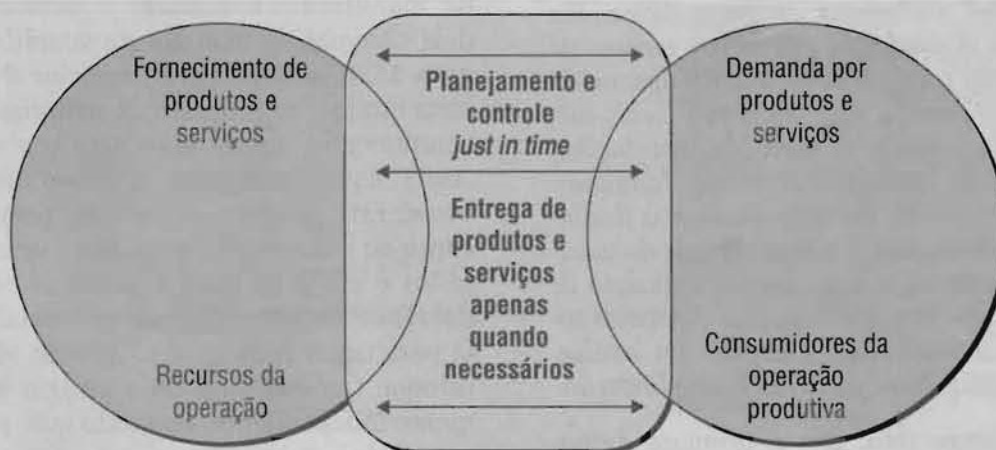


## Planejamento e Controle *Just in Time*

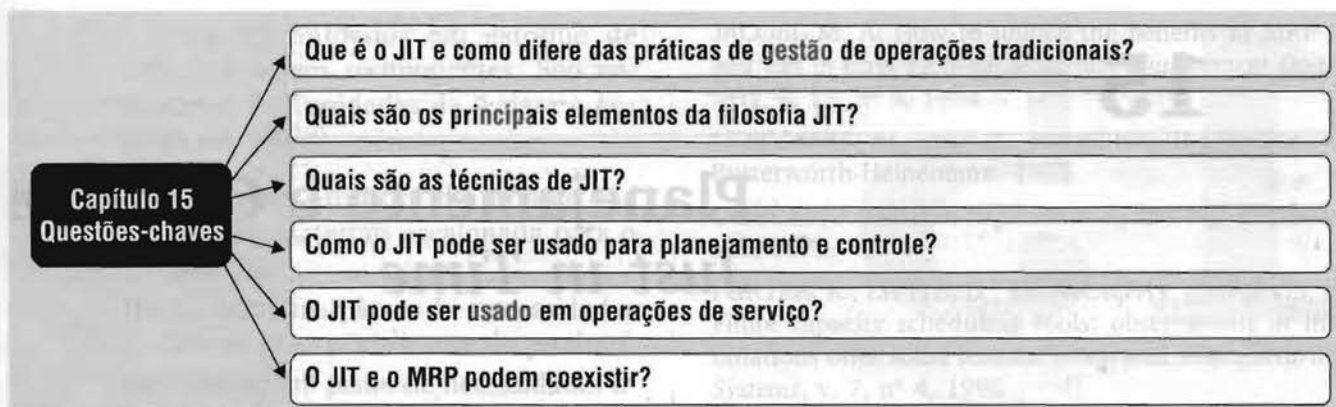
### INTRODUÇÃO

O Capítulo 14 descreveu o MRP, uma abordagem para o planejamento e controle da produção. Este capítulo analisa outra abordagem, que aborda o mesmo tema de forma diferente. Essa abordagem recebeu a denominação simplista de *just in time* (JIT). Neste capítulo, vamos examinar o *just in time* (JIT), tanto como uma filosofia quanto como um método para o planejamento e controle das operações. Isso significa que, em boa parte do capítulo, nos manteremos com uma visão focalizada de *just in time*, concentrando em seus aspectos de planejamento e controle, embora, na prática, ele tenha implicações muito mais amplas no que se refere ao aprimoramento do desempenho da produção. Na verdade, muitas

das implicações mais amplas do *just in time* (geralmente chamadas na prática de operações “enxutas”) estão abordadas em boa parte do material apresentado neste livro. Os princípios do *just in time* que consistiram numa mudança radical, em relação à prática tradicional de produção, têm-se tornado uma esperança em gestão de operações. Em suma, o capítulo analisa a questão “O que é o *just in time* e qual é seu impacto no planejamento e controle das operações?” Colocado de outra forma, “Quais são as implicações de organizar o fornecimento de bens (e por vezes serviços) para trabalhar literalmente *just in time* (no tempo exato), para que sejam utilizados por seus clientes internos ou externos?” A Figura 15.1 ilustra o conceito do planejamento e controle JIT.



**Figura 15.1** O planejamento e controle *just in time* visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios.



## QUE É O *JUST IN TIME*?

Em seu aspecto mais básico, pode-se tomar o conceito literal do JIT – o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não formem estoques, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar. Além desse elemento temporal do JIT, podemos adicionar as necessidades de qualidade e eficiência. Uma possível definição de JIT pode ser a seguinte:<sup>1</sup>

*O JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios.*

Alternativamente, para aqueles que preferem uma definição mais completa:<sup>2</sup>

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

Note-se, entretanto, que a primeira definição apresenta os objetivos do *just in time*. JIT não alcançará esses objetivos imediatamente. Em vez

disso, ela descreve uma situação cujo atingimento a abordagem *just in time* ajuda a conseguir. Contudo, nenhuma definição de JIT engloba todas as suas implicações para a gestão de operações.

É por isso que existem tantas frases e termos para descrever a abordagem JIT, como por exemplo:

- manufatura enxuta;
- manufatura de fluxo contínuo;
- manufatura de alto valor agregado;
- produção sem estoque;
- guerra ao desperdício;
- manufatura veloz;
- manufatura de tempo de ciclo reduzido.

A melhor maneira de compreender como a abordagem JIT difere da abordagem tradicional de manufatura é analisar o contraste entre os dois sistemas de manufatura simplificados da Figura 15.2. A abordagem tradicional assume que cada estágio no processo de manufatura envia os componentes que produz para um estoque, que “isola” aquele estágio do próximo estágio do processo. Este próximo estágio irá (eventualmente) suprir-se dos componentes desse estoque, processá-los e enviá-los para o próximo estoque isolador. Esses estoques não são acidentais; eles estão lá para isolar cada estágio de seus vizinhos. Esse estoque faz com que cada estágio seja relativamente independente, de modo que, por exemplo, se o estágio A interrompe sua produção por alguma razão (por uma quebra de máquina ou falta de componentes), o estágio B deve continuar trabalhando, ao menos por algum tempo. O estágio C pode continuar trabalhando por mais tempo ainda, dado que há dois estoques isoladores para serem consumidos, antes que ele tenha que

1 BICHENO, J. *Implementing just in time*. IFS, 1991.

2 VOSS, C. A. In: VOSS, C. A. (Org.). *Just in time manufacture*. IFS, Springer/Verlag, 1987.

parar de trabalhar. Quanto maior o estoque isolador, maior é o grau de independência entre os estágios, portanto menor é o distúrbio causado quando ocorre o problema. Esse isolamento é conseguido ao custo de estoque (capital empata-do) e com altos tempos de atravessamento (resposta lenta ao mercado); contudo, ele realmente permite que cada estágio opere de maneira ininterrupta e, conseqüentemente, eficiente.

O principal argumento contra essa abordagem tradicional recai sobre a própria condição que ela visa promover, ou seja, a independência entre os estágios produtivos. Quando um problema ocorre em dado estágio, este problema não se torna imediatamente aparente em outros estágios do sistema. A responsabilidade pela resolução do problema estará centralizada no pessoal desse estágio, fazendo com que as conseqüências do problema não sejam transmitidas ao resto do sistema. Entretanto, compare essa posição com a ilustrada no sistema da parte inferior da Figura 15.2, que constitui um exemplo extremo de JIT. Nesse caso, os componentes são produzidos e passados diretamente para o próximo estágio "exatamente no momento" em que serão processados. Os problemas, em qualquer estágio, têm um efeito bastante diferente num sistema desse tipo. Por exemplo, se o estágio A interrompe sua

produção, o estágio B perceberá imediatamente e o estágio C logo depois. O problema do estágio A é agora rapidamente exposto a todo sistema e todo o sistema é afetado pelo problema. Uma conseqüência disso é que a responsabilidade pela resolução do problema não está mais confinada ao pessoal do estágio A, mas é agora compartilhada por todos. Isso amplia consideravelmente as chances de que o problema seja resolvido, pelo simples fato de que agora ele é muito importante para ser ignorado. Em outras palavras, evitando o acúmulo de estoques entre estágios, a empresa amplia as chances de a eficiência intrínseca da fábrica ser aprimorada.

Embora simplificado, esse exemplo ilustra as diferenças entre as abordagens tradicional e JIT. Embora ambas visem à alta eficiência na produção, elas tomam caminhos diversos para conseguir isso. A abordagem tradicional busca a eficiência protegendo cada parte da produção de possíveis distúrbios. Longas corridas ininterruptas de produção constituem o estado ideal. A abordagem *just in time* tem uma visão oposta. A exposição do sistema aos problemas (embora não tão rápida como em nosso exemplo simplificado), pode tanto torná-los mais evidentes, como mudar a "estrutura motivacional" de todo o sistema em direção à solução dos problemas. O *just in*

(a) Abordagem tradicional – estoques separam estágios

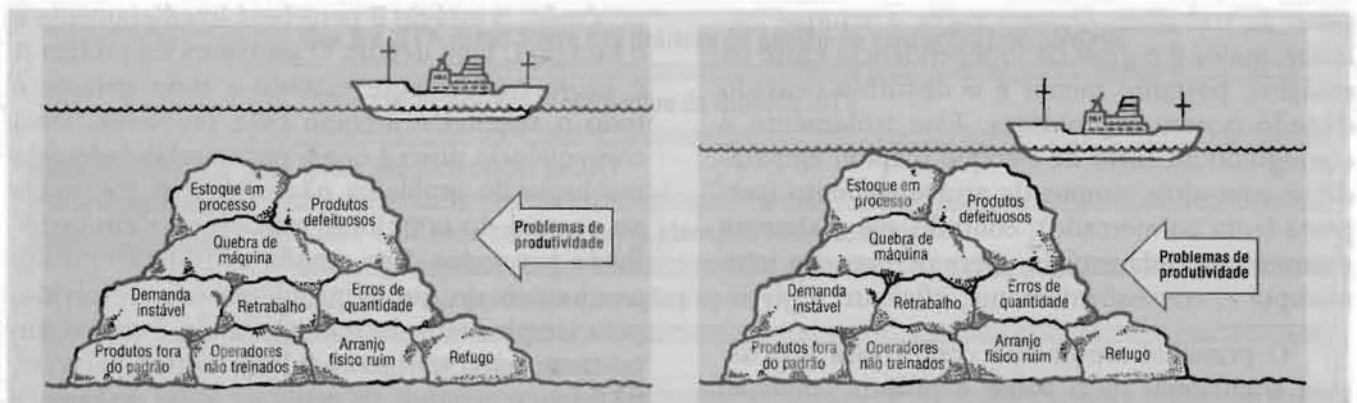


(b) Abordagem JIT – entregas são feitas contra solicitação



Figura 15.2 (a) Fluxo tradicional e (b) JIT entre estágios.





**Figura 15.3** A redução do nível de estoque (água) permite que a gerência (navio) veja os problemas (pedras) e procure reduzi-los.

*time* vê os estoques como um “manto Negro” que fica sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos. A idéia do encobrimento dos efeitos do estoque é normalmente ilustrada na Figura 15.3. Os muitos problemas da produção são mostrados como pedras no leito de um rio, as quais não podem ser vistas em virtude da profundidade da água. A água, nessa analogia, representa o estoque na produção. Ainda que as pedras não possam ser vistas, elas reduzem o fluxo do rio e causam turbulência. A redução gradual do nível da água permite que os problemas sejam identificados (as pedras vistas) e atacadas suas causas mais básicas. Quando as pedras são removidas, o nível da água é reduzido mais ainda, expondo outros problemas e assim por diante.

O mesmo argumento pode ser utilizado para caracterizar o relacionamento entre estágios de produção numa escala maior, na qual cada estágio é uma macrooperação. Aqui, os estágios A, B e C poderiam ser uma empresa fornecedora, uma empresa de manufatura e uma empresa cliente, respectivamente. Nesse nível, as duas abordagens são a abordagem tradicional de produção em massa e a operação JIT.

### O que o JIT requer

Idealmente, o JIT requer alto desempenho em todos os objetivos de desempenho da produção.

- A *qualidade* deve ser alta, porque distúrbios na produção devidos a erros de qualidade irão reduzir o fluxo de materiais,

reduzir a confiabilidade interna de fornecimentos, além de gerar o aparecimento de estoques, caso os erros reduzam a taxa de produção.

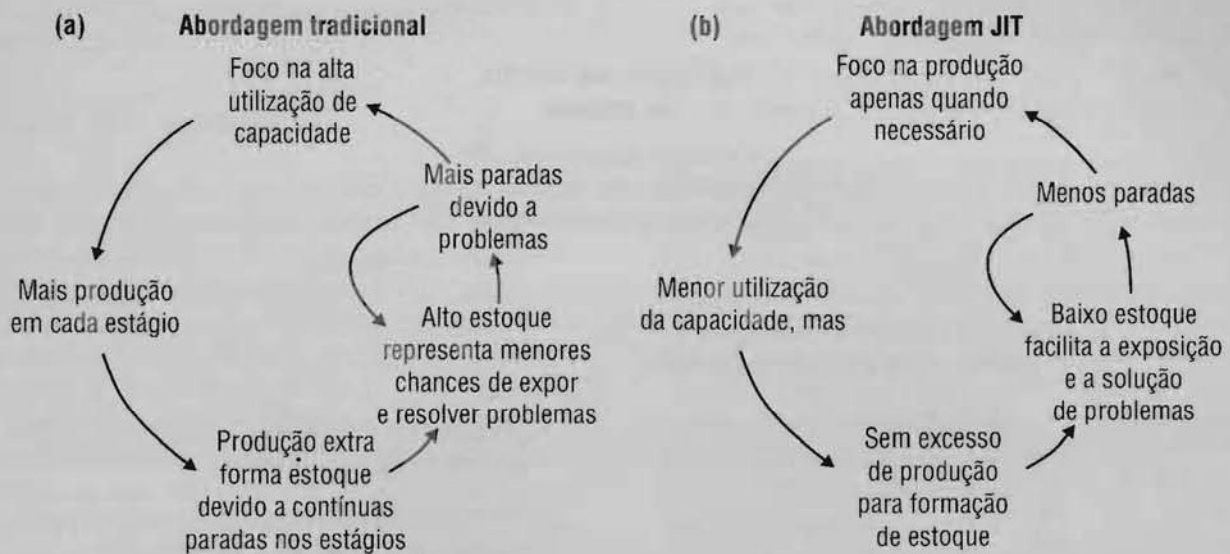
- A *velocidade*, em termos de rápido fluxo de materiais, é essencial caso se pretenda atender à demanda dos clientes diretamente com a produção, em vez de pelos estoques.
- A *confiabilidade* é um pré-requisito para um fluxo rápido ou, olhando por outro lado, é muito difícil atingir o fluxo rápido, se o fornecimento de componentes ou os equipamentos não são confiáveis.
- A *flexibilidade* é especialmente importante para que se consiga produzir em lotes pequenos, atingindo-se fluxo rápido e *lead times* curtos. Estamos referindo-nos, aqui, principalmente às flexibilidades de *mix* e de volume, tal como descritas no Capítulo 2.
- Como resultado da excelência dos objetivos de desempenho anteriores, o *custo* é reduzido.

Em última análise, o custo meta é somente a soma das matérias-primas e das atividades que agregam valor.

### JIT e utilização da capacidade

Mesmo num ambiente avançado de *just in time*, o atingimento de altos padrões em todos os objetivos de desempenho da produção requer al-





**Figura 15.4** As diferentes visões de utilização de capacidade nas abordagens (a) tradicional e (b) JIT.

guns sacrifícios. No *just in time*, o principal aspecto sacrificado é a utilização da capacidade. Retorne ao sistema de produção mostrado na Figura 15.2. Quando ocorrem interrupções de produção no sistema tradicional, os estoques permitem que cada estágio continue trabalhando, atingindo, portanto, alta utilização de capacidade. Essa alta utilização não necessariamente faz com que todo o sistema produza mais componentes. Normalmente, a produção extra vai para os grandes estoques isoladores. No sistema JIT, qualquer interrupção irá afetar o resto do sistema, causando interrupções ao longo de toda a produção. Isso necessariamente levará à baixa utilização da capacidade, ao menos a curto prazo. Contudo, os defensores do JIT argumentam que não há vantagem em produzir componentes só para mantê-los em estoque. A menos que esta produção seja útil e possibilite à empresa em sua totalidade produzir produtos vendáveis, não há razão para produzi-la. Na verdade, produzir apenas para manter alta utilização de capacidade não só não tem sentido, como é contraprodutivo, já que o estoque extra produzido serve somente para dificultar o aprimoramento da produção. Para um dado nível de demanda, os requisitos de capacidade são geralmente mais baixos sob condições de JIT. A Figura 15.4 ilustra as duas abordagens na utilização da capacidade.

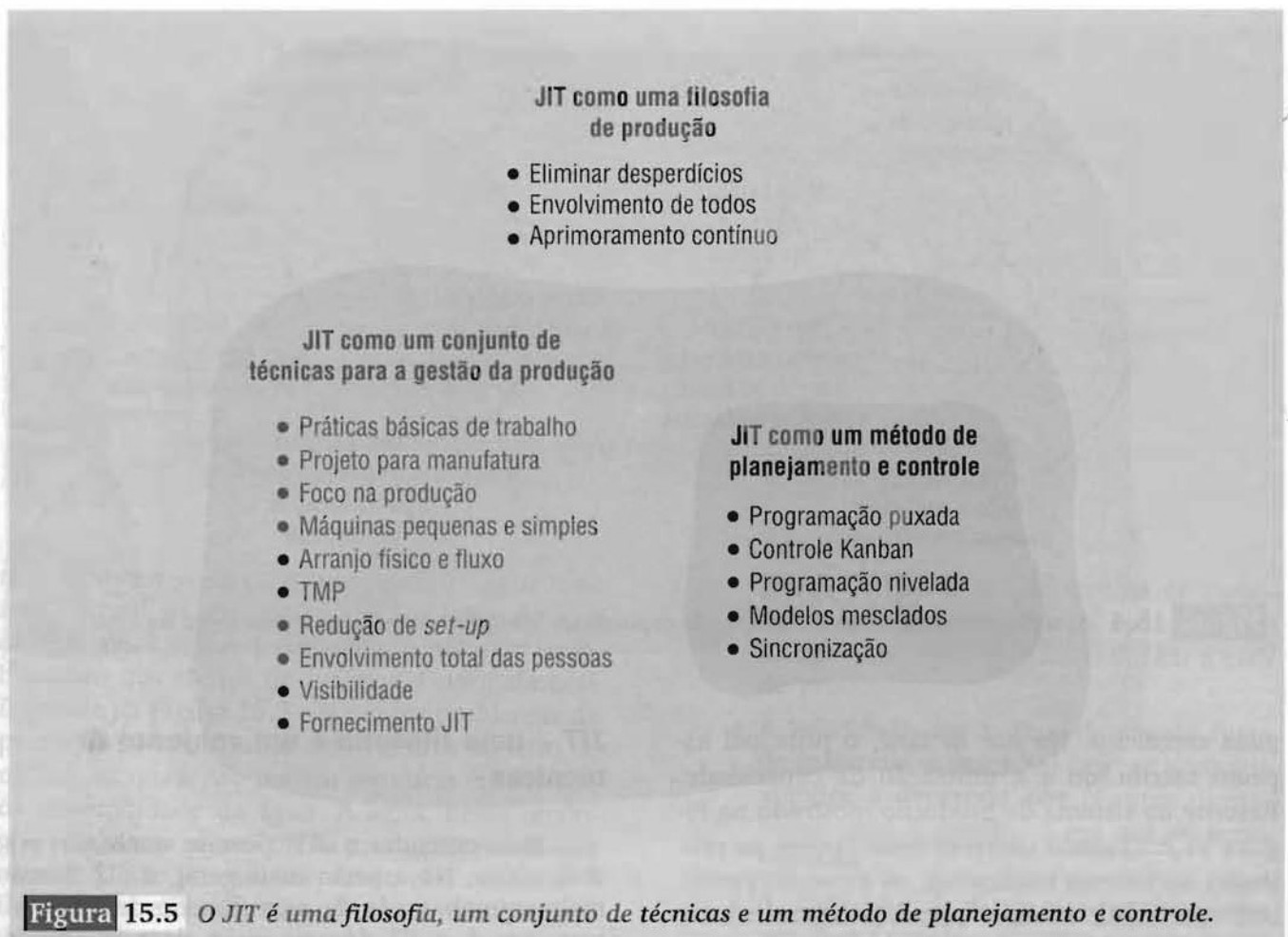
## JIT – uma filosofia e um conjunto de técnicas

Para entender o JIT, deve-se analisá-lo em dois níveis. No aspecto mais geral, o JIT é normalmente chamado de uma *filosofia* de manufatura: isto é, o JIT dá uma visão clara, que pode ser utilizada para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos. Ao mesmo tempo, o JIT é uma coleção de várias *ferramentas e técnicas*, as quais fornecem as condições operacionais para suportar essa filosofia. Muitas dessas ferramentas e técnicas são bem conhecidas fora da esfera do JIT e relacionam-se com atividades cobertas em outros capítulos deste livro. Outras técnicas referem-se especificamente à maneira pela qual a produção é planejada e controlada no regime JIT. Este capítulo resume a filosofia JIT, situa algumas das técnicas descritas em outras partes deste livro, tratando com mais detalhe dos aspectos de planejamento e controle do JIT (veja Figura 15.5).

### FILOSOFIA JUST IN TIME

#### Filosofia *just in time* e prática japonesa

O JIT é uma expressão ocidental para uma filosofia e uma série de técnicas desenvolvidas



**Figura 15.5** O JIT é uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de planejamento e controle.

pelos japoneses. A filosofia está fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo. O líder do desenvolvimento do JIT no Japão foi a Toyota Motor Company (veja box sobre a Toyota mais adiante neste capítulo). A estratégia da Toyota no Japão tem sido aproximar progressivamente a manufatura de seus clientes e fornecedores. Isso foi feito por meio do desenvolvimento de um conjunto de práticas de JIT. De fato, pode-se argumentar que as origens do JIT estão na reação da Toyota ao “choque do petróleo”, o qual aumentou os preços do produto no início dos anos 70.<sup>3</sup> A resultante necessidade de aprimoramento da eficiência da manufatura forçou a Toyota a acelerar o desenvolvimento dos então embrionários conceitos do JIT. Os desenvolvimentos da Toyota e de outras empresas japonesas foram sem dúvida incentiva-

dos pela cultura e pelas circunstâncias econômicas nacionais. A atitude do Japão em relação ao desperdício (“dê importância a cada grão de arroz”), com sua posição de país superpovoado e com escassez de recursos, formaram condições ideais para o desenvolvimento de uma filosofia de manufatura que enfatiza o pouco desperdício e o alto valor agregado. Uma explicação alternativa para as origens do JIT analisa a indústria naval japonesa.<sup>4</sup> No final dos anos 50 e início dos anos 60, o excesso de capacidade dos produtores de aço japoneses possibilitava aos estaleiros solicitar entregas de aço apenas no momento em que eram necessárias. Em virtude disso, os estaleiros melhoraram os métodos de produção de modo a reduzir seus estoques de aço, de aproximadamente um mês para três dias. Como as vantagens da redução dos estoques tornaram-se bastante vi-

3 VOSS, C. A. Op. cit.

4 SCHONBERGER, R. *Japanese manufacturing techniques*. The Free Press, 1982.

síveis, a idéia espalhou-se para outros setores da indústria japonesa.

### Teoria da Alta Dependência

Uma explicação para a abordagem *just in time* na gestão da produção é chamada de teoria da alta dependência.<sup>5</sup> Ela é derivada parcialmente da lógica que usamos anteriormente para descrever os benefícios de ter baixos estoques. Com altos estoques isolando cada estágio do processo produtivo, a dependência de cada etapa em relação às demais era baixa. Retire os estoques e sua dependência mútua aumenta. Este não é o único exemplo de alta dependência no JIT (e na prática japonesa em geral). A prática JIT de dar autonomia aos funcionários de "chão de fábrica" torna a empresa dependente de suas ações. O uso do conceito de cliente interno (mencionado no Capítulo 1, mas explicado mais adiante no Capítulo 20) formaliza a dependência entre todas as partes da operação. O uso da Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*, explicada no Capítulo 19), assim como as políticas de desenvolvimento de fornecedores do JIT (do Capítulo 13), são também exemplos de dependência. Os professores Nick Oliver e Berry Wilkinson resumem a teoria da dependência dessa forma:<sup>6</sup>

*Os sistemas de produção japoneses, particularmente o JIT e o controle da qualidade total, ampliam a dependência da empresa em relação a seus agentes ou "constituintes", especialmente os funcionários e as empresas fornecedoras. Isto significa (...) que a habilidade dos constituintes da organização de alavancar seus próprios interesses é ampliada. A implicação óbvia é de que se torna imperativo que tais organizações tomem medidas para contrabalançar este efeito, evitando a possibilidade de que tal poder seja utilizado (...) À luz da vulnerabilidade dos sistemas de produção japoneses em relação a problemas, e à luz da alta dependência da organização em relação a seus constituintes, sugerimos que esse sistema só irá trabalhar com sucesso na situação em que as organizações parceiras tenham to-*

*das tomado as medidas adequadas para a prevenção de problemas, ou quando as condições econômicas, sociais e políticas estejam automaticamente provendo segurança.*

### Comentário crítico

Os princípios *just in time* podem ser levados ao extremo. Na década de 80, quando as idéias de *just in time* começaram a ter um impacto na prática das operações do Ocidente, alguns especialistas defenderam a eliminação de estoques entre processos. Enquanto, a longo prazo, isso fornece a motivação final para os gerentes de produção em assegurar a eficiência e a confiabilidade de cada estágio do processo, isso não admite a possibilidade de alguns processos serem intrinsecamente não totalmente confiáveis. Uma visão alternativa seria permitir estoques (embora pequenos) em estágios de processos com uma incerteza maior que a média. Isso ao menos permitiria alguma proteção para o resto do sistema. As mesmas idéias aplicam-se ao fornecimento *just in time* entre fábricas. A Toyota Motor Corporation, geralmente vista como o símbolo do JIT moderno, sofreu com suas políticas de estoque entre fábricas. Um terremoto ocorrido em Kobe e um incêndio em fábricas de fornecedores fez com que a produção das principais fábricas da Toyota ficassem fechadas durante alguns dias devido à falta de peças. Mesmo as redes de manufatura mais bem reguladas não podem prever tais eventos.

### Filosofia de operações do JIT

Três razões-chaves definem o coração da filosofia JIT: a eliminação de desperdício, o envolvimento dos funcionários na produção e o esforço de aprimoramento contínuo.<sup>7</sup> Analisaremos uma de cada vez.

### Eliminar Desperdícios

O desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor. Por exemplo, quando a Cummins Engineering, uma fabricante de motores, iniciou seu trabalho com o JIT, ela realizou um estudo para determinar quanto tempo levava para que determinada quantidade de produtos fosse fabricada.<sup>8</sup> O estudo mostrou

7 HARRISON, A. *Just in time manufacturing in perspective*. Prentice Hall, 1992.

8 LEE, D. C. Set-up time reduction: making JIT work. In: VOSS, C. A. (Org.). *Just in time manufacture*. IFS, Springer/Verlag, 1987.

5 OLIVER, N.; WILKINSON, B. *The japanization of british industry*. Basil Blackwell, 1988.

6 OLIVER, N.; WILKINSON, B. Op. cit.



que, na melhor das hipóteses, o motor estava efetivamente trabalhando em apenas 15% do tempo em que se encontrava na fábrica. Na pior situação, esse índice caía para 9%, o que significava que durante 91% de todo o tempo a produção estava agregando custo ao motor e não agregando valor. Embora já um produtor relativamente eficiente para os níveis ocidentais, os resultados alertaram a Cummins para o grande desperdício que ainda havia em suas operações e para o fato de que nenhuma medida de desempenho em uso havia exposto tal fato. A Cummins reformulou seus objetivos visando à redução das atividades que desperdiçam e ao aumento das que agregam valor.<sup>9</sup>

Identificar desperdícios é o primeiro passo para eliminá-los. A Toyota identificou sete tipos de desperdício, os quais acredita-se serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes – tanto de serviço como de manufatura – e que formam a base da filosofia *just in time*.

- **Superprodução.** Produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção é a maior das fontes de desperdício, de acordo com a Toyota.
- **Tempo de espera.** Eficiência de máquina e eficiência de mão-de-obra são duas medidas comuns e são largamente utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Menos óbvio é o montante de tempo de espera de materiais que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento.
- **Transporte.** A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo não agrega valor. Mudanças no arranjo físico que aproximam os estágios do processo, aprimoramento nos métodos de transporte e na organização no local de trabalho podem reduzir desperdícios.
- **Processo.** No próprio processo, pode haver fontes de desperdício. Algumas operações existem apenas em função do projeto

ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo portanto ser eliminadas.<sup>10</sup>

- **Estoque.** Dentro da filosofia JIT, todo estoque torna-se um alvo para a eliminação. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques pela eliminação de suas causas.
- **Movimentação.** Um operador pode parecer ocupado, mas algumas vezes nenhum valor está sendo agregado pelo trabalho. A simplificação do trabalho é uma rica fonte de redução do desperdício de movimentação.
- **Produtos defeituosos.** O desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo nas empresas, mesmo que as medidas reais de qualidade sejam limitadas. Os custos totais da qualidade são muito maiores do que tradicionalmente têm sido considerados, sendo portanto mais importante atacar as causas de tais custos. Isso é discutido no Capítulo 20.

### Envolvimento de Todos

A filosofia JIT é normalmente vista como um sistema “total”. Ela visa fornecer diretrizes que incluem todos os funcionários e todos os processos na organização. Uma cultura organizacional adequada tem sido vista como importante fator para apoiar esses objetivos, pela ênfase no envolvimento de todos os funcionários da organização. Essa nova cultura é algumas vezes vista como um sinônimo da “qualidade total” e é discutida em detalhe no Capítulo 20.

Esse enfoque do JIT à gestão dos recursos humanos tem também sido chamado de sistema “de respeito pelos homens”. Ele incentiva (e normalmente requer) a resolução de problemas por equipes, o enriquecimento de cargos (por meio da inclusão de tarefas de manutenção e *set-up* na atividade dos operadores), a rotação de cargos e multi-habilidades. A intenção é encorajar alto grau de responsabilidade pessoal, engajamento e *ownership* do trabalho.

### Comentário crítico

Nem todos vêem as práticas de gestão de recursos humanos como positivamente influenciadas pelo JIT. A abordagem JIT pode ser vista como paternalista. Pode

9 Citado em HARRISON, A. Op. cit.

10 Citado em HARRISON, A. Op. cit.

ser, de alguma forma, menos autocrática que algumas práticas japonesas datadas de épocas anteriores. Entretanto, certamente não está alinhada com as filosofias de projeto do trabalho que dão uma ênfase maior à contribuição e a comprometimento. Kamata fez uma descrição autobiográfica como funcionário na fábrica da Toyota, chamada *Japan in the Passing Lane*. Seu texto fala da "(...) falta de humanidade e o autoritarismo (...)" do trabalho nesse sistema.<sup>11</sup> Críticas similares têm sido lançadas por alguns líderes sindicais. Entretanto, tais críticas não parecem ter refreado a utilização dos conceitos JIT fora do Japão.

### Aprimoramento Contínuo

Os objetivos do JIT são normalmente expressos como ideais, como em nossa definição anterior: "atender à demanda no momento exato com qualidade perfeita e sem desperdício". Ainda que o desempenho de qualquer organização possa estar bem longe desses ideais, uma crença fundamental do JIT é a de que é possível aproximar-se deles ao longo do tempo. É por isso que o conceito de aprimoramento contínuo é uma parte tão importante da filosofia JIT. Se os objetivos do JIT são estabelecidos em termos de ideais, os quais organizações individuais podem nunca alcançar, a ênfase então deve estar na forma com a qual uma organização aproxima-se desse estado ideal. A palavra japonesa para aprimoramento contínuo é *kaizen*, e é uma parte-chave da filosofia JIT. Ela é explicada por completo no Capítulo 18.

#### Just in time supera altos custos de mão-de-obra<sup>12</sup>

Um efeito da abordagem cada vez mais global de negócios tem sido enfatizar os custos de mão-de-obra relativamente altos com que as empresas de manufatura de engenharia precisam arcar. Isso levou a duas grandes tendências. A primeira é que muitas empresas estão aumentando a proporção de serviços em seu pacote de produtos ofertados. Isso pode ajudar a reduzir a importância dos custos de manufatura, porque os consumidores estão preparados para pagar pelo valor agregado dos serviços extras. A segunda tendência é a tentativa de redução dos custos de manufatura por meio de métodos JIT. Vejamos dois exemplos:

11 KAMATA, S. *Japan in the passing lane: an insider's account of life in a Japanese auto factory*. Allen and Unwin, 1983.

12 MARSH, P. Just in time culture key for Europe. *Financial Times*, 18 Oct. 1999.

Jungheinrich é um dos maiores produtores de caminhões com caçambas levadiças. Seus produtos são encontrados em todo o mundo em fábricas, depósitos e qualquer lugar que precise mover objetos pesados por distâncias curtas. A fábrica da empresa em Hamburgo produz cerca de 30.000 caminhões por ano de, aproximadamente, 10.000 variedades, que são baseadas em 10 plataformas básicas. Os métodos JIT de manufatura permitem que a empresa monte cada produto em três horas. Três ou quatro anos antes, esse mesmo processo teria levado 18 horas. Entre 1998 e 2000, a empresa aumentou a saída de produtos de sua fábrica em 30%, com 10% menos empregados. Hans-Peter Schmohl, o presidente da empresa, atribui muito do sucesso da empresa à melhoria das ligações com seus fornecedores e ao fluxo suave dentro da fábrica: "*Para ser competitivo nessa indústria, são necessárias capacidades logísticas altamente sofisticadas, além de uma cultura just in time.*"

Komax é o maior fabricante do mundo das máquinas que fabricam chicotes de cabos para automóveis. A empresa é sediada na Suíça que, como a Alemanha, possui altos custos de mão-de-obra. Ainda assim, com vendas em torno de \$ 100 milhões, exporta 99% de sua produção. Novamente, essa empresa dobrou suas vendas ao mesmo tempo em que reduziu o número de empregados. Parcialmente, essa manobra foi bem-sucedida devido a uma política de terceirização de algumas de suas manufaturas. Isso, no entanto, só poderia funcionar com entrega JIT. A empresa precisou organizar os fornecedores, que antes entregavam a cada dois meses, para entregarem três vezes por semana. Isso reduziu o estoque em processo na fábrica e apressou o tempo de atravessamento.

### TÉCNICAS JIT

A "casa de máquinas" do JIT é uma coleção de ferramentas e técnicas que representam os meios para a eliminação do desperdício. Há muitas técnicas que poderiam ser determinadas "técnicas JIT", que são derivadas natural e logicamente da filosofia JIT.

#### Práticas básicas de trabalho

As "práticas básicas de trabalho" formam a preparação básica para a organização e para seus funcionários e são fundamentais na implementação do JIT.



### Disciplina

Os padrões de trabalho que são críticos para segurança dos membros da empresa e do ambiente, assim como para a qualidade do produto, devem ser seguidos por todos e por todo o tempo.

### Flexibilidade

Deve ser possível expandir as responsabilidades ao limite da qualificação das pessoas. Isso se aplica tanto aos gerentes quanto ao pessoal do chão de fábrica. As barreiras à flexibilidade, como as estruturas organizacionais e práticas restritivas, devem ser removidas.

### Igualdade

Políticas de recursos humanos injustas e separatistas devem ser descartadas. Muitas organizações tradicionais oferecem condições diferentes para diferentes níveis de pessoal: estacionamentos e refeitórios especiais para funcionários de escritório, por exemplo. Algumas empresas estão levando a mensagem igualitária mais adiante — uniformes comuns, estruturas de salários consistentes, as quais não fazem diferença entre funcionários mensalistas e horistas, além de escritórios abertos.

### Autonomia

Outro princípio é delegar cada vez mais responsabilidade às pessoas envolvidas nas atividades diretas do negócio, de tal forma que a tarefa da gerência seja a de dar suporte ao chão de fábrica. Tipos de autonomia incluem o seguinte:

- **Autoridade para parar a linha:** Se ocorre um problema na qualidade, um operador da linha de montagem tem autoridade para parar a linha.
- **Programação de materiais:** Muitos aspectos rotineiros da programação de materiais podem, portanto, ser transferidos de um sistema central de controle de produção para o chão de fábrica.
- **Coleta de dados:** Dados relevantes ao monitoramento do desempenho do chão de fábrica são coletados e utilizados pelo pessoal do chão de fábrica.

- **Resolução de problemas:** O pessoal de chão de fábrica tem a prioridade na resolução dos problemas que afetam seu próprio trabalho. Somente necessitando auxílio de especialistas é que esta ajuda deve ser procurada e fornecida.

### Desenvolvimento de pessoal

Ao longo do tempo, o objetivo é criar mais membros da empresa que possam suportar os rigores de ser competitivo.

### Qualidade de vida no trabalho

Isso inclui, por exemplo, envolvimento no processo de decisão, segurança de emprego, diversão e instalações da área de trabalho.

### Criatividade

Este é um dos elementos indispensáveis da motivação. Muitos de nós não só apreciam fazer seu trabalho com sucesso, mas também aprimorá-lo para a próxima vez que for feito.

Na prática, é difícil atingir todas as “práticas básicas de trabalho” ao mesmo tempo. Existem *trade-offs* entre disciplina, autonomia e criatividade, por exemplo. É melhor considerar essas práticas básicas de trabalho como metas a serem alcançadas.

### Projeto para a manufatura

Estudos em empresas automobilísticas e aeroespaciais têm mostrado que o projeto determina 70% a 80% dos custos de produção.<sup>13</sup> Aprimoramentos do projeto podem reduzir dramaticamente o custo do produto por meio de mudanças no número de componentes e submontagens, além do melhor uso de materiais e métodos. Melhorias dessa magnitude normalmente não são possíveis somente por meio de aprimoramento da eficiência da manufatura.

13 WHITNEY, D. E. Manufacturing by design. *Harvard Business Review*, July/Aug. 1990.



## Foco na operação

O conceito por trás do foco nas operações é que a simplicidade, a repetição e a experiência trazem competência.<sup>14</sup> O foco dentro da manufatura significa:

- aprender a focalizar cada fábrica num conjunto limitado e gerenciável de produtos, tecnologias, volumes e mercados;
- aprender a estruturar políticas básicas de manufatura e serviços de suporte, de tal forma que eles se focalizem numa única missão de manufatura, em vez de muitas missões implícitas e conflitantes.

## Máquinas simples e pequenas

O princípio por trás dessa técnica é o de que várias máquinas pequenas sejam usadas, em vez de uma máquina grande. Da mesma forma, equipamento barato e feito em casa pode ser utilizado para modificar máquinas universais, de tal forma que elas possam operar de forma mais confiável, sejam mais fáceis de manter e produzam a melhor qualidade ao longo do tempo. Isso requer que a qualificação de engenharia esteja disponível dentro da empresa e que possa ser utilizada para modificar as máquinas, de tal forma que os novos modelos possam ser introduzidos a baixo custo. Máquinas pequenas são também movidas facilmente, de forma que a flexibilidade do arranjo físico é ampliada e os riscos de erros nas decisões de investimentos são reduzidos, pois máquinas pequenas normalmente requerem baixo investimento.

## Arranjo físico e fluxo

Técnicas de arranjo físico podem ser utilizadas para promover um fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação. Fluxo é um importante conceito no JIT. Longas rotas de processos ao longo da fábrica fornecem oportunidades para a geração de estoques, não agregam valor aos produtos e reduzem a velocidade de atravessamento de produtos: todos aspectos contrários aos princípios do JIT. Considerações sobre

arranjo físico e fluxo foram descritas no Capítulo 7. Os princípios de arranjo físico que o JIT particularmente recomenda são:

- situar os postos de trabalho próximos uns dos outros de forma que não seja necessária a geração de estoques;
- situar os postos de trabalho de modo que todos que fabricam determinado componente estejam visíveis uns aos outros, tornando o fluxo transparente para todas as partes da linha;
- usar linhas em forma de U, de forma que os funcionários possam movimentar-se entre postos de trabalho para balancear a capacidade;
- adotar arranjo físico celular (veja Capítulo 7).

## Manutenção produtiva total (TPM)

A TPM visa eliminar a variabilidade em processos de produção, a qual é causada pelo efeito de quebras não planejadas. Isso é alcançado por meio do envolvimento de todos os funcionários na busca de aprimoramentos na manutenção. Os "donos" de processos são incentivados a assumir a responsabilidade por suas máquinas e a executar atividades rotineiras de manutenção e reparo simples. Fazendo isso, os especialistas em manutenção podem, então, ser liberados para desenvolver qualificações de ordem superior, para melhores sistemas de manutenção. A TPM é tratada com mais detalhe no Capítulo 19.

## Redução de set-up

O tempo de *set-up* é definido como o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote. Compare o tempo que você leva para trocar o pneu de seu carro com o tempo levado por uma equipe de Fórmula 1. Os tempos de *set-up* podem ser reduzidos por meio de uma variedade de métodos, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e equipamentos, a pré-preparação de tarefas que retardam as trocas e a constante prática de rotinas de *set-up*. Normalmente, mudanças

13 HALL, R. *Arranging manufacturing facilities*. Dow

14 SKINNER, W. *Manufacturing in the corporate strategy*. John Wiley, 1978.

mecânicas relativamente simples podem reduzir os tempos de *set-up* consideravelmente.

Outra abordagem comum para a redução dos tempos de *set-up* é converter o trabalho que era anteriormente executado enquanto a máquina estava parada (determinado *set-up* interno), para ser executado enquanto a máquina está operando (denominado *set-up* externo). Há três métodos principais para se conseguir transformar *set-up* interno em *set-up* externo.<sup>15</sup>

- Ferramentas pré-montadas de tal forma que uma unidade completa seja fixada à máquina, em vez de ter que montar vários componentes, enquanto a máquina está parada. Preferivelmente, todos os ajustes deveriam ser executados externamente, de tal forma que o *set-up* interno seja apenas uma operação de montagem.
- Monte as diferentes ferramentas ou matrizes num dispositivo-padrão. Novamente, isso permite que o *set-up* interno consista em uma operação de montagem simples e padronizada.
- Faça com que a carga e descarga de novas ferramentas e matrizes seja fácil. A utilização de dispositivos inteligentes de movimentação de materiais, como esteiras de roletes e mesas com superfície de esferas, pode ajudar bastante.

A redução do *set-up* foi um meio pelo qual a Cummins Engineering convenceu-se do poder do JIT. O tempo de *set-up* na furação do cabeçote (uma máquina CNC na linha de fabricação de blocos) era de 17 minutos. A equipe de operadores reduziu esse tempo para apenas oito segundos e gastou menos de 100 libras para fazê-lo. Em poucos meses, todos os tempos de *set-up* na linha de blocos foram reduzidos para menos de cinco minutos. O tamanho dos lotes foi reduzido para menos de cinco minutos. O tamanho dos lotes foi reduzido de algo em torno de 80 (duas semanas de produção) para 1.<sup>16</sup>

15 YAMASHINA, H. Reducing set-up times makes your company flexible and more competitive. Não publicado, citado em HARRISON, A. Op. cit.

16 HARRISON, A. Op. cit.

### A flexibilidade ajuda o *just in time* na L'Oréal<sup>17</sup>

A L'Oréal Cosmetics é agora o maior grupo mundial de cosméticos e artigos de toaletes, com presença em mais de 140 diferentes países. No Reino Unido, suas instalações de 45.000 metros quadrados produzem 1.300 linhas de produtos, num ambiente absolutamente limpo, que se compara a uma fábrica da indústria farmacêutica em termos de higiene, segurança e qualidade. A fábrica tem 55 linhas de produção e 45 diferentes processos de produção e os sistemas de manufatura empregados são de tal flexibilidade, que permitem que cada uma das 1.300 linhas de produtos seja produzida a cada dois meses – isso significa mais de 150 diferentes linhas a cada semana. Contudo, a fábrica não foi sempre assim, tão flexível. Ela foi forçada a ampliar sua flexibilidade pela necessidade de despachar 80 milhões de itens a cada ano. O trabalho logístico envolvido na aquisição, produção, armazenamento e distribuição deste volume e variedade de produtos, levou-a a seu atual foco de introduzir os princípios de JIT nos processos de manufatura.

Para auxiliar seu esforço rumo à flexibilidade e à produção *just in time*, a L'Oréal organizou seu complexo em três centros de produção, cada um deles autônomo e focalizado em famílias técnicas de produtos. Seus processos e linhas de produção são então focalizados em subconjuntos de produtos. O responsável por todas as atividades de sua área é o Gerente de Produção, sendo também de sua responsabilidade o desenvolvimento, o treinamento e a motivação do pessoal. Dentro dos centros de produção focalizados, grupos de aprimoramento têm trabalhado na melhoria da flexibilidade, da qualidade e da eficiência do chão de fábrica. Um dos projetos reduziu os tempos de *set-up* na linha que produz colorações para cabelo, de 2,5 horas para apenas oito minutos. Esses novos tempos de troca permitem que a empresa agora possa utilizar lotes menores, dando-lhe a flexibilidade necessária para atender a seus mercados *just in time*. Antes da redução no tempo de *set-up*, o tamanho do lote era de 30.000 unidades; agora lotes de 2.000 a 3.000 unidades já podem ser produzidos a custos viáveis.

### Questões

1. O que a L'Oréal fez para ajudar a organizar o processo de redução de *set-up*?
2. O que você considera que a L'Oréal ganhou ao fazer cada uma dessas ações?
3. Se você pudesse ter todos os tempos de troca da fábrica reduzidos, que efeito isso teria para o estoque?

17 Behind the face of beauty: manufacturing flexibility for the mass market. *Europlus*, Jan. 1994.



## Envolvimento total das pessoas

O envolvimento total das pessoas<sup>18</sup> pode ser visto como uma extensão das “práticas básicas de trabalho”. Entretanto, ele prevê que os funcionários assumam muito mais responsabilidades no uso de suas habilidades para o benefício de toda a companhia. Eles são treinados, capacitados e motivados a assumir total responsabilidade sob todos os aspectos de seu trabalho. Por outro lado, confia-se que irão assumir tais responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho. Espera-se que os funcionários participem de atividades como as seguintes:

- a seleção de novos funcionários;
- a negociação direta com fornecedores sobre programações, aspectos de qualidade e informações de entrega;
- a auto-avaliação de desempenho e tendências de melhoria;
- a utilização do orçamento de melhorias (a SP Tyres, reconhecidamente, destina 25% de seu orçamento para setores da fábrica, para que eles gastem o dinheiro como acharem adequado);<sup>19</sup>
- o planejamento e a revisão do trabalho realizado a cada dia, por meio de reunião de comunicação;
- a negociação direta com o cliente, a respeito de problemas e necessidades.

## Visibilidade

Problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações são visíveis e exibidas de forma que possam ser facilmente vistas e compreendidas por todos os funcionários. As medidas de visibilidade incluem:

- exibição de medidas de desempenho no local de trabalho;
- luzes coloridas indicando paradas;
- exibição de gráficos de controle da qualidade (veja Capítulo 17);

- listas de verificação e técnicas de melhoria visíveis;
- área separada exibindo exemplos de produtos e produtos de concorrentes, com exemplos de produtos bons e defeituosos;
- sistemas de controle visual como *kanbans*;
- arranjo físico de locais de trabalho sem divisórias.

## Fornecimento JIT

O fornecimento *just in time* materializa o significado popular do termo *JIT* e forma a visão de componentes, chegando ao processo de montagem *just in time* (justamente no momento necessário). Na verdade, uma interpretação errada dessa visão foi disseminada entre empresas de manufatura não japonesas, que costumavam forçar seus fornecedores a entregas *just in time*, contribuindo pouco ou nada para aprimorar o fluxo logístico. O fornecimento *JIT* é, na verdade, uma área muito rica para a atividade de aprimoramento. No Capítulo 13, descrevemos relacionamentos de “parceria”, relacionamentos “enxutos” e “conceitos integrados” que estão baseados nos princípios do fornecimento *JIT*.

## PLANEJAMENTO E CONTROLE JUST IN TIME

Uma das fontes de desperdício, identificada anteriormente, era a causada pela programação dos estoques. Uma programação de estoques ruim (componentes que chegam muito cedo ou muito tarde) causa imprevisibilidade numa operação. A programação dos estoques pode ser governada por uma das duas escolas de pensamento, que foram descritas no Capítulo 10 – planejamento e controle “puxado” e o planejamento e controle “empurrado”. O planejamento e controle *JIT* é baseado no princípio de um “sistema puxado”, enquanto a abordagem *MRP* para o planejamento e controle, descrita no Capítulo 14, é um “sistema empurrado”.

## Controle *kanban*

O termo *kanban* era algumas vezes utilizado como um equivalente ao “planejamento e contro-

18 HALL, R. *Attaining manufacturing excellence*. Dow Jones/Irwin, 1987.

19 HARRISON, A. Op. cit.



le JIT” (equivocadamente), ou ainda para todo o JIT (o que é um equívoco ainda maior). O controle *kanban* é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. *Kanban* é a palavra japonesa para cartão ou sinal. Ele é algumas vezes chamado de “correia invisível”, que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado. Os *kanbans* podem também tomar outras formas. Em algumas empresas japonesas, eles são constituídos de marcadores plásticos ou ainda bolas de pingue-pongue coloridas com diferentes cores representando diferentes componentes. Há, também, diferentes tipos de *kanban*:

- *O kanban de movimentação ou transporte.* Um *kanban* de transporte é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Esse tipo de *kanban* normalmente terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para qual ele deve ser enviado.
- *O kanban de produção.* Um *kanban* de produção é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida nesse tipo de *kanban* normalmente inclui número e descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para a qual o componente ou componentes devem ser enviados depois de produzidos.
- *O kanban do fornecedor.* *Kanbans* de fornecedor são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Nesse sentido, ele é similar ao *kanban* de movimento, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

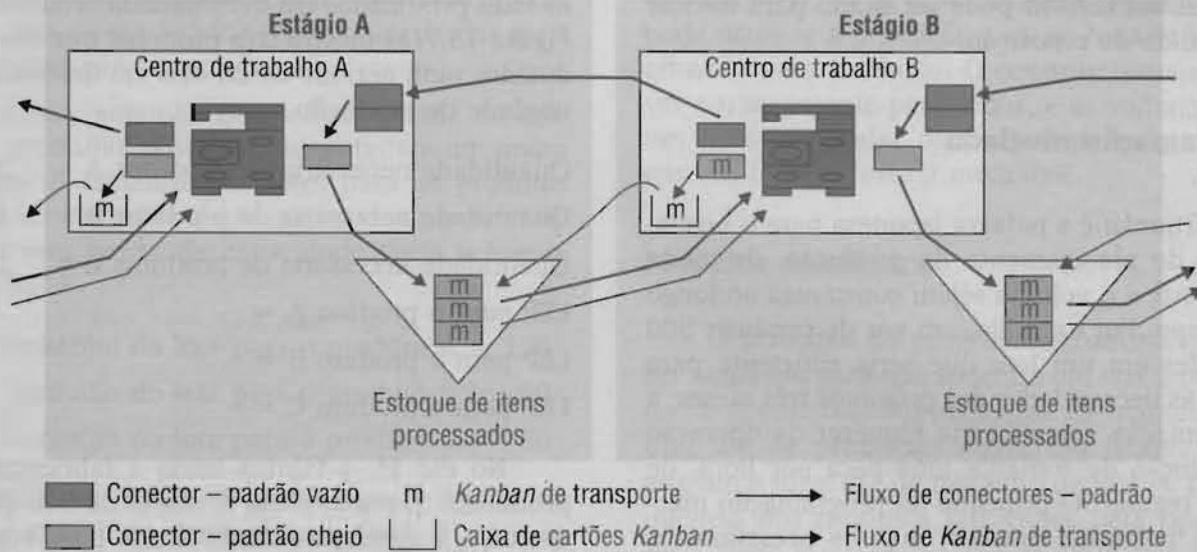
Qualquer que seja o tipo de *kanban* utilizado, o princípio é sempre o mesmo; isto é, o recebimento de um *kanban* dispara o movimento, a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contenedor-padrão de unidades. Se dois

*kanbans* são recebidos, isso dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de duas unidades ou dois contenedores-padrão de unidades, e assim por diante. Os *kanbans* são apenas meios pelos quais o transporte, a produção ou o fornecimento podem ser autorizados. Isto é verdade mesmo quando o *kanban* não é um cartão ou um objeto. Algumas empresas utilizam “quadrados *kanban*”. São espaços demarcados no chão de fábrica, que são desenhados para conter um ou mais contenedores ou peças de trabalho. A existência de um quadrado vazio dispara a produção no estágio que abastece o quadrado. Quadrados cheios significam que o processo precedente deve parar. Outras variantes incluem contenedores como *kanbans* (um contenedor vazio age como instrução), avisos verbais (simplesmente gritar algo como “mande mais”) e fichas com código de cores (por exemplo, vermelho = prioridade principal, laranja = prioridade moderada e verde = prioridade normal).

Há dois procedimentos que podem governar o uso dos *kanbans*. Eles são conhecidos como sistema de cartão único e sistema de dois cartões. O sistema de cartão único é o mais utilizado, porque é de longe o mais simples de operar. Ele utiliza somente *kanbans* de movimento (ou *kanbans* do fornecedor quando o fornecimento de materiais é de uma fonte externa). O sistema de dois cartões utiliza tanto o *kanban* de transporte como o de produção.

### O Sistema de Cartão Único

A Figura 15.6 mostra a operação de um sistema *kanban* de cartão único. Em cada estágio (apenas dois estágios são mostrados, estágio A e estágio B), há um centro de produção e estoques estão contidos em contenedores-padrão, que contêm exatamente o mesmo número de componentes. Quando o estágio B requer mais componentes para que possam ser processados, ele coleta um contenedor-padrão do ponto de armazenagem do estágio A. Depois que o centro de trabalho utilizou os componentes do contenedor, ele coloca o *kanban* de transporte numa área de espera e envia o contenedor vazio para o centro de trabalho do estágio A. A chegada de um contenedor vazio no centro de trabalho do estágio A é o sinal para a produção neste centro de trabalho. O *kanban* de movimento é levado da caixa de espe-



**Figura 15.6** A operação de sistema Kanban de cartão único para programação puxada.

ra de volta ao ponto de estocagem final no estágio A. Esse ato representa a autorização para a coleta de mais um contenedor cheio, que será movimentado do ponto de estocagem final do estágio A até o centro de trabalho do estágio B. Dois fluxos fechados, efetivamente, controlam o fluxo de materiais entre os estágios. O ciclo do *kanban* de movimento (ilustrado pelas setas finas) mantém o material circulando entre os estágios, o ciclo do contenedor (ilustrado pelas setas grossas) conecta os centros de trabalho ao ponto de estocagem entre eles e faz circular os contenedores cheios de A para B e vazios de volta de B para A.

A seqüência de ações e o fluxo de *kanbans* podem, à primeira vista, parecer complicados. Entretanto, na prática seu uso fornece um método transparente e simples de solicitar material, somente quando necessário e limitar a quantidade de estoque que poderia acumular-se entre os estágios. O número de *kanbans* que são colocados nos ciclos entre os estágios, ou entre os pontos de estocagens e os centros de trabalho, é igual ao número de contenedores no sistema e representa, portanto, o estoque que pode ser acumulado. Retirar um *kanban* do ciclo tem o efeito de reduzir o estoque. Em resumo, as regras que governam o uso dos *kanbans* são as seguintes:

- Cada contenedor deve ter um cartão *kanban* indicando o número e a descrição do

componente, a quantidade e a localização do centro produtor e do centro usuário.

- Os componentes são sempre puxados pelos processos seguintes (o cliente ou usuário).
- Nenhum componente é fabricado sem um cartão *kanban*.
- Todos os contenedores contêm exatamente o número de componentes determinado no *kanban*.
- Nenhum componente defeituoso pode ser enviado ao processo seguinte.
- O centro de trabalho produtor só pode produzir componentes suficientes para repor os que foram retirados.
- O número de *kanbans* deve ser gradualmente reduzido.
- O período de tempo deve ser constantemente reduzido (de meses para semanas; para dias e para horas).

Essas regras simples podem ser usadas para planejar e controlar muitas outras tarefas de produção. Por exemplo, peças sobressalentes beneficiam-se da visibilidade e disciplina que o *kanban* traz – dessa forma, em vez de motores elétricos serem empilhados de qualquer forma em um canto de departamento de manutenção, o controle *kanban* permite que as peças de trabalho sejam estocadas em localizações e em quantidades exatas. Quando uma peça é solicitada para repa-

ro, o cartão *kanban* pode ser usado para colocar um pedido de reposição.

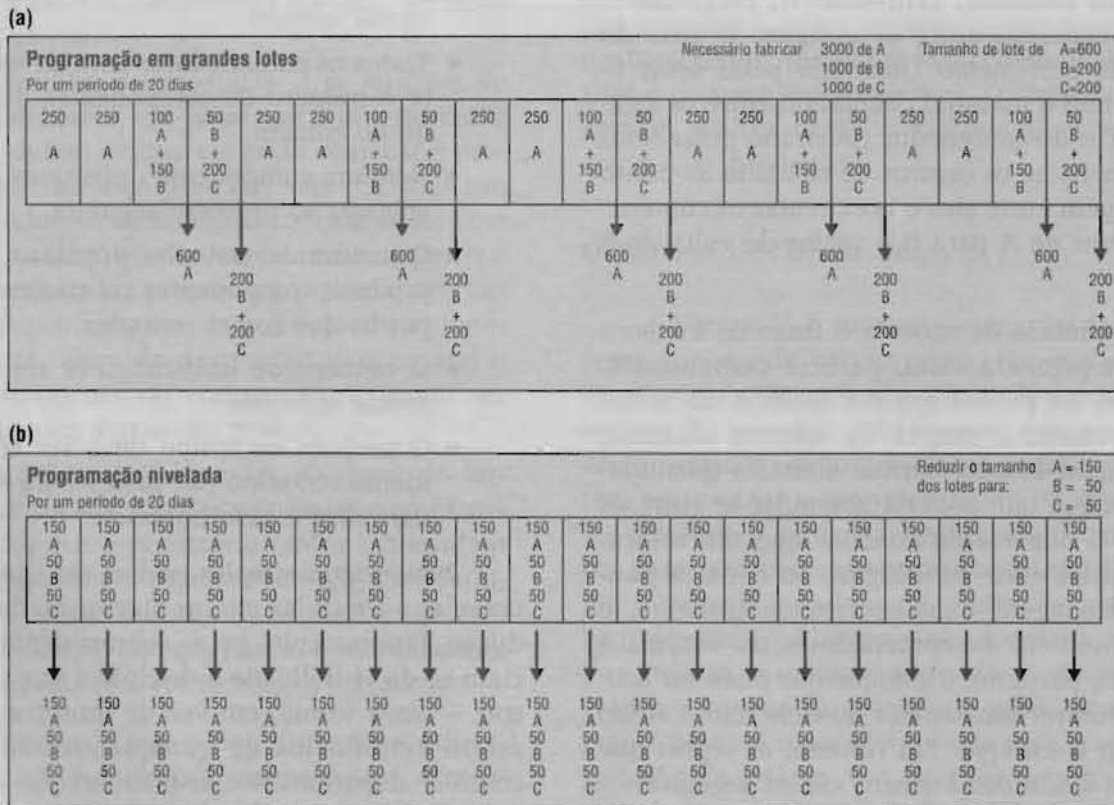
**Programação nivelada**

*Heijunka* é a palavra japonesa para o nivelamento do planejamento da produção, de modo que o *mix* e o volume sejam constantes ao longo do tempo. Por exemplo, em vez de produzir 500 unidades em um lote que seria suficiente para cobrir as necessidades dos próximos três meses, a programação nivelada iria requerer da operação a produção de somente uma peça por hora, de forma regular. O princípio da programação nivelada é bastante simples, mas os pressupostos para colocá-la em prática requerem esforços, ainda que os benefícios resultantes sejam substanciais. A diferença entre a programação convencional e a nivelada é mostrada na Figura 15.7. Convencionalmente, se é necessária a produção de determinado *mix* de produtos em determinado período (normalmente um mês), o tamanho do lote seria calculado para cada produto e

os lotes produzidos em determinada seqüência. A Figura 15.7(a) mostra três produtos que são produzidos num período de 20 dias em determinada unidade de produção.

- Quantidade necessária de produtos A = 3.000
- Quantidade necessária de produtos B = 1.000
- Quantidade necessária de produtos C = 1.000
- LEP para o produto A = 600
- LEP para o produto B = 200
- LEP para o produto C = 200

No dia 1º, a fábrica inicia a fabricação do produto A. Durante o dia 3, o lote de 600 unidades de A é terminado e transferido para o próximo estágio. O lote de produtos B é iniciado, sendo somente terminado no dia 4. O restante do dia 4 é gasto com a produção do lote de produtos C, sendo os dois lotes transferidos ao final do dia. O ciclo então se repete. As conseqüências da utilização de grandes lotes são o alto estoque de material acumulado na unidade produtiva e entre os setores produtivos, além do fato de que, na



**Figura 15.7** Programação nivelada equaliza o mix de produtos fabricados a cada dia.



maioria, cada dia é diferente do outro em termos do que se deve produzir (em circunstâncias mais complexas não haverá dois dias iguais).

Agora, suponha que a flexibilidade da unidade produtiva possa ser aumentada a um ponto em que o tamanho dos lotes para os produtos possa ser reduzido a um quarto dos níveis anteriores sem perda de capacidade (veja a Figura 15.7(b)).

Tamanho do lote para o produto A = 150

Tamanho do lote para o produto B = 50

Tamanho do lote para o produto C = 50

Um lote de cada produto pode agora ser completado num único dia, ao final do qual os três lotes são transferidos para o próximo estágio. Lotes menores de material estarão movendo-se entre cada estágio, o que irá reduzir o nível global de estoque em processo na produção. Tão importante quanto, entretanto, é o efeito na regularidade e no ritmo de produção da unidade. Agora, cada dia do mês é igual em termos do que é necessário produzir. Isso faz com que o planejamento e controle em cada estágio da produção seja muito mais fácil. Por exemplo, se no primeiro dia do mês o lote diário de produtos A for terminado às 11 horas da manhã e os demais lotes forem completados ao longo do dia, no dia seguinte a produção saberá que se o lote de A for novamente completado até as 11 horas, ela estará no horário. Quando cada dia é diferente, a simples questão “estamos no horário para completar a produção de hoje?” requer alguma investigação antes que possa ser respondida. Entretan-

to, quando todos os dias são iguais, qualquer um pode dizer se a produção está no horário apenas olhando para o relógio. O controle torna-se visível e transparente para todos, e as vantagens de um horário regular diário podem ser passadas para os fornecedores a montante.

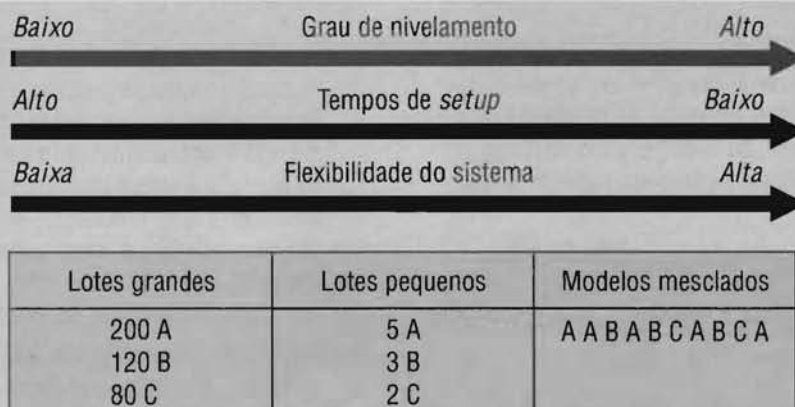
### Modelos mesclados

O princípio da programação nivelada pode ser ampliado para que se tenha um *mix* repetitivo de componentes. Suponha que as máquinas da unidade de produção sejam tão flexíveis que atinjam o ideal JIT de tamanho de lote = 1. A seqüência dos produtos fabricados pela operação seria como mostrado na Figura 15.8. Isso iria resultar em um fluxo estável e contínuo de cada produto, ao longo da fábrica.

Entretanto, a seqüência de produção nem sempre é tão conveniente como a mostrada na Figura 15.8. Os tempos de produção para cada produto normalmente não são idênticos e as taxas de produção necessárias não são tão convenientes.

### Sincronização

Muitas empresas produzem grande variedade de componentes e produtos, nem todos com regularidade suficiente para garantir uma programação totalmente nivelada. Sincronização significa ajustar a saída de cada estágio do processo de produção para garantir as mesmas ca-



**Figura 15.8** Programação nivelada e modelos mesclados: modelos mesclados tornam-se possíveis à medida que o tamanho do lote aproxima-se de 1.

racterísticas de fluxo para cada um dos componentes ou produtos, à medida que eles avançam por meio de cada estágio. Para fazer isso, os componentes precisam ser classificados de acordo com a frequência com a qual são demandados. Um método classifica os componentes em alto fluxo, repetitivos e eventuais.<sup>20</sup>

- Itens de *alto fluxo* são produtos ou componentes que são produzidos com frequência, por exemplo, todas as semanas.
- Itens *repetitivos* são produtos ou componentes que são produzidos de forma regular, mas a intervalos de tempo maiores.
- Itens *eventuais* são produtos ou componentes que são produzidos de forma irregular, a intervalos não previsíveis.

Há vantagens em tentar reduzir a variabilidade dos intervalos entre fabricações de produtos de alto fluxo e repetitivos. O objetivo é sincronizar os processos pelos quais passam componentes e submontagens de tais produtos, de forma que eles pareçam estar seguindo uma “batida de tambor” que governa a movimentação de material. É eventualmente melhor reduzir a velocidade de operações rápidas do que produzir mais do que é solicitado no momento pelo próximo processo. Dessa maneira, o fluxo torna-se regular e previsível.

#### Exercício resolvido

Suponha que a quantidade de produtos necessária no período de 20 dias seja:

Produto A = 1.920

Produto B = 1.200

Produto C = 960

Assumindo um dia de 8 horas, o tempo de ciclo para cada produto, isto é, o intervalo de tempo entre a produção de cada unidade do mesmo produto (veja o Capítulo 7 para uma explicação completa sobre o tempo de ciclo) é o seguinte:

$$\text{Para o produto A, tempo de ciclo} = \frac{(20 \times 8 \times 60)}{1.920} = 5 \text{ min.}$$

$$\text{Para o produto B, tempo de ciclo} = \frac{(20 \times 8 \times 60)}{1.200} = 8 \text{ min.}$$

$$\text{Para o produto C, tempo de ciclo} = \frac{(20 \times 8 \times 60)}{960} = 10 \text{ min.}$$

Logo, a unidade produtiva precisa produzir:

Uma unidade de A a cada 5 min.

Uma unidade de B a cada 8 min.

Uma unidade de C a cada 10 min.

Em outras palavras, determinando-se um mínimo múltiplo comum entre 5, 8 e 10:

8 unidades de A a cada 40 min.

5 unidades de B a cada 40 min.

4 unidades de C a cada 40 min.

Isso significa que uma seqüência que misture 8 unidades de A, 5 de B e 4 de C e seja repetida a cada 40 min. irá gerar a produção necessária. Haverá muitas formas diferentes de seqüenciar os produtos de modo a atingir este *mix*. Por exemplo:

...BACABACABACABACAB...repetida....repetida

Essa seqüência, repetida a cada 40 minutos, produz um *mix* correto de produtos para satisfazer às necessidades mensais.

#### O Sistema de Produção da Toyota

A versão da Toyota para o JIT, chamada de sistema Toyota de produção, tem sido a força por trás de seu avanço na direção do que tem sido chamado de “uma empresa de manufatura verdadeiramente grande”. Os “dois pilares” do sistema Toyota de produção são (e têm sempre sido):

- *Just in Time*. A movimentação rápida e coordenada de componentes pelo sistema de produção e da cadeia de suprimentos para atender a demanda do consumidor. JIT é operacionalizado por meio do *keijunka* (fluxo nivelado e suave de materiais), *kanban* (sinalização para o processo precedente de que mais componentes são necessários) e *nagare* (planejamento de processos para obter um fluxo mais suave de componentes por meio do processo de produção).
- *Jidoka*. Humanização da interface entre operador e máquina. A filosofia da Toyota é que a máquina está lá para servir ao propósito do operador, enquanto o operador deveria estar livre para exercitar seu julgamento. *Jidoka* é operacionalizada por meio de mecanismos à prova de falhas (veja o Capítulo 19) ou máquina *jido*

20 PARNABY, J. A. Systems approach to the implementation of JIT methodologies in Lucas Industries. *International Journal of Production Research*, v. 26, nº 3, 1988.

ka, autoridade de parada de linha ou *jidoka* humano, e controle visual – capaz de perceber com um olhar o *status* dos processos produtivos e a visibilidade dos padrões do processo.

- Para a Toyota, a ferramenta-chave de controle é seu sistema *kanban*. O *kanban* tem três propósitos.
- É uma instrução para que o estágio anterior envie mais material.
- É uma ferramenta de controle visual para identificar áreas de superprodução e falta de sincronização.
- É uma ferramenta para o *kaizen* (aprimoramento contínuo). A regra da Toyota diz que “o número de *kanbans* deve ser reduzido ao longo do tempo”.

A Toyota utiliza os tipos básicos de *kanban* para apoiar sua programação puxada JIT: o *kanban* de “produção” e o *kanban* de “movimento” (também chamado *kanban* de “transporte”). O *kanban* de produção autoriza o processo anterior a fabricar mais itens. Esse *kanban* tem duas variantes: o *kanban* multiprocesso, para atividades complexas como usinagem, e *kanban* de processo único, para atividades simples como estampagem e fundição. O *kanban* de transporte mostra o momento e a quantidade de itens envolvidos quando o dono de um processo coleta novo suprimento de componentes de um processo anterior. Esse *kanban* também tem duas

variantes: interno (para fornecedores internos) e externo (para fornecedores externos).

A Figura 15.9 mostra exemplos de *kanbans* de produção e *kanbans* de transporte. O sistema *kanban* de dois cartões fornece controle rígido, não apenas sobre a produção, mas também sobre a movimentação de produção e folhas de roteiro com um sistema de controle visual e simples que permite que o controle rotineiro de material seja delegado aos donos do processo.

O número de itens por contenedor é definido por fatores como tamanho dos componentes e similaridades entre processos. A Toyota acredita que é conveniente que o número seja divisível por oito para facilitar a sincronização horária. Isso também significa que o número de itens por contenedor deve ser padronizado sempre que possível. O número de contenedores (e conseqüentemente o número de *kanbans*) é influenciado pela demanda horária, pelo *lead time* do item e pelo número de itens por contenedor. Ele é multiplicado por um fator de modo a dar cobertura para problemas como quebra de máquinas e absenteísmo. O número de *kanbans* nunca deverá ser fixo, estando sujeito ao *kaizen*.

Grandes submontagens como motores não são controlados por *kanban*. Há muitas opções diferentes para tais submontagens e o estoque gerado seria muito grande se fossem utilizados *kanbans* separados para

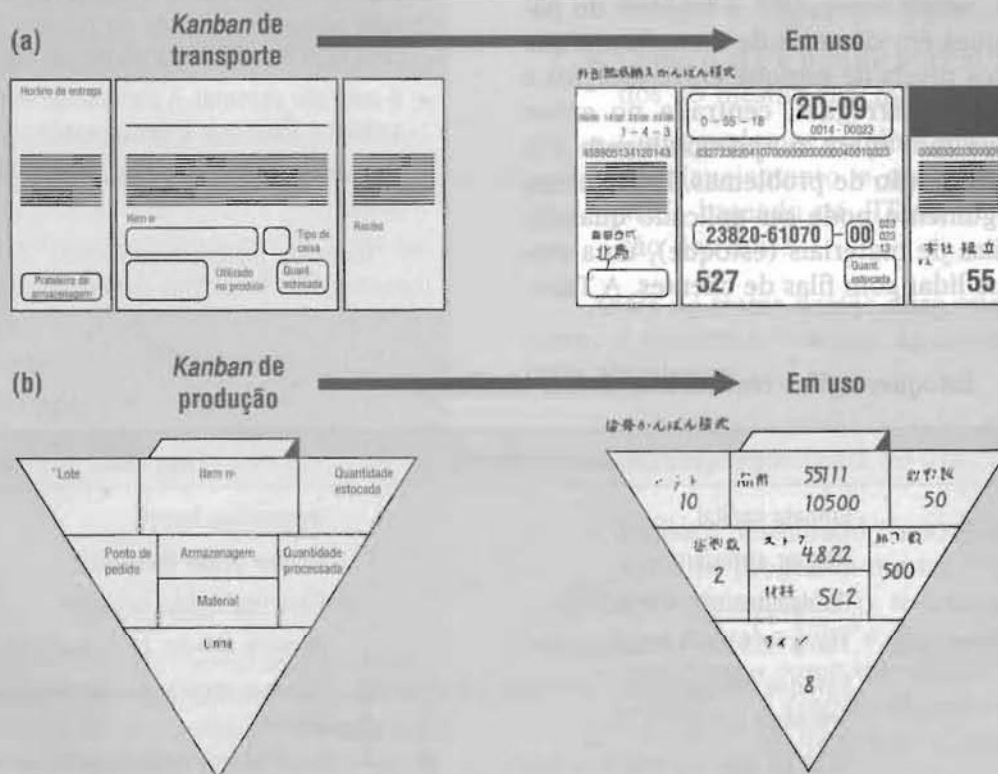


Figura 15.9 Kanbans de transporte e produção na Toyota.



cada uma; motores, portanto, são controlados por um método diferente. Eles são seqüenciados na *linha de montagem* por meio de um sistema que garante que as necessidades do mercado para os veículos sejam dispersas em termos de grandes componentes e comunicadas para os setores de produção correspondentes. O procedimento, portanto, é controlar a seqüência de grandes submontagens e utilizar *kanbans* para componentes e submontagens menores.

#### Questões

1. Liste todas as diferentes técnicas e práticas adotadas pela Toyota. Quais delas você chamaria de filosofias *just in time* e quais de técnicas *just in time*?
2. Como os objetivos da produção (qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo) poderiam ser influenciados por práticas adotadas pela Toyota?

### JIT em operações de serviço

Muitos dos princípios e técnicas do *just in time*, embora tenham sido descritos num contexto de manufatura, são também aplicáveis em operações de serviço. Na verdade, alguns dos princípios da filosofia *just in time* podem encontrar seus equivalentes no setor de serviços. Tome, por exemplo, nosso argumento a respeito do papel dos estoques em sistemas de manufatura que carregam altos níveis de estoque entre estágios e aqueles que não carregam, centrada no efeito que o estoque tem sobre o aprimoramento e o processo de resolução de problemas. Exatamente o mesmo argumento pode ser aplicado quando, em vez de filas de materiais (estoque), uma empresa tem que lidar com filas de clientes. A Tabe-

la 15.1 mostra como alguns aspectos do estoque são análogos a certos aspectos das filas.

Nesta parte do capítulo, descreveremos uma empresa de serviços que se beneficiou da aplicação de alguns dos princípios do *just in time*: a rede de restaurantes Little Chef. É interessante que se leia também um exercício no final do capítulo que fornece mais um exemplo de *just in time* num hospital.

#### Princípios de JIT no Little Chef

A rede de restaurantes rodoviários Little Chef tem mais de 350 filiais localizadas em estradas de alto tráfego no Reino Unido. Todos os restaurantes estão abertos das 7:00 às 22:00 horas, 364 dias por ano, oferecendo um cardápio padrão suplementado por cardápios diários, além de várias promoções sazonais. Os clientes são servidos à mesa e as refeições são feitas na hora. As metas de tempo são de 30 minutos para entrada mais prato principal, com 10 minutos extras para a sobremesa. Para alcançar alto padrão de serviço ao cliente, é necessário prover os recursos (funcionários, comida etc.) para atender a essa demanda. Na prática, mantém-se uma equipe base de funcionários ao longo do ano, suplementada por equipes sazonais nos períodos de pico. O planejamento de mão-de-obra é feito em três níveis:

- *O plano trimestral.* O principal dado de entrada para esse plano é a previsão do número de clientes para cada uma das 12 semanas do período de previsão.
- *A previsão semanal.* A previsão de vendas do plano trimestral é atualizada e desagregada em vendas diárias.
- *Os planos diários,* que alocam as tarefas entre os funcionários.

Todos os materiais (alimentos, itens de limpeza e utensílios) são fornecidos por um único fornecedor. Isso

Tabela 15.1 *Estoques e filas têm características similares.*

	Estoques (filas de materiais)	Filas (filas de pessoas)
Custo	Empata capital	Desperdiça tempo
Espaço	Requer armazém	Requer áreas de espera
Qualidade	Os defeitos são escondidos	Gera impressão negativa
Conexão entre estágios	Torna estágios independentes	Permite divisão do trabalho e especialização
Utilização	Estoque em processo mantém estágios do processo ocupados	Clientes esperando mantém os servidores ocupados.
Coordenação	Evita ter que sincronizar o fluxo	Evita ter que adequar fornecimento e demanda

**Fonte:** Adaptada de FITZSIMMONS, J. A. Making continual improvement: a competitive strategy for service firms. In: BOWEN, D. E.; CHASE, R. B.; CUMMINGS, T. G. and Associates. *Service management effectiveness*. Jossey-Bass, 1990.

ajuda a garantir que todos os itens estão de acordo com um padrão consistente. Cada restaurante recebe três entregas por semana, tipicamente às segundas, quartas e sextas, com as ordens sendo colocadas na mesma manhã. Um inventário semanal fornece o consumo de cada item. Os gerentes utilizam um ponto de reposição determinado localmente, combinado com uma previsão das vendas diárias, para determinar os pedidos de insumos. A maioria dos alimentos é entregue congelado e armazenada nessa forma. Somente as saladas e carnes salgadas chegam para consumo rápido, normalmente com uma validade de quatro a cinco dias após a entrega. Pão e leite são distribuídos diariamente por fornecedores locais. O nível de estoque é de aproximadamente sete dias em qualquer momento.

Cada restaurante tem um "manual de cardápio" que especifica os ingredientes, os procedimentos de preparação e os padrões de apresentação para cada um dos itens de cardápio. As comandas são colocadas numa prancheta da cozinha, incluindo a hora em que o garçom retirou o pedido. As comandas são marcadas no início da preparação do prato e marcadas novamente quando a preparação está terminada. O processo de preparação é simples. Os equipamentos da cozinha também são simples – grelhas, fritadeiras e fornos de microondas pré-programados. De forma similar, um quadro-negro possibilita que "numa simples olhada" seja possível fazer uma avaliação dos trabalhos a serem feitos. Métodos e produtos de limpeza padrões são utilizados em toda a companhia e cada tarefa de limpeza é desagregada em elementos "como, o que e quando". Visando garantir que os padrões sejam mantidos em toda a rede, auditorias de qualidade são conduzidas a cada três meses pelo responsável por treinamento local.

As tarefas recaem em uma das oito categorias; entretanto, há normalmente flexibilidade suficiente para reagir diariamente a mudanças nas necessidades:

- recepção/caixa;
- cozinha/produção;
- produção de bebidas;
- produção de doces/saladas;
- serviço às mesas;
- recomposição das mesas;
- lavagem de pratos; e
- limpeza.

Os funcionários recebem treinamento multitarefa para maior flexibilidade (50% da equipe pode cozinhar). Em períodos de baixa demanda, uma pessoa pode executar mais de uma tarefa. A flexibilidade das instalações é conseguida por meio de mesas e cadeiras móveis, de forma que grupos de clientes de diversos tamanhos possam ser acomodados.

### Questão

Embora diferente de uma empresa de manufatura, alguns dos princípios que se aplicam ao caso do Little Chef são similares aos usados por um fabricante JIT. Quais são eles?

### JIT E MRP

A plena aceitação dos princípios e técnicas do JIT, descritos neste capítulo, vieram nos anos 80, depois que muitas empresas de manufatura tinham feito uso dos sistemas baseados no MRP, descritos no Capítulo 14. Além disso, as filosofias do MRP e do JIT parecem ser fundamentalmente opostas. O JIT incentiva um sistema de planejamento e controle "puxado", enquanto o MRP é um sistema "empurrado", o JIT tem objetivos que vão além da atividade de planejamento e controle da produção, enquanto o MRP é essencialmente um "mecanismo de cálculo" para o planejamento e controle. Contudo, as duas abordagens podem reforçar uma a outra no mesmo sistema produtivo, desde que suas respectivas vantagens sejam preservadas. Esta parte do capítulo irá tratar de duas importantes questões para os gerentes de produção:

- Como o JIT e o MRP podem ser combinados no mesmo sistema?
- Como podemos escolher entre um sistema de planejamento e controle baseado no MRP, baseado no JIT ou numa combinação dos dois?

Antes de tratar dessas duas questões, entretanto, é necessário resumir as características de cada abordagem.

### Características Principais do MRP

- Embora desenhado como um sistema puxado (o programa-mestre fornece o sinal para puxar todo o sistema), a maneira com a qual o MRP é na verdade utilizado, configura-o como um sistema empurrado. O estoque é empurrado ao longo de cada processo, em resposta a planos detalhados no tempo, calculados para cada item.
- MRP utiliza ordens de produção derivadas do programa-mestre como unidade de



controle. Conseqüentemente, o atingimento do programa é um aspecto-chave do monitoramento e do controle.

- Os sistemas MRP normalmente requerem uma organização complexa, centralizada e computadorizada, para suportar os sistemas de *hardware* e *software* necessários. Isso pode fazer com que as necessidades do cliente pareçam distantes para os funcionários cujas responsabilidades estão dois ou três níveis abaixo na estrutura organizacional.
- MRP é altamente dependente da acurácia dos dados derivados das listas de materiais, registros de estoque, entre outros.
- Os sistemas MRP assumem um ambiente de produção fixo, utilizando *lead times* fixos para calcular quando os materiais devem chegar ao próximo centro de trabalho. Entretanto, as condições de carga de trabalho e outros fatores fazem com que os *lead times* sejam na realidade bastante variáveis. Os sistemas MRP têm dificuldade de lidar com *lead times* variáveis.
- É necessário um longo tempo para atualizar os registros MRP. Em teoria, cada transação requer uma atualização completa na atualização de dados. Na prática, é mais usual que as alterações sejam efetuadas semanalmente (ou mensalmente). Mesmo os sistemas MRP sofisticados, que permitem atualizações apenas das mudanças líquidas, numa base diária não são sensíveis a mudanças feitas hora a hora.

### Características Principais do JIT

- O fluxo entre cada estágio do processo de manufatura é “puxado” pela demanda do estágio posterior.
- O controle do fluxo entre estágios é conseguido pela utilização de cartões simples, fichas ou quadrados vazios, os quais disparam a movimentação e a produção dos materiais. O resultado é um sistema de controle simples, visual e transparente.
- As decisões de planejamento e controle são amplamente descentralizadas; as decisões táticas não se baseiam em um siste-

ma de processamento de informação computadorizado.

- A programação JIT é baseada em taxas de produção (calculadas em termos da quantidade de itens por unidade de tempo), em vez de volume produzido (o número absoluto de itens a serem feitos em determinado dia ou semana).
- JIT assume (e incentiva) a flexibilidade dos recursos e *lead times* reduzidos.
- Os conceitos de planejamento e controle JIT são apenas uma parte de uma filosofia de produção JIT mais ampla.

### Similaridades e Diferenças entre o JIT e o MRP

O exame das características-chaves de cada abordagem com relação a planejamento e controle dá uma indicação de como elas podem ser usadas conjuntamente. O MRP procura atender à demanda projetada do consumidor direcionando que peças e componentes só sejam produzidos quando necessários para atender à demanda. Como notado no Capítulo 14, as programações para trás no tempo do MRP demandam peças e subcomponentes, usando a lista de materiais para calcular quantos serão necessários e quando serão necessários. É dessa forma que o MRP liga a demanda do consumidor com as redes de fornecimento internas e externas. A ironia é que o planejamento e controle JIT possui objetivos semelhantes. A programação puxada objetiva conectar a rede interna e externa de processos de fornecimento através de esteiras invisíveis de modo que os componentes só sejam movidos como resposta a sinais coordenados e sincronizados derivados da demanda do consumidor final.

Dadas a semelhança em objetivos, quais são as diferenças? O MRP é movido pela programação-mestra da produção, que identifica a demanda futura de um componente final. Ele modela um ambiente de *lead time* fixo, usando a ajuda do computador para calcular quantas peças e em que momento tais peças devem ser fabricadas. Seu produto são planos com exigências baseadas em tempo que são calculadas e coordenadas de forma centralizada. Todavia, embora o MRP seja baseado em ideais que são próximos da programação puxada (somente pedir a fabricação de



componentes quando necessário), a forma de sua utilização difere bastante. Os componentes são fabricados em resposta a instruções centralizadas, independentemente de o fato do próximo processo poder absorvê-las ou de fato necessitá-las naquele momento específico. Perturbações diárias, como problemas de qualidade e inexatidão de registros de estoque prejudicam a autoridade do MRP em fazer com que os planos funcionem no nível do chão de fábrica. Embora o MRP seja excelente em planejamento, é fraco em controle.

Por outro lado, a programação puxada no estilo JIT objetiva atender à demanda instantaneamente. Esse objetivo é alcançado por sistemas de controle simples, não burocráticos, baseados em *kanban*. Na prática, como descrito no Capítulo 10, o tempo de atravessamento real que o sistema é capaz precisa ser reconhecido. Se o tempo de atravessamento total ( $P$ ) for menor que o *lead time* da demanda ( $D$ ), então os sistemas JIT deveriam ser capazes de atender àquela demanda. Se a taxa de  $P:D$ , no entanto, for maior que 1, alguma produção especulativa será necessária. Além disso, se a demanda subitamente for maior que a esperada para determinados produtos, o sistema JIT pode ser incapaz de atender à demanda. A programação puxada é um conceito relativo que funciona melhor quando a demanda independente é nivelada e a demanda dependente sincronizada. Embora o JIT seja bom em controle, é fraco em planejamento.

Finalmente, o MRP é melhor em lidar com complexidade, mensurado por números de componentes e produtos acabados. Pode lidar com exigências detalhadas de componentes, incluindo produtos que são fabricados de forma não frequente em volumes pequenos ("especiais"). A programação puxada JIT é menos capaz de responder instantaneamente a mudanças na demanda à medida que aumenta o número, opções e cores dos componentes. Dessa forma, os sistemas de produção JIT favorecem desenhos baseados em estruturas mais simples com um número maior de peças comuns. Essa disciplina desafia as complexidades desnecessárias, de forma que mais peças possam ser incorporadas ao controle de programação puxada.

Analisando conjuntamente as vantagens e desvantagens do JIT e do MRP, pode-se enxergar como as duas abordagens podem ser combina-

das. Duas combinações possíveis são brevemente descritas a seguir.

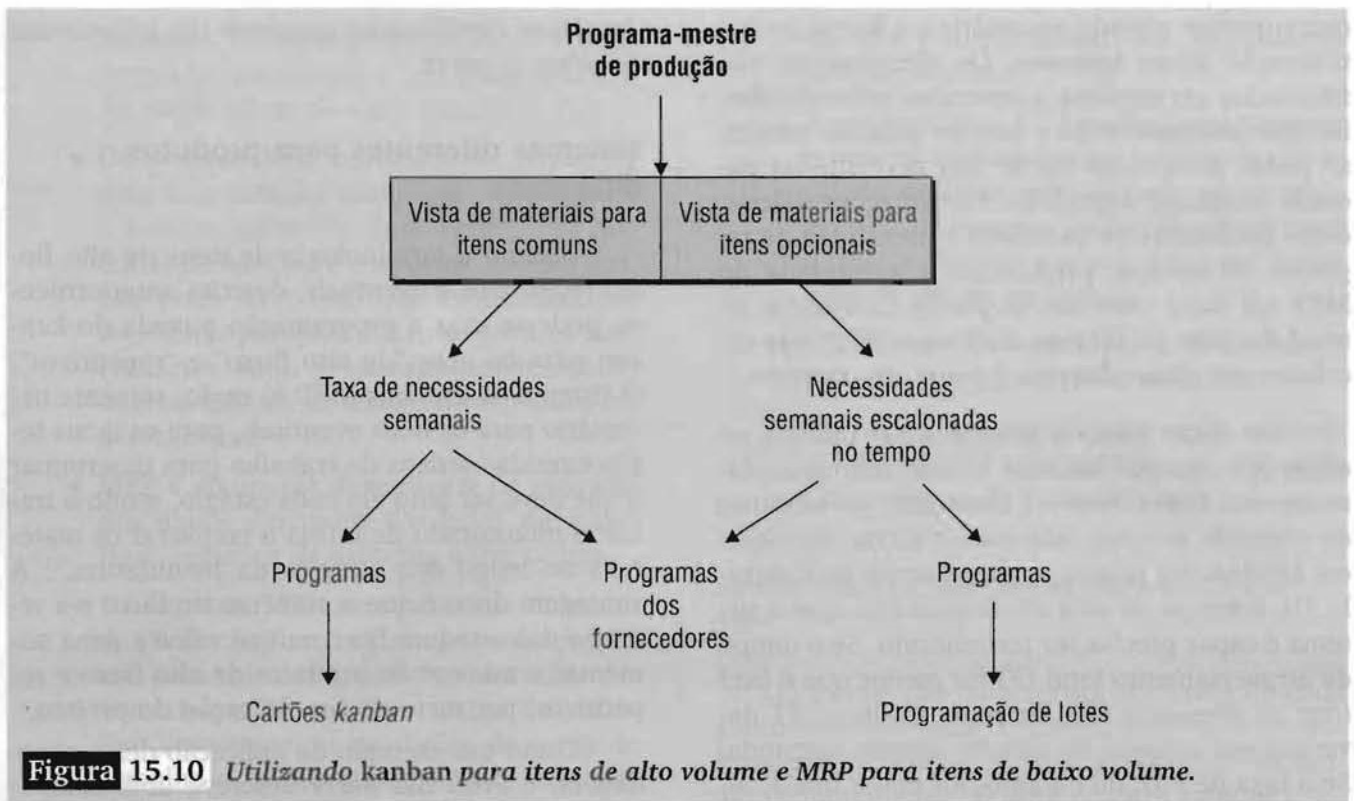
### Sistemas diferentes para produtos diferentes

Usando a terminologia de itens de alto fluxo, repetitivos e eventuais, descrita anteriormente, pode-se usar a programação puxada do *kanban* para os itens "de alto fluxo" e "repetitivos". O sistema de controle MRP é, então, somente necessário para os itens eventuais, para os quais serão emitidas ordens de trabalho para determinar o que deve ser feito em cada estágio, sendo o trabalho monitorado de forma a empurrar os materiais ao longo dos estágios da manufatura.<sup>21</sup> A vantagem disso é que o aumento do fluxo e a redução dos estoques faz com que valha a pena aumentar o número de produtos de alto fluxo e repetitivos, por meio da simplificação do projeto.

Como um exemplo de aplicação dessa abordagem, o Prof. Bill Berry descreve uma companhia, na qual a análise da estrutura do produto possibilitou o entendimento de como o MRP e o JIT podem coexistir.<sup>22</sup> Um fabricante de empilhadeiras sempre considerou seu processo como sendo o tipo *jobbing*, com 240.000 possibilidades de opções de produtos finais, dos quais 20.000 eram normalmente oferecidos para venda e cerca de 8.000 eram efetivamente programados. A linha de produtos era dividida em cinco famílias e a análise detalhada das listas de materiais de cada produto, em cada família, mostrou que no pior caso 50% dos componentes eram comuns (regras rígidas eram aplicadas: para que fosse classificado de "comum", um item deveria ser usado em todos os produtos de uma mesma família). Surgiu, então, a oportunidade de usar a programação puxada para os itens comuns (de alto fluxo e repetitivos), tanto comprados como fabricados, que poderiam ser controlados pela taxa de necessidade semanal. Os itens fabricados irregularmente (eventuais), por outro lado, continuariam a ser controlados semanalmente pelo MRP. A Fi-

21 PARNABY, J. Op. cit.

22 BERRY, W. L.; TALON, W. J.; BOL, W. J. *Production structure analysis for the master scheduling of assemble-to-order products*. Working paper of Center for Manufacturing Excellence, Kenan Flager School of Business, University of North Carolina, 1988.



**Figura 15.10** Utilizando kanban para itens de alto volume e MRP para itens de baixo volume.

Figura 15.10 mostra como a lista de materiais poderia ser dividida em duas partes: uma lista planejada para os itens comuns, de alto fluxo e repetitivos, e o registro de opcionais para os itens eventuais. Abrem-se, então, novas oportunidades para reduzir o sistema MRP, rodando-o mais frequentemente e de forma mais acurada, para controlar mais de perto os itens eventuais, repensando o projeto dos produtos de modo a aumentar o número de itens comuns.

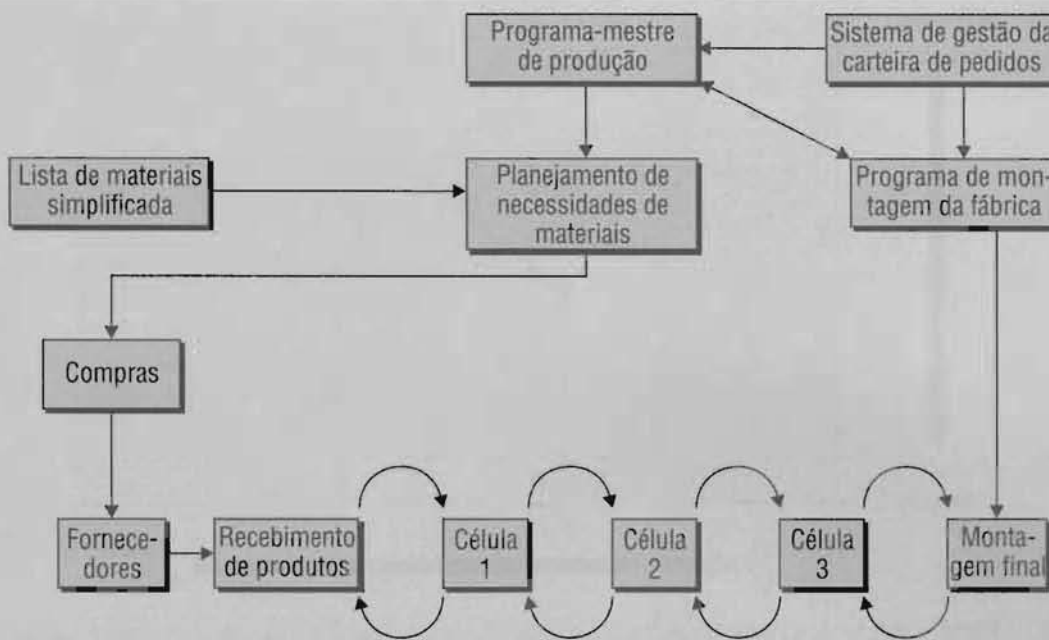
### MRP para planejamento e controle global e JIT para controle interno

O planejamento MRP de materiais comprados visa garantir que as quantidades suficientes de itens estarão disponíveis no sistema para que possam ser puxadas pelo sistema *just in time*.<sup>23</sup> A Figura 15.11 ilustra uma versão simplificada do que pode ser conseguido pelo uso da programação puxada em empresas que utilizam o sistema MRP para compra de materiais. O programa-mestre de produção (veja Capítulo 14) é explodido por meio do MRP, para gerar programas

de programação de fornecedores (vendo a demanda futura). As necessidades reais de materiais de fornecedores externos são sinalizadas pelo *kanban* para facilitar a entrega JIT. Dentro da fábrica, toda a movimentação de materiais é governada pelos ciclos *kanban* entre as diversas operações. O ritmo da fábrica é determinado pela programação da montagem final.

Pode-se citar uma série de vantagens da combinação dos dois sistemas, em vez de utilizar simplesmente o MRP convencional:

- Não há necessidade de gerar ordens de trabalho entre setores.
- Estoque em processo somente precisa ser monitorado entre as células e não mais para cada atividade.
- A lista de materiais tem menos níveis do que num sistema MRP convencional.
- As informações necessárias referentes a roteiros e processos são mais simplificadas.
- Planejamento e controle dos centros de trabalho são simplificados.
- *Lead times* e estoque em processo são reduzidos.



**Figura 15.11** Usando o MRP para controlar o programa de montagem final e as compras enquanto o kanban é usado para controlar o fluxo internamente.

**Quando utilizar o JIT, o MRP e sistemas combinados**

Novamente, são as vantagens e desvantagens do JIT e do MRP que indicam quando utilizar versões “puras” de um dos dois ou sistemas combinados. Há dois pontos de vista nesta questão: um deles se refere, como a principal determinante da decisão, à habilidade do sistema de lidar com ambientes complexos; o outro combina as características de volume e variedade do processo, assim como o nível de controle requerido, para indicar a melhor decisão.

**A Questão da Complexidade**

A Figura 15.12 faz uma distinção entre a complexidade das estruturas de produtos e a complexidade dos roteiros, pelos quais esses produtos irão passar.<sup>24</sup> Produtos com estruturas simples, cujos roteiros são altamente repetitivos, são fortes candidatos para o controle puxado. O JIT pode facilmente dar conta de suas necessidades. À medida que as estruturas de produto e os rotei-

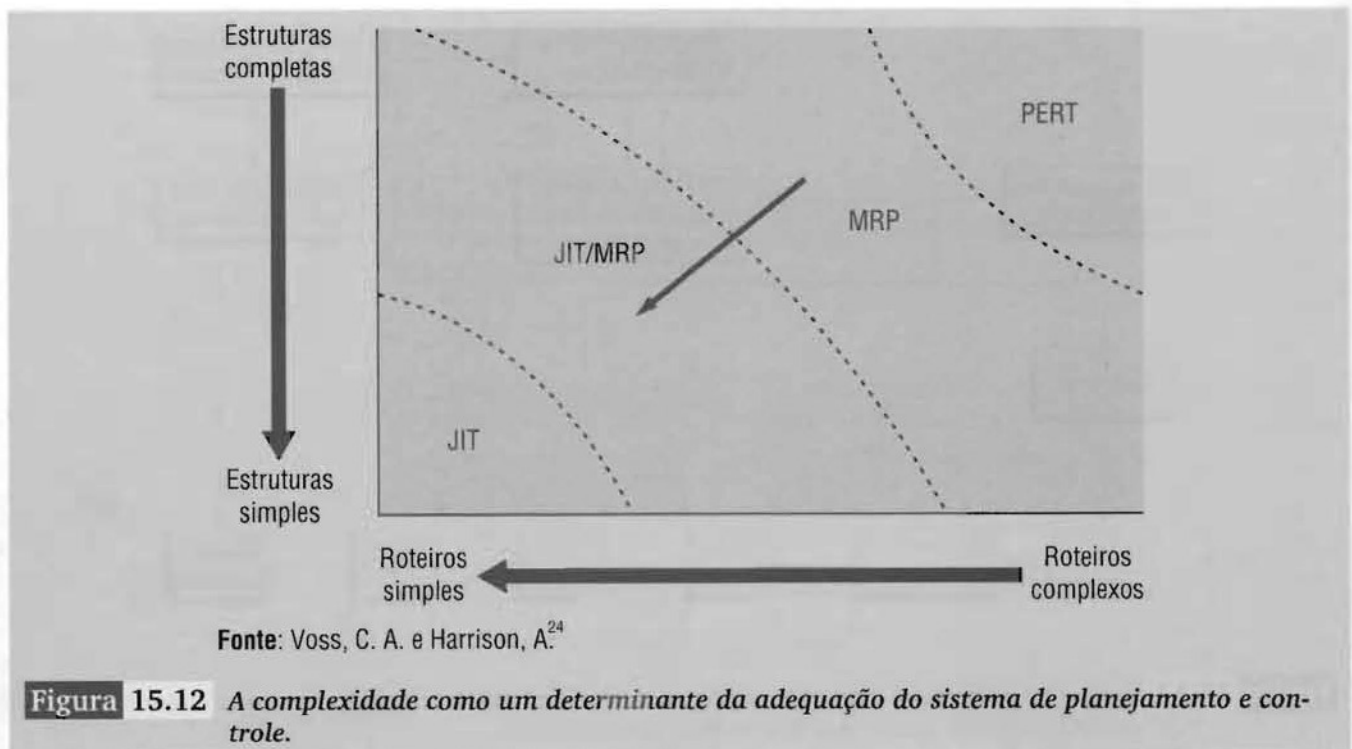
ros tornam-se mais complexos, o poder do computador torna-se mais necessário para explodir as estruturas de produtos e determinar ordens de compra para os fornecedores.

Em muitos ambientes, é possível utilizar a programação puxada para o controle interno da maioria dos materiais. Novamente, os fortes candidatos para o controle puxado são os materiais usados regularmente, a cada semana ou a cada mês. Seu número pode ser aumentado por meio da padronização do projeto, conforme indicado pela direção da seta na Figura 15.12.

Para estruturas e roteiros ainda mais complexos com os componentes sendo utilizados de forma ainda mais irregular, reduzem-se as oportunidades de utilização da programação puxada. Estruturas muito complexas requerem métodos de gestão de rede como o Pert (*program evaluation and review technique* – veja o Capítulo 16 sobre planejamento e controle de projetos). Tais estruturas não oferecem muita oportunidade para programação puxada. Entretanto, mesmo nesse ambiente, um possível uso para o JIT é limitar a formação de estoques, pelo uso de quadrados *kanban* pintados no chão, por exemplo, de forma que o material não possa ser movido para a próxima operação até que o quadrado esteja livre.

24 VOSS, C. A.; HARRISON, A. Strategies for implementing JIT. In: VOSS, C. A. (Org.). *Just in time manufacture*. IFS/Springer-Verlag, 1987.





**Figura 15.12** A complexidade como um determinante da adequação do sistema de planejamento e controle.

### A Questão dos Níveis de Volume e Variedade

A Figura 15.13 usa uma matriz para determinar a adequação relativa das abordagens de planejamento e controle. Dessa vez, as dimensões são o tipo de processo de produção e o nível para o qual o sistema de controle está sendo projetado.<sup>25</sup>

O *tipo de produção* utiliza características de volume e de variedade que utilizamos anteriormente. Tomadas conjuntamente, elas indicam a complexidade da manufatura das estruturas de produto e a variedade de tipos de produto; também podem ser relacionadas ao volume e à variedade.

O *nível de controle* indica que tarefas de controle de produção estão sendo consideradas. Controle de alto nível envolve a coordenação ampla do fluxo de materiais nas várias partes da fábrica, assim como a indicação de qual o nível de produção esperado para os próximos períodos. O controle de nível médio é a alocação detalhada das ordens de produção a cada parte da fábrica.

Duas das áreas da Figura 15.13 requerem alguma explicação. A área A indica que em algu-

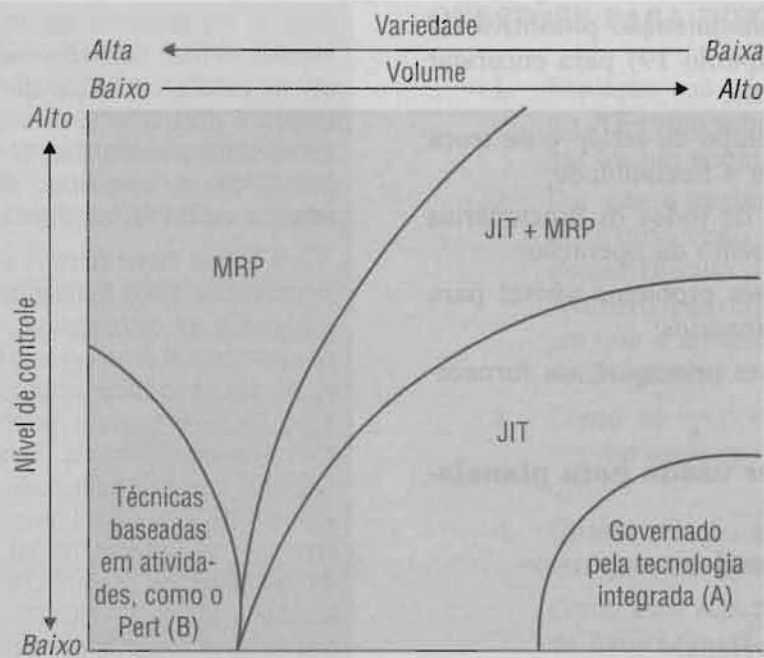
mas empresas automatizadas de alto volume o nível de controle de chão de fábrica pode ser incorporado à própria tecnologia. Por exemplo, as tecnologias integradas de algumas fábricas de alimentos transferem os materiais automaticamente de uma parte da fábrica para outra. Elas normalmente requerem a intervenção da gestão da produção no sentido de modificar os fluxos. A área B representa a programação e controle detalhados do chão de fábrica, no caso da manufatura sob encomenda de alta variedade e altamente complexa. Aqui, é a natureza de cada atividade individual que domina a tarefa de controle de produção. Técnicas especiais como as de planejamento de rede (Pert, por exemplo – veja o Capítulo 16) são normalmente necessárias.

### RESUMO DAS RESPOSTAS A QUESTÕES-CHAVES

#### Que é o *just in time* e como difere das práticas de operações tradicionais?

- O *just in time* é uma abordagem de operações que tenta atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e nenhum desperdício.

25 SLACK, N. *The manufacturing advantage*. Mercury Books, 1991.



**Figura 15.13** O volume, a variedade e o nível de controle como determinantes da adequação do sistema de planejamento e controle.

- É uma abordagem que difere das práticas de operações tradicionais à medida que enfatiza a eliminação de desperdícios e tempo de atravessamento rápido, ambos os quais contribuem para estoques baixos.
- A habilidade de fornecimento *just in time* não só economiza capital de giro (mediante a redução de níveis de estoque), mas também promove um impacto significativo na habilidade da operação em aprimorar sua eficiência intrínseca.

#### Quais são os principais elementos da filosofia JIT?

- Como uma filosofia, o JIT pode ser resumido em três elementos que se sobrepõem:
  - a eliminação do desperdício em todas as suas formas (isso é melhor visualizado como o tempo gasto durante o movimento de materiais, informação e consumidores pelo sistema);
  - a participação de todos os funcionários no aprimoramento (dessa forma, é semelhante às idéias descritas no Capítulo 9);

- a idéia de que todo o aprimoramento deve acontecer em um regime contínuo (isso é explorado mais profundamente no Capítulo 18).

7. Quais são as características da filosofia JIT?
  - Uma característica comum da filosofia JIT é a remoção progressiva dos recursos (excedentes) de forma a permitir que a operação aprenda como gerenciar sem esses recursos.

#### Quais são as técnicas de JIT?

- As técnicas que são usualmente associadas com JIT (não especificamente relacionadas com planejamento e controle; veja o próximo item) são:
  - desenvolvimento de práticas básicas de trabalho que apóiem a eliminação de desperdícios e o aprimoramento contínuo;
  - projeto para manufatura;
  - operações com foco definido que reduzam a complexidade;
  - uso de máquinas simples e pequenas que sejam robustas e flexíveis;
  - replanejamento do arranjo físico e fluxo que aumente a simplicidade do fluxo;

- emprego de manutenção produtiva total (veja o Capítulo 19) para encorajar a confiabilidade;
- redução de tempo de *set-up* e de troca para aumentar a flexibilidade;
- envolvimento de todos os funcionários no aprimoramento da operação;
- tornar qualquer problema visível para todos os funcionários;
- extensão desses princípios aos fornecedores.

### Como o JIT pode ser usado para planejamento e controle?

- programação puxada;
- controle *kanban*;
- programação nivelada;
- modelos mesclados;
- sincronização de fluxo.

### O JIT pode ser usado em operações de serviço?

- Muitas das técnicas anteriores são diretamente aplicáveis a operações de serviço, embora alguma adaptação seja eventualmente necessária.

### O JIT e o MRP podem coexistir?

- Embora possam parecer abordagens diferentes de planejamento e controle, podem ser combinadas de diversas maneiras para formar um sistema híbrido.
- A maneira como podem ser combinados depende da complexidade das estruturas dos produtos, da complexidade de roteiros dos produtos, das características de volume-variedade da operação e do nível de controle exigido.

#### ESTUDO DE CASO

##### O *just in time* no Jimmy's<sup>26</sup>

O Hospital St. James, carinhosamente chamado de "Jimmy's", é o maior hospital-escola europeu. Ele emprega cerca de 4.500 pessoas que garantem o tratamen-

to de 90.000 pacientes por ano e mais de 450.000 admissões no total. Com uma crescente pressão pela redução de custos, contenção de estoques e melhoria do serviço, o departamento de suprimentos realizou recentemente uma grande análise de suas atividades, auxiliado pela divisão de consultores da Lucas Industries, uma empresa inglesa de manufatura.

A análise inicial apontou que o Jimmy's tinha aproximadamente 1.500 fornecedores de 15.000 diferentes produtos, a um custo total de 15 milhões de libras. Tradicionalmente, o departamento de suprimentos solicitava aquilo que os médicos pediam, muitas vezes ocorrendo o fato de itens similares serem fornecidos por seis ou mais empresas diferentes. Com uma força-tarefa multifuncional, contendo tanto profissionais médicos como de suprimentos, um grande programa de racionalização de produto e de fornecedores foi realizado, o qual revelou muitas fontes de desperdícios. Por exemplo, a equipe descobriu que eram utilizados mais de 20 diferentes tipos de luvas, algumas das quais eram luvas de cirurgia bastante caras, custando cerca de 1 libra o par, sendo que na maioria dos casos elas poderiam ser substituídas por uma variedade menor e mais barata (20 centavos de libra). De forma similar, componentes anestésicos que eram anteriormente comprados de seis fornecedores passaram a ser adquiridos de uma só fonte. As economias nos custos de compras, estoques e administração foram enormes, e adicionalmente os maiores volumes de compra ajudaram o hospital a negociar melhores preços. Os fornecedores também se sentiram mais motivados a realizar entregas frequentes em pequenas quantidades, dado que sabiam que eram a única fonte de suprimentos. Peter Beeston, o gerente de suprimentos, dizia:

*"Nós temos sido guiados pelos fornecedores por anos (...) eles costumavam dizer que nós precisávamos comprar aos milhares, que tínhamos que esperar por semanas e que somente fariam entregas às quartas-feiras! Agora, os nossos fornecedores selecionados sabem que se seu desempenho for bom nós garantiremos um comprometimento de longo prazo. Eu prefiro comprar 80% de nossas necessidades de 20 ou 30 fornecedores ao invés da situação anterior em que nós tínhamos mais de uma centena."*

A análise do processo de admissão também provou ser um terreno fértil para o aprimoramento, sob os princípios do JIT. Por exemplo, no departamento de urologia, um terço dos pacientes de cirurgias não urgentes descobria que suas cirurgias haviam sido canceladas. Uma razão para isso é que entre o momento que o médico anunciava a necessidade de uma operação e a chegada do paciente ao centro de cirurgia havia 59 mudanças de responsabilidade sobre o processo. O hospital reorganizou o processo formando uma "célula" de quatro pes-

<sup>26</sup> The Independent on Sunday, 4 jul. 1993; Update, Issue 18 Aug. 1993.



soas, às quais era dada total responsabilidade pela admissão na Urologia. A célula estava localizada próximo ao setor e era responsável por toda a manutenção dos registros, pelo planejamento de todas as operações e pela garantia de que os leitos estariam disponíveis quando necessários, além de avisar os pacientes quando deveriam comparecer. Como resultado, as 59 transferências de responsabilidade foram reduzidas a 13 e agora o processo é mais rápido, mais barato e mais confiável.

O Jimmy's também introduziu um sistema simples de *kanban* para alguns itens de seu estoque local. Na despensa da divisão 9, por exemplo, havia somente duas caixas de seringas de 10 ml na prateleira. Quando a primeira era esvaziada, a outra era movida à frente e a divisão 9 solicitava, então, mais uma caixa. O próximo estágio será simplificar o processo de ressuprimento: as caixas vazias serão colocadas fora da despensa cujos códigos serão periodicamente lidos pelo departamento de suprimento, utilizando coletores portáteis de dados.

A gerência do hospital está convencida dos benefícios de suas mudanças.

*"Todas essas mudanças não se referem à redução de custos, mas a aumento do valor pelo dinheiro. Estamos estabelecendo como padrão a compra de produtos de qualidade e temos mais influência na decisão de compra (...) de uma organização funcional com grande número de compradores; nós agora nos concentramos na gestão de materiais para linhas de produto completas. O projeto tem sido um sucesso indiscutível e, embora estejamos simplesmente começando a ver benefícios, minha expectativa é de que as economias em custo e em estoque irão crescer! O relatório sobre o Kit Estéril de Curativos mostra o potencial que a nossa equipe identificou. O kit antigo consistia em quatro pares de pinças plásticas, bolas de algodão e um pote plástico. Esse kit era utilizado com ou sem luvas adicionais. Ele custava aproximadamente 60 centavos de libra excluindo as luvas. O novo kit consiste em um pote plástico, cotonetes etc. e um único par de luvas de látex. Este kit custa aproximadamente 33 centavos de libra, incluindo as luvas. A meta de economia total é de aproximadamente 20.000 libras."*

#### Questões

1. Liste os elementos na nova abordagem do St. James que podem ser entendidos como uma derivação dos princípios JIT de manufatura.
2. Que outras idéias da manufatura JIT você acha que podem ser aplicadas num hospital como o St. James?

#### QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. Explique sua visão quando você pensa no JIT como uma filosofia, uma estratégia ou um conjunto de técnicas.
2. Por que o aprimoramento contínuo requer uma visão de longo prazo da empresa? Discuta o que é entendido como "cultura possibilitadora de empresa", em que o aprimoramento contínuo possa florescer.
3. Como as empresas que trabalham no regime *make-to-order* evitam os desperdícios?
4. Qual a relação entre os *lead times* e os estoques em processo?  
Como essa relação afeta uma cooperativa habitacional em uma manhã de sábado?
5. Se você quisesse transformar sua empresa numa empresa JIT, o que você buscaria em seus fornecedores?
6. Simplicidade é normalmente um tema relacionado a empresa JIT. Como a Little Chef incorporou esse conceito em sua gestão de operações?
7. Quais são as deficiências do Lote Econômico de Pedido (LEP) do ponto de vista do JIT?
8. Explique como a programação de modelos mesclados é utilizada para fornecer programas detalhados de produção. Qual é a diferença disso para um programa-mestre?
9. Como podem as novas tecnologias ser utilizadas para o fornecimento de *kanbans* numa operação JIT?
10. Explique como as técnicas JIT podem ser utilizadas para apoiar as flexibilidades de *mix* e de volume numa operação de serviços.
11. Por que o *jidoka* (autonomia para parar a linha) é descrito como elemento fundamental do "Sistema Toyota de Produção"?
12. Explique as diferenças-chaves entre a abordagem tradicional de manufatura e a abordagem JIT. Essas diferenças também ocorrem em operações de serviço?

13. Discuta as vantagens e desvantagens de se trabalhar *just in time*.
14. A eliminação do desperdício é um aspecto fundamental da filosofia JIT. O que se entende por desperdício e quais as origens e intenções dessa abordagem?
15. Discuta os benefícios da redução do tempo de *set-up* em cada um dos critérios competitivos da manufatura: custo, flexibilidade, qualidade, confiabilidade e velocidade.
16. Explique a diferença entre planejamento e controle "puxado" e "empurrado". Por que razão empresas diferentes adotam abordagens diferentes?
17. Discuta como os *kanbans* podem ser aplicados e que forma eles podem assumir numa lanchonete *fast-food*.
18. Um fabricante de placas de circuito impresso (PCI) está produzindo placas a uma taxa de uma a cada três minutos, a partir de um contenedor de quatro peças. A eficiência global do processo é de 90% e o tempo de *set-up* gasto por dia é de 180 minutos. A gerência gostaria de desenvolver um sistema JIT, mas com não mais do que três *kanbans*. Que nível de redução de *set-up* é necessário para que isso possa ser conseguido?
19. Discuta os benefícios de reduzir os tamanhos de lote.
20. Quais são as vantagens e desvantagens do emprego do *jidoka* em operações de serviços? Ilustre sua resposta utilizando uma empresa de sua escolha.

### LEITURAS COMPLEMENTARES SELECIONADAS

ANDERSEN CONSULTING. *The Lean Enterprise Benchmarking Report*. Andersen Consulting/Cardiff Business School/Cambridge University, 1992.

BICHENO, J. *Implementing JIT*. IFS Publications, 1991.

CHENG, T. C. E.; PODOLSKY, S. *Just in time manufacturing*. 2. ed. Chapman and Hall, 1996.

FIEDLER, K.; GALLETLY, J. E.; BICHENO, J. Expert advice for JIT implementation. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 6, 1993.

GOYAL, S. K.; DESHMUKH, S. G. A critique of the literature on just in time manufacturing. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 12, nº 1, 1992.

HARRISON, A. S. *Just in time manufacturing in perspective*. Prentice Hall, 1992.

HENRICKS, J. A. Performance measures for a JIT manufacturer. *Industrial Engineering*, v. 26, nº 1, 1994.

KIDD, P. T. *Agile manufacturing: forging new frontiers*. Addison-Wesley, 1994.

MARISAKO, S. *Prices, quality and trust*. Cambridge University Press, 1992.

OLIVER, N.; DELBRIDGE, R.; LOWE, J. Lean production practices: international comparisons in the auto components industry. *British Journal of Management*, v. 7, 1996.

———; WILKINSON, B. *The japanization of british industry*. 2. ed. Blackwell, 1992.

SCHNIEDERJANS, M. J. *Topics in just in time management*. Allyn & Bacon, 1993.

SCHONBERGER, R. J. *Japanese manufacturing techniques: nine hidden lessons in simplicity*. The Free Press, 1982.

———. *World class manufacturing: the lessons of simplicity applied*. The Free Press, 1986.

———. *World class manufacturing: the next decade*. The Free Press, 1996.

SOHAL, A. S.; RAMSEY, L.; SAMSON, D. JIT manufacturing industry: analysis and a method for implementation. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 13, nº 7, 1993.

VOLLMANN, T.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C. *Manufacturing planning and control systems*. 3. ed. Irwin, 1992.

WARNECKE, H. J.; HUSER, M. Lean production. *International Journal of Production Economics*, v. 41, nº 1, 1995.

WHITSON, D. Applying just in time systems in health care. *IIE Solution*, v. 29, nº 8, 1997.

WOMACK, J. et al. *The machine that changed the world*. Rawson Associates, 1990.

———; JONES, D. T. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon and Schuster, 1996.