

## 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados alguns tópicos sobre o planejamento e controle de produção e capacidade na gestão de operações.

O mercado mundial tem enfrentado grandes transformações de ordem econômica e de avanço tecnológico. Devido a essas transformações, as empresas viram-se obrigadas a obter um melhor desempenho operacional, para sobreviver à concorrência imposta pelo mercado, com o objetivo de construir um sistema de produção eficiente, maximizando os ganhos de produtividade e ao mesmo tempo modificando a maneira de organizar sua produção. Redução de custos produtivos, maior flexibilidade na produção, melhoria de qualidade dos produtos, redução do tempo de fluxo de produção, redução de estoques e principalmente pontualidade em relação aos prazos de entrega tornaram-se fundamentais na busca de um diferencial competitivo.

A sazonalidade de alguns produtos faz com que a demanda se torne inconstante durante o período anual, tanto em relação às quantidades quanto em relação à diversificação dos modelos. Para ajustar a capacidade produtiva às variações de consumo, utiliza-se o Planejamento e Controle de Produção (PCP).

A principal função do PCP é comandar as tarefas de produção e administrar os recursos, garantindo que produtos específicos sejam produzidos, satisfazendo os planos de demanda aprovados.

A Figura 1 apresenta as relações entre sistemas produtivos para atender uma solicitação de venda.

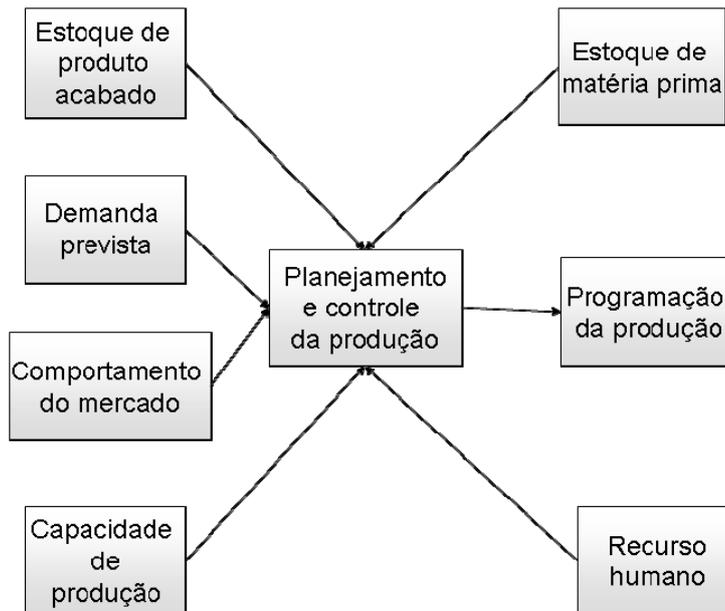


Figura 1 - Fluxograma para um sistema de produção. Fonte: Silvia (2006)

Os principais objetivos do PCP são:

- Minimizar atrasos e não-atendimentos de ordem de produção.
- Minimizar estoques.
- Minimizar a ociosidade dos recursos produtivos.
- Minimizar *Lead-times* da produção.

Slack et al. (2007) defende que, a princípio, existem os recursos da operação e na outra ponta há o mercado de consumidores. O planejamento e controle fornecem os sistemas, procedimentos e decisões estabelecendo as atividades que relacionam o suprimento à demanda.

O planejamento surge da necessidade de decisão futura. Informações confiáveis das condições futuras de mercado e uma boa previsão da demanda são elementos imprescindíveis para a composição do planejamento de longo prazo.

Na visão de Correa e Correa (2007), um bom processo de planejamento depende em primeiro lugar de uma visão adequada do futuro. Ainda, nesta visão planejar é entender como a situação presente e a visão de futuro influenciam as decisões tomadas no presente para que sejam atingidos determinados objetivos no futuro.

A indústria de manufatura tem sido motivada a tornar seus processos mais eficientes devido à alta competitividade imposta pelas transformações de ordem econômica. Os avanços tecnológicos, notadamente os avanços de tecnologia de

informação, proporcionam uma nova gestão de produção. Criam-se oportunidades e ganhos competitivos, tornando imprescindível a implementação de um plano de produção e o controle de acompanhamento da execução deste plano.

No conceito de Slack et al. (2007), os planos são expectativas, ou seja, a formalização de o que se pretende que aconteça, no entanto na vida real imprevistos acontecem: máquinas quebram, funcionários adoecem etc. O controle é o conjunto de estratégias ou ações para reagir a esses desvios.

O controle faz ajustes que permitem que a operação atinja os objetivos que o plano estabeleceu.

## 2.1

### Planejamento ao longo do tempo

Slack et al. (2007) consideram que no planejamento e controle de longo prazo as previsões de demanda devem ser analisadas de forma agregada, os recursos também são determinados de forma agregada e os objetivos são estabelecidos, em grande parte, em termos financeiros. Já no curto prazo para previsão de demanda deve-se utilizar a demanda desagregada ou real. Faz-se necessária a intervenção nos recursos, para corrigir desvios dos planos e os objetivos operacionais devem ser firmados, *ad hoc* (caso a caso).

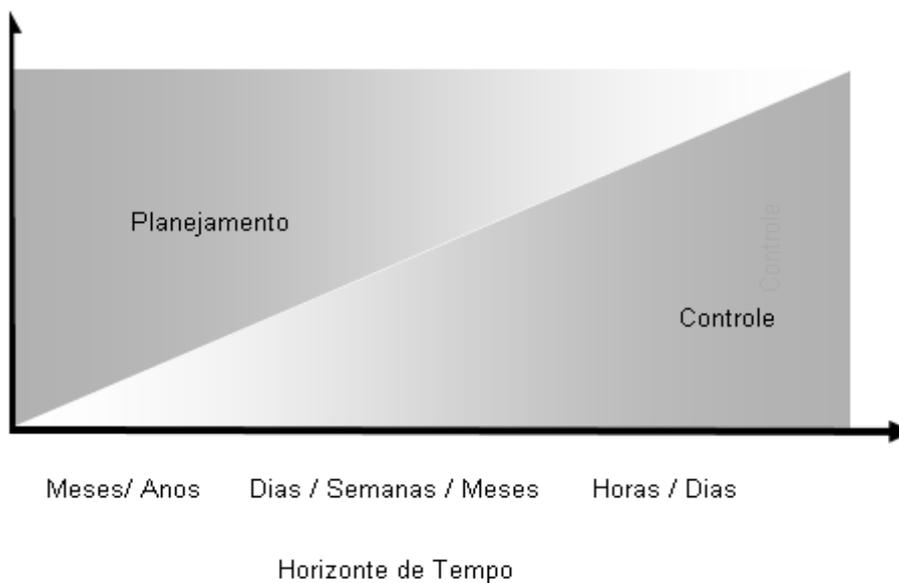


Figura 2 - Importância do Planejamento e Controle ao longo do tempo. Fonte: Slack et al. (2007)

A Figura 2 mostra como a influência do Planejamento e Controle muda a longo, médio e curto *prazos*.

Com relação ao horizonte de tempo, o sistema PCP pode ser dividido em três níveis hierárquicos: estratégico, tático e operacional Anthony (1965, *apud* Araújo e Arenales, 2000).

Planejamento Estratégico é um planejamento de longo prazo, nível mais alto de decisões onde são defendidas as metas globais de uma empresa. Os gerentes de produção estão preocupados com orçamento e metas financeiras (custos e receitas). São desenvolvidas estratégias de ampliação de capacidade, alteração na linha de produtos e desenvolvimento de novos produtos.

Planejamento Tático – programa as estratégias definidas no planejamento de longo prazo (planejamento estratégico) de forma eficiente. Nesta etapa, a visão já é feita de forma parcialmente desagregada.

No médio prazo, encontramos o Plano Agregado de Produção, que é feito em termos de famílias de itens, que são agregados para itens semelhantes.

Segundo Correa e Correa (2007), deve-se garantir a significância das famílias de itens, ou seja, agregá-las demais pode levar à perda de pontos importantes para a decisão. Para que a família seja apropriada, esta deve, tanto quanto possível, adequar-se à manufatura, à engenharia e ao marketing.

Ritzman e Krajewski (2005) sugerem que as empresas utilizem o plano agregado para obter uma visão macro de seus negócios.

Assim, o Plano Agregado de Produção se concentra em uma linha de ação geral, coerente com as metas e objetivos estratégicos da empresa. Por essa razão, os planos de produção e de pessoal são preparados agregando produtos, serviços, unidades de mão-de-obra ou unidades de tempo similares.

Planejamento Operacional – Trata a decisão do dia-a-dia da produção da empresa. A demanda é analisada de forma totalmente desagregada ou real, ao alterar o plano no curto prazo os gerentes de produção tentam equilibrar a qualidade, a rapidez, a confiabilidade, a flexibilidade e os custos de forma *ad hoc* (caso a caso). Este nível executa os planos definidos anteriormente.

O Plano-Mestre de Produção (*Master Production Schedule* - MPS) está dentro do nível de curto prazo e tem como objetivo desmembrar os produtos do plano agregado em produtos acabados. O MPS estabelece quando e em que quantidade cada produto será produzido em intervalos de tempo específicos.

Ritzman e Krajewski (2005) demonstram os seguintes aspectos do Plano-mestre de Produção:

- 1) A soma das quantidades no MPS deve ser igual à do plano agregado de Produção. Essa coerência é necessária por causa da análise econômica feita para obter o plano agregado.
- 2) O planejador precisa selecionar o tamanho do lote para cada tipo de produto.
- 3) O planejador precisa conhecer a capacidade da mão-de-obra ou das máquinas, espaço de armazenagem ou capital de giro. Ele precisa também compreender que alguns produtos exigem mais recursos do que outros e deve estabelecer a data e as quantidades de produção correspondentes.

No curto prazo, o planejamento é mais uma análise das prioridades e dará origem às tomadas de decisão (Slack et al., 2007).

O Planejamento de Materiais é realizado com a análise das necessidades de materiais para execução do plano de produção. A partir das exigências impostas pelo MPS e das informações trazidas pelo controle de estoque são feitos os cálculos para determinar quais materiais devem ser fabricados e comprados.

O Planejamento do Controle da Capacidade tem como papel principal acompanhar a viabilidade de planejamento de materiais, identificar os gargalos e estabelecer a programação de curto prazo, caso estejam ocorrendo desvios representativos.

## 2.2

### **Planejamento e controle de capacidade**

Capacidade, segundo Slack et al. (2007), é o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação.

Níveis de capacidade iguais ou superiores à demanda garantem, por um lado, que toda a demanda seja atendida e não haja perda de receita. Por outro lado, a decisão de produzir estoques de bens acabados antecipando-se à demanda influencia o capital de giro, uma vez que a organização se vê obrigada a financiar esse estoque até que ele seja vendido.

Assim acadêmicos e gestores visam o mesmo objetivo: maximizar os serviços aos clientes, minimizar estoques e maximizar a utilização dos recursos produtivos.

Segundo Correa e Correa (2007), no mundo real essa visão de mundo perfeito tende a ficar distante, visto que respostas muito rápidas aos clientes só podem ser dadas com algum nível de estoque e as fábricas não podem operar com taxas de produção constantes e próximas à capacidade instalada devido à variação da demanda. Assim, os programadores devem achar a melhor solução capaz de compatibilizar os conflitos existentes dentro da organização entre diferentes funções e níveis hierárquicos de planejamento.

Ritzman e Krajewski (2005) descrevem que o plano de produção deve englobar um equilíbrio entre alternativas conflitantes. Mais deve equilibrar a velocidade de atendimento aos clientes e o menor nível de estoques possível.

As decisões de trabalhar horas extras e recrutar pessoal adicional em geral são firmadas com relação aos níveis de demanda previstos, análises estatísticas podem estimar de quanto a demanda real pode diferenciar da média. Assim, o gerente de produção estará preocupado em reagir às flutuações de demanda e o quanto será importante ter a necessidade de pessoal de reserva.

Na opinião de Slack et al. (2007), em uma fábrica a medida de capacidade de insumo é demarcada pelas horas de máquina disponíveis e a medida de capacidade de volume de produção é calculada pelo número de unidades por semana. No entanto, este volume depende principalmente do mix de produtos.

Segundo Slack et al. (2007), se a capacidade for substancialmente dependente do tamanho da força de trabalho, o método mais rápido e eficiente para ajustar a capacidade à demanda é alterando o número de horas produtivas trabalhadas pelo pessoal da produção. Quando a demanda excede à capacidade nominal, o dia de trabalho pode ser estendido, por outro lado, quando a demanda é menor do que a capacidade, o dia de trabalho na produção pode ser reduzido, remanejando os funcionários para outras atividades, como limpeza e manutenção.

Ainda na visão de Slack et al. (2007), os custos relacionados a este tipo de operação são os pagamentos adicionais pelas horas extras trabalhadas e custos associados em se manter a produção aquecida, ágil e segura durante o período extra de trabalho. Há de se ter em mente que existe um limite para a quantidade de

tempo extra que a força de trabalho pode suportar antes que a produtividade e a qualidade diminuam (retornos decrescentes de escala).

Na opinião de Ritzman e Krajewski (2005), se a capacidade da mão-de-obra excede às necessidades de demanda em um período (descontando o estoque de antecipação) criam-se horas ociosas. Uma vez que esse excesso de capacidade não pode ser usado produtivamente para criar estoques, pois quando produtos são customizados, o estoque de antecipação não é uma boa solução, uma vez que não se conhece suas especificações, ou quando os clientes não desejarem aquilo que foi produzido antecipadamente porque os itens não atendem a seus requisitos exatos.

Assim, segundo os autores Ritzman e Krajewski (2005), horas ociosas podem ser ajustadas pela empresa, onde o empregador pode encorajar e programar as férias de seus funcionários para períodos onde ocorre uma diminuição anual das vendas, deixando uma equipe reduzida para cobrir as operações. Ainda na linha de pensamento de Ritzman e Krajewski (2005), alternativa para suprir a falta de capacidade a curto prazo em períodos de alta demanda pode ser a subcontratação, ou seja comprar capacidade de outras organizações.

Na opinião de Slack et al. (2007), se a demanda é estável e conhecida a empresa consegue trabalhar reduzindo custos médios de produção e melhorando o serviço, com a capacidade acertada e com ganhos de produtividade aumentada. Muitas organizações identificam esses benefícios e “tentam administrar a demanda”, com a determinação de transferir a demanda dos períodos de pico para períodos tranquilos.

Essa função, ainda na visão de Slack et al. (2007), está fora da responsabilidade do gerente de produção, cabendo à função do gerente de marketing e/ou vendas.

A gerência de produção analisa as previsões de demanda conhecendo sua capacidade atual e através do cálculo do estoque do período anterior cria seus planejamentos e toma suas decisões fundamentadas nessas informações.

## 2.3

### Previsão de demanda

O Plano-mestre de produção é de competência de vários técnicos, engenheiros e gestores da empresa e sua grande preocupação é quanto, quando e como produzir. Desta forma, o plano-mestre deve considerar a melhor previsão possível da capacidade do mercado. Utiliza-se de técnicas de previsão da demanda para alcançar tal objetivo.

Para algumas operações, a demanda é conhecida com exatidão, no curto e no médio prazo. Em outras operações, a demanda pode ser inconstante mesmo no curto prazo. Ou seja, algumas operações podem prever a demanda com mais acuidade e simplicidade de cálculo do que outras. Uma maneira de se estimar a demanda é através de dados observados no passado (previsão estatística).

Algumas operações atuarão na forma de demanda dependente, uma vez que este tipo de demanda é fortemente influenciado pela demanda de um ou mais produtos. Uma vez conhecida a relação entre dois produtos, é possível determinar as incertezas de previsão, através do acesso às informações da demanda do outro produto.

Para este tipo de processo, a operação começará quando for necessária. Cada pedido aciona as atividades de planejamento e controle para organizar sua produção. O planejamento e controle da demanda dependente são a sequência da demanda dentro da operação - MRP (*Material Requirement Planning*).

A Figura 3 mostra a lógica do planejamento de produção adotada pelo MRP, onde cada produto possui uma lista de materiais que o compõe, calcula-se a necessidade de materiais comprados ou fabricados, baseado no tempo de entrega, para que se cumpram os prazos, com um mínimo de estoques.

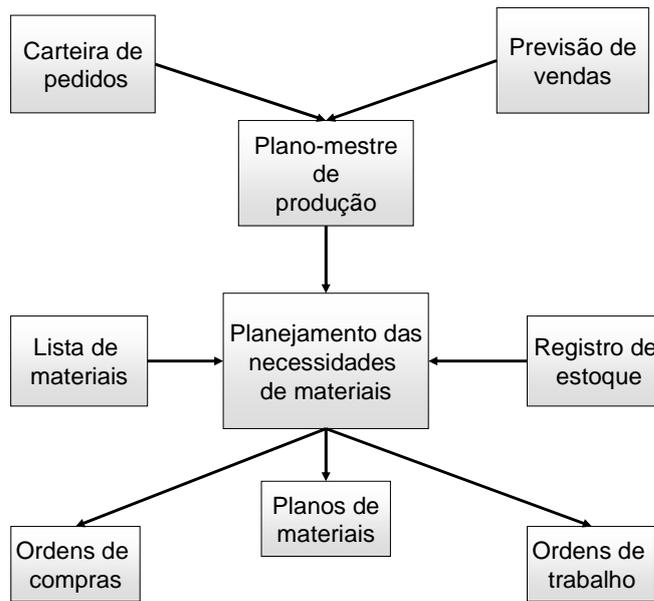


Figura 3 - Esquema para um MRP. Fonte: Silvia (2006)

A demanda independente não está associada a nenhuma outra demanda conhecida e exige necessidade de recorrer às previsões de consumo futuro. O consumo futuro não depende somente da organização, mas também do desempenho e promoções das ofertas concorrentes e das condições de mercado.

O planejamento e controle devem conciliar a demanda com o suprimento em termos de volume, tempo e quantidade. Para conciliar o tempo e o volume há algumas atividades como: carregamento, sequenciamento, programação e controle.

A propagação de erro sobre a demanda na *Supply Chain* (SC), também chamado de efeito Chicote (*bullwhip effect*), foi identificada por Forrester (1958, *apud* Pires, 2004) no MIT (Massachusetts Institute of Technology. Segundo o pensamento de Pires (2004), este efeito se refere à amplificação da variância das informações da demanda à medida que elas se propagam ao longo da SC, com o consequente aumento dos estoques. Ou seja, as flutuações da demanda em um fornecedor de matéria-prima tendem a ser bem maiores do que a demanda real existente entre o ponto de venda e o consumidor final.

Segundo Taylor (2000, *apud* Pires, 2004), a administração da demanda na cadeia de suprimento tem como objetivo eliminar e minimizar as causas de incertezas e variedades existentes.

Foster (1958, *apud* Pires, 2004) atribuiu como causa principal desse efeito a lógica de decisão dos indivíduos que têm tendência a exagerar nas quantidades das ordens de compra e/ou produção (*over-respond*) para atender a uma determinada demanda recebida.

## 2.4

### Controle empurrado x controle puxado

Na visão de Slack et al. (2007), um controle nada mais é do que uma intervenção periódica nas atividades da operação. Existem as intervenções que empurram o trabalho por meio dos processos e as que puxam o trabalho somente quando necessário.

Em um sistema de planejamento e controle empurrado utiliza-se o MRP. Desta forma os materiais são movidos para a próxima etapa logo que são processados. Ou seja, sem levar em consideração se o centro de trabalho seguinte pode processá-lo

Já em um sistema de planejamento e controle puxado, as especificações são movidas pelo trabalho antecedente. Sem requisição do consumidor o fornecedor não recebe autorização para produzir.

Com relação aos estoques, os sistemas puxados são menos submetidos à criação de estoque com o apoio da operação Just In Time - JIT. Cada etapa só pode progredir quando a etapa seguinte solicita. Os estoques de semiacabados não se acumulam entre os processos.

A filosofia do JIT consiste em eliminar perdas diminuindo o estoque desnecessário e eliminando as atividades que não agregam valor às operações (Ritzman e Krajewski, 2005).

## 2.5

### Gestão de estoque na rede de operações

O estoque é uma preocupação constante dos gestores de produção devido à grande influência que tem na rentabilidade das empresas e ao alto valor financeiro que absorve.

Ritzman e Krajewski (2005) definem que para financiar o estoque, uma empresa pode obter um empréstimo ou abrir mão da oportunidade de um investimento que promete um retorno atrativo.

Os juros ou custo de oportunidade, o que for maior, normalmente é o componente mais expressivo do custo de manutenção.

A manutenção de estoque também pode ser custosa, uma vez que produtos acabados e armazenados têm riscos de se deteriorar, se tornarem obsoletos ou se perder. Além disso, ocupam espaço físico. Por outro lado, o estoque serve para adequar as taxas de produção de demanda do mercado. Assim, ele proporciona certo nível de confiança em operações incertas e complexas.

Ritzman e Krajewski (2005) concluíram que uma fábrica que enfrenta oscilação de demanda, a princípio acumularia estoque de antecipação durante o período de demanda reduzida e usaria durante períodos de demanda acentuada. Porém, esta estratégia é bastante dispendiosa, apesar de estabilizar a taxa de produção e os níveis da força de trabalho. O valor do produto acabado pode ser muitas vezes maior do que a soma dos valores dos seus componentes. Assim pode ser preferível estocar componentes e subconjuntos que podem ser montados rapidamente quando o pedido for colocado.

Slack et al. (2007) classifica o estoque em quatro tipos:

1. Estoque de Proteção: tem a função de compensar as incertezas inerentes ao fornecimento e demanda.
2. Estoque de Ciclo: a produção é feita em lotes, ocorre porque um ou mais estágios na operação não podem fornecer todos os itens simultaneamente. Ou seja, somente um tipo de produto, pode ser produzido por vez.
3. Estoque de Antecipação: é usado nos produtos de grande variação de demanda.
4. Estoque em trânsito (no canal ou de distribuição): existe porque o produto não pode ser transportado instantaneamente entre o ponto de produção e o ponto de venda.

Segundo Correa e Correa (2007), quanto maiores os estoques, entre duas fases de um processo de transformação, mais independente entre si essas fases são. Desta maneira, a interrupção de uma fase não acarreta automaticamente na interrupção da subsequente.

De acordo com Slack et al. (2007), estes estoques geram custos que podem ser divididos em:

1. Custo de Colocação de Pedido: quando um pedido é colocado para reabastecer o estoque temos custos para empresa: custo de preparação do pedido, arranjo para que se faça a entrega e custo de pagar o fornecedor.
2. Custo de Desconto de Preço: em muitos casos os fornecedores oferecem descontos sobre o preço normal para maiores quantidades e podem impor custos extras para pequenos pedidos.
3. Custo de Falta de Estoque: podem levar à insatisfação dos consumidores ao gerar erro na decisão de quantidade de pedido e ficar sem estoque.
4. Custo de Capital de Giro: quando um pedido de reabastecimento é colocado, provavelmente haverá uma defasagem entre o pagamento dos fornecedores e o pagamento dos consumidores. Durante este período tem-se que ter fundos para manter os estoques, chamado de capital de giro. Os custos associados a ele são os juros pagos aos bancos por empréstimos realizados e o custo de oportunidade de não-investirmos em outras transações financeiras.
5. Custo de Armazenagem: a armazenagem física dos produtos, locação, climatização e iluminação do armazém pode levar a altos custos. Principalmente quando este tipo de armazenagem requer condições especiais, como baixa temperatura e alta segurança.
6. Custo de Obsolescência: itens estocados por longo tempo correm riscos de se tornarem obsoletos ou se deteriorarem.
7. Custo de Ineficiência de Produção: de acordo com a filosofia do JIT, altos níveis de estoque impedem de se identificar os problemas de produção.

Segundo Saggiaro *et al.* (2006), o custo de pedido pode ser tanto fixo associado a um pedido unitário de compra dos itens pedidos como variáveis como, por exemplo: fretes, envio da ordem, recebimento e inspeção.

Na visão do autor, o custo de manutenção (ou custo de armazenagem) de estoques é proporcional à quantidade e ao tempo que os itens de estoque permanecem armazenados, um dos custos mais relevantes é o custo de oportunidade, onde a taxa de oportunidade pode ser calculada pelo WACC (*Weighted Average Cost of Capital*)

Uma maneira de avaliar os itens de estoques é classificando-os, de acordo com suas movimentações de valor (taxa de uso x valor individual).

Na visão de Slack et al. (2007), os itens com movimentações de valores mais altos requerem um controle e acompanhamentos mais rigorosos visando uma maneira mais eficiente com relação aos custos.

O princípio da curva ABC ou 80-20 foi observado por Vilfredo Pareto, na Itália, no final do século passado, num estudo de renda e riqueza segundo o qual uma parcela apreciável da renda concentrava-se nas mãos de uma parcela reduzida da população numa proporção de aproximadamente 80% e 20% respectivamente. Este estudo tem tido grande aplicabilidade na análise de estoques. Uma pequena quantidade de itens contidos em estoque vai representar uma grande porção do valor total do estoque (Lei de Pareto, regra 80/20), onde 80% do valor do estoque de uma operação são responsáveis por somente 20% de todos os tipos de itens estocados.

Segundo Saggiaro *et al* (2006), uma classificação ABC baseada no valor em estoque pode, por exemplo, indicar quais produtos estão gerando maiores custos de manutenção de estoques. Os gestores concentrariam, assim, seus esforços nos itens da classe A. Métodos de gestão de estoques mais sofisticados, com pessoal qualificado e recursos computacionais deveriam ser usados para esses itens, enquanto métodos mais simples e de menor custo devem ser usados para os outros produtos de classes B e C.

- Classe A – Alto valor
- Classe B \_ Médio valor
- Classe C \_ Baixo valor.

As empresas enfrentam um dilema: quanto deverá estocar? O departamento de vendas deseja um estoque elevado para garantir o atendimento ao cliente e o setor de produção prefere também trabalhar com uma maior margem de segurança de estoque. Porém, para a saúde financeira da empresa, esses estoques elevados necessitam de uma grande quantidade de capital investido, prejudicando seu fluxo de caixa.

O planejamento é então uma ferramenta importante para a criação de uma política de estoque eficiente. Para isso, a empresa deverá acompanhar regularmente:

- a) os itens em estoque, avaliando a lucratividade e a posição da empresa diante do mercado;
- b) o recebimento e a correta forma de armazenagem dos insumos;
- c) inventários periódicos para cálculo das quantidades e do estado dos materiais estocados;
- d) o tempo de reposição para cada tipo de produto.

O objetivo do gestor de produção é impedir a interrupção de fluxo de produção pela falta de determinado material ou por um equipamento ter disponibilidade incerta, desta forma, algum nível de estoque (chamado de segurança) continuará sendo necessário. Os estoques de segurança deverão ser maiores quanto maior for a distância do fornecedor ou mais problemático for o fornecedor com relação aos prazos de entregas. Na hora de decidir de qual fornecedor deve comprar, os custos do estoque de segurança devem ser levados em consideração na decisão.

O desafio diante do qual se encontra o gerente de operação é que os custos das atividades de produção não se encontram todos no mesmo sentido, ou seja, à medida que os custos correspondentes a uma operação crescem há uma compensação, de modo que os custos de outra operação, ligados à mesma atividade logística caem. A questão consiste em encontrar o ponto de equilíbrio, isto é, o nível para o qual o conjunto dos custos apresenta o ponto mínimo.

Quando há incertezas, tanto no fornecimento quanto no consumo esperado, os gestores podem optar por manter determinados níveis de estoque de segurança, mesmo envolvendo custos nesta operação. Uma falta de estoque ou um atraso na entrega pode levar aos clientes insatisfeitos, a cancelarem os pedidos, ocasionando a perda de uma venda.

Assim o PCP busca, através da eliminação de atividades desnecessárias, evitar os desperdícios e administrar situações de compensação de custos, para minimizar o custo total de produção.

## 2.6

### Aplicações de modelos matemáticos de otimização

Destacam-se, aqui, as principais tendências das pesquisas em Gestão da Produção que aplicam modelos de programação matemática para auxiliar nas decisões estratégicas de planejamento em diferentes setores industriais.

Na literatura acadêmica, artigos publicados descrevem resultados significativos encontrados em estudos de casos para diversas organizações com o uso de modelos de otimização.

Mesquita e Santoro (2004) citam a revista *Interfaces*, editada pela *Inform Systems - Institute for Operations Research and Management Science*, como a revista que apresenta uma linha editorial para promover a publicação de artigos que descrevem a aplicação de modelos de otimização em casos reais.

Ainda na visão de Mesquita e Santoro (2004), na engenharia de produção, as áreas de planejamento e controle da produção apresentam grandes aplicações de modelos de otimização. Hax e Candea (1984) constituem uma referência clássica sobre a modelagem matemática dos problemas de planejamento, programação e controle da produção. Graves *et al.* (1981) reúnem diferentes trabalhos, onde se discutem os problemas de otimização da produção e estoque, incluindo os casos mais complexos com múltiplos produtos e estágios de produção.

No setor agroindustrial brasileiro, achamos alguns exemplos de estudo de caso de planejamento de produção para produtos como: carne de frango, açúcar e álcool, flores, sucos concentrados de laranja e sementes de milho: Taube (1996), Yoshizaki *et al.* (1997), Colin *et al.* (1999), Munhoz e Morabito (2001 A, 2001 B), Caixeta - Filho *et al.* (2002), Paiva e Morabito (2007) e Junqueira e Morabito (2006).

Toledo *et al.* (2007), modelam matematicamente e solucionam um problema multinível integrado de programação da produção em um ambiente industrial com máquinas paralelas que apresentam restrições de capacidade, custos e tempos de preparo dependentes da sequência. O problema é motivado pela realidade encontrada em alguns setores industriais, em particular o de fabricação e engarrafamento de bebidas.

No estudo de caso desenvolvido em uma fábrica de rações (setor de nutrição animal) realizado por Toso e Morabito (2005), o problema é modelado por programação linear inteira mista e resolvido por meio da linguagem de modelagem GAMS/CPLEX.

A presente dissertação foi motivada pela sua potencialidade de aplicações de programação matemática e tem como objetivo otimizar uma função, minimizando custos operacionais. Para isso, foi utilizado um modelo matemático linear para ajudar na decisão de planejamento e controle de capacidade.