

Henrique Luiz Corrêa  
Crummer Graduate School of Business, Rollins College

Irineu Gustavo Nogueira Giansesi  
IBMEC Business School, São Paulo

Mauro Caon  
Fundação Carlos Alberto Vanzolini da USP

# PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

## MRP II/ERP

Conceitos, Uso e Implantação  
Base para SAP, Oracle Applications e  
outros *Softwares* Integrados de Gestão

5ª Edição

Prof. Antonio Moretti  
IMECC - UNICAMP - SALA 130  
moretti@ime.unicamp.br

SÃO PAULO  
EDITORA ATLAS S.A. - 2010

© 1997 by Editora Atlas S.A.

1. ed. 1997; 2. ed. 1998; 3. ed. 2000; 4. ed. 2001; 5. ed. 2007;  
4. reimpressão 2010



Capa: Zenário A. de Oliveira  
Composição: Formato Serviços de Editoração Ltda.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Corrêa, Henrique L., 1960-  
Planejamento, programação e controle da produção : MRP II/ERP : conceitos, uso e implantação : base para SAP Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão. – Henrique L. Corrêa, Irineu G. N. Gianesi, Mauro Caon. – 5. ed. – 4. reimpr. – São Paulo : Atlas, 2010.

**Bibliografia.**

ISBN 978-85-224-4853-1

1. Administração da produção 2. Controle de produção 3. Produção – Planejamento 1. Gianesi, Irineu G. N., 1960- II. Caon, Mauro. III. Título.

97-3349

CDD-658.503  
CDD 658.56

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Controle da produção : Administração de empresas 658.56
2. Planejamento da produção : Administração de empresas 658.503
3. Produção : Controle : Administração de empresas 658.56
4. Produção : Planejamento : Administração de empresas 658.503

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos de autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

Impresso no Brasil/Printed in Brazil



Editora Atlas S.A.  
Rua Conselheiro Nébias, 1384 (Campos Elísios)  
01203-904 São Paulo (SP)  
Tel.: (011) 3357-9144 (PABX)  
www.EditoraAtlas.com.br

À Teresa, Clara e Camila  
À Eliana, Lucas e Bruno

---

# Sumário

---

*Prefácio à 5ª edição, xi*

*Prefácio à 4ª edição, xiii*

*Prefácio à 2ª edição, xv*

*Prefácio à 1ª edição, xvii*

## 1 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, 1

1.1 Importância estratégica do sistema de administração da produção, 2

1.2 Conceito de planejamento, 16

1.3 Questões e tópicos para discussão, 28

## 2 CONCEITOS DE GESTÃO DE ESTOQUES, 29

2.1 Função dos estoques, 29

2.2 Razões para o surgimento/manutenção de estoques, 32

2.3 Modelo básico de gestão de estoques, 36

2.4 Gestão de estoques de itens de demanda dependente – introdução, 72

2.5 Questões e tópicos para discussão, 73

*Exercícios, 73*

## 3 MRP – PLANEJAMENTO DE NECESSIDADES MATERIAIS, 78

3.1 Conceito de cálculo de necessidade de materiais, 78

3.2 Mecânica do MRP, 92

3.3 Informações de posição de estoques, 102

3.4 Estruturas de produto, 104

3.5 Parametrização do Sistema MRP, 107

- 3.6 Gestão por exceções, 123
- 3.7 Questões e tópicos para discussão, 125
- Exercícios, 126
- 4 SISTEMA MRP II – MANUFACTURING RESOURCES PLANNING, 131
  - 4.1 De MRP para MRP II, 131
  - 4.2 Principais módulos do MRP II, 135
  - 4.3 Estrutura do sistema MRP II, 150
  - 4.4 Questões e tópicos para discussão, 155
- 5 S&OP – PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (SALES AND OPERATIONS PLANNING), 157
  - 5.1 For que *Sales & Operations Planning*?, 157
  - 5.2 Que é o S&OP?, 168
  - 5.3 Processo do *Sales & Operations Planning*, 187
  - 5.4 Questões e tópicos para discussão, 197
- 6 MES – PLANEJAMENTO-MESTRE DA PRODUÇÃO, 198
  - 6.1 Por que fazer planejamento-mestre de produção?, 199
  - 6.2 Funcionamento do MPS, 202
  - 6.3 Gerenciamento com MPS, 213
  - 6.4 MPS nos vários ambientes produtivos, 218
  - 6.5 Questões e tópicos para discussão, 230
  - Exercícios, 231
- 7 GESTÃO DE DEMANDA, 236
  - 7.1 Que é gestão de demanda?, 236
  - 7.2 Quem é responsável pela gestão de demanda?, 240
  - 7.3 Processo de previsão de vendas, 242
  - 7.4 Sistemas de previsão de vendas, 243
  - 7.5 DRP – *distribution requirements planning*, 269
  - 7.6 Prometendo prazos de entrega, 277
  - 7.7 Gestão do nível de serviço ao cliente, 283
  - 7.8 Questões e tópicos para discussão, 285
  - Exercícios, 286
- 8 PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE, 291
  - 8.1 Papel do planejamento de capacidade no MRP II, 291
  - 8.2 Planejamento de capacidade de longo prazo – RRP (*resource requirements planning*), 293
- 8.3 Planejamento de capacidade de médio prazo – RCCP (*rough cut capacity planning*), 299
- 8.4 Planejamento de capacidade de curto prazo – CRP (*capacity requirements planning*), 308
- 8.5 Gestão da capacidade no curtíssimo prazo, 314
- 8.6 Questões e tópicos para discussão, 318
- Exercícios, 319
- 9 SHOP FLOOR CONTROL (SFC), MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS (MES) E SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO COM CAPACIDADE FINITA, 323
  - 9.1 MES e SFC, 323
  - 9.2 Sistemas de programação da produção com capacidade finita, 328
  - 9.3 Questões e tópicos para discussão, 362
- 10 SISTEMAS HÍBRIDOS COM OMRP II/ERP, 363
  - 10.1 Introdução, 363
  - 10.2 Sistemas híbridos MRP II + JIT, 364
  - 10.3 Questões e tópicos para discussão, 389
- 11 SISTEMAS ERP – ENTERPRISE RESOURCES PLANNING, 390
  - 11.1 Sistemas ERP: a grande estrutura onde se encaixam diferentes lógicas, 390
  - 11.2 Módulos hoje disponíveis na maioria dos “ERPs”, 393
  - 11.3 Módulos relacionados à gestão financeira/contábil/fiscal, 396
  - 11.4 Módulos relacionados à gestão de recursos humanos, 397
  - 11.5 Integração através do ERP, 397
  - 11.6 Questões e tópicos para discussão, 399
- 12 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA MRP II, 400
  - 12.1 Processo de implantação de um sistema MRP II, 400
  - 12.2 Pressupostos de uma implantação de sucesso, 403
  - 12.3 Equipe de implantação, 405
  - 12.4 Macroatividades básicas, 408
  - 12.5 Gestão do processo de implantação como um “projeto”, 424
  - 12.6 Gestão do processo de mudança, 429
  - 12.7 Questões e tópicos para discussão, 431

Ainda em relação à gestão de estoques de materiais, incluímos o tratamento mais analítico e aprofundado da definição de níveis de serviço ao cliente. Estudando as partes incluídas referentes a este tema, os tomadores de decisão atuais e futuros estarão mais preparados para analisar, discutir e decidir sobre o dimensionamento de estoques mais adequado para atender, não a um nível de serviço "máximo" (porque isso custa caro), mas a um nível de serviço mais adequado às necessidades estratégicas da empresa. Não é por acaso que as nossas principais incluições nesta quinta edição enfatizam a gestão de materiais. Num mundo globalizado em que as empresas procuram concentrar-se e focar cada vez mais nas suas competências centrais e terceirizar atividades que não são relacionadas às suas competências centrais, os custos com recursos materiais são cada vez mais relevantes e impactantes no resultado dos demonstrativos financeiros da maioria das empresas. Os profissionais (atuais e futuros) de planejamento, programação e controle de produção e materiais precisam mais do que nunca estar preparados para dar sua contribuição. Esperamos que esta quinta edição os ajude na sua árdua tarefa.

Henrique Luiz Corrêa

Irineu Gustavo Nogueira Gianesi

Mauro Caon

## Prefácio à 4ª Edição

Nesta edição, além de correções de pequenos erros, procuramos preencher algumas lacunas referentes a temas de que nossos leitores sentiram falta nas edições anteriores.

O primeiro deles é uma abordagem alternativa ao dimensionamento de estoques de segurança de itens com demanda independente, de que trata o Capítulo 2. As edições anteriores tratavam da questão simplesmente do ponto de vista probabilístico, auxiliando a dimensionar níveis de estoques de segurança para que se obtivessem determinados níveis de serviço ao cliente. No tratamento probabilístico, a conceituação de nível de serviço é "probabilidade de disponibilidade do item durante o transcurso do *lead time*", e é exatamente neste ponto que algumas inadequações com certas práticas usuais das empresas se mostravam. Várias empresas não consideram níveis de serviço da forma probabilística, mas da seguinte forma: "percentual de unidades disponíveis imediatamente comparadas ao total das unidades demandadas ao longo do horizonte considerado", remetendo a uma abordagem numérica, que leva em conta não apenas a probabilidade de haver "alguma falta" durante o período de *lead time* de ressurgimento, mas as quantidades percentuais do item que se espera encontrar imediatamente disponíveis ao longo de todo o horizonte futuro considerado. Para atender a essa possível consideração numérica de níveis de serviço, acrescentamos ao Capítulo 2 o tratamento numérico para dimensionamento de níveis de serviços, uma abordagem não muito comumente encontrada na literatura, mas que pode em alguns casos levar a reduções substanciais de níveis de estoques em relação ao cálculo feito com a abordagem probabilística.

O segundo tema é a inclusão, no Capítulo 9, da explicação detalhada da lógica por trás de um dos mais visíveis sistemas de programação da produção com capacidade finita – o OPT. Trata-se da aplicação da teoria das restrições à programação de produção. Dessa forma, procuramos contemplar a necessidade de vários professores que em seus cursos tratam deste interessante método de programar a produção, provendo material descritivo, que se centra principalmente em seus nove princípios.

O terceiro tema é o *just in time*. No Capítulo 10, que trata de sistemas híbridos com o MRP II, nas edições anteriores, o sistema *just in time* era apenas citado rapidamente.

Como alguns professores também incluem em seus cursos o Tratamento mais detalhado deste tema, resolvemos incluir um material mais completo sobre o assunto.

Esperamos desta forma que este livro atenda cada vez mais às necessidades didáticas dos professores que o adotam para seus cursos e também contribuir de forma mais completa para que os leitores envolvidos com a prática das empresas tenham um entendimento cada vez mais abrangente sobre esta importante área do conhecimento que é o planejamento, a programação e o controle de produção.

Henrique Luiz Corrêa  
Irineu Gustavo Nogueira Gianesi  
Mauro Caon

## Prefácio à 2ª Edição

Nesta 2ª edição, buscamos corrigir, aprimorar e complementar vários aspectos da edição original.

O Capítulo 2, *Conceitos de gestão de estoques*, foi complementado, passando agora a contemplar aspectos referentes à determinação de níveis de estoques de segurança, para que se possa fazer frente a possíveis incertezas de previsão, tanto da demanda como dos lead times de fornecimento. Além disso, foram também incluídos os tratamentos analíticos de cálculo para o modelo de revisão periódica e foi incluído o modelo de determinação de lotes econômicos para lotes de produção em que a reposição dos estoques é feita, se necessário, de forma gradual. Desta forma procuramos dar um tratamento mais completo ao tema de gestão de estoques de itens de demanda independente, incluindo exemplos de aplicação.

Ao Capítulo 7, *Gestão de demanda*, foram incluídos modelos matemáticos simples de previsão de vendas, principalmente de média móvel e suavizamento exponencial, com exemplos ilustrativos e o modelo de TPOP (*time phased order point*), usado para a gestão de itens de demanda independente para os quais não se possa assumir demanda constante.

Ao Capítulo 12 foi feita a inclusão de um anexo chamado "Conjuntura atual das implantações de ERP no Brasil". Atendendo a solicitações várias de leitores da primeira edição, neste anexo procuramos traçar um perfil mais conjuntural da situação em que se encontra o ambiente empresarial brasileiro em termos de implantação de sistemas integrados de gestão ERP. O Anexo é dividido em duas partes. A primeira, chamada "ERPs: por que as implantações são tão caras e raramente têm dado certo", analisa uma multiplicidade de aspectos técnicos e organizacionais relevantes para que se possa obter o máximo dos sistemas ERP. Com base nisso são analisados alguns casos reais de implantações de ERP no Brasil quanto a estes fatores de sucesso. A segunda parte, "Alguns aspectos a considerar na seleção de sistemas aplicativos ERP para médias empresas", procura chamar a atenção para os múltiplos aspectos que deveriam ser considerados por uma empresa que esteja no processo de escolha de seu aplicativo ERP.

Além destas inclusões, foram feitas algumas correções de erros tipográficos que estavam presentes na primeira edição.

Com estas alterações, esperamos estar agregando maior valor ao leitor, tanto acadêmico quanto prático. O resultado desta segunda edição é um texto mais completo, robusto e atual sobre esse importante tema que tem ocupado posições prioritárias na agenda de grande parte das empresas brasileiras no seu esforço de obter maiores níveis de competitividade.

Não podemos deixar de registrar nossos agradecimentos a todos aqueles leitores da primeira edição que colaboraram com sugestões e críticas construtivas, sem as quais nos teria sido impossível gerar esta edição. Para que não cometamos injustas omissões, não mencionaremos nomes em particular.

Registramos também nosso agradecimento ao Engenheiro George Paulus Pereira Dias pela sua relevante contribuição às inclusões feitas no Capítulo 7, *Gestão de demanda*.

Henrique Luiz Corrêa  
Irineu Gustavo Nogueira Gianesi  
Mauro Caon

## Prefácio à 1ª Edição

Nosso primeiro livro, editado pela Editora Atlas, *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*, agora na 5ª tiragem de sua 2ª edição, trata do tema MRP II de forma deliberadamente básica. A ideia do livro é servir de texto introdutório para os leitores interessados em entender três abordagens básicas para o problema de gestão logística interna e a aplicabilidade de cada uma delas às necessidades estratégicas e características específicas das empresas, tendo, aparentemente, cumprido este papel, para satisfação dos autores. O livro é hoje adotado por uma grande quantidade de universidades, em cursos relacionados à gestão de produção, de departamentos de administração de empresas e engenharia de produção, além de utilizado por várias empresas como apoio conceitual básico a seus quadros envolvidos com o desenvolvimento, implantação e uso de sistemas de administração da produção.

Desde a publicação da 1ª edição do livro, em 1993, entretanto, sabemos que o mercado ansiava por um texto específico sobre o MRP II, mais completo e profundo, que servisse àquele público, profissional e acadêmico, interessado em compreender, além de seus princípios básicos, também suas técnicas mais avançadas, os detalhes de seus módulos constituintes e os meandros da difícil arte de implantá-lo e utilizá-lo com sucesso.

Há oito meses, então, "ativados" pela solicitação explícita e oportuna de nosso Editor, Ailton Brandão, da Atlas, propusemo-nos produzir este texto. Estruturamos o conteúdo que o livro deveria ter e disparamos o esforço de organizar nosso material didático (todos nós ensinamos o tema em nível de graduação, pós-graduação, pós-experiência e cursos fechados, dados para empresas, há pelo menos 10 anos), nosso material de consultoria (temos ajudado um número muito grande de empresas na busca de sucesso com o uso deste tipo de sistema), de pesquisa aplicada (temos pesquisado e orientado trabalhos de formatura, dissertações de mestrado e doutoramento no tema também há vários anos) e bibliográfica (consultamos várias dezenas de publicações práticas – por exemplo, manuais de *software*, metodologias de empresas de consultoria várias, publicações de associações,

como a Apics – American Production & Inventory Control Society – e acadêmicas – livros e periódicos nacionais e internacionais, entre outras fontes.

O resultado é este livro. Resolvemos chamá-lo de *Planejamento, programação e controle da produção MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação*.

"MRP II/ERP" porque hoje a maioria dos melhores aplicativos de *software* que trazem no seu coração a lógica de MRP II (sigla para *Manufacturing Resource Planning system* ou sistema de planejamento dos recursos de manufatura) já têm um escopo que transcende em muito aquele do MRP II original. Por tratarem também da gestão integrada de recursos outros que não apenas aqueles de manufatura, já têm sido chamados "ERP" (sigla para *Enterprise Resources Planning system*, ou sistema de planejamento dos recursos para todo o empreendimento).

"Conceitos" porque este pretende ser um livro rigoroso conceitualmente. Não se detém em nenhum aplicativo de *software* específico, mas nos conceitos que estão por trás deles. Há capítulos específicos que tratam dos conceitos mais fundamentais da lógica de planejamento de produção, como horizontes de planejamento, agregação de informações, importância de previsões, entre outras. Isso porque pensamos, apoiados em nossa longa vivência na implantação deste tipo de sistema, que grande parte dos numerosos insucessos que as empresas têm contabilizado em suas tentativas de usar o MRP II se devem a uma carência muito grande da compreensão adequada dos conceitos de planejamento. Faltam conceitos para os decisores. Esperamos com este livro contribuir para que esses conceitos fiquem mais claros.

"Uso" porque este livro, embora conceitualmente robusto, não pretende ser teórico. Muito ao contrário. Nossa principal preocupação é contribuir para que as empresas usem bem o MRP II/ERP em situações reais, para com isso ganhar vantagem competitiva. Procuramos incorporar no livro nossa experiência no treinamento e apoio à implantação de MRP II/ERP em empresas como 3M, Ceras Johnson, Novik, Rhodia, Krupp, Iochpe Maxion, Gessy Lever, Alcoa/AFL, Nife/SAFT, Souza Cruz, Dou-Tex, Schlumberger, Tigre, entre muitas outras, a quem somos reconhecidos pelo aprendizado que proporcionaram.

"Implantação" porque estamos absolutamente convencidos de que os principais aplicativos convergem para um "design dominante" – as práticas de *benchmarking* vão aos poucos fazendo com que os aplicativos se adaptem, influenciando-se mutuamente para incorporar as melhorias desenvolvidas ao longo do tempo, tornando-se assim cada vez mais parecidos entre si. Além disso, seus preços vão caindo rapidamente, tornando-os disponíveis para uma gama cada vez maior de empresas. Numa situação como essa, o grande segredo para se auferir vantagem competitiva do MRP II está em implantá-lo (e usá-lo) bem. Implantar MRP II/ERP não é tarefa trivial e não temos a pretensão de "ensinar o caminho das pedras" para todas as situações, mas tentamos no livro compartilhar com o leitor nossa experiência de implantação de MRP II em numerosas situações. Procuramos mostrar alguns pressupostos para uma implantação de sucesso e algumas armadilhas a evitar.

O livro é organizado da seguinte forma:

O Capítulo 1, *Sistemas de administração da produção*, trata dos conceitos fundamentais do planejamento, programação e controle de produção (ou sistemas de administração da produção, como os tratamos neste livro). É um capítulo de fundamentos, sobre os quais se apoiam os conceitos por vir nos capítulos subsequentes. Trata também da contextualização estratégica dos sistemas de administração da produção e sua influência em aspectos da competitividade como os custos, os desempenhos em tempo, a qualidade dos produtos e a flexibilidade.

O Capítulo 2, *Conceitos de gestão de estoques*, também é um capítulo fundamental, que trata de conceitos básicos de administração de estoques, como as causas para o surgimento dos estoques, as propriedades, as características e os tipos de estoques presentes em ambientes fabris. Alguns modelos simples e tradicionais de gestão de estoques são descritos e é feito um contraponto destes com a lógica usada pelo MRP II/ERP.

O Capítulo 3, *MRP – Planejamento de necessidades materiais*, descreve em detalhes como funciona a lógica de cálculo de necessidade de materiais (*material requirements planning*), ou o MRP I. A perfeita compreensão da lógica do MRP I é fundamental para o leitor entender algumas limitações da lógica do MRP II/ERP. São tratados aspectos de crucial importância para o uso adequado deste tipo de sistema, como sua parametrização.

O Capítulo 4, *Sistema MRP II – manufacturing resources planning*, descreve como se deu a transição entre o uso mais rudimentar da lógica de cálculo de necessidades, para o cálculo de necessidades de materiais (MRP I – anos 70), e a extensão do conceito para permitir o uso da lógica para o cálculo de necessidades de outros recursos de produção (MRP II – anos 80). Descreve também o que hoje se considera a estrutura básica para caracterizar um sistema como MRP II.

O Capítulo 5, *S&OP – Planejamento de vendas e operações (sales and operations planning)*, trata de um nível de planejamento que, se por um lado, é um dos mais importantes, por outro, é um dos que têm sido mais negligenciados até anos recentes: o nível do *Sales & Operations Planning*. Este é o nível que faz a interface entre a estratégia do negócio e o planejamento da produção: de alto nível gerencial, multifuncional, agregado, de longo prazo, em que vão decidir-se os rumos que o setor produtivo da organização vai seguir.

O Capítulo 6, *MPS – Planejamento-mestre da produção*, trata do módulo de MPS (*master production schedule*, ou programação-mestre de produção), o módulo que desagrega as decisões do *Sales & Operations Planning* num nível de decisão necessário para dirigir o módulo de cálculo de materiais MRP.

O Capítulo 7, *Gestão de demanda*, trata de um aspecto essencial da boa gestão usando o MRP II: a gestão da demanda, que inclui tanto a previsão de vendas e demanda, como a gestão das promessas de prazos a clientes e os métodos de influenciar a demanda para benefício da empresa.

O Capítulo 8, *Planejamento de capacidade*, descreve a forma com que o MRP II trata da gestão da capacidade produtiva dentro das organizações. Vários níveis são abordados: o nível de longo prazo, com as técnicas de RCCP (*rough-cut capacity planning*), o de médio/curto prazos com o CRP (*capacity requirements planning*), até o nível de curtíssimo prazo, com técnicas de alocação e programação finita.

O Capítulo 9, *Shop floor control (SFC)*, *manufacturing execution systems (MES)* e *sistema de programação da produção com capacidade finita*, trata do aspecto "controle" do MRP II. Nesse capítulo, o módulo SFC (*shop floor control*, ou controle de fábrica) é descrito em termos de suas funcionalidades principais. Além do SFC, também é descrita a função de MES (*manufacturing execution system*) e as técnicas de programação da produção com consideração de capacidade finita, cada vez mais populares e a quem certamente está reservada uma posição de grande importância nos ERPs do futuro.

O Capítulo 10, *Sistemas híbridos com o MRP II/ERP*, trata exclusivamente de sistemas chamados "híbridos" – que combinam mais de uma abordagem básica – além do MRP II propriamente dito. São tratados os híbridos de MRP II com o JIT (*just in time*), com os sistemas de programação da produção com capacidade finita e com os sistemas de gerenciamento de projetos. Estes sistemas híbridos são importantes, principalmente porque poucas empresas têm seus sistemas de produção tão homogêneos entre si que possam ser gerenciados por apenas uma das abordagens básicas.

O Capítulo 11, *Sistemas ERP – enterprise resources planning*, descreve a evolução do MRP II (*manufacturing resources planning systems* – anos 80) para os ERP (*enterprise resource planning systems* – anos 90), que são sistemas integrados de informação para apoio total às necessidades de todo o empreendimento em seus processos decisórios. É descrito o estado-da-arte desse tipo de sistema.

Finalmente, o Capítulo 12, *Implantação do sistema MRP II*, concentra-se na discussão dos principais aspectos referentes à implantação dos sistemas MRP II/ERP. Os pressupostos básicos para uma implantação de sucesso são discutidos e algumas armadilhas a evitar são comentadas, com base na experiência dos autores na implantação desses sistemas.

Os resultados de nosso esforço podem agora ser julgados por nossos mais importantes e exigentes juízes: os leitores. Para não fugir à tradição, assumimos desde já que todos os processos de revisão, por mais cuidadosos ou exaustivos, são falhos e que, portanto, a versão que está agora nas mãos do leitor terá falhas. Agradecemos sinceramente àqueles leitores que se dispuserem a ajudar-nos a corrigi-las nas edições e tiragens futuras, informando-nos dos erros identificados.

Esperamos que os leitores possam beneficiar-se e a suas organizações, sejam elas de ensino sejam de manufatura, da leitura deste livro.

Henrique Luiz Corrêa

Irineu Gustavo Nogueira Gianesi

Mauro Caon

# 1

## Sistemas de Administração da Produção

Chamamos genericamente Sistemas de Administração da Produção os sistemas de informação para apoio à tomada de decisões, táticas e operacionais, referentes às seguintes questões logísticas básicas:

- ☐ o que produzir e comprar
- ☐ quanto produzir e comprar
- ☐ quando produzir e comprar
- ☐ com que recursos produzir

para que sejam atingidos os objetivos estratégicos da organização.

Existem diversas alternativas de técnicas e lógicas que podem ser utilizadas (por vezes, complementarmente) com este objetivo. As três principais, que têm sido mais extensivamente usadas ao longo dos últimos 15 anos, são: os sistemas MRP II/ERP, que se baseiam fundamentalmente na lógica do cálculo de necessidades de recursos a partir das necessidades futuras de produtos, os sistemas *Just in Time*, de inspiração japonesa, e os sistemas de programação da produção com capacidade finita, que se utilizam fundamentalmente das técnicas de simulação em computador.

## 1.1 IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DO SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

### O que se espera de um sistema de administração da produção

Independente da lógica que utilize, os sistemas de administração da produção, para cumprirem seu papel de suporte ao atingimento dos objetivos estratégicos da organização, devem ser capazes de apoiar o tomador de decisões logísticas a:

- ☐ Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.
- ☐ Planejar os materiais comprados.
- ☐ Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nos pontos certos.
- ☐ Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias.
- ☐ Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção).
- ☐ Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumprí-los.
- ☐ Ser capaz de reagir eficazmente.

**PLANEJAR AS NECESSIDADES FUTURAS DE CAPACIDADE PRODUTIVA DA ORGANIZAÇÃO.** A necessidade de planejar necessidades futuras de capacidade deve-se a uma característica fundamental dos processos decisórios que envolvem obtenção de recursos: a *inércia da decisão* ou, em outras palavras, o tempo que necessariamente tem de decorrer entre o momento da tomada de decisão e o momento em que os efeitos da decisão passam a fazer-se sentir. A partir do momento em que se toma a decisão de, por exemplo, incrementar em 60% a capacidade de uma unidade produtiva que trabalha em regime de um turno, decorre necessariamente um tempo antes que os 60% de capacidade adicional estejam disponíveis para uso efetivo. Esse tempo inclui, por exemplo, atividades de recrutamento, seleção, treinamento de pessoas, já que provavelmente um incremento de 60% na capacidade produtiva demanda a utilização de um turno adicional de trabalho.

Para esse nível de incremento de capacidade no exemplo hipotético apresentado, a *inércia da decisão* pode ser quantificada em alguns meses. Para incrementos maiores, normalmente uma *inércia* maior pode ser esperada. Se no exemplo apresentado, a decisão fosse de ampliar o nível de capacidade em 250%, seriam provavelmente necessárias atividades de natureza diferente, além daquelas descritas (referentes à obtenção de recursos humanos adicionais). Seria também necessário obter equipamento adicional e, talvez, providenciar uma expansão das instalações – atividades normalmente mais consumidoras de tempo, o que contribui para uma *inércia* maior, podendo chegar a muitos meses ou mesmo anos, conforme o caso. Da mesma forma, para incrementos menores, uma *inércia* menor pode ser esperada. Digamos que a necessidade de incremento de capacidade para nossa unidade produtiva hipotética fosse de apenas 5%. Isso poderia ser obtido com base na organização de horas extras, realizadas pelos próprios funcionários, já existentes. Organizar jornadas de horas extras certamente tem uma *inércia* de decisão menor que os casos ilustrativos narrados. É possível normalmente fazê-lo em apenas alguns dias.

Os exemplos anteriores sinalizam para uma constatação: não só é necessário planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva, como também fazê-lo levando em conta vários horizontes futuros. É importante, por exemplo, enxergar as necessidades futuras com um longo horizonte de antecedência (no exemplo apresentado, muitos meses ou até anos) para que eu possa tomar *hoje* decisões melhores quanto a possíveis grandes incrementos de capacidade, que são decisões de grande *inércia*. É também essencial enxergar as necessidades futuras com um horizonte médio (no exemplo, alguns meses) para que se possam tomar *hoje* melhores decisões quanto a possíveis incrementos médios de capacidade, que têm *inércia* média. Finalmente, é também necessário planejar as necessidades futuras de capacidade com um horizonte curto para que se possam tomar *hoje* melhores decisões de *inércia* pequena.

Olhando de outro ponto de vista, as decisões são todas, e sempre, tomadas no presente, "*hoje*". Entretanto, como os diversos tipos de decisão tomadas "*hoje*" têm diversos níveis de *inércia*, é indispensável considerar, para tomá-las, diferentes horizontes de tempo, para que cada decisão seja tomada com a antecedência que sua *inércia* requer.

**PLANEJAR OS MATERIAIS COMPRADOS.** Para que estes não cheguem nem antes nem depois, nem em quantidades maiores ou menores do que aquelas necessárias ao atendimento da demanda. Isto para não causar interrupções prejudiciais ao atingimento do nível pretendido de utilização dos recursos produtivos e, por outro lado, para que a organização não arque com os custos decorrentes da eventual sobre compra excessivas. Estes custos podem incluir os custos de manutenção de estoques, o custo de obsolescência, entre outros. O planejamento dos materiais pode ser uma atividade extremamente complexa. Considere, por exemplo, que um automóvel pode ter alguns milhares de itens componentes, cada qual presente em diferentes quantidades (por exemplo, podem ser necessárias 20 porcas de roda, 4 amortecedores, dois limpadores de pára-brisa e um volante por carro), cada qual com diferentes tempos de obtenção (os fornecedores dos itens podem – e normalmente têm – diferentes capacidades de responder às solicitações de compra, necessitando diferentes antecedências). Adicionemos a isso que um fabri-

cante de veículos não faz apenas um tipo de carro, mas milhares de diferentes carros (considerando os diferentes conjuntos de itens opcionais possíveis por carro), em diferentes quantidades e em diferentes momentos ao longo do tempo e se terá uma idéia da complexidade que esse tipo de decisão pode ter. Tratar esse nível de complexidade sem o apoio de um sistema de informações é impossível.

**PLANEJAR OS NÍVEIS ADEQUADOS DE ESTOQUES DE MATÉRIAS-PRIMAS, SEMI-ACABADOS E PRODUTOS FINAIS NOS PONTOS CERTOS.** Nos anos 80, algumas empresas sofreram reverses competitivos importantes ao buscarem de forma míope o chamado sistema de "estoque zero". Elas muitas vezes baixaram estoques a níveis inferiores a suas necessidades estratégicas (por exemplo, de lidar com incertezas presentes no ciclo logístico), fragilizando-se e tornando-se mais vulneráveis aos ataques competitivos de concorrentes mais precavidos e sensatos. Hoje, entendemos que os estoques devem ser reduzidos sim, aos níveis *mínimos necessários* a atender às necessidades estratégicas da organização, mas é geralmente aceito também que em muitas situações esses níveis não são o "zero estoque". A gestão desses níveis de estoques é parte das atribuições dos sistemas de administração da produção e está longe de ser atividade trivial na maioria dos sistemas produtivos.

**PROGRAMAR ATIVIDADES DE PRODUÇÃO PARA GARANTIR QUE OS RECURSOS PRODUTIVOS ENVOVIDOS ESTEJAM SENDO UTILIZADOS, EM CADA MOMENTO, NAS ATIVIDADES CERTAS E PRIORITÁRIAS.** A questão da priorização é central em sistemas de administração de produção. Os recursos são, na maioria das vezes, escassos. Toda vez que um recurso acaba de executar determinada atividade, ficando vago e pronto para executar a próxima, a seguinte questão é colocada: a qual atividade este recurso deveria dedicar-se agora? Qual das atividades, entre aquelas que aguardam para ser realizadas por aquele recurso, deveria merecer prioridade? Imagine-mos, por exemplo, uma máquina numa fábrica, terminando de processar determinada "ordem de produção". Estando vaga, é necessário decidir qual, daquelas que aguardam na fila, deveria ser processada agora: talvez aquela com o menor tempo de processamento, para que o maior número de ordens fosse processado nos próximos períodos... ou, talvez, deveríamos priorizar aquelas ordens cuja data prometida de entrega ao cliente estivesse mais próxima... ou ainda priorizar as ordens que representem o maior potencial de faturamento num prazo mais curto... ou, ainda, priorizar aquelas ordens de clientes que fossem estrategicamente mais importantes... ou uma combinação dessas considerações... ou de algumas delas... enfim: é fácil perceber que as possibilidades diversas de seqüenciar (ou priorizar) atividades em situações reais, onde estas possibilidades são combinadas e multiplicadas por dezenas de máquinas e milhares de ordens de produção que passam, não por uma máquina, mas por várias, com roteiros diversos e variados, representam um problema combinatório complexo, grande e de múltiplas variáveis. É, também, fácil perceber que a forma de priorizar as atividades pode ter impacto no desempenho de todo o sistema de produção, em relação a indicadores como cumprimento médio de prazos, tempos médios de atravessamento das ordens pelo sistema produtivo, taxas de geração

de caixa, estoques médios em processo (que guardam certa proporcionalidade com as filas que aguardam processamento) e outros. O problema da priorização, por ser muito complexo e importante, merece tratamento cuidadoso dentro das atribuições dos sistemas de administração da produção.

**SER CAPAZ DE SABER E DE INFORMAR CORRETAMENTE A RESPEITO DA SITUAÇÃO CORRENTE DOS RECURSOS (PESSOAS, EQUIPAMENTOS, INSTALAÇÕES, MATERIAIS) E DAS ORDENS (DE COMPRA E PRODUÇÃO).** Essencial na provisão destas informações, aos parceiros do negócio (clientes e fornecedores, internos e externos, do sistema produtivo), para alavancar positivamente a contribuição estratégica destes parceiros para o bom desempenho da cadeia de suprimentos a que pertencem. Esta é uma função do sistema de administração de produção que tem a ver com o *controle da produção*. Disponibilidade de informação é, na verdade, um pré-requisito para se ter controle dos processos. Embora aparentemente uma função trivial e de necessidade óbvia, não é freqüente encontrar no dia-a-dia empresas que consigam atingir esse objetivo dos sistemas de administração da produção, seja pela indisponibilidade de sistemas de informação bem desenhados ou implantados, seja pelo mau uso desses sistemas. A falta de acurácia e atualização das informações disponíveis nos sistemas de informação das empresas é quase um problema endêmico no Brasil, geralmente mais sério e com consequências mais graves do que seus gerentes creem.

**SER CAPAZ DE PROMETER OS MENORES PRAZOS POSSÍVEIS AOS CLIENTES E DEPOIS, FAZER CUMPRÍ-LOS.** Dificilmente se encontram empresas em que as promessas de prazos feitas aos clientes são baseadas em informações firmes e confiáveis da fábrica. Com muita freqüência, encontram-se empresas em que a força de vendas tende a subdimensionar os prazos prometidos aos clientes potenciais no ímpeto de conseguir fechar a venda. Nos casos em que logram "sucesso", os pedidos com prazos irreais entram na fábrica com prazos impossíveis, fazendo com que mais uma causa de turbulência contribua para uma gestão conturbada da fábrica: prioridades se subvertem, índices de utilização de equipamento ficarão prejudicados por lotes menores do que os níveis econômicos, entre outros. Ao final, o resultado é turbulência e prazos não cumpridos, não só do novo pedido, mas também de pedidos anteriormente existentes. Muitas vezes, a força de vendas age assim pela falta de apoio informacional. Simplesmente, não há informação disponível sobre a situação de carregamento atual e futuro da fábrica em forma simples e disponível para que o vendedor possa, com certa segurança, prometer prazos que tenham ao menos uma mínima probabilidade de ser cumpridos. Da mesma forma, é necessário que depois de um prazo ser prometido e confirmado a um cliente, sistemas de acompanhamento façam com que estes sejam cumpridos. Isso nem sempre é tarefa simples, dadas as complexidades e a dinâmica das situações fabris reais. Este é o motivo pelo qual é necessário o apoio de um sistema de administração de produção eficaz que apóie os tomadores de decisão nessas importantes atividades, com evidentes implicações estratégicas.

**SER CAPAZ DE REAGIR EFICAZMENTE.** O mundo competitivo de hoje demanda que os sistemas produtivos sejam capazes de adaptar-se rapidamente a mudanças: mudanças no processo produtivo, mudanças na disponibilidade de suprimentos e, acima de tudo, mudanças na demanda. Ser capaz de reagir eficazmente a mudanças é uma função essencial da atividade de *controle da produção*. Com base na visão de futuro que temos, planejamos as atividades do processo produtivo que está sendo gerenciado. À medida que decorre tempo, passamos à fase de execução das atividades planejadas. Na fase de execução, a realidade, por diversas razões pode não se comportar conforme o planejado: a demanda prevista pode não ter-se confirmado, o suprimento planejado pode não ter chegado ou a ordem planejada pode não ter sido completada pela quebra de um equipamento, por exemplo. Um bom sistema de administração da produção deve ser sensível o suficiente para identificar os desvios da realidade em relação ao plano com a rapidez necessária e com base nisso, se necessário, que seja capaz de rapidamente replanejar o futuro, levando em conta as novas ocorrências.

Em termos gerais, os sistemas de administração da produção devem ser capazes, por meio da informação, de integrar a função de operações dos sistemas produtivos com outras funções dentro da organização, de forma que proporcione a necessária integração de seu processo logístico, que é onde reside hoje, para grande número de empresas, o maior potencial de obtenção de melhoramentos competitivos.

## Produção e competitividade

Embora seja uma importante área de decisão gerencial, a empresa não existe para fazer bem seu planejamento e controle de produção, ou mesmo para fazer uma boa logística. A empresa, se tomarmos emprestados alguns conceitos econômicos, existe para reproduzir ampliadamente seu capital. Isto, em situações de competitividade acirrada, se traduz em "ser competitiva". Em outras palavras, como não há mercados demandantes suficientes para todos os ofertantes colocarem seus produtos, alguns conseguirão fazê-lo e outros não. O que fará a diferença entre os que conseguirão fazê-lo e os que não conseguirão é a capacidade maior ou menor de cada um dos ofertantes, relativamente aos concorrentes, de oferecer aos segmentos (ou nichos) de mercado visados o que a estes mais interessa. Com base nisso, podemos conceituar competitividade para efeito das discussões que se seguirão:

**Ser competitivo é ser capaz de superar a concorrência naqueles aspectos de desempenho que os nichos de mercado visados mais valorizam.**

Quais são, entretanto, os possíveis aspectos de desempenho de um sistema produtivo, que podem ser mais ou menos valorizados pelos nichos de mercado visados? São basicamente seis aqueles aspectos de desempenho que podem influenciar a escolha do cliente e que, ao mesmo tempo, estão dentro do escopo de atuação da função das operações produtivas da organização:<sup>1</sup>

- ☐ Custo percebido pelo cliente
- ☐ Velocidade de entrega
- ☐ Confiabilidade de entrega
- ☐ Flexibilidade das saídas
- ☐ Qualidade dos produtos
- ☐ Serviços prestados ao cliente

**O CUSTO PERCEBIDO PELO CLIENTE.** É uma forma mais ampla de se enxergar o aspecto "preço". Preço é um dos componentes do "custo percebido pelo cliente", mas em geral não é o único. Há também outros custos, como os referentes ao transporte, desde o fornecedor até o comprador, os custos com qualidade eventualmente não conforme de parte do material recebido, custos adicionais com manutenção de estoques devido a possíveis inflexibilidades do fornecedor, como tamanhos de lote maiores do que os desejados, entre outros. É importante ter claro este conceito para que se evitem equívocos como aqueles que têm sido freqüentemente cometidos por empresas que embarcaram em uma boa idéia, o *global sourcing*, mas de forma míope. Segundo a lógica prescrita pelo *global sourcing*, uma empresa deve buscar os fornecedores de menor custo, independente de sua eventual localização física. Se o custo de um item suprido por um fornecedor italiano é mais baixo que o custo de um item suprido por um fornecedor localizado a dois quarteirões, devemos preferir o fornecedor italiano. Mas, note bem: se os custos do item fornecido pelo fornecedor italiano forem menores, não se o *preço* do item suprido pelo fornecedor italiano for menor, conforme ilustra o Boxe 1.1.

1. Certamente, a lista de seis aspectos apresentada não pretende ser exaustiva em relação às formas de uma organização competir no mercado. O leitor notará que não se encontra listado, por exemplo, o aspecto "associação do produto com uma personalidade influente junto ao nicho de mercado visado". Recentemente, uma conhecida marca de refrigerante baseou sua estratégia de publicidade na associação do produto com a imagem de um irreverente jogador de futebol. Esta é certamente uma arma competitiva que as organizações podem usar, de forma absolutamente legítima e possivelmente eficaz. Entretanto, não se encontra listada por não se encontrar dentro do escopo de atuação da função de operações.

**BOXE 1.1**

Recentemente, uma grande empresa brasileira fabricante de produtos de limpeza tomou exatamente a decisão – miope – de trocar um fornecedor doméstico por um italiano, baseada apenas na comparação de preços dos fornecedores do item. O fornecedor italiano tinha preços 10% menores. A empresa não considerou que o tempo que o item levaria entre a saída do fornecedor e a porta da empresa passaria de 3 dias para 12 semanas, com a troca. Isso significou uma quantidade considerável de estoque adicional em trânsito, já que o item era de alto consumo. Por desconsiderar os custos adicionais que esse estoque acarretou, a empresa acabou por tomar uma decisão que, embora aparentemente fazendo sentido econômico para o comprador, trouxe custos adicionais para a empresa, em vez da almejada redução de custos.

**VELOCIDADE DE ENTREGA.** É o tempo, do ponto de vista do cliente, que decorre entre a colocação do pedido de compra com o fornecedor até a disponibilização do material para uso pelo cliente. Este critério tende a ser mais valorizado por clientes envolvidos em ambientes menos previsíveis. Se o ambiente do cliente é pouco previsível, ele provavelmente preferirá não comprometer-se, colocando pedidos de compra com seus fornecedores com antecedência longa. Um fornecedor que exija, por exemplo, 10 semanas para a entrega de um produto está mandando a seguinte mensagem subliminar ao seu cliente: “preveja sua necessidade de disponibilidade do material para daqui a 10 semanas e coloque hoje este pedido comigo”. Ora, se o ambiente é pouco previsível, o cliente pode ter de tomar a decisão de colocação deste pedido sob condições de alta incerteza e, portanto, sob alto risco de errar, incorrendo assim em custos dos erros (de excesso de estoques ou de falta de material). Preferirá, portanto, fornecedores que exijam menor tempo de antecedência para colocação de pedidos ou, em outras palavras, fornecedores com maior “velocidade de entrega”.

**CONFIABILIDADE DE ENTREGAS.** Refere-se à capacidade do fornecedor de cumprir suas promessas de entrega – não só em termos de prazos (pontualidade – entregas na data prometida), mas também em termos de quantidades (entregas das quantidades prometidas). Este aspecto de competitividade tende a ser crescentemente valorizado, já que fornecedores com desempenho pobre em confiabilidade representam, do ponto de vista dos clientes, maiores incertezas nos processos de fornecimento de materiais. Com fornecedores mais incertos, os clientes tendem a ser forçados a estabelecer e manter estoques de segurança para fazer frente às incertezas (por exemplo, para evitar interrupções em

seus processos produtivos por entregas defeituosas). Por outro lado, fornecedores mais confiáveis tenderão a permitir que clientes mantenham menores índices de estoques de segurança, situação cada vez mais buscada pelas empresas.

**FLEXIBILIDADE DE SAÍDAS.** É um aspecto de desempenho que representa a maior ou menor capacidade de o sistema produtivo mudar o que faz. Mudar pode ter dois aspectos distintos: mudar pode significar mudar muito o que se faz ou pode significar mudar rapidamente (ou facilmente) o que se faz. As mudanças podem referir-se à linha de produtos (introdução de produtos novos ou alteração de produtos existentes), ao mix de produtos (alteração de programas de entrega, por exemplo), ao volume agregado produzido (atendimento melhor de alterações de demanda) ou às datas de entrega (antecipação ou adiamento de entregas). Em épocas de turbulência crescente de mercados, com clientes cada vez menos fiéis a marcas e mercados segmentados que exigem atendimento mais personalizado de suas necessidades e anseios crescentemente exigentes, flexibilidade de saídas é uma característica de desempenho cada vez mais importante, em termos gerais.

**QUALIDADE DE PRODUTOS.** É um aspecto de desempenho de sistemas produtivos que se refere a oferecer produtos livres de defeitos, em conformidade absoluta às especificações. Podemos pensar em outras faces da qualidade, como a qualidade das especificações – tolerâncias dimensionais mais apertadas, materiais mais nobres, acabamento mais refinado. Entretanto, esta face da qualidade não está dentro do escopo específico da função de operações, sendo mais dependente da atuação de funções de desenvolvimento de produtos e engenharia. Para efeito deste texto, portanto, qualidade será considerada como “conformidade às especificações de projeto”. Uma vez considerada como diferencial competitivo, hoje a qualidade de conformidade é em grande parte dos casos considerada uma condição *sine qua non*, um pré-requisito, um critério “qualificador”<sup>2</sup>, para a disputa por determinados nichos de mercado. A ausência deste aspecto certamente alija uma empresa da concorrência, mas sua presença por si só não garante competitividade. Tende a ser considerada necessária, mas não suficiente para uma empresa ser competitiva.

**O SERVIÇO PRESTADO AO CLIENTE.** Relaciona-se com aqueles componentes do pacote oferecido ao cliente que não são tangíveis, ou, em outras palavras, não são bens físicos. Hoje, é cada vez mais aceito pelos gerentes que não se pode competir exclusivamente com base nos bens físicos produzidos. Os bens físicos podem representar diferen-

2. “Qualificadores” são critérios nos quais as empresas concorrentes, que disputam determinado mercado, precisam atingir um nível mínimo de desempenho, sem o que não se qualificam para a competição. A idéia é de que, uma vez atingido o nível qualificador, melhorias de desempenho não tornam a empresa mais competitiva, ou seja, a competição passa a ser definida por critérios chamados “ganhardores de pedido”, que são os realmente considerados pelos clientes para escolher seus fornecedores, entre aqueles qualificados. Nos critérios ganhardores, quanto melhor o desempenho, mais competitiva será a empresa. Para maiores detalhes sobre critérios qualificadores e ganhardores de pedidos, veja Cortáez e Gianesi, *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas, 1993, p. 26.

## BOXE 1.2

A tendência de *descomoditizar* os produtos pode ser ilustrada pelo caso da operação produtiva brasileira de subsidiária de uma grande multinacional que fornece produtos químicos (polímeros para uso industrial, como plásticos para moldagem de peças plásticas por injeção). Com a globalização e o relaxamento das barreiras alfandegárias brasileiras a produtos importados, a empresa começou a sentir ataque competitivo bastante forte de fornecedores asiáticos que passaram a colocar no Brasil seus produtos a preços comparativamente baixos. Uma das formas de contra-atacar adotada pela empresa, além dos esforços intensificados para a redução dos custos de produção, foi um esforço para *descomoditizar* seus produtos, ou, em outras palavras, diferenciar seus produtos, não por meio de características físicas do produto, mas por meio de agregar valor a este produto via serviços associados. A empresa estabeleceu um setor de apoio técnico a clientes que visa, por exemplo, assistência técnica para a especificação do melhor polímero para a aplicação do cliente, apoio técnico para solução de problemas no uso do polímero comprado pelas máquinas do cliente, entre outros. Dessa forma, a empresa oferece a seus clientes um "pacote", que além de conter o produto físico, um *commodity*, contém também vários serviços associados, o que representa uma característica bem mais difícil de os novos concorrentes asiáticos igualarem ou superarem, pois requereriam unidades de operações de apoio técnico estabelecidas no Brasil.

ciais competitivos importantes, mas, com as tecnologias de produto e processo tornando-se cada vez mais disponíveis e baratas, esses diferenciais tendem a tornar-se cada vez menos relevantes para a competitividade. Para a diferenciação no mercado, restará parcela maior de responsabilidade para os serviços acessórios aos produtos oferecidos: informações técnicas, garantia de qualidade para dispensar controle de qualidade de entrada pelo cliente, assistência técnica pré e pós-venda, entregas cada vez mais frequentes, aplicação (ou montagem) do item fornecido ao produto do cliente na linha de montagem do cliente são todos serviços que "orbitam" ao redor do bem físico oferecido. As empresas que tradicionalmente produzem *commodities* (bens sem diferenciação de marca) têm recentemente disparado esforços para *descomoditizar* seus produtos (em outras palavras para diferenciar seus produtos) via oferta de serviços complementares a seus produtos.

Esses aspectos de desempenho podem ter diferentes pesos para diferentes nichos de mercado quando estes consideram a escolha de fornecedor para determinado produto.

Imagine, por exemplo, determinada empresa que fornece peças de reposição para equipamentos. Pelo menos nos casos de suprimento de peças para manutenção corretiva urgente de seus clientes, será dada grande importância ao aspecto *velocidade de entrega*, pois é possível que o cliente tenha equipamentos importantes parados por quebra, requebrando as peças para poderem retomar a produção normal. Neste caso, é mesmo possível que o cliente nem veja o *custo* como uma prioridade em sua escolha de fornecedor. De fato um equipamento importante, por exemplo, uma máquina que seja gargalo, parada por um período maior, pode representar custos muito maiores do que a própria diferença de custo das peças oferecidas por diferentes fornecedores que tenham diferentes velocidades de entrega. Já um cliente que conheça bastante bem sua demanda futura pode não valorizar tremendamente a velocidade de entrega, pois ele sabe com antecedência quanto produto vai precisar no futuro, mas pode valorizar muito o aspecto *custo* ou *confiabilidade de entrega*.

Pense, por exemplo, nas grandes redes de hipermercados que decidem sobre suas compras de copos de vidro para uso diário. Elas, em geral, possuem estatísticas precisas sobre as vendas, por período do dia, permitindo assim, principalmente para produtos não de moda (como os copos), fazer previsões bastante precisas pelo menos para o curto e médio prazos. Isso significa que essas redes têm possibilidade de trabalhar colocando "programas de entrega" a seus fornecedores, com bastante antecedência. Isso significa que velocidade de entrega perde importância. Por outro lado, confiabilidade de entrega passa a ser extremamente importante, pois o hipermercado não quer que seu cliente deixe de encontrar o produto desejado em sua gôndola (portanto, não quer atraso de seu fornecedor) e também não quer receber o produto antes do momento preestabelecido, pois isso implicaria disponibilizar espaço adicional de armazenagem, muito caro nas regiões onde se localizam os hipermercados.

Outro aspecto que ganha importância é o *custo*, porque este é um componente muito relevante no preço que o hipermercado poderá oferecer a seus clientes, sendo este um aspecto essencial de desempenho na concorrência com outros hipermercados. No caso do hipermercado, portanto, em geral ele estará disposto a "trocar" um melhor desempenho em *velocidade de entrega* de seu fornecedor por um desempenho melhor em *confiabilidade de entregas e custo*.

Em algumas situações, de fato, o argumento de "trocar" o desempenho em determinado aspecto pelo desempenho em outro é relevante, pois, para alguns sistemas produtivos, pelo menos no curto prazo, é impossível apresentar desempenho melhorado em todos os aspectos simultaneamente. Isto porque, devido a restrições, principalmente tecnológicas, quando estes sistemas produtivos melhoram seu desempenho em um aspecto no curto prazo, eles necessariamente sofrem uma redução nos níveis de desempenho de algum outro aspecto.

Imagine por exemplo, um sistema produtivo que descubra que seus mercados-alvos passaram a valorizar velocidade de entrega de seus produtos. Uma forma de se obter esta melhoria no curto prazo é ampliar a capacidade produtiva instalada, para que os níveis de utilização de equipamento diminuam e, por consequência, as filas de ordens que aguardam para ser processadas nos recursos fiquem, em média, menores e, portanto, o tempo

de atravessamento das ordens na fábrica fiquem menores, possibilitando, então, oferecer tempos de entrega mais curtos. Ora, necessariamente, quando os níveis de ocupação de equipamento diminuem, os custos unitários crescem, pois maior quantidade de recursos é necessária para processar a mesma quantidade de produtos. Há uma "troca" entre os aspectos velocidade de entrega e custo. Esta "troca" é o que na literatura de língua inglesa é tratado como "trade-off" entre aspectos de desempenho.

Embora assunto controverso na literatura internacional recente, parece difícil contra-argumentar que, ao menos no curto prazo, haja necessidade de considerar essas "trocas". Em outras palavras, isso significa que, pelo menos no curto prazo, é impossível a um sistema produtivo melhorar seu desempenho em todos os aspectos de desempenho. Por isso, é importante para os gerentes de sistemas de produção, entenderem estrategicamente quais os aspectos de desempenho específicos que os nichos de mercado visados mais valorizam, para que possam orquestrar seus esforços focalizadamente, visando melhorar o desempenho de seu sistema *seletivamente* nos poucos aspectos que mais interessam ao nicho pretendido, para que possam superar os concorrentes nesses aspectos de desempenho. Superar a concorrência em aspectos que o nicho de mercado visado não valoriza pode representar desperdício de recursos e de esforços gerenciais.

## O impacto das decisões de planejamento e controle de produção no desempenho dos principais aspectos de desempenho competitivo da manufatura

Nas seções anteriores, foram discutidos os sete aspectos que se esperam, em linhas gerais, de um sistema de administração da produção e quais os seis aspectos de desempenho dos sistemas produtivos que têm (ou podem ter) impacto estratégico para a competitividade da organização. É importante agora identificar como os sistemas de administração da produção podem influenciar nos níveis de desempenho dos seis aspectos discutidos.

**INFLUÊNCIA NOS CUSTOS VISTOS PELO CLIENTE.** Os sistemas de administração da produção são os responsáveis pelo estabelecimento e manutenção de níveis adequados de estoques nos pontos corretos. Uma gestão adequada pode levar a reduções dos níveis de estoques aos mínimos necessários, com os correspondentes custos de estocagem/faltas minimizados, assim como uma má gestão levará a custos mais altos de estocagem/faltas. Os sistemas de administração da produção também são os responsáveis pelo gerenciamento das promessas de datas de entrega e seu cumprimento. Uma boa gestão desses aspectos pode resultar em uma situação de minimização de multas contratuais por atraso, com evidentes implicações sobre os custos. Os sistemas de administração de produção também definem o planejamento dos materiais comprados: comprar certo minimiza custos financeiros, de obsolescência, sobras e interrupções do sistema por faltas de materiais. A definição adequada de prioridades no uso dos diferentes recursos produtivos também

pode influenciar o aproveitamento desses recursos, contribuindo para a redução dos custos de produção.

**INFLUÊNCIA NA VELOCIDADE DE ENTREGA.** A velocidade de entrega é influenciada pelo tempo de atravessamento dos materiais (consolidados em ordens de produção) pelo sistema produtivo. O tempo de atravessamento é influenciado pelos níveis de estoque em processo, na forma de filas, aguardando processamento nos vários recursos produtivos. Sabemos isso de nossa experiência diária com sistemas de operações como as agências de banco. Quando chegamos a uma agência e vemos longas filas aguardando processamento em frente aos caixas, sabemos que permaneceremos um tempo mais longo dentro do sistema, ou, em outras palavras, sabemos que nosso tempo de atravessamento será longo. Os sistemas de administração da produção são os responsáveis pela gestão dos sistemas de filas de ordens de produção que aguardam processamento.

Se esta gestão é bem feita, considerando aspectos como a sincronização das diversas etapas do processo produtivo, estas filas podem ser minimizadas, reduzindo os tempos médios de atravessamento e criando as condições de redução de tempos de entrega. Uma boa gestão dos níveis de capacidade produtiva comparados às necessidades de utilização pode evitar superutilização de recursos, um inimigo mortal do bom desempenho em tempos (tanto de velocidade como confiabilidade de entregas).

O sistema de administração da produção também deve ocupar-se em saber da situação corrente dos recursos. Se ocorre uma quebra de equipamento, por exemplo, é necessário que isto seja adequadamente reconhecido e tratado, de forma que os efeitos da correspondente redução de capacidade produtiva sejam minimizados (por exemplo, re-roteando ordens de produção que passariam pelo equipamento quebrado para outros equipamentos alternativos para que não fiquem aguardando numa fila crescente até que o equipamento seja consertado).

**INFLUÊNCIA NA CONFIABILIDADE DE ENTREGAS.** Valem as mesmas considerações feitas no item imediatamente anterior, quanto a evitar a superutilização de recursos e reagir adequadamente quando da repentina indisponibilidade de algum recurso (quebra de máquina, por exemplo). Além disso, os sistemas de administração da produção devem ter preocupação explícita de prover mecanismos para suportar, com informações, a força de vendas da organização para que esta possa prometer prazos viáveis mínimos e, depois, conseguir cumprí-los. Vale mencionar que, embora esses mecanismos devam estar operantes para que se maximize a probabilidade de cumprimento de prazos, para os casos em que algo aconteça impedindo o cumprimento dos prazos, os sistemas de administração da produção podem ainda contribuir para a imagem de integridade da organização junto aos clientes. Isso significa reconhecer o mais cedo possível alguma impossibilidade de cumprimento de prazos e permitir ao planejador avisar o cliente para que este possa, com certa antecedência, providenciar para que as consequências do atraso sejam mínimas.

**INFLUÊNCIA SOBRE A FLEXIBILIDADE DE SAÍDAS.** A influência dos sistemas de administração da produção sobre a flexibilidade de saídas está principalmente relacionada com a capacidade de reação que esses sistemas proporcionam. Flexibilidade é uma característica que pode ser conceituada como a "habilidade de reagir eficazmente a mudanças não planejadas". A habilidade maior ou menor de um sistema produtivo reconhecer que determinada mudança ocorreu e de disparar ações que tratem a mudança de forma eficaz, dada pela qualidade de seu sistema de administração de produção, determina quanto flexível, ao menos em termos logísticos, será o sistema produtivo. Evidentemente, não é apenas o sistema de administração da produção que define o nível de flexibilidade de saídas do sistema produtivo: este é determinado também pelo nível de flexibilidade de seus recursos estruturais (se o sistema possui máquinas mais ou menos flexíveis ou recursos humanos mais ou menos flexíveis), mas certamente sistemas que tenham recursos estruturais flexíveis necessitam de sistemas de informação ágeis e adequados para que essa flexibilidade seja bem direcionada e usada. Enquanto os recursos estruturais são os músculos da flexibilidade produtiva, mas o sistema de administração da produção é seu sistema nervoso.

**INFLUÊNCIA SOBRE A QUALIDADE DO PRODUTO.** Talvez o aspecto qualidade seja aquele menos influenciado pela atuação dos sistemas (logísticos) de administração da produção. Entretanto, há algum nível de influência indireta que vale a pena mencionar. Um bom sistema de administração da produção manterá registros corretos sobre as composições dos produtos (listas de materiais e estruturas de produtos, que, para evitar redundância de informações, serão as mesmas listas e estruturas atualizadas e consultadas pela engenharia) o fato de estas informações estarem corretas e atualizadas fará com que sejam minimizadas as falhas de composição de produtos, que podem acarretar defeitos. Outro efeito indireto refere-se ao potencial "perverso" de os estoques excessivos esconderem ou "mascaram" imperfeições no processo produtivo, entre elas, imperfeições de qualidade. O fato de os sistemas de administração da produção serem responsáveis pelo correto dimensionamento e manutenção de níveis de estoque coloca sobre estes alguma responsabilidade sobre o processo de "desacobertar" as imperfeições do processo que podem causar defeitos, por meio da redução dos referidos estoques. Os sistemas de administração da produção são também responsáveis pela manutenção de sistemas que auxiliam a rastreabilidade de defeitos dos produtos até o ponto do processo que os gerou. São os sistemas de rastreabilidade, que associam lotes a roteiros produtivos, chegando, se desejado, até o nível de identificação do equipamento específico ou o operador específico que produziu o lote defeituoso. O objetivo de rastrear, antes de "caçar bruxas", é identificar as causas mais básicas da geração do defeito para disparar ações sobre o processo de forma que ele não mais gere o defeito identificado.

**INFLUÊNCIA SOBRE O SERVIÇO PRESTADO AO CLIENTE.** Talvez, este seja um dos aspectos de desempenho competitivo mais importantes no presente e no futuro. O tipo de influência que os sistemas de administração da produção podem ter sobre o serviço prestado ao cliente refere-se basicamente ao fornecimento de informações. Informa-

### BOXE 1.3

A Procter & Gamble, em aliança formada com a rede de supermercados Wal-Mart, nos Estados Unidos, gerencia os estoques de todos os produtos Procter & Gamble, como as fraldas Pampers, por exemplo, nos armazéns de distribuição e nas lojas Wal-Mart. Dessa forma, o staff da Wal-Mart, embora tenha de dividir com a Procter & Gamble informações sobre vendas em uma base diária, fica liberado para exercer outras atividades. Isso acaba servindo a dois propósitos: em primeiro lugar, do ponto de vista do fornecedor (P&G), ele pode fazer gestão de forma mais direta para não permitir falta de seu produto na gôndola. Por outro, do ponto de vista do cliente (Wal-Mart), um serviço que de outra forma teria de ser feito por seus funcionários passa a ser prestado pelo fornecedor, economizando assim recursos e esforço gerencial.

ções sobre o estado de planejamento de determinado pedido, informações e orientações logísticas sobre níveis de estoques (veja o Boxe 1.3), serviços de integração do sistema de suprimentos ao sistema logístico do cliente (por meio da integração de seus sistemas de administração da produção, assumindo para si a responsabilidade dos cálculos de necessidades, serviços de gerenciamento de estoques de materiais fornecidos em consignação. Várias empresas de editoração de livros se relacionam comercialmente com seus parceiros livrarias pela consignação de produtos, faturando-os apenas quando a livraria os vende ao consumidor final: gestão destes estoques passa a ser responsabilidade do fornecedor. Tudo isso é gerenciado pelo sistema de administração da produção. Esses são apenas alguns exemplos das possibilidades do fornecimento de serviços complementares ao fornecimento dos bens em si que podem ser usados como fatores de diferenciação competitiva.

A Tabela 1.1 traz um resumo dos relacionamentos entre as sete principais funções a cargo dos sistemas de administração da produção e os seis aspectos de desempenho competitivo que estão dentro do escopo dos sistemas de operações produtivas nas organizações.

O quadro mostra que, embora tendo algum grau de influência sobre todos os aspectos competitivos dos sistemas produtivos, o maior potencial de contribuição dos sistemas de administração da produção concentra-se nos aspectos referentes a custos e tempos, tanto em termos de velocidade como de confiabilidade de entregas. Em outras palavras, aquelas situações competitivas que requerem melhor desempenho em custos e tempos beneficiarão mais de um sistema de administração da produção desenvolvido, implantado e utilizado com excelência.

**TABELA 1.1** Relação entre funções do sistema de administração da produção e aspectos competitivos.

	Custo	Velocidade	Confiabilidade	Flexibilidade	Qualidade	Serviço
1	✓	✓	✓			
2	✓					
3	✓	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓			
5			✓		✓	✓
6	✓		✓			
7		✓		✓		

**Legenda:**

1. Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.
2. Planejar os materiais comprados.
3. Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nos pontos certos.
4. Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas atividades certos e prioritários.
5. Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e dos ordens (de compra e produção).
6. Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumprilos.
7. Ser capaz de reagir eficientemente.

## 1.2 CONCEITO DE PLANEJAMENTO

Uma vez colocados os sistemas de administração da produção em seu contexto competitivo, é importante agora discutir seus conceitos essenciais. Um deles é o conceito de planejamento. A necessidade de planejamento deriva diretamente de um conceito já descrito anteriormente de forma breve quando foi discutida a função dos sistemas de administração da produção, de planejar necessidades futuras de capacidade: a inércia intrínseca dos processos decisórios. Esta inércia é entendida como o tempo que necessariamente tem de decorrer desde que se toma determinada decisão até que a decisão tome efeito. Se fosse possível decidir alterações no processo produtivo (como por exemplo, alterações de capacidade, alterações no fluxo de chegada de matérias-primas ou na disponibilidade de recursos humanos) e tê-las efetivadas de forma instantânea, num estalar de dedos, não seria necessário planejar. Decidir no momento seria suficiente.

Entretanto, não é este o caso. Diferentes decisões demandam diferentes tempos para tomar efeito, dados por suas diferentes inércias. Portanto, é necessário que se tenha al-

gum tipo de "visão" a respeito do futuro para que hoje se possa tomar a(s) decisão(ões) adequada(s) que produza(m) o(s) efeito(s) desejado(s) no futuro. Em geral, a "visão" do futuro obtém-se com base em algum tipo de "previsão". Duas definições válidas podem auxiliar o entendimento do conceito:

- ☐ Planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro.
- ☐ Planejar é projetar um futuro que é diferente do passado, por causas sobre as quais se tem controle.

Vale a pena enfatizar alguns aspectos dessas conceituações: em primeiro lugar, que um bom processo de planejamento depende de uma visão adequada do futuro. Essa visão do futuro pode depender de sistemas de previsão, que, portanto, deverão ser eficazes; em segundo, que é necessário o conhecimento fiel sobre a situação presente; em terceiro, que um bom modelo lógico, que "traduza" a situação presente e a visão do futuro em boas decisões no presente, também necessita estar disponível para que um bom processo de planejamento esteja em funcionamento. Finalmente, para que se tenha um bom processo decisório com base no planejamento, é necessário ter claros os objetivos que se pretendam atingir. Cada um desses aspectos será abordado ao longo das discussões que se seguem. Façamos agora sobre a dinâmica do processo de planejamento.

## A dinâmica do processo de planejamento

**A dinâmica do processo** – O processo de planejamento deve ser contínuo. Em cada momento, devemos ter a noção da situação presente, a visão de futuro, os objetivos pretendidos (que podem alterar-se ao longo do tempo) e o entendimento de como esses elementos afetam as decisões que se devem tomar no presente. À medida que o tempo passa, o "planejador" deve, periodicamente estender sua visão de futuro, de forma que o horizonte de tempo futuro sobre o qual se desenvolva a "visão" permaneça constante. Em termos práticos, a dinâmica se dá da seguinte forma:

- ☐ **Passo 1:** levantamento da situação presente. O sistema de planejamento deve "fotografar" a situação em que se encontram as atividades e os recursos para que esta esteja presente no processo de planejamento.
- ☐ **Passo 2:** desenvolvimento e reconhecimento da "visão" de futuro, com ou sem nossa intervenção. O sistema deve considerar a visão de futuro para que esta

possa emprestar sua influência ao processo decisório – de forma que inércias decisórias sejam respeitadas.

- **Passo 3:** tratamento conjunto da situação presente e da “visão” de futuro por alguma lógica que transforme os dados coletados sobre presente e futuro em informações que passam a ser disponibilizadas numa forma útil para a tomada de decisão gerencial logística.

- **Passo 4:** tomada de decisão gerencial. Com base nas informações disponibilizadas pelo sistema, os tomadores de decisão efetivamente tomam decisões logísticas sobre o que, quanto, quando produzir e comprar e com que recursos produzir.

- **Passo 5:** execução do plano. Decorre de um período em que efetivamente as diversas decisões vão tomando efeito. Como o mundo não é perfeito, algumas coisas não acontecem exatamente da forma como se planejou. O tempo vai decorrendo até que chega um determinado momento em que é mais prudente tirar outra “fotografia” da situação presente e redisparar o processo. Este é o momento de voltar ciclicamente ao Passo 1.

A Figura 1.1 ilustra a dinâmica do processo de planejamento.

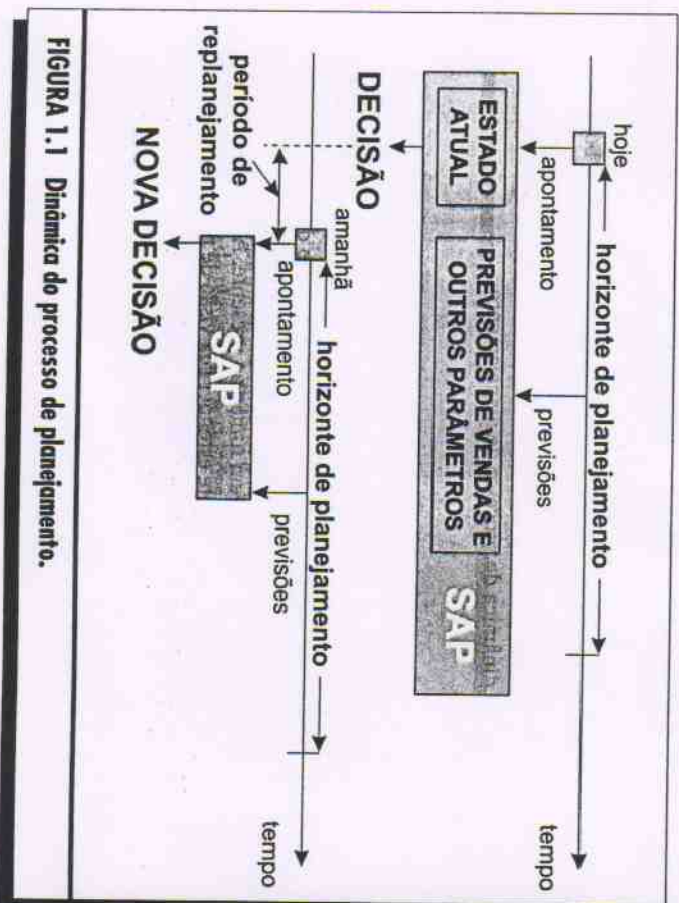


FIGURA 1.1 Dinâmica do processo de planejamento.

**O HORIZONTE DE PLANEJAMENTO.** O tamanho do tempo futuro sobre o qual se tenha interesse em desenvolver uma visão é chamado “horizonte de planejamento”. Embora não haja uma receita para se chegar a um horizonte de planejamento ideal para todos os casos práticos, podemos pensar em algumas orientações gerais que podem nortear esta decisão.

Como uma boa regra prática, podemos considerar aquele ponto no futuro que deixe de ter influência relevante nas decisões tomadas no presente. Por exemplo, considere uma pequena gráfica comercial: seu horizonte de planejamento deve ser de 10 anos? Provavelmente, não. O ponto no futuro daqui a 10 anos provavelmente terá influência muito pouco relevante em qualquer decisão que se tome hoje. Além disso, o custo de se obterem informações minimamente confiáveis sobre o futuro com 10 anos de antecedência, em condições normais, superará, em muito, os benefícios que trará a consideração deste futuro no processo presente de tomada de decisão. Se fizermos este exercício com 8 anos, 5 anos, 4 anos, 3 anos, e assim sucessivamente, chegaremos a um ponto em que passa a valer a pena de forma relevante a consideração daquele ponto no futuro. Este pode ser considerado então um bom valor para a determinação do horizonte de planejamento. A Figura 1.2 ilustra o conceito de horizonte desejável de planejamento.

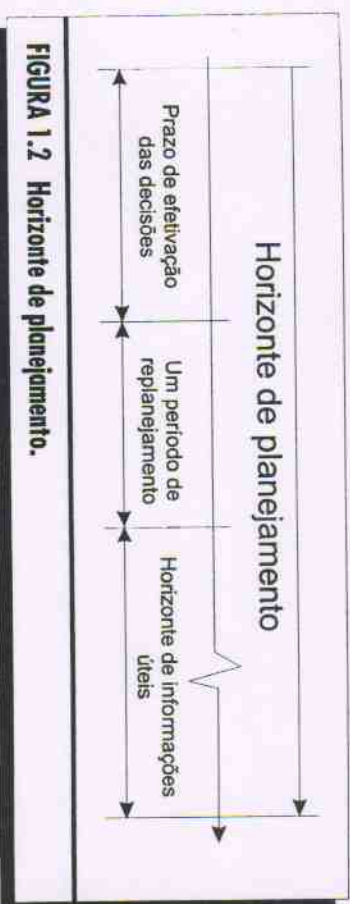


FIGURA 1.2 Horizonte de planejamento.

Como podemos ver na figura, independente do horizonte adicional que forneça informações úteis ao processo de planejamento, devemos considerar um horizonte de planejamento mínimo que é formado pelo prazo necessário à efetivação das decisões a serem tomadas no planejamento (inércia) somado ao período adotado para o replanejamento. Isto se deve ao fato, já comentado, da inércia das decisões. Se a decisão a ser tomada se refere à compra de matérias primas, por exemplo, devemos considerar que estes materiais levarão certo tempo para serem adquiridos e transformados em produtos finais, os quais serão vendidos ao mercado. O horizonte de planejamento que vai orientar o processo de previsão (de vendas, por exemplo) deve necessariamente levar em conta todo este período. Além disso, se o período de replanejamento é, digamos, mensal, um mês deve ser somado ao horizonte de planejamento, caso contrário, este horizonte de um mês estará descoberto neste replanejamento, somente sendo considerado no próximo, quando talvez não seja mais possível reagir a ocorrências não previstas.

**O PERÍODO DE REPLANEJAMENTO.** O período de replanejamento é aquele intervalo de tempo que decorre entre dois pontos em que se dispõem processos de replanejamento. Na descrição passo a passo da dinâmica do processo de planejamento apresentada, o Passo 5 foi: "O tempo vai decorrendo até que chega determinado momento em que é mais prudente tirar outra "fotografia" da situação presente e redispelar o processo..." Isso é feito para que a realidade não "desgarre" muito em relação ao último plano. Como dimensionar o período de replanejamento? Evidentemente, este dimensionamento vai depender de quanto a realidade em questão tem a capacidade de "desgarrar" em relação ao plano, dentro de determinado período de tempo. Se se está tratando de um ambiente fabril relativamente estável como um estaleiro, onde as atividades individuais são bastante consumidoras de tempo, muito provavelmente pouco terá mudado substancialmente de um dia a outro ou mesmo de uma semana a outra. Isso pode fazer com que seja apenas um desperdício de esforço disparar o processo de replanejamento diariamente ou mesmo semanalmente. Um estaleiro poderia preferir períodos de replanejamento quinzenais ou mesmo mensais. Já uma indústria têxtil, que fabrique meias, por exemplo, tem uma frequência maior de ocorrências de eventos, um ambiente fabril mais dinâmico, o que pode requerer replanejamentos mais frequentes, podendo até mesmo em casos especiais ser recomendável o replanejamento diário.

Resumindo, a definição do período de replanejamento depende diretamente do nível de dinâmica ambiental (interna e externa) da situação em análise. Quanto mais dinâmico/incerto o ambiente em questão, menor tende a ser o período desejável de replanejamento. Devemos, entretanto, estar atentos para o fato de que é inútil disparar o processo de replanejamento utilizando dados de entrada desatualizados.

Isso implica que a agilidade do processo de apontamento da situação presente deve ser compatível com a frequência de replanejamento. Caso isso não ocorra, o replanejamento se dará sobre bases irreais, tornando-se na melhor das hipóteses inócuo e na pior prejudicial ao desempenho da organização. A Figura 1.3 ilustra as considerações que devem ser levadas em conta na determinação do período de replanejamento.

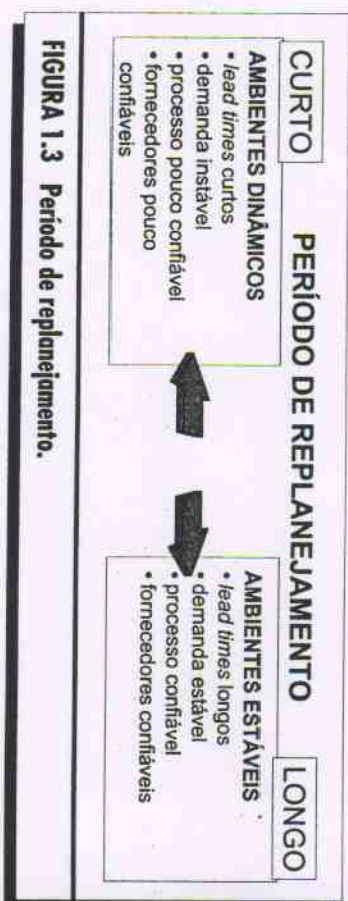


FIGURA 1.3 Período de replanejamento.

## O conceito de planejamento hierárquico

### A INFLUÊNCIA DA AGREGAÇÃO DOS DADOS NA INCERTEZA DA PREVISÃO.

Nas seções anteriores, ficou claro que um bom processo de planejamento se baseia em diversos pressupostos, sendo que um dos principais é o pressuposto de se ter uma boa "visão" do futuro, muitas vezes obtida com base em processos de previsão.

Quando da exploração da função dos sistemas de administração da produção, discutimos também que a visão do futuro de que se necessita deve incluir diversos "sub-horizontes" dentro do horizonte considerado. É necessário considerar um "sub-horizonte" de curto prazo para que com base nele se tomem boas decisões de inércia pequena, um "sub-horizonte" médio para a consideração de decisões de inércia média e um "sub-horizonte" longo para suportar decisões de inércia maior. A Figura 1.4 ilustra a idéia descrita

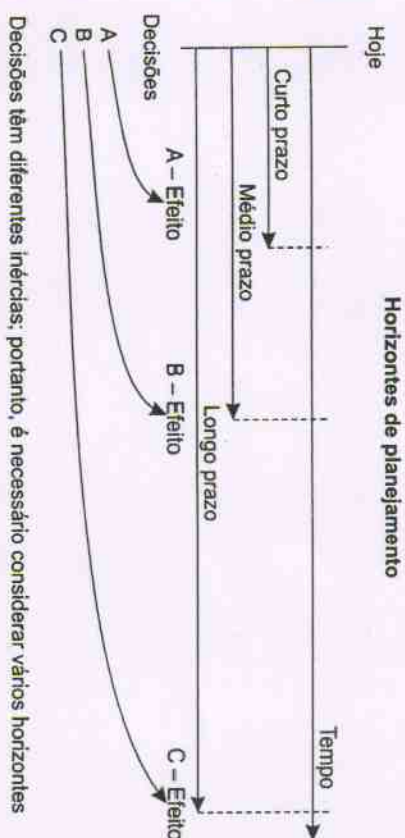


FIGURA 1.4 Sub-horizontes dentro do horizonte de planejamento.

Geralmente, as decisões de inércia pequena envolvem níveis mais moderados de recursos; o efeito de uma decisão equivocada, portanto, não é tão relevante. Por exemplo, em relação à gestão de capacidade, decisões de inércia pequena que podem ser tomadas com pouca antecedência são, por exemplo, referentes à decisão de usar horas extras. As decisões de inércia maior, por outro lado, envolvem níveis mais elevados de recursos e, em decorrência, os efeitos de uma decisão errada terão relevância maior. Por exemplo, uma decisão de ampliação substancial de capacidade produtiva que inclua expansão de fábrica deve ser tomada com muita antecedência e envolve possível escolha e compra de terreno, projeto industrial, construção, aquisição de equipamentos, entre muitos outros.

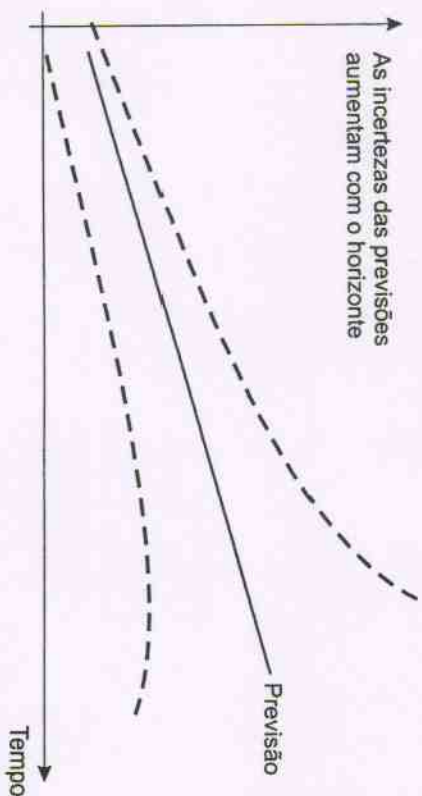


FIGURA 1.5 Erros de previsão crescem com o horizonte de previsão.

Esta constatação pode ser um pouco inquietante numa primeira análise. Isso porque sabemos que decisões tomadas com maior antecedência requerem visão sobre um futuro mais longo. Em outras palavras, requerem previsões de mais longo prazo, que em geral são feitas sob condições de maior incerteza. Até intuitivamente, sabemos que a probabilidade de erro nas previsões cresce com o horizonte. A Figura 1.5 ilustra esta idéia.

Se as decisões que envolvem maior volume de recursos requerem com maior antecedência e se tomar decisões com maior antecedência implica estar sob maior probabilidade de erro, a consequência é que justamente aquelas decisões cujos erros podem envolver perda mais substancial de recursos são aquelas com maior probabilidade de erro. Como é então que a maioria das empresas tem sobrevivido? Guarde esta pergunta de lado por enquanto e vamos analisar outro efeito interessante.

Imagine que há um ano e meio nos reuníssemos para fazer previsões das vendas de determinada loja da rede de lanchonetes McDonald's para o mês passado. No melhor de nossa habilidade, analisando históricos de vendas, sazonalidades, ciclicidades envolvidas e outros aspectos relevantes, chegamos à seguinte previsão por sanduíche:

TABELA 1.2 Previsão das vendas de sanduíche.	
Sanduíche	Previsão para o mês passado (feito há um ano e meio)
Quartinho com queijo	2.500
Big Mac	5.000
Hambúrguer	4.500
Cheeseburger	3.000
File de peixe	1.200
McChicken	1.800
Total	18.000

Quando o mês passado terminou, analisamos as vendas efetivamente ocorridas. Chegamos aos seguinte números:

TABELA 1.3 Vendas efetivas de sanduíche e erros percentuais da previsão.			
Sanduíche	Vendas efetivas no mês passado no loja analisada	% erro da previsão	
Quartinho com queijo	1.930	22,8%	Média dos erros das previsões por sanduíche 21,6%
Big Mac	6.324	26,5%	
Hambúrguer	4.980	10,7%	
Cheeseburger	2.730	9,0%	
File de peixe	1.429	19,1%	
McChicken	1.050	41,7%	
Total	18.443	2,5%	

Notamos que os erros das previsões individuais por sanduíche resultaram, em média, em 21,6%, relativamente alta. Entretanto, se tivéssemos feito o exercício de prever o "agregado" ou o total de vendas para a loja, teríamos feito a previsão de um total de vendas de 18.000 sanduíches, que é o total da Tabela 1.2. Ao confrontar esta previsão agregada com o total das vendas efetivas, 18.443, percebemos que o erro de previsão agregada resulta não em algo da ordem de 20%, mas 2,5%, uma "ordem de grandeza" a menos.

Este efeito ocorre, pois, em previsões desagregadas, ou seja, previsões individuais por sanduíche no caso de nossa lanchonete hipotética, alguns dos erros são "a maior" e outros são "a menor". Em outras palavras, algumas previsões foram superdimensionadas e outras subdimensionadas. Os erros por superdimensionamento tendem, até certo ponto, a compensar os erros por subdimensionamento, resultando em previsão agregada muito mais precisa que a previsão desagregada do mesmo fenômeno. Quanto maior o número de itens e quanto mais "aleatoriamente" se distribuírem os erros a menor e a maior, mais este efeito tende a fazer-se sentir (veja mais detalhes sobre esta discussão no Capítulo 7 – Gestão de demanda).

## DECISÕES DIFERENTES REQUEREM NÍVEIS DIFERENTES DE AGREGAÇÃO DOS DADOS.

Vamos, entretanto analisar um pouco mais profundamente a questão de nossa previsão de venda para os sanduíches. Foi colocado desde o início que há um ano e meio nós nos reunimos para fazer previsões para o mês passado, de vendas de sanduíches para uma loja. Ora, por que nos preocuparíamos em desenvolver uma "visão" de futuro com um ano e meio de antecedência para uma lanchonete? Certamente, para subsidiar aquelas decisões com inércia compatível. Quais são estas para uma lanchonete? Compra de queijo ou de hambúrguer? Programação de turnos de trabalho? Provavelmente, não. Essas são decisões de inércia menor – ou seja, podemos tomá-las com antecedência menor. As decisões que demandam antecedência da ordem de um ano e meio são aquelas referentes à, por exemplo, expansão da loja. Entretanto, para decidir sobre expansão da loja, é necessário que se desenvolvesse uma visão de futuro "desagregada", por sanduíche? Provavelmente não. Uma expansão da loja, em termos práticos, será capaz de produzir qualquer mix de sanduíches e portanto, para este tipo de decisão, que necessita deste nível de antecedência, uma visão agregada é suficiente. Como a visão agregada é muito menos sujeita a erro que a visão desagregada, a decisão acaba por ser tomada sob menor nível de incerteza.

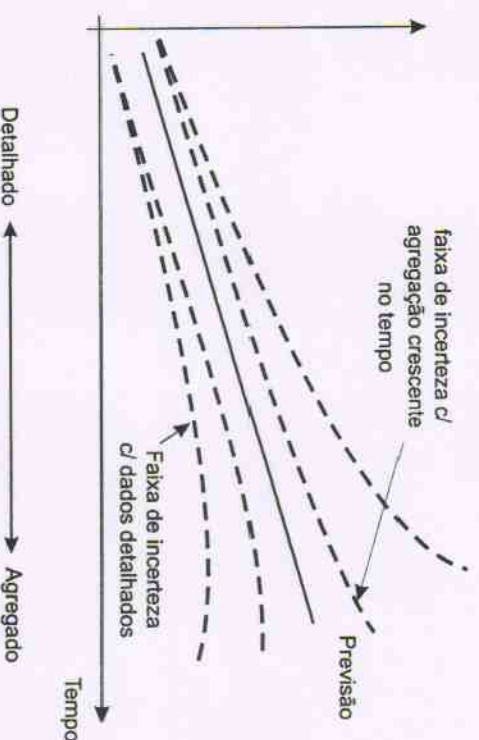
A agregação da visão, que faz reduzir o nível de incerteza das previsões compensa, até certo ponto, o aumento de incerteza causado pelo necessário aumento do horizonte de previsão.

Sumariando, as decisões de maior inércia, que envolvem maiores recursos, necessitam de maior antecedência; também requerem visão de futuro com maior horizonte e, portanto, estão mais sujeitas a incertezas (é mais difícil prever fenômenos mais distantes no futuro). Por outro lado, essas mesmas decisões tendem a não requerer visões (previsões) de futuro desagregadas. Com a agregação, os erros de previsão ficam reduzidos, compensando a necessidade de antecedências mais longas com a possibilidade do tratamento agregado de informações.

Entretanto, para o mesmo planejamento da lanchonete, em algum momento, será necessário tratar o futuro com uma visão desagregada. Por exemplo, em determinado momento, será necessário decidir quanto queijo comprar. Nesse momento, necessariamente uma previsão desagregada terá de ser feita, pois, se a lanchonete vender mais ou menos *cheeseburgers*, por exemplo, isso implicará uma necessidade maior ou menor de queijo. Entretanto, a antecedência com que se precisará tomar esta decisão será muito menor que

um ano e meio. Talvez, uma semana seja suficiente para permitir a reação do fornecedor de queijo. Portanto, a previsão desagregada poderá ser feita com uma antecedência bem menor. Se, por um lado, a incerteza com que se trabalha neste momento é maior devido ao grau de desagregação, por outro, a incerteza devida à antecedência é muito menor pelo fato de a própria antecedência ser muito menor.

Isso significa que, se ao longo do horizonte de planejamento, trabalharmos adequadamente os níveis de antecedência e agregação dos dados, podemos trabalhar com um nível de incerteza mais uniforme ao longo de todo o horizonte. A Figura 1.6 ilustra esta idéia.



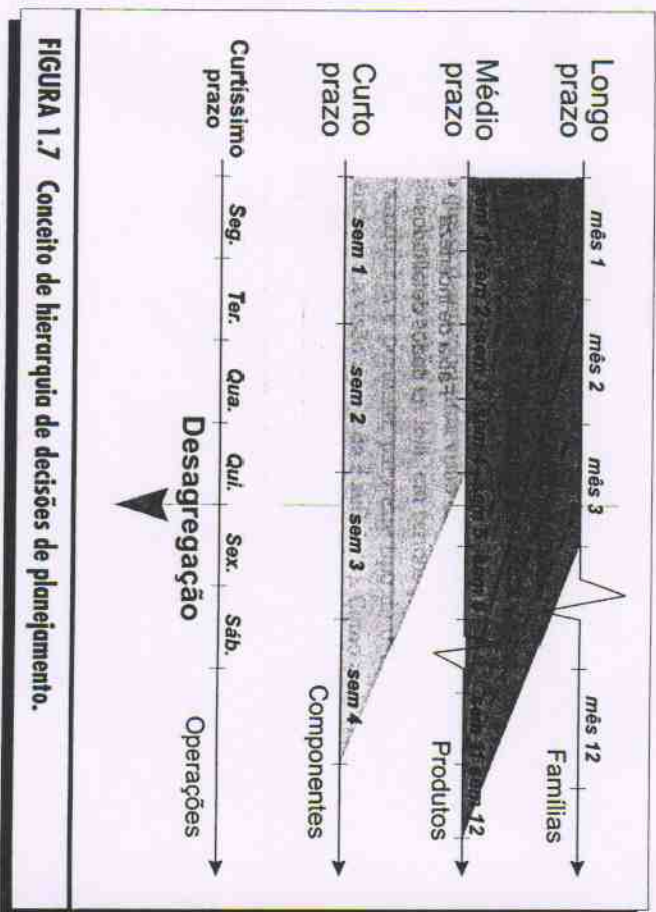
**FIGURA 1.6** Efeito da agregação de dados compensando a antecedência nos erros de previsão.

**A ESTRUTURA DO PLANEJAMENTO HIERÁRQUICO.** Os princípios descritos são o "racional" da ideia de hierarquia dos processos de planejamento. Como as decisões lógicas têm inércias diferentes, é necessário considerar diferentes sub-horizontes dentro do horizonte de planejamento para tratar os aspectos a serem planejados com as diferentes antecedências que as diferentes inércias exigem. Como as decisões de maior inércia em geral envolvem maiores recursos e são decisões mais difíceis de reverter (também chamadas decisões mais estratégicas, com maior influência sobre a forma de a organização competir), elas, em geral, uma vez tomadas, passam a representar restrições às alternativas das decisões de menor inércia. Em outras palavras, quando tomamos uma decisão de inércia menor, devemos considerar as decisões já tomadas anteriormente, de inércia maior, que

até certo ponto restringem, suas alternativas de decisão. Por exemplo, se em determinado momento do passado (um ano e meio atrás, por exemplo) decidimos em relação a nossa lanchonete hipotética, que no mês passado ela teria o limite de capacidade produtiva de 19.000 sanduíches por mês, as decisões, por exemplo, sobre quantos sanduíches fazer, e por conseguinte quanto queijo e hambúrguer comprar e quanta gente empregar, por exemplo, estarão restritas por aquela decisão anterior. Não adianta comprar mais queijo do que a capacidade das instalações definida anteriormente permite processar!

Esta "hierarquia" de decisões, em que as decisões maiores, de maior inércia, vão hierarquicamente restringindo as decisões menores, de menor inércia, deve ser respeitada, para que haja coerência entre os diversos "níveis hierárquicos" de decisão e, dessa forma, garantir coesão de todo o processo de planejamento.

A Figura 1.7 ilustra o conceito de hierarquia de decisões de planejamento.



**FIGURA 1.7** Conceito de hierarquia de decisões de planejamento.

Num primeiro nível, estão as decisões de mais longo prazo, aquelas que têm, segundo terminologia que estamos usando, inércia maior. Como a antecedência com que devem ocorrer essas decisões é grande, em geral o nível de agregação com que se trabalha também é grande. O horizonte considerado neste nível pode chegar a um ano ou mais, conforme o caso analisado, o período de planejamento é também agregado (grande), podendo

ser o mês. Os produtos são agregados em famílias ou linhas de produtos e os recursos são agregados em setores produtivos. Em um segundo nível, cujas decisões serão restritas pelas decisões do nível hierárquico de agregação imediatamente superior, as decisões têm inércia menor e, portanto, requerem antecedência inferior. Isso define um sub-horizonte de planejamento neste segundo nível, que é menor que o do anterior. Entretanto, o nível de desagregação necessário neste nível é correspondentemente maior. Ou seja, uma parte do horizonte do primeiro nível é "desagregada" neste nível; dessa forma, a coerência entre esses dois níveis é garantida. É comum encontrar o segundo nível hierárquico com horizonte de alguns meses (três, por exemplo), períodos de planejamento que podem ser a semana (uma desagregação do mês). As famílias de produtos são desagregadas em produtos individuais, os setores são desagregados em grupos de equipamentos similares. Em um terceiro nível de desagregação, os produtos são desagregados em componentes e os grupos de equipamentos similares são desagregados em equipamentos individuais, o horizonte pode ter de um a alguns meses de duração, o período de planejamento pode ter de um dia a uma semana. Quando necessário, um quarto nível de desagregação pode ser definido: a primeira semana do terceiro nível é desagregada em dias, os componentes são "desagregados" em operações (necessárias à produção de cada componente). Neste caso, o horizonte é de uma ou duas semanas e o período de planejamento é o dia.

**COERÊNCIA ENTRE DECISÕES DE NÍVEIS DIFERENTES.** Com esta estrutura hierárquica de desagregações sucessivas, garantimos que as decisões de nível imediatamente anterior são consideradas como direcionadoras (ou restritivas) do nível imediatamente inferior, e assim sucessivamente, até o nível mais desagregado.

O processo de planejamento não é feito apenas uma vez, mais continuamente. Dessa forma, a partir da primeira vez que se considera um período no futuro (o ponto mais distante do horizonte de planejamento), ele voltará a ser considerado repetidamente em todos os replanejamentos, com desagregação crescente, à medida que o horizonte de planejamento decorre, até que ele passe a ser o momento presente. Por exemplo, se o horizonte de planejamento do primeiro nível hierárquico é de um ano, o mês 12 será considerado pela primeira vez no replanejamento presente; no mês passado, o mês 12 era o mês 13 e, portanto, não entrava no horizonte máximo considerado. A partir deste replanejamento, o mês 12 será considerado por um ano, sendo que no mês que vem ele será o mês 11, daqui a dois meses ele será o mês 10, e assim por diante, até que, quando ele passar a ser o mês 3, será desagregado em semanas, sendo, a partir deste ponto, tratado de forma desagregada. Será a semana 12, tornando-se a semana 11 uma semana depois, semana 10 uma semana depois, e assim por diante, continuando a ser considerado a cada replanejamento, agora mais frequentemente. Quando se tornar a semana 1, será desagregado em dias, sendo assim tratado daí por diante até que se torne o próprio momento presente. A partir daí sai do horizonte de planejamento, pois se torna passado.

Dessa forma, um período é tratado repetidamente, por longo tempo, de forma gradualmente mais desagregada, à medida que se tenha sobre ele informações mais precisas (previsões com menor antecedência e, portanto, sob menor incerteza).

O conceito de planejamento hierárquico é importante de ser entendido, independentemente do tipo específico de sistema de planejamento que se use. Conceitualmente, ele deve estar presente nos processos de planejamento para garantir coerência entre os níveis de planejamento (que em geral estão a cargo de pessoas com escalões diferentes nas organizações) e ter certeza de que o rumo futuro que foi decidido por níveis gerenciais mais estratégicos em níveis hierárquicos superiores de planejamento seja refletido nas decisões operacionais de níveis mais baixos na organização, garantindo assim que haja soma e não dispersão de esforços e decisões ao longo da hierarquia organizacional.

### 1.3 QUESTÕES E TÓPICOS PARA DISCUSSÃO

1. Por que em geral as empresas que produzem altos volumes de poucos produtos tendem a fazer planejamentos com horizontes mais longos?
2. Discuta os possíveis motivos pelos quais as empresas no Brasil têm muita dificuldade de conseguir bom desempenho no aspecto "cumprimento de prazos".
3. Que tipo de dificuldade a prática do *global sourcing* pode trazer à empresa se o critério usado para decisão for apenas o preço cotado pelo fornecedor?
4. Como uma empresa que produz farinha de trigo pode usar os serviços aos clientes para *descommoditar* seus produtos?
5. Por que os clientes que se encontram em um ambiente mais turbulento e imprevisível tendem a valorizar mais fornecedores com entregas mais rápidas?
6. Por que em um latício é mais provável que as previsões de consumo do insumo "leite" sejam percentualmente mais precisas que as previsões de vendas de qualquer de seus derivados?
7. Por que o nome planejamento hierárquico da produção?

## 2

### Conceitos de Gestão de Estoques

Um dos principais conceitos dentro do escopo dos sistemas de administração da produção é o conceito de estoques. Trata-se de um elemento gerencial essencial na administração de hoje e do futuro. Hoje, o conceito de estoques é mais bem entendido que já o foi em anos recentes. Nos anos 80, por exemplo, muitas empresas tiveram problemas estratégicos sérios por acharem que deveriam, a todo custo, baixar a zero seus estoques, seduzidas por uma leitura equivocada das mensagens *subliminamente* passadas pela superintendência incontestável dos sistemas de gestão japoneses daquela época. Na verdade, a mensagem era quase esta, mas não exatamente esta. Hoje, entendemos de forma mais clara que o que devemos buscar incessantemente é não ter um grama a mais de estoques do que a quantidade estritamente necessária estrategicamente. Mas o que isso significa em termos práticos? Este é o escopo das discussões que se seguem no próximo item.

#### 2.1 FUNÇÃO DOS ESTOQUES

Estoques são, para efeito das discussões deste livro, acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação. Esses acúmulos de materiais têm uma propriedade fundamental que é uma *arma* – no sentido de que pode ser usada para "o bem" e para "o mal": esses acúmulos, ou estoques, proporcionam independência às fases dos processos de transformação entre as quais se encontram. Quanto maiores os estoques entre duas fases de um processo de transformação, mais *independentes* entre si essas fases são, no sentido de que interrupções de uma não acarretam interrupção na outra. Imagine, por exemplo, duas fases no processo de transformação de água de chuva em água potável disponibilizada para uso pela população de uma cidade: a fase de *obtenção* da chuva, via chuvas, e a fase de *distribuição* da água potável à população. A Figura 2.1 ilustra estas duas fases do processo de transformação.