

## 2.

### Planejamento e Controle de Produção, uma revisão bibliográfica.

Toda empresa industrial deve reconhecer a expectativa do cliente e, por meio do planejamento e organização dos seus recursos produtivos, atender a demanda estipulada. Essa atividade é a essência do planejamento e controle da produção. Porém, a simplicidade descrita acima recebe interferências decorrentes de variações não previstas da demanda, do rendimento do processo e de outros fatores externos ao domínio da empresa. É necessário trabalhar o grupo de recursos produtivos simultaneamente, atendendo a um número variável de clientes e produtos. A Figura 2.1 mostra as interações de um sistema produtivo para atender a uma solicitação do mercado.

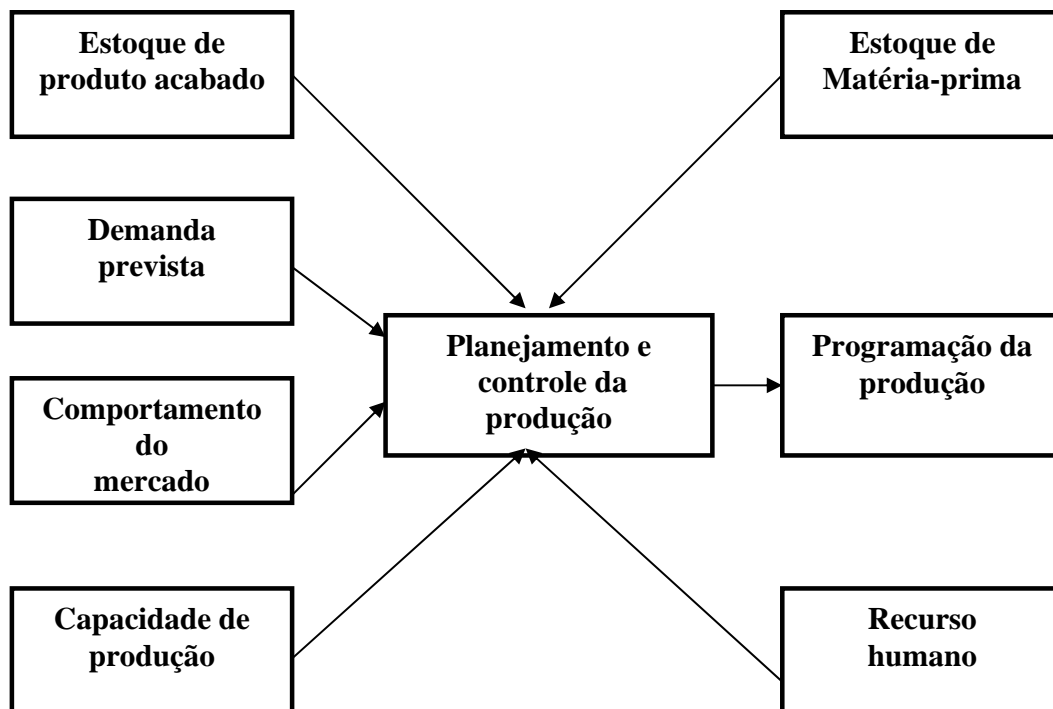


Figura 2.1- Fluxograma para um sistema de produção.

Fonte: Adaptado de Prado C. A. S. 2000 (pág.36).

Este capítulo aborda os conceitos de demanda agregada, planejamento agregado, plano mestre de produção, MRP e MRPII e seqüenciamento de produção com capacidade finita. Esses conceitos serão a base para o modelo proposto de Programação e Controle de Produção (PCP).

O planejamento controle da produção é um sistema de informação que gerencia a integração dos recursos produtivos de uma empresa. Tem o objetivo de atender a uma demanda determinada e simultaneamente maximizar o lucro da empresa.

Segundo Davis et al (2001), a organização deve estender o planejamento em três horizontes de tempo: a longo prazo, a médio prazo e a curto prazo.

O planejamento da produção a longo prazo (PPLP) relaciona o horizonte de tempo maior ou igual a um ano. Nesta etapa avalia-se a capacidade produtiva e compara-se com o planejamento estratégico. Podem-se criar cenários para 3, 5 e 10 anos, quando se determina ou não a necessidade de avaliar uma possível expansão da capacidade produtiva. Recomenda-se no mínimo uma revisão do PPLP após a organização reavaliar o planejamento estratégico.

O planejamento da produção a médio prazo (PPMP) pode cobrir um período de 3 até 12 meses. O PPMP deve ser revisado e atualizado trimestralmente (Davis et al 2001). Ao estabelecer o PPMP, a empresa determina o padrão de utilização de suas instalações e avalia a necessidade de contratar ou não mais recursos humanos ou subcontratar serviços. A melhor representação do PPMP é o Plano Mestre de Produção.

O planejamento da produção a curto prazo (PPCP) determina o que será produzido nas próximas 4 semanas. Esse período varia de organização para organização em função da flexibilidade do processo produtivo, do tempo de atravessamento da produção e da oscilação de demanda para seu portfólio, podendo variar de 3 dias até 6 semanas. A avaliação da disponibilidade de matéria-prima e o gerenciamento da eficiência do processo produtivo são as funções mais importantes, para assegurar o alinhamento do processo com a demanda.

Segundo Burbidge (1983), o planejamento e controle da produção poderiam ser divididos em cinco etapas principais: planejamento de produção, emissão de

ordens de produção, liberação de ordens, acompanhamento e controle de estoques. A realização das atividades sugeridas direciona, com eficácia e eficiência, a empresa, para as necessidades dos seus clientes.

Na seqüência desta dissertação podem-se compreender os diferentes desafios e opções de gerenciar o planejamento da produção para uma organização, em especial as de administrações públicas. A Figura 2.1 mostra a interdependência dentro de um sistema produtivo e, no decorrer da dissertação, observa-se a importância de cada subsistema envolvido.

## **2.1.**

### **Demanda Agregada**

O processo de planejamento recebe informações do mercado através da gestão da demanda. O setor de Marketing analisa a expectativa do mercado, as ações dos concorrentes e informações históricas, para formular cenários de demanda. Esse estudo envolve incertezas e uma alternativa para minimizá-las e trabalhar por famílias de produto.

A avaliação da demanda tem o seguinte objetivo: criar uma base de trabalho que permita maior controle sobre as vendas, conseqüentemente, acione os planejamentos de produção e financeiro da empresa.

Burbidge (1983) sugere três princípios básicos que a organização deve definir para a formulação de um plano de vendas.

Primeiro é definir o que vender, pois toda organização tem restrições para abranger o mercado, e a tentativa de ofertar um produto errado pode ser o início de um processo de decadência. Ao formular seu plano de vendas a empresa precisa identificar os pontos fortes e fracos de seus produtos, para se posicionar corretamente no mercado, identificando quem são os concorrentes e, quando possível, conhecer um pouco os seus produtos.

Segundo é saber a quantidade que poderá ofertar ao mercado, pois os processos produtivos têm capacidade limitada e a frustração por um pedido aceito e não entregue é muito maior que a recusa de um pedido. Por outro lado, o setor

comercial, conhecendo qual o quantitativo disponível para oferta, poderá investir recursos para ampliar uma demanda inferior à capacidade. Mesmo em ambientes muito competitivos a criatividade tem permitido avanços importantes, com ações de marketing, estimulando o consumo de produtos com excesso de oferta através de uma política de redução de preços.

O terceiro e último princípio é saber quando o produto poderá ser vendido. Ambientes competitivos e integrados exigem cada vez mais precisão em prazos de entrega, pois os clientes não estão dispostos a imobilizar capital em estoques para suprir incertezas com o fornecimento. O mercado dispõe de uma variedade de ferramentas para analisar vendas e realizar previsões de demanda, porém é preciso flexibilizar processos e intensificar o fluxo de informações por toda a cadeia de suprimentos, só assim a empresa ganha competência para ofertar o produto no momento correto em que ocorre a demanda.

O planejamento da produção é diretamente afetado pela previsão de demanda. Quando alinhados, o desenvolvimento do processo produtivo e a efetividade comercial recebem menos interferências e apresentam um desempenho melhor, gerando maior satisfação ao cliente.

Davis et al (2001) e Slack et al (1999) destacam ainda o conceito de demanda dependente, quando se observa o comportamento da demanda desconhecida por um produto, a partir da demanda conhecida de outro. Esse estudo auxilia o processo de análise de um planejamento de vendas, quando uma vez conhecida a relação entre dois produtos é possível avaliar as incertezas de uma previsão, a partir de uma demanda conhecida do outro produto.

Uma demanda é dita dependente quando é fortemente influenciada pela demanda de um ou mais produtos. A análise é feita a partir da explosão da demanda conhecida, para a demanda a ser avaliada.

A demanda independente não está associada a nenhuma demanda conhecida. Apresenta dificuldade maior na sua estimativa, que envolve avaliação do histórico de vendas, pesquisa junto a clientes, bem como tendências econômicas e sociais. Todo este modelo acrescenta um nível maior de incerteza, que muitas das vezes são transmitidos ao processo produtivo.

Para minimizar o efeito da incerteza na estimativa de demanda, algumas empresas adotam um estoque mínimo de produto semi-acabado ou até mesmo acabado, porém esta opção agrega um custo que pode comprometer a competitividade da empresa.

Burbidge (1983) identifica três horizontes para o desenvolvimento de um planejamento para a demanda: plano de longo prazo, plano anual e plano de curto prazo.

O planejamento da demanda a longo prazo é a base para determinar as necessidades de investimentos em infra-estrutura, seleção, recrutamento, treinamento de novos colaboradores e ajustes de tecnologia de processos. Ao avaliar o comportamento do mercado para um cenário de longo prazo podem-se identificar fatos que causarão ameaças para a empresa. Como exemplo, apresenta-se o lançamento de um produto concorrente com tecnologia superior à existente. Esta situação determina a necessidade da empresa acelerar investimentos para a conclusão de um projeto de melhoria de produto. A instalação de uma nova fábrica, ou uma central de distribuição, leva a empresa a reavaliar sua política de produção e distribuição. Os exemplos expõem a importância do planejamento de demanda de longo prazo.

O planejamento anual de demanda é a base para o orçamento e planejamento agregado de produção. O intervalo de tempo entre a realização do planejamento e o início da execução do plano é função do tempo necessário para a empresa suprir as necessidades determinadas a partir do plano.

O planejamento de vendas a curto prazo é utilizado para sustentar a operação diária da empresa, devendo acompanhar o comportamento das vendas. O processo de curto prazo funciona como uma revisão do planejamento anual.

A avaliação de mercado deve apresentar uma visão sistêmica, abrangendo o produto e a sua inserção no portfólio da empresa, os indicadores econômicos, a estrutura financeira da empresa, produtos concorrentes e substitutos. Ainda assim, todas as perspectivas do mercado podem não ficar nítidas. Para corrigir potenciais distorções é preciso manter um processo contínuo de acompanhamento e revisão da avaliação do mercado.

Fazer previsões de vendas não é uma atividade fácil e simples, pelo contrário, envolve análise detalhada de informações com o emprego de técnicas estatísticas para formular um cenário dentro de um limite de risco aceito.

## **2.2.**

### **Planejamento Agregado da Produção.**

A organização precisa transferir para os setores produtivos a expectativa de consumo de seus produtos, estimada para o mercado onde atua. A partir da demanda calculada, é feita uma análise dos recursos produtivos para estabelecer um Planejamento Agregado da Produção (PAP).

O estoque de produtos acabado, o quantitativo de mão-de-obra disponível e os equipamentos instalados devem trabalhar sincronizados com o objetivo de atender aos anseios dos clientes com a máxima eficiência e eficácia. O principal objetivo de um PAP é focar a organização na expectativa do cliente e garantir a otimização dos recursos produtivos, assegurando o menor custo de processo.

Segundo Davis et al (2001), é comum o desenvolvimento do planejamento agregado da produção, a partir do plano anual da organização. Trabalhar por famílias de produtos é uma das ações que minimizam as incertezas da estimativa.

#### **2.2.1.**

##### **Estratégias do planejamento agregado de produção.**

Formular uma estratégia adequada para planejar a produção envolve uma análise dos pontos fortes e fracos da organização, competências adquiridas, oportunidades do mercado, riscos do negócio e qual a orientação industrial adotada pela empresa. Existem três estratégias de planejamento agregado da produção ( Davis et al, 2001 ) que, aplicadas isoladamente, ou em combinação entre elas, associam o uso dos recursos produtivos ao longo do período.

a - Acompanhando a demanda.

Esta opção alinha a taxa de produção com a demanda. É a estratégia mais indicada para o fornecimento de bens e serviços que apresentam uma demanda estável e constante. Ao adotar esta estratégia a empresa precisa contratar ou dispensar recursos humanos para ajustar o custo de produção a um padrão estimado. Contudo, a ação de ajustar o recurso humano necessário pode enfrentar problemas com a falta de mão-de-obra especializada e treinada ou ainda a desmotivação e queda de produtividade, quando os funcionários se sentirem ameaçados por uma retração de demanda.

Outros fatores a influenciar o custo de produção para esta primeira estratégia são a ociosidade de equipamentos, o custo de seleção e treinamento de mão-de-obra, o custo de dispensa de mão-de-obra e a perda de qualidade do processo produtivo, como consequência da rotatividade da mão-de-obra. Porém, a maior dificuldade para a adoção dessa estratégia é o comportamento da demanda, pois são raros os produtos ou serviços que apresentam uma demanda estável e constante.

b - Mão-de-obra estável com jornada de trabalho variável.

O princípio desta estratégia é alinhar a taxa de produção com a demanda, flexibilizando a jornada de trabalho. Mantém-se o quadro de mão-de-obra estável, garantindo um ambiente seguro, onde os funcionários não temem o desemprego como uma consequência de flutuações de demanda. A empresa deve negociar um banco de horas para garantir que, em momentos de depressão de demanda, não ocorra dispensa de mão-de-obra e/ou produção em excesso. Quando a demanda superar a capacidade produtiva, a empresa poderá fazer uso do banco de horas para realizar trabalho excedente e cobrir a falta de capacidade. Essa estratégia apresenta, como vantagens, a manutenção de trabalhadores treinados e motivados, custos menores de seleção e treinamento, estoque ajustado com a demanda e a manutenção de um padrão de qualidade para o processo produtivo.

A adoção dessa estratégia de criar um banco de horas envolve algumas dificuldades, como a complexa negociação com sindicatos, a rigidez das leis trabalhistas e a dimensão de flutuação de demanda.

A depressão de demanda por um longo período pode levar a um comprometimento dos custos de produção e da rentabilidade do negócio. Nesse caso,

a formação de banco de horas pode se inviabilizar, forçando a empresa a dispensar funcionários, rompendo com a base dessa estratégia. Por outro lado, o excesso de demanda poderá levar à formação de um banco de horas excessivo. Neste caso, o sindicato pode pressionar pelo pagamento de horas extras. Outro fator importante é o desgaste do operário com o excesso de horas trabalhadas, como agente causador de acidentes de trabalho, perda de produtividade e qualidade.

Essa segunda estratégia pode ser adotada com determinados cuidados em empresas com demanda variável, embora seja necessário conhecer e estabelecer limites com os funcionários para validar a estratégia.

c - Uso constante da capacidade.

Essa estratégia alinha a demanda com a oferta, trabalhando com estoques para suprir falta ou excesso de produto. A empresa trabalha com uma taxa constante de produção, usando toda a capacidade instalada e a mão-de-obra disponível. O excesso de oferta é estocado para suprir momentos de demanda maior que a capacidade. O princípio da estratégia é minimizar os custos de produção com o uso máximo do capital imobilizado em instalações.

A principal vantagem dessa estratégia é o uso intensivo da capacidade instalada e um quadro estável de mão-de-obra. As desvantagens começam com o capital imobilizado com estoques, o risco do estoque se tornar obsoleto e a demora da empresa perceber a necessidade de aumentar a capacidade para acompanhar um crescimento de demanda em longo prazo. A empresa precisa perceber que a demanda não está passando apenas por uma flutuação, mas de fato o que ocorre é um crescimento. Nesse caso, a demora na decisão de investir pode permitir a entrada de um concorrente.

Essa estratégia de fazer uso estável e constante da capacidade é normalmente adotada por empresas com processo de produção contínuo, como indústrias químicas, refinarias e setor de bebidas. É característico do setor o alto investimento de capital em instalações, assim como as flutuações de demanda são previsíveis.



### 2.3.

#### **Plano Mestre de Produção (PMP).**

O Plano Mestre de Produção estabelece qual o produto e quantidade que deverão ser produzidos ao longo do período correspondente ao planejamento. A atenção nessa fase do trabalho é assegurar o fluxo do processo produtivo, disponibilizando os recursos produtivos necessários no momento adequado. O objetivo do PMP é atender a solicitação específica do cliente dentro do prazo acordado no pedido.

A partir do PMP é gerado, pela explosão da estrutura de materiais, um mapa de necessidade de matéria-prima para o período correspondente ao planejamento. Através de uma análise consistente do estoque de insumos e pedido de compras pendentes de recebimento, é estabelecido um planejamento de demanda para os insumos descobertos pelo estoque e pedidos pendentes. A apresentação de um sistema que integre o sistema de produção, estoque e compras serão abordadas ainda neste capítulo ao avaliar o conceito de MRP/ MRP2.

A flexibilidade para atender a um pedido exige que o PMP determine limites para aceitar alterações na composição dos pedidos. A definição desse limite é dependente do tempo de atravessamento, da flexibilidade do processo produtivo, do nível de integração da cadeia de fornecedores e do projeto do produto.

Com o objetivo de melhor atender ao cliente e, assim, criar um diferencial competitivo em relação ao mercado, algumas empresas promoveram uma verdadeira revolução nas suas operações, a começar pelo desenvolvimento do projeto de produto, que passa a trabalhar a partir de bases comuns. Nessa etapa, os fornecedores são convidados a cooperar com sugestões, assegurando uma base para a formação da cadeia de suprimentos. O processo produtivo passa por uma análise e reorientação, visando à racionalização. Em situações extremas o fornecedor absorve tarefas anteriormente desenvolvidas pela empresa. Para suportar toda esta mudança são necessários um programa intensivo de treinamento e integração da mão-de-obra e o desenvolvimento de um sistema de informação integrado que facilite a comunicação dentro da empresa e entre a cadeia de fornecedores.

A Figura 2.2 mostra através de um exemplo, como as empresas relacionam a capacidade produtiva e o nível de ocupação da capacidade pelas encomendas firmes para estabelecer limites para alterações na composição do pedido.

No exemplo, o período I compreende as quatro primeiras semanas do horizonte de planejamento, podendo chegar até a sexta semana. Nesta fase as empresas processam pedidos de compras confirmados, que representam uma taxa de ocupação da capacidade produtiva superior a 80%. Para períodos de pique de demanda é comum empresas utilizarem horas extras para garantir prazos de entrega acordados. Empresas que produzem produtos customizados, e com tempo de processo longo, tendem a estender a região até da décima segunda semana.

O período I é de pouca ou nenhuma flexibilidade para alterar a especificação do produto e/ou quantidade solicitada no pedido. Essa região é conhecida como período congelado do PMP. Para essa região os insumos devem estar disponíveis no estoque ou aguardando entrega do fornecedor, com cronograma sincronizado com o PMP.

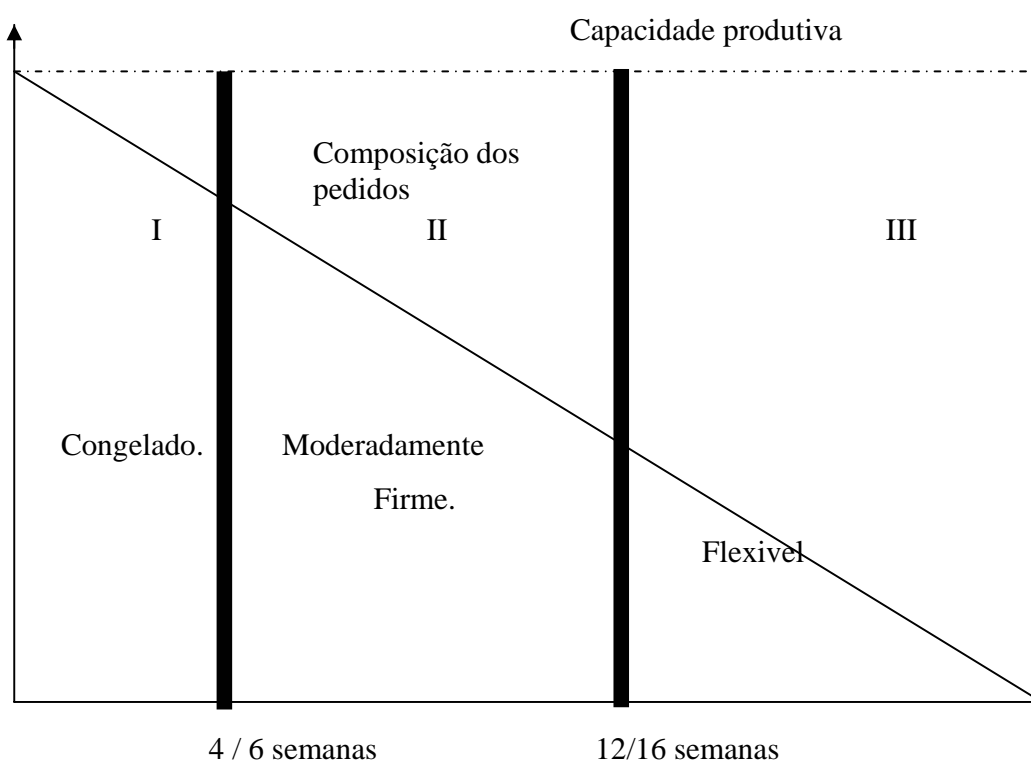


Figura 2.2 - Regiões de interferências no PMP. Fonte: Davis M. M. et al, 2001.

O período II compreende o intervalo da quarta até a décima segunda semana do planejamento. Nessa fase a empresa tem em média apenas 50% da capacidade produtiva com pedidos confirmados. Novos pedidos e alterações de quantidade e especificação dos produtos já solicitados são constantemente avaliados. A integração com os fornecedores é vital para determinar quais as mudanças que poderão ser aceitas. Esse é um período de realizar compra de insumos e confirmar pedidos feitos anteriormente a fornecedores externos e internos. Essa região é conhecida como período de flexibilidade moderada.

O período III compreende o intervalo a partir da décima segunda semana; em algumas empresas costuma ser a partir da décima sexta. Esse é o momento de avaliar a demanda junto a seus clientes e realizar ajustes nas previsões realizadas anteriormente. Normalmente, ocorrem as primeiras consultas que darão origem aos pedidos firmes no futuro. A capacidade produtiva é contraposta à previsão de demanda reajustada, determinando a necessidade ou não de ajustar a capacidade produtiva com novas contratações, realocação de mão-de-obra e equipamentos.

## **2.4.**

### **Planejamento das Necessidades de Material (MRP) e Planejamento dos Recursos de Manufatura (MRPII).**

Um sistema de MRP constitui-se da união dos sistemas de produção e controle de estoque. Ele tem o objetivo de planejar os materiais necessários para atender a um PMP estabelecido e determinar as ordens de produção necessárias. O MRP está difundido por milhares de companhias que produzem normalmente produtos repetitivos em grande escala. O aumento da capacidade de processamento dos computadores facilitou e barateou o processamento das listas de materiais necessários a produção.

Davis et al (2001) apresentam os objetivos do MRP sob três óticas.

a) Estoque.

O sistema proporciona encomendar o item certo, na quantidade certa e na hora certa.

b) Prioridades.

Encomendar com a data certa e assegurar que a data será mantida.

c) Capacidade.

Planejar para uma carga completa e acurada.

Planejar um tempo adequado, visualizando carga futura.

Com a expansão da economia, as empresas desenvolveram os seus produtos e, como consequência, o número de componentes usados na produção aumentou. A abertura comercial mundial determinou a possível expansão do número de fornecedores, formando um cenário propício para investir em sistema informatizado de planejamento de necessidades de materiais.

A adoção de um sistema informatizado de MRP apresenta diversos benefícios, incluindo:

- a- Níveis de estoque menores.
- b- Melhor atendimento ao cliente.
- c- Otimização dos recursos produtivos.

Segundo Davis et al (2001), ao adotar um sistema de MRP, algumas empresas anunciaram uma redução de 40% nos investimentos em estoque.

A Figura 2.3 representa a sistematização do fluxo de informações que compõem um sistema de MRP. Os pedidos em carteira e a previsão de vendas são dados de entrada para a formulação do PMP. Na seqüência, o sistema interage com a base de dados da estrutura dos produtos onde se localizam as listas de materiais e, através do processamento de um algoritmo customizado, calcula a necessidade bruta de materiais. Essa necessidade é comparada com a disponibilidade do estoque para gerar a necessidade líquida de materiais que dará origem a ordens de compras. Paralelo às ordens de compras, o sistema gera as ordens de trabalhos nas datas previstas para atender aos pedidos em carteira.

O MRP é um sistema regressivo, que determina necessidades ao longo do tempo a partir de uma demanda, porém ele não prevê falhas ou atrasos.

Para coibir desvios no processo produtivo, uma empresa, ao adotar um sistema de MRP, deve aplicar um processo de melhoria contínua de qualidade e manter atualizada a base de dados do estoque de matéria-prima e das listas de

materiais por produto. Outro ponto crítico é a confiabilidade nos fornecedores em cumprir prazos e garantir a qualidade dos insumos. É recomendável investir no desenvolvimento de uma cadeia de fornecedores e, quando possível, interligar os sistemas de informações.

O planejamento da necessidade de materiais foi ampliado para o planejamento dos recursos de manufatura (MRPII), que inclui um controle maior do chão de fábrica e o detalhamento da programação.

Em termos práticos o MRPII ampliou o cálculo da necessidade de materiais, incluindo o cálculo dos recursos produtivos (CRP). Esse módulo determina qual será o tempo de uso de cada recurso produtivo utilizado no processo para realização da programação determinada. Esse cálculo pode envolver a necessidade de mão-de-obra a ser empregada na execução de tarefas.

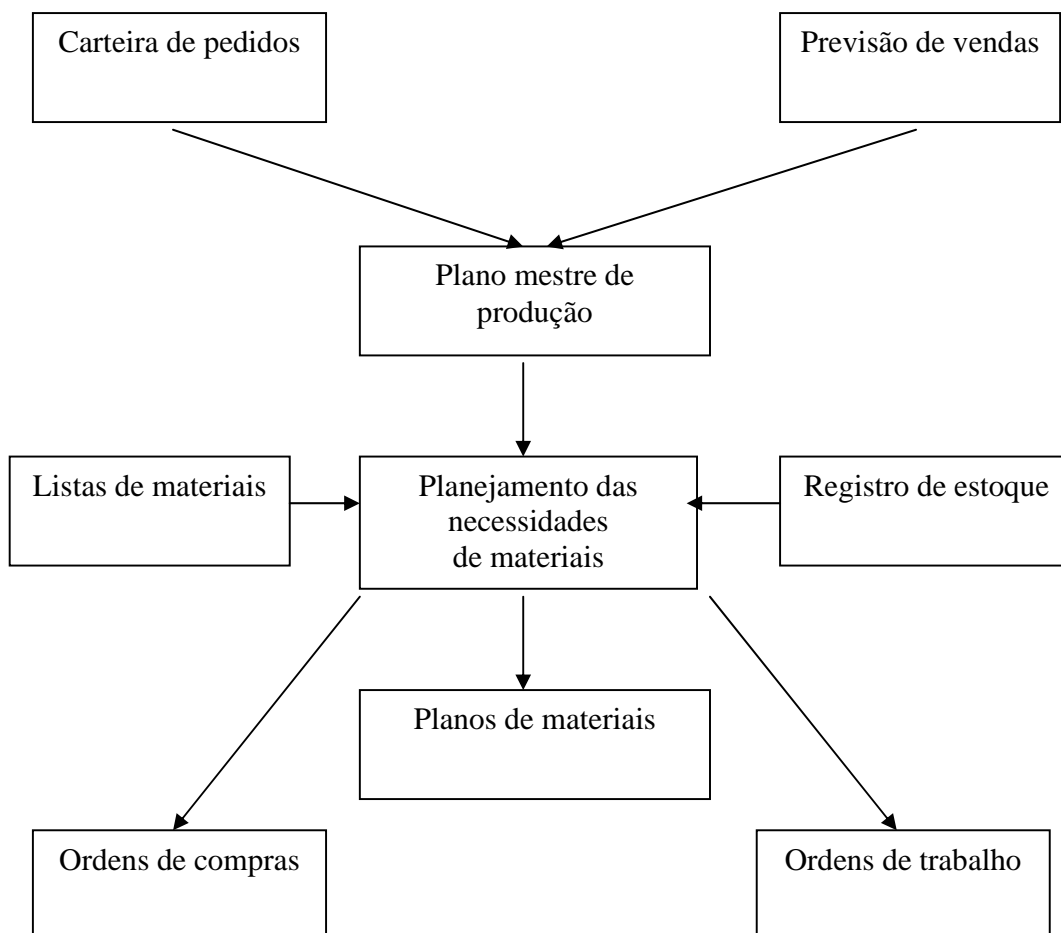


Figura 2.3 Esquema para um MRP.

Fonte: Slack et al (1999).

O procedimento do CRP é amparado pelo fluxograma de processo, pelo mapa de tempos de operação padrão estimado para o lote de produção e pelo número de operadores planejados por posto de trabalho. A partir da multiplicação do número de lotes necessários ao longo do período, pelo mapa de tempo padrão, determina-se qual o nível de trabalho necessário em cada recurso ao longo do tempo, ou melhor, o nível de ocupação de cada recurso, que, comparado com a capacidade instalada, verifica a viabilidade da programação. Quando possível, a empresa utiliza horas extras para cobrir falta momentânea de capacidade e assegurar a execução da programação.

Segundo Corrêa e Gianese (1996), o MRPII é um sistema hierárquico de administração da produção, em que os planos de produção ao longo do período são detalhados até se chegar ao nível do planejamento dos componentes e máquinas específicas.

O MRPII é um complexo sistema computacional que possui pelo menos cinco módulos básicos:

- a- Módulo de planejamento da produção.
- b- Módulo de planejamento mestre da produção.
- c- Módulo de controle de fábrica.
- d- Módulo de cálculo de necessidade de materiais.
- e- Módulo de cálculo de necessidade de capacidade.

Para assegurar o pleno funcionamento desses módulos é necessário atualizar constantemente os cadastros de estrutura de produto, os roteiros de produção, os mapas de tempos padrão e o sistema de controle de estoques.

Ao absorver o cálculo de necessidade de capacidade e o controle de fábrica, o sistema enfatiza a importância em dimensionar a capacidade produtiva utilizada e iniciar um controle sobre os recursos produtivos envolvidos no processo. O acompanhamento efetivo da fábrica permite a identificação dos problemas diários que comprometem a produtividade, e geram atrasos de fornecimento. As adoções de medidas corretivas e preventivas minimizam um dos maiores problemas do MRPII, os gargalos de produção, formados por eventos não previstos nos roteiros de produção.

O sistema MRPII executa o planejamento de duas formas: forma regenerativa e forma *net-change*.

Na forma regenerativa, o planejamento acompanha as variações do PMP, sofrendo um reprocesso para todo o planejamento, mesmo que a alteração de demanda seja localizada na demanda de apenas um item. É realizada uma nova rodada no sistema, excluindo apenas as ordens já iniciadas e os pedidos de compras confirmados junto aos fornecedores. Embora o processo regenerativo envolva um volume grande de cálculos, as empresas na sua maioria reprocessam o MRPII uma vez por semana.

Na forma *net-change* o planejamento é refeito somente para os itens ou famílias que sofreram alterações na demanda. Como as alterações são assinaladas, é feita uma nova rodada no MRPII, restrita aos itens alterados. Com um número menor de variáveis este procedimento ganha agilidade de processamento e análise.

Corrêa e Giansesi (1996) avaliam o MRPII como um sistema que privilegia a minimização de estoques e o cumprimento de prazos, porém negligencia o custo de processamento em momentos de replanejamento.

A programação feita da frente para trás, a partir de uma data de entrega, é a principal característica do MRPII. O programa calcula todas as necessidades ao longo do tempo, assim como determina o momento exato de liberar ordens de trabalho. Um dos pontos frágeis do sistema envolve o objetivo de minimizar o estoque, pois o sistema não prevê falhas no decorrer das atividades de produção e suprimentos de matéria-prima. Logo, a ocorrência de uma não conformidade implica em atraso que, por sua vez, gera estoque e insatisfação do cliente.

Outros pontos críticos são a previsão do tempo para suprimento de matéria-prima, fator fora de controle da empresa, e o tempo estimado por tarefa, que determina a ocupação de cada recurso. Este tempo é uma média apurada e pode variar de acordo com o desenvolvimento de cada operador. Essas oscilações ocasionam retenções de fluxo e formação de estoques.

## 2.5.

### Seqüenciamento da produção.

No início dos anos de 1950, a programação fina da produção introduz o uso de uma ferramenta específica para tratar o seqüenciamento das operações por recursos, o Gráfico de Gantt. O gráfico é representado por um quadro com linhas horizontais que representam os recursos disponíveis na empresa e as colunas correspondentes aos períodos referentes ao planejamento realizado. A Figura 2.4 representa o planejamento de trabalho para uma oficina fictícia.

O avanço da informática facilitou o processamento de dados com maior velocidade e com o custo menor. Esse avanço proporcionou o desenvolvimento de modelos matemáticos para tratar o seqüenciamento de produção em ambientes complexos, caracterizado por um número grande de restrições. Programas computacionais foram desenvolvidos para tratar a solução destes problemas, e hoje algumas empresas por todo o mundo utilizam essas ferramentas diariamente, para programarem suas atividades diárias.

| Recurso    | 2º feira | 3ºfeira | 4ºfeira | 5ºfeira | 6ºfeira | sábado | domingo |
|------------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Torno 01   | ■        | ■       | ■       | ■       | ■       |        |         |
| Torno 02   |          | ■       | ■       |         |         |        |         |
| Torno 03   |          |         | ■       | ■       | ■       | ■      |         |
| Fresa 01   |          | ■       | ■       | ■       | ■       |        |         |
| Furadeira  |          |         | ■       | ■       | ■       |        |         |
| Acabamento | ■        | ■       | ■       | ■       | ■       |        |         |

■ Recursos com ordens de serviços planejadas

Figura 2.4- Gráfico de Gantt para uma oficina.

Corrêa e Gianesi (1996) evidenciam, como vantagem competitiva alcançada a partir do uso de um seqüenciador de produção, a otimização de uso dos recursos



produtivos e a possibilidade de utilizar os dados gerados pelo seqüenciamento para avaliar o desempenho do chão-de-fábrica.

Burbidge (1983) relata como principais benefícios do seqüenciamento os seguintes pontos:

- 1-Garantia do prazo de entrega acordado.
- 2-Redução do tempo total de produção.
- 3- Garantia de otimização dos recursos produtivos.
- 4- Redução do tempo ocioso.
- 5- Redução do tempo de preparação de máquina.

Porém, no cotidiano de uma empresa, fatos não previsíveis afetam a execução de uma programação de produção. A quebra de máquinas, o absenteísmo dos empregados, a queda de produtividade e a falta de matéria-prima são fatores que interferem na eficiência e eficácia do processo.

Burbidge (1983) apresenta ainda três princípios que devem ser observados na realização de uma programação de produção.

Princípio da duração ótima de tarefas: A programação tende a atingir sua máxima eficiência quando a duração das tarefas é pequena e todas as tarefas são da mesma ordem de grandeza.

Princípio do plano de produção ótimo: A programação tende a atingir sua máxima eficiência quando o trabalho é planejado de forma que a carga de trabalho de todos os recursos seja igual.

Princípio da seqüência ótima de operações: A programação tende a atingir sua máxima eficiência quando o trabalho é planejado de forma que os centros produtivos obedeçam à mesma seqüência

### **2.5.1.**

#### **Estratégia de seqüenciamento.**

Ao definir o sentido do seqüenciamento para um processo, é necessário analisar a lógica aplicada e a estratégia de produção definida pela empresa. Para algumas empresas o objetivo é atender o cliente no prazo acordado e manter o menor

estoque possível. Nesse caso, a otimização de um recurso pode ser comprometida com a destinação de um tempo maior para preparação de máquina, e conseqüente, disponibilidade menor de tempo para produzir. Para outras empresas, o objetivo principal é otimizar a utilização de um recurso, e como conseqüência, ocorrem aumentos de estoques e se reduz a flexibilização do processo, dificultando a entrega para o cliente.

Percebe-se a existência de um conflito para o programador de produção. No caso das linhas de produção flexíveis, elas apresentam um rendimento menor em função do tempo de preparação. Linhas de produção pouco flexíveis apresentam um rendimento maior, porém trabalham com estoques maiores e com maior tempo para atendimento ao cliente.

#### **2.5.1.1.**

##### **O sentido do seqüenciamento.**

a- Programação para frente: aloca as tarefas pré-definidas no processo, a partir da data de início mais cedo. Essa data pode estar associada à validade esperada para o produto final, à disponibilidade de máquina e à disponibilidade de matéria-prima. Essa lógica assegura início imediato de uma tarefa, tão logo os recursos estejam disponíveis.

Com esta abordagem de programação, é esperada a formação de estoques, logo ela só deve ser aplicada para produtos com a continuidade garantida e com demanda previsível, pois, mesmo para produtos contínuos, a formação excessiva de estoque é nociva para a saúde financeira da empresa.

b- Programação para trás: busca a otimização dos recursos produtivos, alocando tarefas aos recursos produtivos apenas no momento necessário. É esperado um baixo nível de estoque de produtos prontos e em processo, porém esta opção exige um ambiente com controle e poucas interferências, como quebra de máquinas e faltas de insumos.

As atividades de manutenção preventiva e preditiva assumem uma grande importância como agente inibidor de paradas imprevistas de máquina. Outra

recomendação estende-se para a formação de uma cadeia de fornecedores pré-qualificados e integrados. O fluxo de informações dentro da cadeia de suprimentos deve permitir a redução do estoques, porém, a continuidade do processo produtivo deve ser assegurada.

Complementa as ações preventivas, um severo programa de treinamento e acompanhamento dos funcionários. Em ambas as opções o fator humano é decisivo para o sucesso da estratégia escolhida, pois todo o processo de seqüenciamento obedece a tempos padrões para execução das tarefas e, quando estes não são alcançados, o processo gera estoques e atrasos na entrega dos produtos aos clientes.

c- Programação bi-direcional: combina as duas opções anteriores. Ela inicia o seqüenciamento pelo recurso crítico do processo, o gargalo da produção. A partir deste recurso, as operações antecedentes e subseqüentes são alocadas, obedecendo ao fluxo do processo. Essa opção tem como principal objetivo racionalizar o uso do recurso crítico.