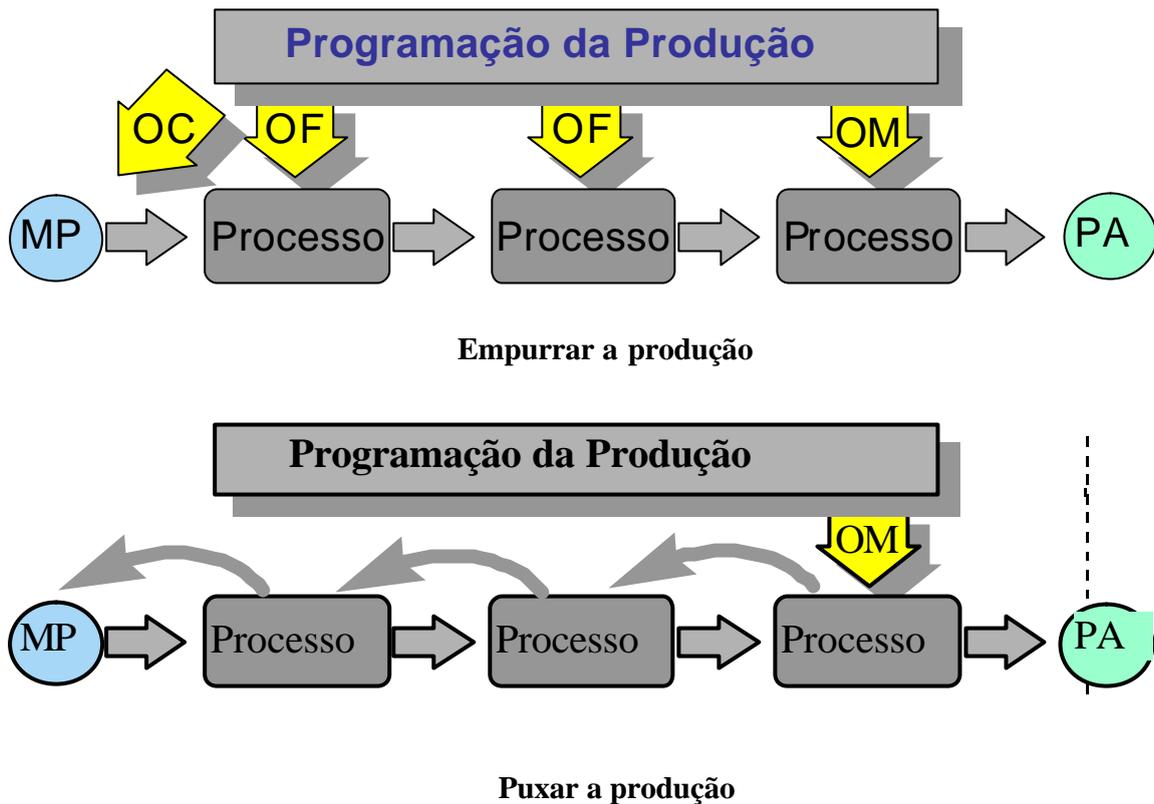
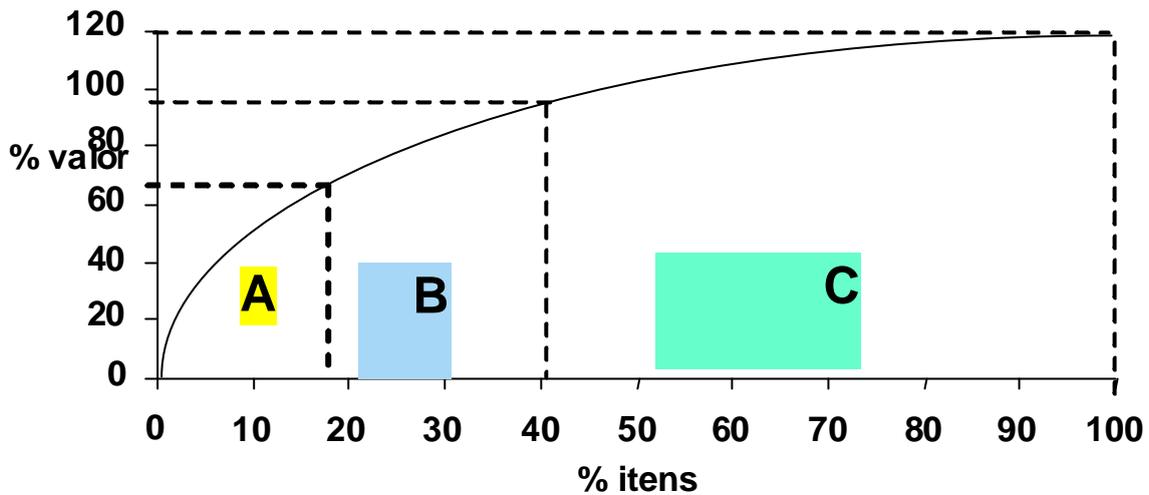


Figura - 3.4 Empurrar e puxar a produção ( TUBINO, 2000)

### 3.3.1 Administração de estoques

É de extrema importância na administração de estoques diferenciar os tipos que necessitam ser administrados e suas importâncias relativas, definir tamanhos de lotes de reposição, estabelecer modelos que permitam operacionalizar seus controles e dimensionar estoques de segurança. Essas definições podem ser obtidas com o emprego da classificação ABC de Pareto.

Tubino identifica uma série de funções para as quais estes estoques são criados assim as empresas podem trabalhar com estoques diferentes, centralizados ou distribuídos em vários pontos.



Classe	% de itens	% do valor
A	10 a 20	50 a 70
B	20 a 30	20 a 30
C	50 a 70	10 a 20

Figura 3.5- Classificação ABC (TUBINO, 2000)

### 3.3.2 Sequenciamento e emissão de ordens

O sequenciamento e emissão de ordens são feitos a partir da programação da produção de maneira tal que otimize os serviços utilizados na empresa. E assim para cada operação é emitida uma ordem de acordo com as informações disponíveis para execução do programa de produção.

#### a) Sequenciamento nos processos contínuos

Os processos contínuos de produção são empregados para produtos com alto grau de uniformidade de produção e de demanda na qual os produtos e os processos produtivos são totalmente dependentes, direcionando para cada tipo de produto que se deve produzir.

Poucos itens são produzidos durante a produção em processos contínuos, não existindo assim problemas de sequenciamento em relação à ordem de execução das atividades. No

sequenciamento e processos contínuos o maior problema está na velocidade que será dada ao sistema produtivo para atender a demanda estabelecida. A maior preocupação refere-se ao fluxo de chegada das matérias-primas e na manutenção das instalações produtivas, como forma de garantia.

b) Sequenciamento nos processos repetitivos em massa

Os processos repetitivos em massa, são empregados na produção em grande escala de produtos altamente padronizados, porém identificáveis individualmente, apenas apresentando diferenças na composição da montagem final.

Neste caso, a programação da produção consiste em buscar um ritmo equilibrado dos diversos postos de trabalho. Esse equilíbrio conhecido como balanceamento de linha, objetiva atender economicamente uma taxa de demanda estabelecida em termos de tempo de ciclo de trabalho, ajustando as atividades desempenhadas por homens e máquinas. Assim é possível obter o máximo de produtividade e sincronismo dos recursos investidos no processo produtivo.

c) Sequenciamento nos processos repetitivos em lote

Os processos repetitivos em lote são definidos pela produção de um volume médio de itens padronizados em lotes na qual cada um segue uma série de operações que necessita ser programada. O sequenciamento em processos repetitivos em lote pode ser analisado sob dois aspectos. O primeiro é a escolha da ordem a ser processada dentre uma lista de ordens, ou seja é o estabelecimento de prioridades dentre os lotes de fabricação atendendo assim determinados objetivos. A segunda decisão diz respeito a escolha do recurso a ser utilizado, e na prática restrita a situações nas quais existem variações significativas no desempenho dos equipamentos, seja nos tempos de processamento ou de setup.

Segundo Tubino (2000), geralmente, as informações mais importantes estão relacionadas com o tempo de processamento (*lead time*) e com a data de entrega. Isso serve para auxiliar e simplificar os tempos e os custos dos *setups*.

Existem várias regras de sequenciamento que podem ser classificadas segundo várias óticas, mas em geral na prática não existem regras de sequenciamento que sejam eficientes em todas as situações. Por isso, é de fundamental importância que se tenha um bom planejamento-mestre da produção e uma otimizada utilização dos recursos produtivos.

#### d) Sequenciamento nos processos por projeto

Os processos por projeto procuram atender a demanda específica e de produtos exclusivos havendo uma estreita ligação com as necessidades dos clientes, dificultando a padronização dos serviços da produção. A principal dificuldade do planejamento e controle da produção está ligada a alocação dos recursos disponíveis ou seja, no sequenciamento das tarefas. A questão fica a cargo da data de entrega do produto sendo a garantia de conclusão do projeto. Dessa forma julgam-se os fatores determinantes na escolha do cliente por determinada empresa.

### 3.3.3 Emissão e liberação de ordens

A emissão e liberação de ordens de fabricação, montagem e compras consiste na execução de suas atividades de forma coordenada, atendendo o plano-mestre de produção projetado. É a última etapa do planejamento e controle da produção antes de iniciar a produção e devem conter informações restritamente importantes e necessárias como especificação do item, tamanho do lote, data de início e de conclusão das atividades para que os setores responsáveis possam realizar suas atividades a contento.

Alguns tipos de produção requerem ainda junto com as ordens de fabricação e montagem, os desenhos e instruções técnicas nos quais constarão os procedimentos a serem seguidos. No caso dos processos repetitivos em lote e nos sob encomenda estas informações são de extrema importância para o esclarecimento das ordens.

Para que as ordens sejam emitidas e liberadas de maneira eficiente e sejam cumpridas eficazmente é conveniente que o planejamento e controle da produção anteriormente verifique se todos os recursos necessários como: matéria-prima, peças, componentes e ferramentas estejam disponíveis evitando assim que não sejam atendidas. As ordens de compra são encaminhadas ao departamento de compras, que se encarrega de conectar e

transmitir as informações aos respectivos responsáveis e também verificar a disponibilidade de recursos humanos, máquinas e materiais.

É a partir da elaboração do plano de produção e do planejamento-mestre de produção que os encarregados dos setores se responsabilizam em verificar a disponibilidade de recursos humanos e máquinas de acordo com o plano elaborado em nível estratégico e tático, assim sendo conseguir de forma coordenada a execução de todas as operações de maneira otimizada.

Contudo, o planejamento e controle da produção ficam a cargo de todas essas verificações antes mesmo de liberar as ordens de fabricação e montagem e essas verificações normalmente são feitas com auxílio de registros de controle de estoque e ferramentas. Ao fim emitido e liberado as ordens, o sistema produtivo passará a etapa de execução do programa, e o planejamento e controle da produção começará suas atividades de acompanhamento e controle da produção.

### **3.3.4 Acompanhamento e controle da produção**

Através da coleta e análise de dados, o Acompanhamento e Controle da Produção têm como objetivo garantir que o programa de produção emitido seja executado a contento. Esta função é fundamental por tratar-se de um ambiente em que qualquer atraso compromete o cumprimento do prazo final de execução. Assim o acompanhamento e controle da produção verificam se as atividades operacionais estão seguindo o planejamento desejado.

Ainda, tem como objetivo acompanhar a fabricação e compra dos itens planejados, com a finalidade de garantir que os prazos estabelecidos sejam cumpridos. A atividade de Controle da Produção também recolhe dados importantes como: quantidade trabalhada, quantidade de refugos, quantidade de material utilizado e as horas-máquina e/ou horas-homem gastas. Caso algum desvio significativo ocorra, o Controle da Produção deve acionar as atividades de PMP e Planejamento de Materiais para o replanejamento necessário ou acionar a atividade de Programação e Sequenciamento da Produção para reprogramação necessária.

O acompanhamento e controle da produção fornecem subsídios para que os responsáveis pelas ações corretivas possam agir a partir do fornecimento da ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios. Quanto mais rápido forem identificados os problemas, menores serão os desvios a corrigir, menor o tempo e as despesas com ações corretivas.

O programa emitido através da liberação de ordens é acompanhado e controlado pelo planejamento e controle da produção por meio das seguintes funções:

- coleta e registro de dados sobre o estágio das atividades programadas;
- comparação entre o programado e o executado;
- identificação dos desvios;
- busca de ações corretivas;
- emissão de novas diretrizes com base nas ações corretivas;
- fornecimento de informações produtivas aos demais setores da empresa;
- preparação de relatórios de análise de desempenho do sistema produtivo.

### **3.3.5 Programação da produção pela lógica do MRP**

O sistema MRP (*Material Requirements Planning* - Planejamento das necessidades de materiais) surgiu durante a década de 60, com o objetivo de executar computacionalmente a atividade de planejamento das necessidades de materiais, permitindo assim determinar, precisa e rapidamente, às prioridades das ordens de compra e fabricação e também da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente.

Assim, além dos materiais que já eram tratados, passou-se a considerar outros insumos, como mão-de-obra, equipamentos, espaços disponíveis para estocagem, instalações, entre outros.

O sistema MRP foi concebido a partir da formulação dos conceitos desenvolvidos por Joseph Orlicky, para quem os itens em estoque podem ser divididos em duas categorias: itens de demanda dependente e itens de demanda independente. Sendo assim, os itens de produtos acabados possuem uma demanda independente que deve ser prevista com base no mercado consumidor. Os itens dos materiais que compõem o produto acabado possuem uma demanda dependente de algum outro item, podendo ser calculada com base na demanda deste. A relação entre tais itens pode ser estabelecida por uma lista de materiais que definem a quantidade de componentes que serão necessários para se produzir um determinado produto. Dessa forma a diferença básica entre os dois itens (de demanda independente e de demanda dependente) é que a demanda do primeiro caso tem de ser *prevista* com base nas características do mercado consumidor. A demanda do segundo, entretanto, não necessita ser prevista, pois, sendo dependente de outro, pode ser *calculada* com base na demanda deste. A partir do PMP e dos *lead times* de obtenção dos componentes é possível calcular precisamente as datas em que os mesmos serão necessários, assim como também é possível calcular as quantidades necessárias através do PMP, da lista de materiais e *status* dos estoques (quantidades em mãos e ordens a chegar). O *lead time* é o tempo necessário para seu suprimento, ou seja, em se tratando de item fabricado, o *lead time* refere-se ao tempo decorrido desde a liberação de uma ordem de produção até que o item fabricado esteja pronto e disponível para uso.

As características principais do MRP são:

- a) Embora desenhado como um sistema puxado (programa-mestre fornece o sinal para puxar todo sistema), a maneira com o MRP é na verdade utilizado, configura-se como um sistema empurrado. O estoque é empurrado através de cada processo, em resposta a planos detalhados no tempo, calculados para cada item.
- b) O MRP utiliza ordens de produção derivadas do programa-mestre como unidade de controle. Conseqüentemente, o alcance do programa é um aspecto-chave do monitoramento e do controle.
- c) Os sistemas MRP normalmente requerem uma organização complexa, centralizada e computadorizada, para suportar os sistemas hardware e softwares necessários. Isso pode

fazer com que as necessidades do cliente pareçam distantes para os funcionários cujas responsabilidades estão dois ou três níveis abaixo na estrutura organizacional.

d) O MRP é altamente dependente da acuidade dos dados derivados das listas de materiais, registros de estoque, entre outros.

e) Os sistemas MRP assumem um ambiente de produção fixo, utilizando lead times fixos para calcular quando os materiais devem chegar ao próximo centro de trabalho. Entretanto, as condições de carga de trabalho e outros fatores fazem com que os lead times sejam na realidade bastante variáveis. O sistema MRP tem dificuldade de lidar com lead times variáveis.

f) É necessário um longo tempo para atualizar os registros.

São inúmeras as vantagens de se implantar um sistema MRP como:

- instrumento de planejamento: permite o planejamento de compras, de contratações ou demissões de pessoal, necessidades de capital de giro, necessidades de equipamentos e demais insumos produtivos;

- simulação: situações de diferentes cenários de demanda podem ser simuladas e ter seus efeitos analisados. É um excelente instrumento para a tomada de decisões gerenciais;

- custos: como o MRP baseia-se na explosão dos produtos, levando ao conhecimento detalhado de todos os seus componentes e, no caso do MRP II, de todos os demais insumos necessários à fabricação, fica fácil o cálculo detalhado do custo de cada produto. Muitos sistemas de MRP têm seu apelo de venda voltado justamente para o custeio dos produtos;

- reduz influência dos sistemas informais: com a implantação do MRP, deixam de existir os sistemas informais, muito usuais nas fábricas ainda hoje. Nesses sistemas, a informação sobre um determinado produto por vezes fica armazenada na cabeça de alguém.

A grande diferença entre o MRP e do MRP II é que no primeiro caso o sistema é voltado essencialmente para o planejamento e controle da produção e estoques, em empresas de manufatura, já no segundo há o planejamento e monitoramento de todos os recursos de uma empresa de manufatura: manufatura, marketing, finanças e engenharia assim bases de dados separadas são mantidas por diferentes funções da empresa. Na qual é baseado em um sistema integrado, que contém uma base de dados que é acessada e utilizada por toda a empresa, de acordo com as necessidades funcionais individuais.

De acordo com Corrêa *et al* (1996), o principal objetivo do MRP II e MRP é permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoque, planejando as compras e a produção de itens componentes para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias.

Corrêa *et al* (1996) definem MRP II como "um sistema hierárquico de administração da produção, em que os planos de longo prazo de produção, agregados (que contemplam níveis globais de produção e setores produtivos), são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas".

O sistema MRP II ("*Manufacturing Resources Planning*" - Planejamento dos Recursos da Manufatura) é a evolução natural da lógica do sistema MRP, com a extensão do conceito de cálculo das necessidades ao planejamento dos demais recursos de manufatura e não mais apenas dos recursos materiais e para que ficasse clara a extensão do conceito do MRP antigo, e com isso possibilitando calcular as necessidades de outros recursos de manufatura. O princípio básico do MRP II é o cálculo das necessidades, viabilizado pelo computador, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura (materiais, pessoas, equipamentos) para se cumprir a programação estabelecida com a melhor formação de estoque possível.

Outra característica acrescida ao MRP II é o módulo de controle de fábrica, ou *shop floor control* – SFC. Que visa sequenciar e liberar as ordens para a fábrica e também comparar o que foi planejado com que é executado na fábrica. Demanda uma extensiva atividade de apontamento das atividades da fábrica e realização e cumprimento do plano, além disso,

também demanda muito esforço em relação a documentos e rigor para garantir que as informações sejam precisas.

Sistema MRP II é em geral obtidos no mercado na forma de sofisticados pacotes para computador, divididos em módulos que apresentam diferentes funções. O MRP II possui cinco principais módulos:

- Módulo de planejamento da produção (*production planning*).
- Módulo de planejamento mestre de produção (*master production schedule* ou MPS).
- Módulo de calculo de necessidade de materiais (*material requirements planning* ou CRP).
- Módulo de controle de fábrica (*shop floor control* ou SFC).

Uma das principais vantagens do MRP II é sua natureza dinâmica, ou seja, se adapta-se bem as mudanças, fazendo com que o MRP II seja mais útil para situações em que as estruturas de produtos sejam complexas. E ainda permite que se trate de forma mais apropriada os itens de demanda dependente da lógica de ponto de reposição, assumindo uma demanda constante ao longo do tempo. O MRP II é um sistema de informações integrado, que se disponibiliza para um grande número de usuários grande quantidade de informações, e que pode trazer grandes benefícios à empresa.

Uma grande relevância a considerar na implantação do sistema MRP II é sua dificuldade que tem ocasionado grandes insucessos em seu uso. Portanto alguns aspectos devem ser considerados na sua implantação: comprometimento da alta direção; escolha adequada de sistema, hardware e software; treinamento; Gerenciamento da implantação; acuidade dos dados de entrada.

### **3.3.6 Programação da produção pela lógica do Just in Time**

O sistema *just-in-time* (JIT), foi desenvolvido na Toyota Motor Company, no Japão, por Taiichi Ono, visando, sobretudo o combate ao desperdício pois toda atividade que não agrega valor ao produto final é chamada de desperdício como: estoques que custam

dinheiro e ocupam espaço, transporte interno, paradas intermediárias, refugos e retrabalhos. Além de eliminar os desperdícios, o JIT também procura utilizar a capacidade plena dos colaboradores para produzir itens de qualidade em tempo hábil e ainda deve estar preparado para corrigir falhas no sistema.

A aplicação correta do JIT contribui para a empresa com maiores lucros e melhor retorno sobre o capital investido, pois há a diminuição de custos, estoques e melhoria da qualidade. Assim um sistema JIT deve apoiar-se em alguns elementos básicos como: programa mestre; Kanban; tempos de preparação; colaborador multifuncional; layout; qualidade; fornecedores.

Num ambiente JIT, o planejamento da produção se faz tão necessário quanto em qualquer outro ambiente, já que um sistema de manufatura JIT precisa detectar quais os níveis necessários de materiais, mão-de-obra e equipamentos. O princípio básico da filosofia JIT, no que diz respeito a produção é atender de forma rápida e flexível à variada demanda do mercado, produzindo normalmente em lotes de pequena dimensão. O planejamento e programação da produção dentro do contexto da filosofia JIT procura adequar a demanda esperada às possibilidades do sistema produtivo. Este objetivo é alcançado por meio da utilização da técnica de produção nivelada (GABELA, 1995). Através do conceito de produção nivelada, as linhas de produção podem produzir vários produtos diferentes a cada dia, atendendo à demanda do mercado. É fundamental para a utilização da produção nivelada que se busque à redução dos tempos envolvidos nos processos.

Corrêa *et al* (1996) observam que a utilização do conceito de produção nivelada envolve duas fases :

- A programação mensal, se adapta a produção mensal às variações da demanda ao longo do ano;
- A programação diária da produção, que adapta a produção diária às variações da demanda ao longo do mês.

A programação mensal é efetuada a partir do planejamento mensal da produção que é baseado em previsões de demanda mensal e em um horizonte de planejamento que depende

de fatores característicos da empresa, tais como lead times de produção e incertezas da demanda de produtos. Quanto menores os lead times, mais curto pode ser o horizonte de planejamento, proporcionando previsões mais seguras.

Este planejamento mensal da produção resulta em um Programa Mestre de Produção que fornece a quantidade de produtos finais a serem produzidos a cada mês e os níveis médios de produção diária de cada estágio do processo. Com um horizonte de três meses, o mix de produção pode ser sugerido com dois meses de antecedência e o plano detalhado é fixado com um mês de antecedência ao mês corrente. Os programas diários são então definidos a partir deste Programa Mestre de Produção.

Já a programação diária é feita pela adaptação diária da demanda de produção usando sistemas de puxar sequencialmente a produção, como o sistema *Kanban*.

A filosofia JIT ressalta a ênfase da gerência no fluxo de produção, pois procura fazer com que os produtos fluam de forma suave e contínua através das diversas fases do processo produtivo. A ênfase prioritária do sistema JIT para as linhas de produção é a flexibilidade, ou seja, espera-se que as linhas de produção sejam balanceadas muitas vezes, para que a produção esteja ajustada às variações da demanda.

A busca pela flexibilidade da produção e da redução dos tempos de preparação de equipamentos reflete-se na ênfase dada à produção de modelos mesclados de produtos, permitindo uma produção adaptável à mudanças de curto prazo para obter ganhos de produtividade.

Uma vez estabelecido o Plano Mestre de Produção e balanceadas as linhas de produção, é necessário "puxar" a produção dos componentes através de todos os estágios do processo produtivo para a montagem final dos produtos, ou seja, do final ao início da produção de um produto. O sistema de "puxar" consiste em retirar as peças necessárias do processo precedente, iniciando o ciclo na linha de montagem final, pois nesse ponto que chega a informação com exatidão de tempo e quantidades necessárias de peças para satisfazer à demanda. O processo anterior, então, produz somente as peças retiradas pelo processo

subseqüente e, assim, cada estágio de fabricação retira as peças necessárias dos processos anteriores ao longo da linha. A figura 3.6 explica o funcionamento do JIT no PCP.

Neste sistema de "puxar" a produção, o controle é feito pelo sistema *kanban*, que é um sistema de informação através do qual um posto de trabalho informa suas necessidades de mais peças para a seção precedente, iniciando o processo de fabricação entre estações de trabalho apenas quando houver necessidade de produção, para assim garantir a eficiência do sistema de "puxar" a produção.

O fluxo e o controle da produção em um ambiente JIT, controlado por *Kanban*, é mais simples que num ambiente de produção tradicional. As peças são armazenadas em recipientes padronizados, que contém um número definido destas, acompanhado do cartão *Kanban* de identificação correspondente. Cada cartão *Kanban* representa uma autorização para fabricação de um novo conjunto de peças em quantidades estabelecidas. Cada setor é responsável pelo fornecimento das peças requisitadas, no prazo de reposição, na quantidade estipulada no cartão *Kanban* e com a qualidade garantida para evitar paradas desnecessárias do processo produtivo (GABELA, 1995).

Martins e Laugeni (1999), destaca que algumas empresas no ocidente, que estão utilizando a filosofia JIT, não abandonaram seus sistemas MRP ou MRPII. Entretanto, os mesmos foram simplificados ou alguns de seus módulos foram adaptados ou trocados por outros sistemas.

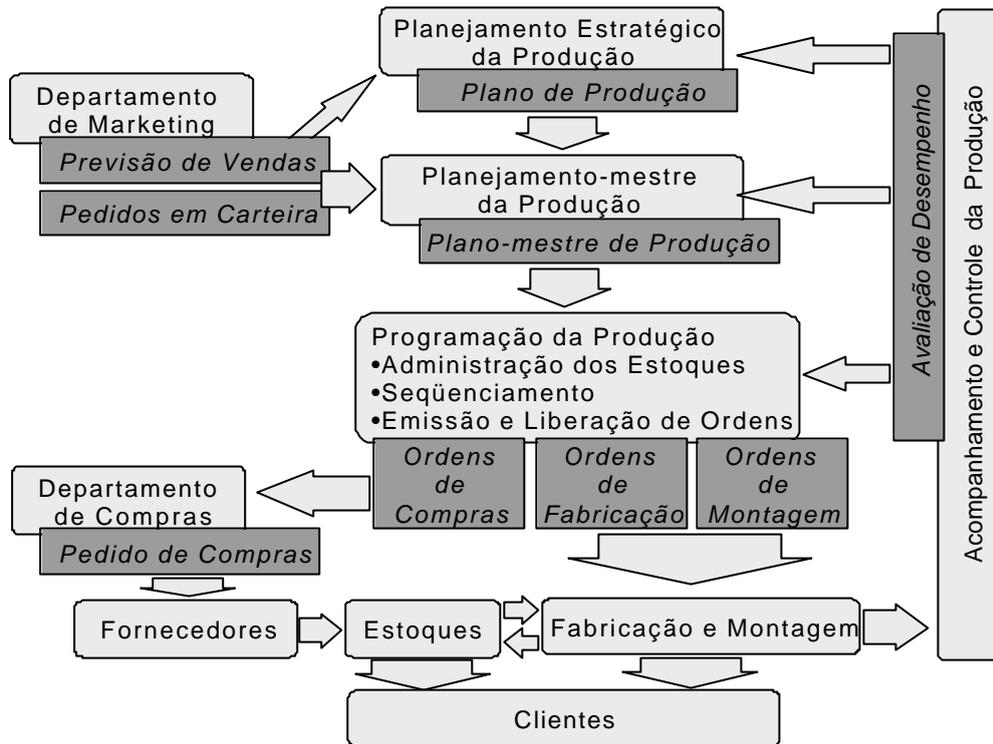


Figura 3.6 – PCP na produção JIT (TUBINO, 2000)

Para atingir os objetivos do JIT, um princípio fundamental é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdício. Eliminar o desperdício significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor ao produto. Uma classificação proposta por SHINGO (1996), identifica sete categorias de desperdícios:

- a) Superprodução: pode-se identificar dois tipos de superprodução, a quantitativa, fabricando mais produtos que o necessário, e a temporal, fazendo produtos antes do necessário. Assim, é um desperdício antecipar-se à demanda e produzir mais do que o necessário neste momento. As razões usuais para isto são os tempos altos de preparação de máquinas, que induzem à produção em lotes maiores, a incerteza da ocorrência de problemas de produção e qualidade, bem como a falta de coordenação e de informação

entre os diferentes setores envolvidos no processo produtivo. Esta superprodução gera estoques, e é objetivo do JIT reduzi-los para que os problemas fiquem visíveis e possam ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados.

b) Espera: refere-se ao fato de acumular material pra ser processado, devido a longos tempos de preparação de máquinas e a busca de altas taxas de sua utilização. Técnicas para diminuir os tempos de preparação de ferramentas, como as propostas pelo próprio Shingo (1996), com o SMED (Single Minute Exchange of Die ou troca de ferramenta em um minuto simples) e o OTED (One Touch Exchange of Die ou troca de ferramentas em um toque) têm o objetivo de eliminar este tipo de desperdício, além de focalizar atenção no fluxo de materiais e não nas taxas de uso das máquinas, permitindo sincronizar as atividades e balancear as linhas de produção;

c) Transporte: as atividades de transporte nunca acrescentam valor, ao contrário, fora do necessário, constituem desperdício de tempo e recursos. Deve-se iniciar a redução das atividades de transporte melhorando o arranjo físico da fabricação (layout), visando a diminuir as distâncias percorridas pelo material ao longo do processo;

d) Processamento: Shingo (1996) sugere que as atividades de engenharia e análise do valor devem ser utilizadas para diminuir o número de operários necessários, assim como, deve-se analisar os componentes e suas funções para determinar sua real necessidade. Qualquer elemento ou processo que não adicione valor ao produto deve ser eliminado;

e) Inventários: os estoques significam desperdício de investimento e espaço. A redução de inventários deve ser feita através da eliminação das causas que geram a necessidade de se manter estoques. O objetivo é apenas manter inventário vivo, que, conforme afirma Moura (1999), são as peças nas quais se está atualmente trabalhando, incluindo também o material em processo, ou seja, é aquele que está passando por um processo de acréscimo de valor. A relação entre a eliminação dos outros tipos de desperdícios e os estoques, é importante, já que estes diminuem como consequência, dentre outros fatores, da redução dos tempos de preparação de máquinas e da redução dos *lead-times*,

para que haja balanceamento da carga de trabalho e sincronia dos fluxos de materiais durante os processos.

e) Movimento: os desperdícios de movimento estão presentes nas mais diversas operações. A economia de movimentos, obtida pela aplicação de metodologias de estudos de tempos e movimentos no trabalho, aumenta a produtividade e reduz os tempos associados ao processo produtivo. O JIT focaliza as soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos em automação. Corrêa e Gianesi (1993), apontam que caso se decida pela automação, esta deverá ser implementada após um estudo de aprimoramento e redução de movimentos, pois se corre o risco de automatizar o desperdício;

g) Produção de produtos defeituosos: problemas de qualidade são grandes geradores de desperdício no processo produtivo, pois significam desperdiçar materiais, mão-de-obra, equipamentos, movimentação, armazenagem e inspeção de produtos defeituosos. A utilização de dispositivos à prova de falhas, mais conhecidos no Japão como poka-Yoke (SHINGO, 1996), permite evitar erros comuns, além de ajudar a identificar problemas não detectados em estágios anteriores. Os lucros obtidos com a redução de desperdícios são provavelmente os mais significativos, na medida em que eles traduzem benefícios diretos para a base financeira da empresa.

Dentro ainda do objetivo do JIT, outro princípio fundamental é a melhoria contínua do processo produtivo, também conhecido como *Kaizen* que, de acordo com Moura (1999), tal melhoramento contínuo envolve todos em qualquer ambiente, visto que melhoramento é um conjunto de idéias, ligadas inextricavelmente, para manter e melhorar os padrões. Nos princípios do *Kaizen*, a preocupação pela melhoria contínua no dia-a-dia é objetivo de toda a empresa, tanto no uso mais eficiente dos recursos de manufatura, como na melhoria das relações dentro da empresa, entre operários e administradores, e fora dela, com fornecedores e clientes. A meta de “zero defeitos” pode ser inatingível, contudo o estabelecimento desta meta é o que leva ao movimento de melhoria ou aprimoramento contínuo, pois através da análise destes pode-se descobrir por que os processos apresentam

falhas e, com a investigação de cada defeito e suas causas básicas, melhorar o processo produtivo.

Lubben (1989) observa que a meta do JIT é atingida por meio de um mecanismo de integração e otimização dos sistemas, não só redução de estoques, mas também eliminação de inspeção, retrabalho, equipamento e mão-de-obra em excesso. O processo de produção estará equilibrado quando a última remoção de excessos resultar em perda de qualidade de produção. A redução dos estoques e do *lead-time* de produção serve como medida dos avanços progressivos na implantação do JIT.

Em nível humano, mudanças de atitude em toda a empresa são necessárias, iniciando pela alta gerência. O compromisso deve ser dirigido através de treinamento contínuo, desenvolvendo atividades em equipes de trabalho, sejam equipes de aperfeiçoamento por departamento, círculos de qualidade, grupos de trabalho, ou equipes de aperfeiçoamento de processos interdepartamentais.

Esta visão é comungada por Russomano (2000), o qual afirma que há necessidade de mão-de-obra polivalente devido aos pequenos lotes de fabricação e preparação rápida. Isto exige um treinamento mais abrangente, que envolve noções de coordenação, fazendo com que, de um modo geral, os empregados sejam tratados como colaboradores, conseqüentemente, dediquem-se mais à empresa. Em nível gerencial, o compromisso com o JIT concretiza-se pelo desenvolvimento de uma estrutura interna que apóie a manufatura JIT, com um adequado suporte financeiro. O envolvimento pessoal de todos os empregados é fundamental, pois é através deles que a filosofia JIT se traduz em resultados concretos. É importante o fato de as pessoas, não a tecnologia, serem a prioridade número um na filosofia JIT. Inclusive, pode-se lembrar um dos princípios do Sistema de Produção Toyota, que claramente estabelece a necessidade do respeito à condição humana (SUGIMORI et al, 1977).

A motivação e o envolvimento nas tarefas, suportados por um processo de treinamento contínuo, são características presentes em todas as ferramentas que conformam a filosofia JIT. As empresas que visualizam o potencial do JIT têm o convencimento de que quando se investe no treinamento dos empregados, investe-se no futuro da empresa. Em nível externo,

a empresa deve implantar uma política de parceria que forneça qualificação e apoio técnico aos fornecedores para elevar seu nível de desempenho e obter, também, um adequado nível de envolvimento com os objetivos e metas do JIT. Aliás, os fornecedores podem fazer significativas contribuições ao processo de melhoria da qualidade da empresa, considerando também que a qualidade dos produtos depende dos níveis de qualidade de componentes e materiais provenientes de fornecedores. A diminuição dos lotes de fabricação e do tempo de preparação de ferramentas, a padronização das operações, o balanceamento e nivelção das linhas de produção com menores tempos do ciclo de fabricação (*lead-time*), o arranjo adequado de máquinas multifuncionais (*layout*) e a polivalência dos operários são fatores e técnicas fundamentais da filosofia JIT que permitem adaptar todo seu sistema produtivo a responder eficaz e eficientemente às variações de demanda do mercado (MONDEN, 1984).

Conforme salientam Harmon e Peterson (1991), a simplificação nos processos de produção fornece, entre outras vantagens:

- a) Reduzir o número de componentes no produto, facilitando a produção e diminuindo os custos;
- b) Reduzir o número de estágios no fluxo do processo, através da eliminação das etapas que não agregam valor ao produto;
- c) Reduzir o número de componentes em dispositivos e ferramental usados nos processos de fabricação, para diminuir os tempos de preparação de máquinas e agilizar desta forma todo o processo.

Estas reduções ajudam a tornar todos os aspectos da gestão da fábrica mais simples. Porém, essas simplificações - resultado da aplicação da filosofia JIT nas empresas - não se refletem apenas nas tarefas de produção. A disponibilidade de um maior espaço físico, produto de um reordenamento de máquinas e operações, a diminuição do número de empregados indiretos na fábrica e a diminuição de custos administrativos para programar, controlar e contabilizar, também são resultados de uma visão simplificada.

Aliás, quando novos sistemas de produtividade dentro do JIT são implementados, a necessidade do controle da produção virtualmente desaparece, constituindo-se o sistema *Kanban*, por sua simplicidade, como a principal ferramenta que toma o controle da produção.

A organização e a limpeza são itens fundamentais dentro da filosofia JIT, para o sucesso de aspectos como a confiabilidade dos equipamentos, a visibilidade dos problemas, a redução dos desperdícios, o controle e aprimoramento da qualidade, e a condição motivacional dos trabalhadores, dentre outros. A limpeza induz a disciplina em relação aos principais aspectos da filosofia JIT. A organização é fundamental porque ajuda a visualizar os problemas focalizando os desperdícios, assim como tudo o que está fora do lugar; além de reforçar a idéia do compromisso que a empresa tem na implementação da nova filosofia.

Para Russomano (2000), os operários são responsáveis por arrumar e manter limpo o seu local de trabalho, bem como seus objetos de trabalho (a conservação das instalações também exige uma atitude participativa do pessoal). Assim, quando as pessoas se preocupam em manter limpos e ordenados seus locais de trabalho e equipamentos, reforçam-se aspectos como disciplina e conscientização dos propósitos, refletindo-se em qualidade e produtividade. A organização e limpeza conduzem aos benefícios da visibilidade. Para Hall (1988), a visibilidade inclui qualquer meio de comunicar não só as condições do chão-de-fábrica, mas também as condições gerais da empresa. Através de uma adequada organização, a visibilidade pode ser alcançada de diferentes maneiras em uma fábrica JIT:

- I. Um quadro ou painel eletrônico pode ser usado para mostrar a todos os funcionários o programa de montagem do dia e os términos de acordo com o programa;
- II. Luzes sinalizadoras ligadas às máquinas, conhecidas como sistema *Andon*, podem ser utilizadas para comunicar problemas de manutenção nos equipamentos e qualidade nos produtos;

III. Cartas, registros e metas estabelecidos nos processos de melhoria de qualidade, redução de desperdícios, e tudo mais relacionado com a implantação do JIT, devem ficar “visíveis” a todos os empregados;

IV. O arranjo físico adequado das máquinas, ou *layout* nas linhas de fabricação e montagem, favorecem a visibilidade, pois os operários podem identificar mais facilmente as fontes geradoras de problemas e desperdícios, além de elevar a moral dos trabalhadores. Já no que diz respeito à limpeza.

Lubben (1989) afirma que muitos dos processos e funções que foram desenvolvidos para atender problemas do sistema de produção somente existem para compensar incapacidades em algumas partes do sistema. A eliminação das funções desnecessárias no sistema inclui eliminar funções não percebidas pelo consumidor e processos que não acrescentam valor ao produto. Isto é resultado de uma abordagem de integração total de sistemas que é operacionalizada através do JIT, e este tempo pretende transmitir a idéia de que os três principais elementos de manufatura: recursos materiais, equipamento e mão-de-obra são colocados somente na quantidade necessária e no tempo requerido para o trabalho.

Cada um deve ser responsável pelo recolhimento dos produtos de um grupo de fornecedores e pela entrega ao cliente. O sistema de informação *Kanban* via eletrônica torna-se mais importante quando a distância entre fornecedor-cliente impede uma forma mais rápida e direta de controle dos produtos. Assim sendo, as vantagens de ser um fornecedor JIT podem ser resumidas em: custos reduzidos de produção, altos níveis de qualidade, alta pontualidade de entregas, redução de custos de manuseio dos produtos pelo cliente, ciclo de produção reduzido, relação de longo prazo com o cliente e contratos de longo prazo. O JIT fornece uma vantagem competitiva, já que não somente reduz os custos de produção como também reduz o custo interno do cliente. Sob o ponto de vista da empresa, como fornecedora de produtos, o papel mais importante da área de vendas em um programa JIT é desenvolver uma base de clientes que apóie os sistema JIT. Como é colocado por Lubben (1989), “se efetivamente se quer um sistema JIT, é necessário também descobrir clientes que queiram serviços ou bens JIT. A produção somente pode fornecer produtos JIT para firmas contratantes”.

Portanto, pode-se dizer que, segundo Moura (1999), o JIT é uma abordagem disciplinada para melhorar a produtividade e a qualidade total, através do respeito pelas pessoas e da eliminação das perdas. Na fabricação e/ou montagem de um produto, o JIT proporciona a produção no custo efetivo, e a entrega apenas das peças necessária com qualidade, na quantidade certa, no tempo e lugar certos, enquanto usa o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

### 3.3.6.1 Kanban

O *Kanban*, na realidade, é um dos instrumentos essenciais que integram o Sistema de Produção *Just in Time*. Ele é uma identificação de pedido de trabalho que circula na área de modo repetitivo. Observa-se que esta circulação se dá na área de produção, sempre acompanha os materiais (matérias-primas ou produtos), com o objetivo de controlar dinamicamente o estoque no local (TUBINO, 1997).

Segundo o autor acima, o significado literal de *Kanban* é de uma placa contendo as informações visíveis. Na realidade, ele é um controle de produção, um detector de falhas, já que serve para a eliminação de estoques ociosos e é também uma técnica dinâmica.

Para Moura (1999), o sistema *kanban* é um instrumento de controle de produção. Ele tem a função de um pedido de produção no departamento de fabricação e a função de instruções de retirada no processo subsequente. Mesmo que os empregados que fazem as peças tenham de produzir uma certa quantidade de um produto dentro de um certo tempo, eles não sabem quanto e quando será usado de fato. Deste modo, eles só podem produzir algo de acordo com um programa de produção comunicado pelo departamento de controle de produção.

A indústria de manufatura, já há tempo, usa cartões de uma forma ou outra, anexados ao material em processos-pedidos, cartões, folhas de roteiro, etiquetas de atividade etc. No entanto, estes cartões são usados em sistemas de empurrar, em que o produto é "empurrado" para o centro de trabalho seguinte, assim que o centro de trabalho anterior tenha concluído as operações. O *Kanban* usa o sistema de puxar, em que o produto é mantido no trabalho anterior até que o seguinte fique disponível.

De forma resumida, Russomano (2000) afirma que o sistema *kanban* é o sistema de movimentação de ordens de fabricação e materiais do sistema JIT de produção, executado através do uso de cartões pré-impresos. Nele a fabricação de uma nova quantidade é ditada pelo consumo das peças realizadas pelo setor seguinte e, por isso, denominada produção “puxada”.

A aplicação do *Kanban* deve-se a uma técnica de gestão de materiais e de produção no momento exato (*Just-in-Time*), é controlado através do movimento do *kanban*. Este sistema é um método de "puxar" as necessidades de produtos acabados e, portanto, é oposto aos sistemas de produção tradicionais. É um sistema simples de autocontrole em nível de fábrica, independente de gestões paralelas e controles computacionais.

Diferente das ordens convencionais de trabalho, o *kanban* sempre acompanha as peças ou materiais, facilitando, desta forma, o controle de estoque no local. O *Kanban* torna-se um método que reduz o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme ininterrupto. Possui como principal objetivo a conversão de matéria-prima em produtos acabados, com tempos de espera iguais aos tempos de processamento, os quais eliminam todo o tempo em fila do material e todo o estoque ocioso.

O *Kanban* possui uma técnica de programação em curto intervalo de tempo, com o uso de cartões ou contenedores para acionar o puxar de materiais de um processo para outro. É voltado basicamente à contenção e à redução de todo o tipo de desperdício nas áreas de produção e de materiais das empresas. *Kanban* é, basicamente, um sistema de informação, desenvolvido para coordenar vários departamentos de processo, interligados dentro de uma fábrica. O ambiente criado pela atenção a tal sistema é creditado por estimular os aperfeiçoamentos contínuos na manufatura e a redução do inventário de material em processo.

Para Moura (1999), a função do *kanban* pode ser resumida nos seguintes seis pontos:

1. O *kanban* estimula a iniciativa por parte dos empregados da área. Por exemplo, ele é um meio efetivo de delegar autoridade aos chefes de seção. Os chefes de seção, com a

autoridade de expedir o *kanban* pode por sua vez promover a participação do grupo ao discutir a emissão e o retomo do *kanban* com seus subordinados. Os chefes de seção podem tentar reduzir o número de *kanbans* através de treinamento e melhoramento do trabalho. Espera-se que os chefes de seção e seus assistentes desempenhem uma função catalisadora, ao promoverem o melhoramento no trabalho.

2. O *kanban* é um meio de controle de informações. Ele separa as informações necessárias das desnecessárias, alcançando, desta forma, resultados máximos com um mínimo de informações.

3. O *kanban* controla o estoque. É possível fazer um controle direto do estoque na área, visto que o *kanban* sempre acompanha as peças ou os materiais. O estoque total é controlado em termos do número de *kanbans* em circulação.

4. O *kanban* ressalta o senso de propriedade entre os empregados. É estabelecida uma meta visível de desempenho no trabalho para uma estação de trabalho e os empregados que fazem parte dela se empenham para atingir a meta através de meios inovadores. Este tipo de motivação do grupo garante a implantação bem-sucedida do sistema de produção JIT.

5. O *kanban* simplifica os mecanismos de administração do trabalho, através do controle de informações e estoque, renovando a organização da empresa.

6. O controle de informações e estoque também permite a administração visual do trabalho na área. Os empregados podem confirmar visualmente o estoque de vez em quando, ao observarem o número de contenedores com peças. Isto estimula sugestões para reduzir mais o estoque. O sistema *Kanban*, que faz parte do sistema JIT, é um método de controle da produção e do inventário no piso de fábrica. Ele é um sistema de informações, para controlar harmoniosamente a produção em todos os processos. Ele controla a produção no piso de fábrica e regula o fluxo dos componentes de fornecedores externos. É um sistema para descentralizar a responsabilidade pelo controle da produção no piso de uma fábrica que foi convertida à produção JIT e opera com quase zero inventário de material em processo. Ele coloca a responsabilidade total

pelo controle diário da produção e do inventário nas mãos dos supervisores da fábrica e dos operários da linha de produção. Ele lhes dá a autoridade e os métodos para parar e iniciar a produção e para movimentar as peças apenas quando necessário. Ele coloca o controle nas mãos das pessoas que sempre sabem exatamente o que é necessário. Na verdadeira fábrica JIT, que está usando o *Kanban*, as funções de programação da produção e de controle da produção são divididas entre o departamento de programação da produção e a supervisão da fábrica (RIBEIRO, 1989). O departamento de planejamento da produção fica responsável pelo planejamento da produção, até a emissão do programa mestre, e pelos pedidos para os fornecedores externos. Cerca de 90% das suas atividades habituais permanecem inalteradas. O *Kanban* assume todas as funções de controle da produção abaixo do programa mestre mensal, que são cerca de 10% da atividade.

Toda a produção da fábrica, o fluxo de peças dos fornecedores externos e o controle do inventário da fábrica se tornam-se responsabilidade da supervisão da fábrica. O sistema *Kanban* é operado pelos empregados da linha de produção, que possuem a visibilidade e o conhecimento profundo das necessidades imediatas, dentro da fábrica, para atender as necessidades do programa mestre. Essas pessoas da linha de produção recebem responsabilidade e autoridade nunca antes delegadas a este nível. Em um sistema tradicional de controle da produção, os programas de produção são emitidos para todos os processos, os processos os que fabricam peças, bem como para a linha de montagem final. À medida que as peças são processadas de acordo com os seus programas, são empurradas para o processo seguinte, independente de serem necessárias no momento ou não. Isto é conhecido como "sistema de empurrar". O sistema é inflexível e dificulta a adaptação às mudanças causadas pelos problemas ou atrasos inevitáveis que sempre ocorrem em alguns processos, ou pelas mudanças do mix em uma linha de produção. Por causa da complexidade do sistema antigo, é difícil mudar os programas depois de emitidos para a fábrica. Como resultado, devem ser mantidos inventários em todos os processos, para se proteger contra os problemas, os atrasos e as mudanças na demanda (TUBINO, 1999).

O sistema *Kanban*, em contraste, é revolucionário no sentido de que o processo subsequente retira, ou puxa, as peças do processo anterior, quando elas são necessárias, um

método conhecido como "sistema de puxar". Apenas a montagem final sabe com precisão a quantidade necessária de peças em um determinado momento. Eles vão até o processo anterior para obter as peças necessárias, na quantidade necessária e no momento necessário, para a montagem final. Depois, o processo anterior produz as peças retiradas pelo processo subsequente. E mais, cada processo de produção de peças retira, ou puxa, as peças ou materiais necessários do processo anterior ao longo da linha.

No entanto, às vezes são necessárias variações do programa para compensar uma quebra inesperada, ou para atender as necessidades de um consumidor especial. Quando isto ocorre, o sistema *Kanban* pode acomodá-las facilmente, sem formação de inventário em nenhum ponto. Na verdade, as variações de até 10% no programa podem ser resolvidas com relativa facilidade. Enquanto o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) usa o estoque como um meio de uniformizar as flutuações entre oferta e procura, o sistema "Just-in-Time", que aplica o *kanban*, vê o estoque como uma fonte de problemas, que pode criar um desequilíbrio entre os trabalhadores e os processos, aumentar o tempo ocioso e resultar em capacidade excessiva de equipamento - uma máquina operatriz ociosa não é uma coisa péssima no Japão.

É como ressalta Tubino (1999), quando afirma que no sistema *kanban* de puxar a produção, não se produz nada até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item. Nesse caso, a programação da produção usa as informações do PMP para emitir ordens apenas para o último estágio do processo produtivo, normalmente a montagem final, assim como para dimensionar as quantidades de *kanbans* dos estoques em processo para os demais setores.

Entretanto, já que o sistema *Kanban* é manual e não computadorizado, pode ser muito difícil reduzir o tempo de processamento de informações, já que os *kanbans* circulam fisicamente entre dois lugares que são geograficamente distantes. A formação de células aos processos subsequentes facilita o processamento rápido da informação já que o processo seguinte (o operário da montagem) vai buscar no processo anterior as peças necessárias. Quando são necessárias mais peças, o usuário envia o cartão através de um contendor a ponto de suprimento ou manufatura, que envia mais algumas peças. Deve existir pelo menos um contendor completo de todas as peças cobertas pelo *kanban* nos

"supermercados". Essa idéia é comungada por Russomano (2000), ao afirmar que atualmente, os *kanbans* não são ligados de um modo espacial, mas sim servem como um meio de transportar informações, sendo assim o seu funcionamento pode ser assim estruturado:

1. Um dia de instruções de montagem é emitido para a planta de montagem final;
2. Na linha de montagem, um *kanban* de uma palete de componentes em espera é removido e colocado num prendedor de *kanban*. A montagem começa a utilizar os componentes;
3. O *kanban* é imediatamente enviado para a linha de processamento. Um item forjado é removido de uma palete – colocado em posição com antecedência – e é imediatamente processado numa linha de fabricação e com fluxo de peças unitárias. Assim que a peça pedida estiver processada, o *kanban* é colocado numa palete e enviado para alinha de montagem.
4. Transações semelhantes ocorrem entre a linha de processamento e a de forjamento, empregando o *kanban* como um meio de transportar informações. Então, pode-se observar que a função básica do *kanban* é um meio de controle da produção. Entretanto, objetiva-se a "Produção no tempo exato" e, para isso, requer a sincronização de cada processo de fabricação com a montagem final em ordem, para produzir apenas a peça necessária, na quantidade necessária no tempo necessário. Para se conseguir este conceito, é necessário inverter nossa atitude em relação à produção onde as peças são fornecidas para a próxima operação mediante um programa.

Para melhor compreender esses cartões, Moura (1999) define-os da seguinte forma:

1. O *kanban* (cartão) de movimentação, que autoriza o movimento das peças das estações de alimentação ao ponto de uso é uma espécie de passaporte, uma requisição de materiais.
2. O *kanban* (cartão) de produção autoriza a produção de peças para repor as requisitadas para uso em estações subseqüentes. Os primeiros são cartões circulantes,

usados apenas para um número específico de peças, circulando apenas entre dois centros de produção. O cartão de produção é usado apenas no centro de produção que produz a peça. Tubino (1999) ainda expõe que o cartão *kanban* de requisição de movimentação pode ser interno, que autoriza o fluxo de itens entre a célula ou outro centro de trabalho produtor e a célula ou centro de trabalho consumidor dos itens; ou de fornecedor, que executa as funções de uma ordem de compra convencional, ou seja, autoriza o fornecedor externo da empresa a fazer uma entrega de um lote de itens, especificada no cartão, diretamente ao seu usuário interno, desde que o mesmo tenha consumido o lote de itens correspondente ao cartão. Ambos os tipos de cartões *kanban* são fixados nos contenedores padronizados usados para o transporte das peças. O tamanho e o tipo do contenedor são especificados para cada item em cada estação de trabalho.

O sistema de produção *Kanban* não funcionará se as pessoas da produção não seguirem as regras. Portanto, o posto de trabalho deverá ser organizado para tomar a adesão fácil. Um caminho seria implantar controles e, assim, as pessoas podem dizer de imediato se está ocorrendo algum problema.

Tubino (1999) diz que o sistema *kanban* com um cartão, no caso somente o de produção, é empregado em situações em que o fornecedor está situado perto de seu cliente, não havendo necessidade de se comunicarem com um cartão *kanban* de movimentação, fazendo eles mesmos a tarefa antes delegada ao movimentador de cartões. O sistema de um cartão usa a mesma filosofia de "puxar" as entregas, usada no sistema de dois cartões. As diferenças, no sistema de um cartão, são o número de *kanbans* usados, o espaço necessário de estocagem, o inventário mantido e que ele não é um sistema exclusivo de "puxar". As peças são produzidas e pedidas de acordo com um programa diário e as entregas para o processo subsequente seguem o procedimento de "puxar", com o *kanban* de movimentação, explicado no item anterior. Em outras palavras, o sistema de um cartão é um sistema de "empurrar" para a produção e o pedido, e um sistema de "puxar" para as entregas. Ele usa apenas o *kanban* de movimentação. O número de contenedores cheios no ponto de uso é de apenas um ou dois, o inventário pode ser reduzido a minutos ou horas e o espaço para as peças que chegam é reduzido. Para melhor compreensão, apresentam-se as características do *Kanban* de um cartão.

### 3.3.7 Sistema MRP versus JIT

Segundo Slack *et al* (1999) as filosofias do MRP e do JIT parecem ser fundamentalmente opostas. O JIT incentiva um sistema de planejamento e controle “puxado”, enquanto o MRP é um sistema “empurrado”. Enquanto o JIT tem objetivos que vão além da atividade de planejamento e controle da produção, o MRP serve com um mecanismo de cálculo para o planejamento de controle. No entanto, as duas teorias podem participar no mesmo sistema produtivo, desde que suas respectivas vantagens sejam preservadas.

O MRP utiliza-se de uma metodologia de planejamento voltada principalmente na elaboração de um plano de suprimentos de materiais, interna ou externamente. Já por outro lado, o sistema JIT focaliza a eliminação dos desperdícios e conseqüentemente ao aumento do retorno do capital investido. O MRP caracteriza a fábrica de maneira mais estática e utiliza-se de softwares altamente desenvolvidos e avançados ao contrário do JIT que por considerar a fábrica mais dinâmica, utiliza sistemas visuais de controle, basicamente cartões coloridos, não necessitando da ajuda de computadores.

Com relação à programação, o JIT necessita de um programa mestre baseado na demanda diária obtendo melhores resultados no sistema na qual a produção se caracteriza como repetitiva. Em contrapartida o MRP é mais satisfatório, obtendo melhores resultados para produção sob encomenda ou em pequenos lotes.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Materiais e Métodos

Como metodologia foi utilizado no trabalho a observação e acompanhamento dos processos de programação já implantados e operações industrial nas quais o planejamento e controle da produção se fazem presentes. Utilizou-se também da coleta de dados para análise posterior de resultados ou para implantação de artifícios que poderão ser analisados.

Para tal, realizou-se uma pesquisa qualitativa, por intermédio de um estudo de caso, utilizando-se com ferramenta para coleta de dados e informações, entrevistas não estruturadas e visita técnica efetivada a partir do estagio supervisionado. Esse fato proporcionou uma boa base estrutural para formulação e embasamento da parte prática do trabalho. A pesquisa qualitativa parte de questões de amplo interesse, as quais se definem à medida que o estudo se desenvolve. Envolve assim a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos praticantes da situação em estudo (GODOY, 1995). A pesquisa qualitativa possibilita a verificação e o entendimento dos fatos ocorridos em uma organização, sob a perspectiva do comportamento e interação de seus autores.

A pesquisa assumiu características descritivas, que têm com objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 1987).

Assim é possível que seja desenvolvida com boa apuração da discussão e análise dos resultados obtidos a partir dos métodos citados.

No caso em questão, a metodologia a ser empregada se confronta com um dos maiores desafios para as organizações que trabalham com sistemas produtivos, ou seja, o nivelamento da produção à demanda. Para entender como isso ocorre dentro de uma

instalação fabril, deve-se trabalhar com uma fundamentação metodológica adequada, de forma a conseguir o máximo dos dados coletados e das informações geradas.

#### **4.1.1 Procedimentos operacionais**

De acordo com a metodologia descrita anteriormente, realizou-se um estudo de caso em uma fábrica de compressores de ar, através do estágio supervisionado, com duração de quatro meses por meio do qual houve a possibilidade de coletas de dados e o conhecimento para que fosse elaborado o seguinte trabalho.

No período estagiado, efetuaram-se entrevistas e pesquisas para coleta de dados e informações. As entrevistas, qualitativas, foram basicamente realizadas com pessoas que possuíam amplo conhecimento sobre o assunto, porque trabalham diretamente no setor em foco. Dessa forma, foram ouvidos o gerente industrial e a encarregada da programação e planejamento da produção que atuavam diariamente com o tema abordado.

A apuração dos dados colhidos foi orientada pelo estudo teórico do assunto envolvido, buscando-se sempre a relacionar com o que ocorria dentro do sistema da fábrica em questão, ou seja, por meio de uma comparação teoria-prática procederam-se análises e algumas conclusões com os resultados encontrados a partir da caracterização feita.

#### **4.2 Histórico e Caracterização da Empresa**

A Pressure foi instalada numa área de aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup> e sua construção tem mais de 4.500 m<sup>2</sup>, na rodovia PR 317, km 08, na cidade de Maringá PR. Dentro desse território estão o seu escritório, o restante a área industrial. A empresa caracteriza-se por apresentar 120 funcionários distribuídos em departamentos de finanças, produção, vendas e administração, dos quais aproximadamente 80 estão diretamente ligados ao processo produtivo.

Em meados de 1993, a empresa Pressure do Brasil e Comercio de Equipamentos Industriais iniciou suas atividades de prospecção. Fundada pelos sócios-proprietários Milton Massar Morita e João François Capdebosq, representante do ramo de metal mecânica com especialização na fabricação de compressores de ar. Contudo Pressure do Brasil originou-se

da empresa Maringá Equipamentos que objetivava a prestação de serviços de assistência técnica em bombas de lavar, compressores de ar, engraxadeiras e lavadoras (PRESSURE, 2005).

Assim, com o crescimento e expansão dos negócios instalou-se então uma fabrica de bombas de lavar que de início era de pequeno porte e muito rudimentar, e contava também com duas filiais em Umuarama e Campo Mourão, que após alguns anos foram fechadas devido ao atraso tecnológico atingido nas empresas.

Após algumas pesquisas de mercado realizadas pela empresa verificou-se que o uso da pneumática e hidráulica poderia ser uma grande oportunidade para um novo crescimento empresarial e retomada dos negócios. Surgiu então a idéia da fabricação de compressores de ar a fim de atender o mercado pneumático. Os primeiros compressores introduzidos no mercado foram dos modelos PSI 2.6/50, PSI 5.2/130 e PSI 10/175 e a partir dessa época os ganhos e lucros tornaram-se rentáveis e a organização passou a ser conhecida com o nome atual, Pressure do Brasil.

Com pouco mais de 10 anos de existência, a marca Pressure consolidou-se nos mercados em que atua, obtendo o respeito que somente as empresas predestinadas ao sucesso alcançam. Hoje a empresa atende o mercado com mais de 80 modelos de compressores e oferece serviços de assistência técnica e peças produzidas dentro da fabrica. Ainda possuem assistências autorizadas em todo país e também em vários países do Mercosul, bem como já mantém contatos bastante avançados em outros continentes, sempre no intuito de se adequar as legislações internacionais e aos padrões de qualidade requeridos nos mais diversos países.

Os produtos oferecidos são elaborados de acordo com as especificações da norma ASME (EUA) quanto ao projeto e construção do reservatório e NR 13 (Ministério do Trabalho Brasil) em referência aos testes hidrostáticos, que garantem um produto final de altíssima qualidade, não deixando nada a desejar ao que e comercializa, hoje, no mundo. Para provar esta afirmativa, houve o convite da SGS do Brasil, membro do Grupo SGS (Société Générale de Surveillance - Membro da Federação internacional de Agentes de Inspeção,

IFIA), reconhecida mundialmente em mais de 140 países; que verificou “in loco” a adequação dos processos produtivos.

A Pressure, recentemente, obteve a certificação ISO 9001:2000, pelo BVQI (Bureau Veritas Quality International), um dos mais sérios e exigentes órgãos certificadores do mundo. O que significa o reconhecimento pelos árduos esforços empreendidos por todo o corpo de colaboradores internos, que vêem a necessidade de um melhor posicionamento da empresa no conceito de seus clientes dentro e fora do Brasil. Tanto quanto o cuidado com a qualificação de fornecedores e estrutura produtiva, um fator de altíssima relevância é a atualização dos profissionais que atuam na empresa, que investe continuamente em treinamentos de campo ou em fábrica.

A filosofia de trabalho é fundamentada na melhoria contínua do atendimento a seus clientes, quer seja quanto à funcionalidade de seus produtos, quer seja pela segurança do usuário que utiliza os equipamentos produzidos com eficiência, com vistas a obtenção de lucro e melhoria contínua da qualidade.

#### **4.3 Aspectos do Ambiente Competitivo**

A empresa Pressure do Brasil atualmente tem área de atuação no comércio atacadista que atende todo país. Assim, seus produtos são vendidos através de revendedoras às quais se disponibiliza de assistência técnica personalizada, para garantir o suporte imediato quando necessário. Os maiores compradores de compressores Pressure são empresas que terceirizam a industrialização dos produtos e somente registram sua marca a partir dos compressores fabricados pela Pressure, são elas: Atlas Copco, Kavo e Chicago Pneumatic.

Com relação ao ambiente competitivo, a empresa concorre com as maiores e mais potentes marcas de compressores do país, como: SCHULZ, CHIAPERINNE, WAYNE. Entre elas a marca PRESSURE encaixa-se em segundo lugar no ranking brasileiro de vendas atrás somente da Schulz.

A empresa hoje conta com alguns fornecedores que são relacionados segundo o tipo de matéria prima a ser utilizada:

- Fundição de peças brutas: Ignis e Menegotti;
- Chapa de aço: Gerdau;
- Consumíveis de solda: Carbox (fluxo), Esab (fluxo e arame) e Aga ( gás de proteção).

#### 4.4 Características do Sistema Produtivo

O sistema produtivo da empresa é caracterizado pela divisão em grandes processos: usinagem (formado por seis células), montagem de cabeçotes, fábrica de reservatórios, solda, pintura à tinta e a pó e montagem final. Observa-se que a usinagem de peças e montagem de cabeçotes obedecem as teorias de produção puxadas e já a fábrica de reservatórios caracteriza por ser de produção empurrada.

Para tentar otimizar ao máximo a produtividade e viabilizar a montagem final dos compressores, a fabrica se dispões de quatro tipos de *layouts* que foi adequado ao espaço físico disponível:

- Usinagem de peças: caracteriza-se pela disposição de seis células estabelecidas de acordo com os equipamentos e ferramentas a serem utilizadas por determinadas peças
- Montagem de cabeçotes: dividida em três espaços, montagem de cabeçotes de alta pressão, baixa pressão e montagem de *Jet*
- Fábrica de reservatório: utiliza-se de processos seqüenciados (layout por processo), na qual contém processos de corte, calandragem, soldas (longitudinal e circular), limpeza (lixamento), teste hidrostático.
- Montagem final: baseia-se em processos contínuos e em linha e é dividido em três linhas: uma para compressores de alta pressão, outra linha para compressores de baixa pressão e uma linha específica para produtos odontológicos.

#### 4.4.1 Logística de entrada de matéria-prima e saída de produtos acabados

O sistema de produção envolve as entradas utilizando-se dos recursos de inputs que são as matérias-primas e os componentes terceirizados. Além disso, envolve os recursos de transformação e recursos a serem transformados.

##### a) Recurso de transformação

###### Máquinas e equipamentos:

De acordo com cada operação a ser realizada, a industrialização se processa em determinadas máquinas e equipamentos. As máquinas estão alocadas no setor celular de forma a dar maior dinamismo e eficiência nas operações. Foi elaborado um estudo de maximização das operações em relação a tempos e movimentos e a partir disso todos os maquinários e também equipamentos foram disponibilizados de forma harmoniosa para assim garantir maior flexibilidade aos procedimentos a serem exercidos.

Todas as máquinas e equipamentos instalados dentro da fábrica estão estabelecidos a seguir de acordo com o local onde estão alocados e a quantidade que possui em cada espaço celular ou físico (fábrica de reservatório e ferramentaria):

## 1-Usinagem

Quadro 4.1: Descrição interna do setor de usinagem

CÉLULAS	MAQUINARIO/EQUIPAMENTOS	PEÇAS USINADAS
1	Torno CNC e balanceadeira	Volante, polia
2	Tornos CNC INDEX, Retifica Plana, Torno Convencional Romo, Furadeiras de Bancada e Brunidora	Cilindro, Pistão, Virabrequim, Volante
3	Furadeiras de Bancada, Furadeira Múltipla e Torno CNC INDEX	Cubo, Placa de Válvula, Tampa do Carter, Tampa do Cilindro
4	Centros de Usinagem Discovery Romi, Freza e Furadeiras de Bancada	Abafador, Biela 20, Biela Auxiliar, Biela Mestra, Carter, Cilindro, Contrapeso, Tampa do motor
5	Torno CNC INDEX, Torno Convencional, Mandrilhadora, Furadeiras de Bancada e Multiplas	Aliviador Centrifugo, Biela, Biela Auxiliar e Mestra, Carter, Contrapeso, Exentrico, Placa de Válvula, Tampa do Motor, Tampa do Retentor
6	Tornos CNC Nardini, Furadeira Múltipla Automática	Luvas, Niples, Pino de Pistão, Polia do Motor, Tampa do Cilindro

## 2- Fabrica de Reservatório

**Quadro 4.2: Maquinários do setor da fabrica de reservatório**

MAQUINARIO/FERRAMENTAS	QUANTIDADE
Calandra	1
Prensas Excêntricas 40 t/60 t	2
Prensa Hidráulica 80t	2
Máquinas Arco Submerso	4
Guilhotina	1
Testes Hidrostaticos	2
Máquina de Solda Eletromag	1
Máquinas de Solda ESAB	9

## 3- Ferramentaria:

**Quadro 4.3: Maquinário do setor de ferramentaria**

MAQUINARIO/FERRAMENTAS	QUANTIDADE
Tornos Convencionais Nardini	2
Fresas	3
Oxicorte	1
Máquina de Solda	1
Serras	3

## b) Recursos a serem transformados

## Matéria-Prima:

A primeira entrada, relacionada à fabricação ou usinagem de peças, é aquela que se caracteriza por permitir a entrada e recebimento de matéria-prima diretamente da fundição de origem e outros pequenos materiais destinados em seguida ao setor de usinagem de peças ou ao uso das máquinas.

Os materiais recebidos são verificados e inspecionados pelo encarregado, geralmente um funcionário do setor do almoxarifado que observa a quantidade e qualidade do produto recebido. Se todas as características estiverem conformes e de acordo com o pedido feito pelo setor de compras, a matéria-prima está pronta para o armazenamento, no seu devido espaço no almoxarifado se os materiais forem pequenos e de uso na produção ou em caixas amarelas (que significam caixas de peças brutas) localizadas no espaço destinado ao estoque de peça bruta. É notório salientar que todos os materiais armazenados dentro do almoxarifado são colocados em pequenas caixas identificadas por cartões Kanban para melhor organização e reposição do produto. O sistema dos cartões kanban é aqui essencial para que a entrada de toda e qualquer matéria-prima dentro da fábrica possa acontecer a contento.



**Figura 4.1: Estoque de peças brutas: Caixas Amarelas**

A segunda entrada é estabelecida pelo recebimento das placas de aço que são destinadas a fabricação dos reservatórios. Essa entrada se localiza próxima às máquinas de preparação dos reservatórios para maior agilidade do processo fabril.

O controle da entrada das placas é feita por fichas de controle de produção de cor branca nas quais estão descritas o número da nota fiscal e o número do lote para que se possa ser feito um rastreamento posteriormente se necessário. Todo esse controle é realizado pelo operário que efetua a primeira operação na chapa.

A única saída é de produto inteiramente acabado o qual se destina ao setor de expedição, q responsável por toda alocação e logística do produto após sua fabricação. Os principais produtos comercializados pela empresa são(ver anexo 1):

- LINHA WIND: WP 825, WP850, WP 1050, WP 6/110, WP6/70, WP 6/50, WP10/150, WP 10/130, WP 15/175, WP 20/200, WP 40/250, WP 60/350;
- LINHA SUPER: PSI 2,6/AD SP, PSV 25/350 SP, PWS 40/425, PSW 60/425 SP, PSW 120/500SP;
- LINHA TURBO: PSV 20/250 TP, PSV 40/350TP, PSV 10/175 TP, PSI 5,2/130 TP PSW 60/425 TP.

#### **4.4.2 Layout da produção**

De acordo com a disposição das máquinas, equipamentos e disponibilidade física, o layout é organizado de forma que os procedimentos possam ser executados da melhor maneira (ANEXO A).

A empresa em estudo apresenta um layout adequado para cada linha existente. Assim para a linha de fabricação de reservatório, utiliza-se um layout por processo muito semelhante no entanto com layout celular, pois facilita a produção mantendo junto ou perto as necessidades similares dessa forma, beneficiando os recursos transformadores e também a seqüência de atividades requerida, coincidir com a seqüência na qual os processos foram

arranjados fisicamente. Pode ser caracterizado, dessa forma também por funcionar por meio de processos seqüenciados.

Apresenta definido também por apresentar um *layout* celular composto de seis células dispostas para viabilizar a montagem final. As células são pré definidas para que se obtenha maior rendimento e eficácia na usinagem de peças brutas.

No setor de montagem final, montagem de cabeçotes e pintura o layout característico é apresentado por produto no qual o produto percorre um caminho previamente determinado no processo e as estações de trabalho são ordenadas de acordo com a seqüência das operações. Isso porque não há muita diversificação de produção e também a quantidade de produtos não é muito grande. Os layouts produtivos estão ilustrados como mostra as figuras a seguir:



**Figura 4.2: Layout Celular: célula 1**



Figura 4.3: Layout por Processos: Fábrica de reservatório



Figura 4.4: Layout por Produto: Montagem final



**Figura 4.5: Layout por Produto: Montagem de cabeçotes**

#### **4.5 Fluxograma**

A empresa apresenta diferentes fluxogramas de acordo com suas necessidades, desde o recebimento de matérias primas através do almoxarifado e até a expedição onde se encontra a saída dos produtos. De maneira geral as atividades de cada setor e seus respectivos fluxogramas são apresentados a seguir:

a) Fluxograma do almoxarifado:

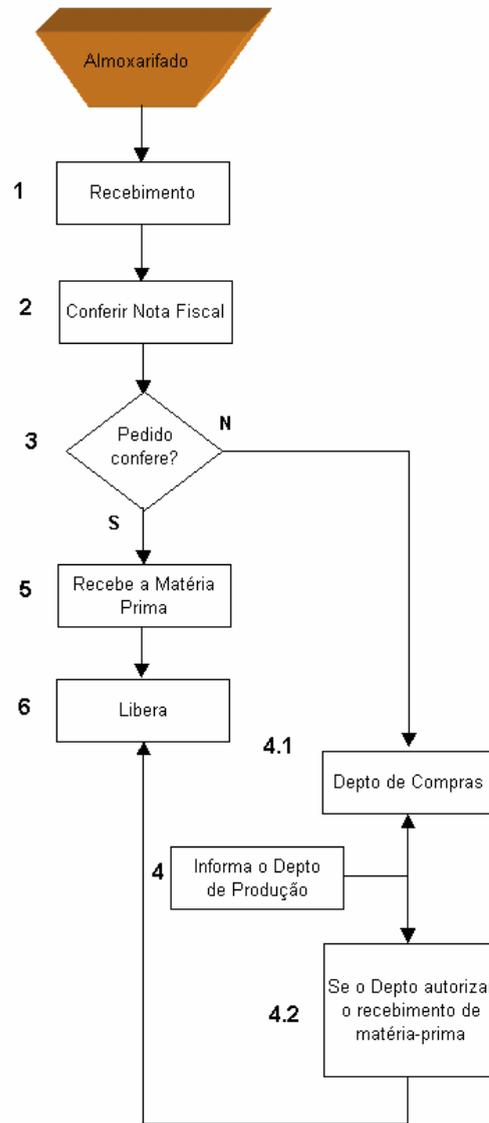


Figura 4.6: Fluxograma do almoxarifado

b) Fluxograma do setor de usinagem (células):

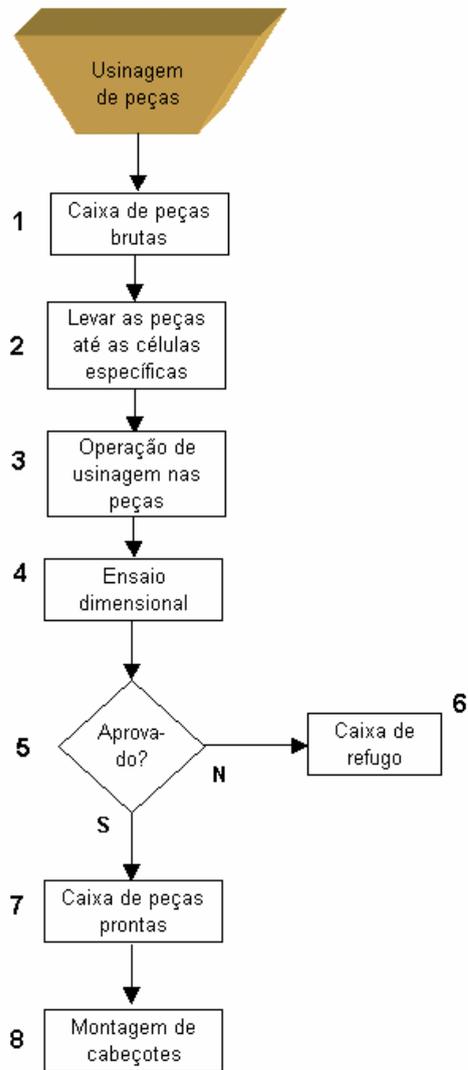


Figura 4.7: Fluxograma da usinagem

c) Fluxograma da montagem de Cabeçotes:

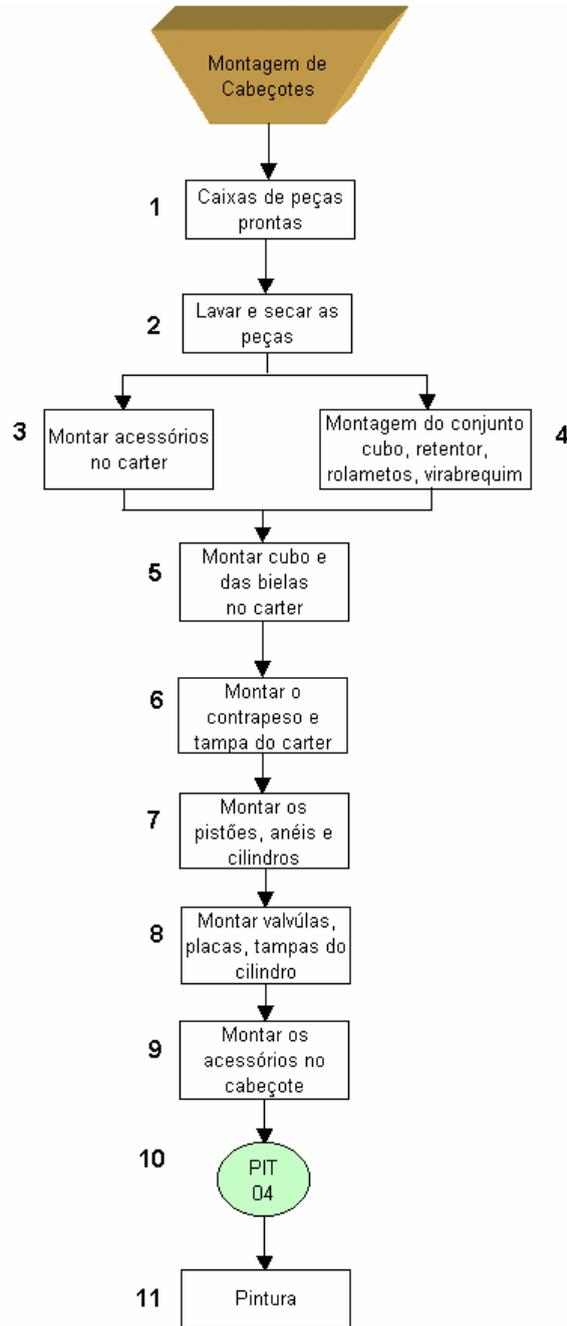


Figura 4.8: Fluxograma da montagem de cabeçote

d) Fluxograma da fabrica de reservatório:

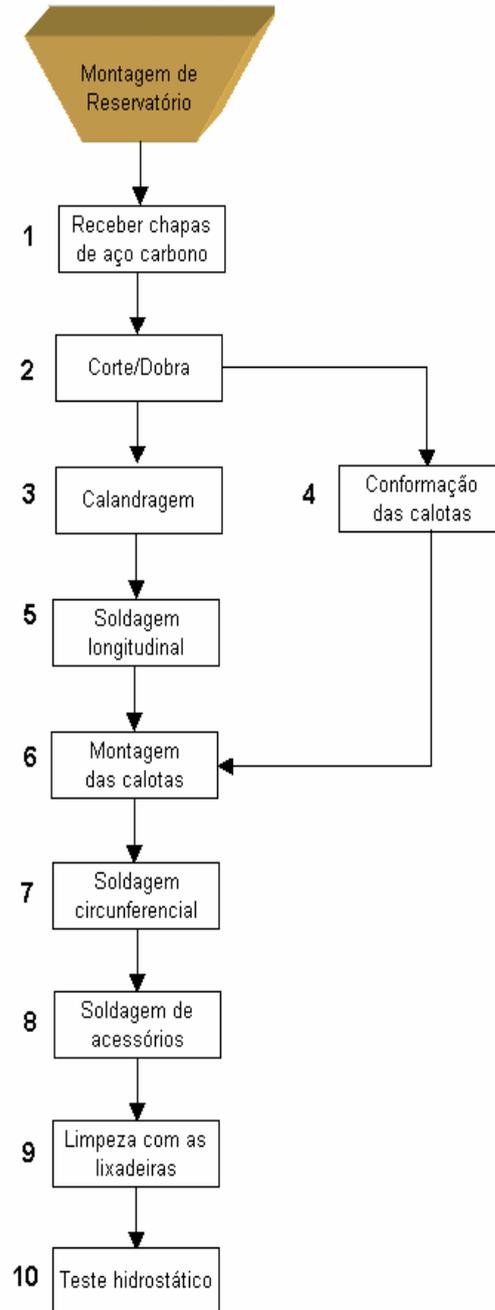


Figura 4.9: Fluxograma da fabrica de reservatório

e) Fluxograma da montagem final:

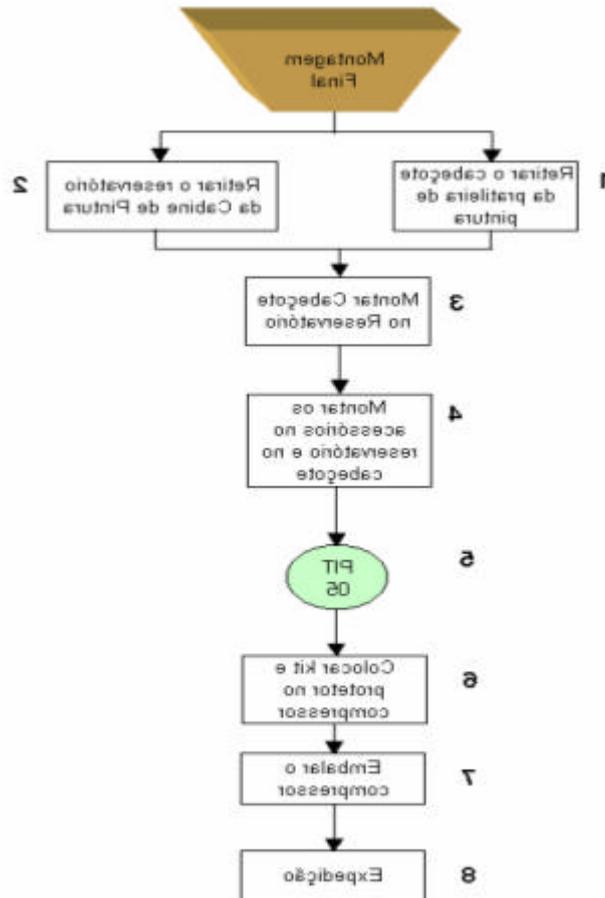


Figura 5.1: Fluxograma da montagem final

O procedimento de produto acabado até sua saída é realizado da seguinte maneira: os compressores após serem embalados são levados ao pátio da expedição por meio de empilhadeiras, mas quais são geralmente alocados de acordo com o modelo, os de modelos iguais ficam dispostos juntos e também por ordem de saída, os que saírem primeiro ficam preferencialmente na frente dos outros para evitar acidentes e contratempos na saída.

A saída do produto é controlada pelo recebimento da nota fiscal e conferida pelos funcionários da expedição e, assim, se estiver conforme o produto pode ser retirado pela transportadora

## **4.6 Características do Processo Produtivo**

### **4.6.1 Tipo de produção por operação**

No sistema de fabricação estudado verificou-se a existência de processos repetitivos em massa e raramente se volta a processos por projeto no qual um produto é fabricado com especificação do cliente.

No setor de peças onde ocorre a usinagem das mesmas, pode-se considerar que a operação é descrita em massa já que há grande volume de produção de peças semelhantes e altamente padronizadas. O objetivo principal deste tipo de operação é atender economicamente uma taxa de demanda estabelecida em termos de tempo de ciclo de trabalho, ajustando as atividades desempenhadas por homens e máquinas. Assim a partir de layout celular é possível que se faça alguns modelos de peças em grande quantidade e ainda elaboradas a partir de maquinários e ferramentas não muito diferenciadas, como descritas anteriormente.

Já nos setores de montagem (montagem de cabeçotes e montagem final) a especificação se torna essencial já que a produção se caracteriza mais por lote. Os produtos passam a ser mais únicos e personalizados.

É a partir da montagem de cabeçotes que os produtos se diferenciam uns dos outros, a pesar de quase sempre serem compostos pelas mesmas peças, apenas a diferença se faz na montagem em volume médio de itens padronizados, e ao mesmo tempo procurando atender a demanda específica e de produtos exclusivos havendo uma estreita ligação com as necessidades dos clientes. Portanto, no setor de montagem de cabeçote pode-se visualizar o tipo e o modelo de compressor a ser fabricado, é notório que a produção de um modelo de compressor dependa exclusivamente da montagem de seus cabeçotes já que são estes garantem o diferencial a cada modelo.

Da mesma forma, ocorre na montagem final, onde se efetiva a junção dos cabeçotes com os seus respectivos reservatórios. É nessa etapa que acontece também a diferenciação de um compressor para o outro, pois a montagem se torna específica e não mais em massa como ocorria nas células de usinagem, o layout muda e passa a ser em linha e por processo, tornando os processos mais ágeis e eficazes. As Figuras 5.2 e 5.3, a seguir representam a produção em massa dos produtos.



**Figura 5.2: Setor de embalagens da produção em massa**



Figura 5.3: Fabrica de reservatório em produção em massa

## 4.7 Planejamento e Controle da Produção

### 4.7.1 PCP em nível estratégico e tático

O planejamento e controle da produção na Pressure desenvolveram-se objetivando a eficiência da produção para assim ordenar e gerenciar os processos de forma controlada.

Em **nível estratégico**, a empresa apresenta anualmente um plano, na qual consta um planejamento elaborado a partir da análise de mercado e sistemas produtivos interno. Esse plano é cumprido a longo prazo possibilitando a flexibilização e adaptações caso necessário durante o período a ser executado.

O planejamento é elaborado pelos diretores, gerentes e responsáveis pelo seu andamento que, por meio de planilhas de controle, podem coordenar todos os processos a serem executados para que as metas estabelecidas nele estabelecidas sejam cumpridas a contento.

Em relação ao **planejamento tático**, é traçado um plano de ação ou plano mestre de produção em curto prazo realizado da seguinte forma: semanalmente faz-se uma programação de acordo com os requisitos internos da fábrica, como matéria-prima disponível, pedido de compras, disponibilidade de máquinas e ferramentas, estoque.

A partir desse planejamento a produção é programada e controlada para atender a todas as metas pré-estabelecidas, que podem ser alteradas caso algum imprevisto ocorra, para tanto o plano deixa uma margem de flexibilidade para pequenas mudanças se necessário.

Dessa forma, executa-se o planejamento a partir dos pedidos realizados pelo setor de vendas, que verifica os compressores já vendidos e os que necessitam de produção com urgência e com esses dados faz-se uma análise de prioridades. Após esse processo, verifica-se o estoque de produtos acabados para confirmação do que pode ser vendido e que produtos necessitam estar de acordo com a disponibilidade das máquinas e ferramentas. Todos esses aspectos são considerados, adequando-se da melhor maneira à forma de trabalho da produção. A programação é feita pelo encarregado que controla diariamente a execução do plano.

#### **4.7.2 PCP em nível operacional: programação e liberação de ordens**

O planejamento e controle da produção na indústria em questão opera em diferentes meios dentro do sistema produtivo. Há a utilização do sistema MRP ("*Material Requirements Planning*" - Planejamento das necessidades de materiais) e do sistema JIT (*Just in Time*) que foram implantados em diferentes linhas de produção para que houvesse maior aproveitamento de rendimento e maximização dos processos produtivos.

O MRP é o sistema utilizado no setor de montagens (cabeçotes e final), o qual utiliza ordens de produção derivados do programa-mestre como unidade de controle. Assim, o alcance do programa é um aspecto-chave do monitoramento e do controle. Mas, apesar do sistema MRP normalmente requerer uma organização complexa, centralizada e computadorizada, para suportar os sistemas hardware e softwares necessários, na situação em questão não há a utilização de um software especializado em realizar tais funções. Toda a programação é realizada a partir de ordens de produção emitidas pelo encarregado do PCP que organiza e controla todo sistema da fábrica, acionando um tipo de ordem de serviço que já pré determinado por intermédio de planilha eletrônica.

O método do sistema MRP foi implantado para os setores nos quais o layout foi adequado para atingir maximização e eficiência produtiva, caracterizado em linha e por processos.

Quando a ordem de produção chega até a linha fabril, o sistema se torna empurrado no qual é definida a elaboração periódica de um programa de produção completo e isso tudo é transmitido aos responsáveis da área por meio de emissão de ordens.

**RESERVATÓRIO DE ALTA PRESSÃO**      Peça: CALOTA AP press RQ 011      N 379

**Ficha de PCP**  
(Programação e Controle de Produção)      FORNECEDOR: \_\_\_\_\_

MODELO: \_\_\_\_\_      N.F. N° \_\_\_\_\_      DATA INÍCIO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      DATA TÉRMINO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

SETOR	Quant.	Pç. Perd.	Retrab.	Sobra	Resp./ Insp.
Guilhotina					
Prensa Excêntrica					
Prensa Hidráulica Disco					
Prensa Hidráulica Estampa					
Rebordadeira					
Soldar Luva					
Lavador					
Caixa Peças Prontas					

QUANT. TOTAL DO LOTE	DATA RETIR.	QTDE. RETIR.	SALDO									

Figura 5.4: Ficha de PCP: Fabrica de Reservatório

O outro sistema de programação produtivo utilizado na indústria em questão é o JIT, implantado no setor de usinagem de peças brutas. O JIT estabelece o planejamento mensal da produção que resulta em um Programa-Mestre de Produção e fornece a quantidade de produtos finais a serem produzidos a cada mês e os níveis médios de produção diária de cada estágio do processo. Os programas diários são então definidos a partir deste Programa-Mestre de Produção.

A programação diária é feita pela adaptação diária da demanda de produção usando sistemas de puxar sequencialmente à produção, com o sistema *Kanban*. Uma vez estabelecido o Plano - Mestre de Produção e balanceadas as linhas de produção, é necessário

"puxar" a produção dos componentes através de todos os estágios do processo produtivo para a montagem final dos produtos, ou seja, do final ao início da produção de um produto. O sistema de "puxar" consiste em retirar as peças necessárias do processo precedente, iniciando o ciclo na linha de montagem final, pois é aqui que chega a informação com exatidão de tempo e quantidades necessárias de peças para satisfazer à demanda.

Mas o que ocorre na prática em estudo é que são emitidas ordens de fabricação pelo setor do PCP, igualmente ao caso anterior, mas a diferença está no uso dos cartões *kanban*, utilizados para maior praticidade e facilidade dos procedimentos de produção. Portanto não é necessariamente obrigatória a retirada de peças do processo precedente já que os processos estão pré-estabelecidos segundo as ordens de fabricação emitidas.

O sistema *kanban* utilizado serve como um sistema de informação através do qual um posto de trabalho informa suas necessidades de peças, iniciando o processo de fabricação entre estações de

trabalho apenas quando houver necessidade de produção, para assim garantir a eficiência do sistema de "puxar" a produção.

Os cartões *kanban* dão a indicação sobre a necessidade de reposição de qualquer material necessário ao sistema produtivo se estes estiverem em falta ou manutenção de suas quantidades certas. Em cada cartão está discriminado o produto, tamanho do lote, material e número do cartão e ainda são identificados por cores (verde: tem em estoque, amarelo: alerta, vermelho: falta em estoque) que indicam preferencialmente seu estado de uso.

Assim, o setor de compras está sempre em constante contato e diretamente ligado à primeira entrada e ao almoxarifado, pois qualquer necessidade de reposição será responsabilidade deste setor fazer o pedido aos fornecedores. O setor de compras também se utiliza o sistema *kanban* para maior controle da situação fabril e de suas necessidades. Para isso, esse setor conta com o auxílio de um quadro no qual consta toda a matéria-prima e materiais necessários a produção e nela estão presentes os cartões *kanban* que mencionam as necessidades de compras, geralmente quando é disparado o cartão amarelo, e conseqüentemente, realiza-se o pedido. Esse procedimento de observação dos cartões e

reposição de peças necessárias é efetuado diariamente e a todo instante, analisando-se atentamente para se evitar qualquer imprevisto que possa ocorrer por falta ou sobra de matéria-prima.



Figura 5.5: Quadro dos cartões kanban de controle do almoxarifado



Figura 5.6: Quadro dos cartões kanban de controle da produção

#### 4.8 Considerações Finais

A função de PCP no interior da empresa limita-se à definição da sequenciamento do processo produtivo, emitindo e liberando ordens de montagem e controlando a produção a partir de solicitação ou demanda estimada. As funções de longo prazo equiparam-se ao tempo destinado às de médio prazo, ou seja, mensais.

Percebe-se que a empresa possui um setor próprio de PCP, isso permite que as responsabilidades pertinentes a área sejam centralizadas no próprio setor de PCP e não fiquem distribuídas por diversas áreas. Um aspecto bastante evidente é que a empresa possui um bom relacionamento com as demais áreas visto ser um fator vital para o bom desempenho do setor do PCP.

Através do estudo de caso houve a possibilidade de se fazer a análise da programação do planejamento e controle da produção através dos sistemas JIT e MRP, na prática do chão de fábrica, uma vez que a produção industrial estudada se baseia nestes conceitos para o alcance de suas metas e eficácia de seus procedimentos.

A primeira análise realizada foi no setor de usinagem de peças brutas, onde se possibilitou o estudo e questionamento do sistema de programação do planejamento do controle de produção. Verificou-se o uso de algumas técnicas e ferramentas do sistema *Just in Time* no setor, como, por exemplo, o uso dos cartões kanban, os quais dão a orientação necessária aos operadores do que e quanto se deve produzir. Os cartões são lançados após uma ordem de produção pré-estabelecida a partir do planejamento semanal realizado antecipadamente.

Anteriormente nesse setor, não se trabalhava em layout celular o que dificultava a manipulação de cartões, pois os processos eram demorados e totalmente inviáveis. Mas por meio de estudos desenvolvidos pelos próprios funcionários da empresa optou-se pela formação de células de produção e utilização da ferramenta kanban. A principal intenção foi à redução de custos, através da maior rapidez e dinamismo aos processos de usinagem e também redução de mão-de-obra que muito encarecia o setor de produção.

Como há grande variação e quantidade de produtos, ou seja, há muita diversidade de peças à serem usinadas, implantou-se a ferramenta kanban, pois os cartões facilitam a programação, dando maior flexibilidade de ajuste aos modelos de compressor.

Através dos aspectos mencionados, foi possível estabelecer a melhor maneira de se programar a produção e atingir resultados satisfatórios, conseguindo adequar elementos físicos (layout) a um planejamento e controle da produção eficiente.

Na fábrica de reservatórios, a programação é realizada também através de emissão de ordens de produção, mas não se utilizam os cartões kanban e o sistema se caracteriza por adquirir aspectos do sistema MRP, já mencionado.

Nesse caso o uso dos cartões tornam-se inviáveis, já que os produtos são mais padronizados e há pouca variação de modelos e processos produtivos. O layout adaptado é por processo justamente porque os reservatórios são produtos menos variáveis e não são fabricados em grandes quantidades como as peças na usinagem. Portanto, a programação é emitida por ordens de produção feita por meio de planilhas eletrônicas e fichas de controle de rastreabilidade, nas quais constam: número do lote, quantidade e outras características do produto. Mas em contrapartida se o layout fosse também celular os resultados também poderiam ser semelhantes já que por processo as operações se juntam de tal maneira a se formar células produtivas.

Já nos setores de montagens (cabecotes e final), estabeleceu-se o layout por produto para dar maior velocidade à produção e também pela necessidade de se fazer um produto especializado e adequado. Assim o PCP se encaixa nessas condições que por sinal é a melhor alternativa, já que também não há muita variação de produtos, e elabora uma programação de produção que é emitida também por fichas de ordem de produção.

## 5.0 CONCLUSÃO

PCP é uma função de apoio de coordenação das várias atividades da produção, de acordo com os planos de produção, de modo que os programas estabelecidos possam ser atendidos com ótima economia e eficiência. Especificamente, o PCP se constitui o planejamento do sequenciamento de operações, da programação, da movimentação e da coordenação da inspeção, e no controle de materiais, métodos e tempos operacionais. O objetivo final é a organização do suprimento e movimentação dos recursos humanos, utilização de máquinas e atividades relacionadas, de modo a atingir os resultados de produção desejados, em termos de quantidade, qualidade, tempo e lugar.

O termo planejamento significa para os administradores da produção a atividade preliminar de busca e preparação de informações que permita definir o que deva ser produzido, em que quantidades, como e com quais recursos. Em todo caso, o horizonte será sempre mais longo e tratar-se-á de algo anterior à programação das atividades diárias.

A programação utiliza o planejamento como orientação para suas ações e como fonte de dados. As atividades de controle são rotinas que complementam o sistema PCP. São mecanismos de verificação das atividades, tanto naquilo que se entende por planejamento como por programação.

Há atualmente muitas técnicas de planejamento e controle da produção apresentadas em livros especializados. Há uma diversidade de métodos que podem ser empregados para que seja feita uma programação da produção adequada a diferentes sistemas produtivos. Essas técnicas dão apoio as atividades da produção, já que possibilitam que esta se processe de forma coerente com as etapas produtivas.

Com relação à estrutura e ao planejamento e controle da produção, a empresa estudada possui um inter-relacionamento com a área industrial, visto a sua área abrange o centro dos sistemas produtivos, responsável pela geração de bens na área de montagem e fornecimento de peças para a indústria. No nível de estoque, a empresa conta com a padronização das peças, indicando que a área de produção se encontra ligada à demanda de peças específicas sem interferência do cliente.

Um conjunto de funções arroladas diz respeito à programação da produção, ao dia-a-dia, em que se pode incluir a administração de materiais e compras, o controle de estoques e programação da produção. E é a partir disso que a adoção de determinada técnica de programação e controle da produção na atividade de PCP pode ser definida de acordo com inúmeros critérios, podendo variar inclusive de acordo com as preferências do usuário.

Foi verificado que a emissão de ordens (de produção, montagem, compras, etc) está diretamente vinculada à programação e ao tipo de sistema implantado (JIT ou MRP). Já o controle engloba atividades de natureza comparativa entre o planejado/programado e o efetivamente realizado, podendo redundar em *feed-backs* corretivos, que encerram a fase de controle.

A pretensão do trabalho foi o estudo e análise categórica de qual a técnica de programação da produção mais adequada para situações específicas ou genéricas em sistemas discretos, o que possibilitou alcançar algumas conclusões, detalhadas na análise da pesquisa. De modo geral, concluiu-se que a caracterização do PCP interno e a verificação de sua influência na empresa, possibilitaram ampla visão do que realmente é o estudo do planejamento e programação de sistemas produtivos.

As entrevistas com o gerente industrial e outros funcionários da fábrica, permitiram visualizar a adequação dos sistemas de planejamento e controle da produção de modo à trazer resultados positivos, quantificados tanto em ganhos financeiros como em diminuição de desperdícios.

De maneira geral sugere-se que a empresa utilize-se ao máximo de novas técnicas e tecnologias de programação, para assim otimizar ainda mais a produção. E também análise às diferentes sugestões para que sejam flexíveis às mudanças de mercado, sempre em busca de vantagens competitivas e aperfeiçoamento de produtos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, R. G. F. A.; 2000. *Planejamento, programação e controle da produção*. 2. Ed. São Paulo: Imam.

CORRÊA, Henrique L; GIANESI, Irineu G. N. CAON, Mauro; 1996. *Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ ERP. Conceitos, uso e implantação*. 4.Ed. São Paulo: Giansesi Corrêa & Associados.

\_\_\_\_\_; 1997. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. Editora Atlas

\_\_\_\_\_; 1996. *Just in Time, MRP II e OPT*. Um enfoque estratégico. 2.Ed. São Paulo: Saraiva.

GABELA, J. M.; 1995. *Contribuição da informatização no sistema kanban: critérios e exemplos de implementação*. Dissertação de mestrado.UFSC. Florianópolis.

GIL, A. C.; 1987. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 1Ed. São Paulo: Atlas.

GODOY, C. L. B; 1995. *Metodologia Científica e Métodos*. 3.Ed. São Paulo: Atlas.

HALL, R. H.; 1988. *Organizações: estrutura e processos*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D.; 1991. *Reinventando a fábrica II: consertos modernos de produtividade aplicados na prática*. Rio de Janeiro: Campus, *Reinventando a fábrica: consertos modernos de produtividade aplicados na prática*. Rio de Janeiro: Campus.

LAUGENI, P.G.; 2005. *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva.

LUBBEN, R. T.; 1989. *Just-in-time: uma estratégia avançada de produção*. 2 Ed. São Paulo: McGraw-Hill.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.; 1999, 2001. *Administração da produção*. São Paulo: Saraiva.

MONDEN, Y.; 1984. *Sistema toyota de produção*. São Paulo: IMAM.

MONKS, J.; 1987. *Administração da produção*. São Paulo: Makron Books.

MOURA, R. A.; 1999. *Kanban. a simplicidade do controle da produção*. 5. Ed. São Paulo.

RIBEIRO, P. D.; 1989. *Kanban: resultados de uma implantação bem sucedida*. 3. ed. São Paulo: COP.

RUSSOMANO, V.; 2000. *Planejamento e controle da produção*. 6 Ed. São Paulo: Pioneira.

TUBINO, D. F. ; 1999. *Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica*. Porto Alegre: Bookman.

\_\_\_\_\_. ; 2000,1997. *Manual de Planejamento e Controle da Produção*. 2. Ed. São Paulo: Atlas.

SHINGO, S.; 1996. *O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman.

SLACK, N. et al.; 1999, 1997. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.

SUGIMORI Y., et al.; 1977. *Toyota production system and kanban system: materialization of just-in-time and respect-for-human system* *International Journal of Production Research*.

## **ANEXO A – Layout Industrial**

## **ANEXO B – Catálogos dos Produtos**