

CONSIDERAÇÕES CRÍTICAS SOBRE A EVOLUÇÃO DAS FILOSOFIAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO:



DO "JUST-IN-CASE" AO "JUST-IN-TIME"

■ **JOSÉ ANTONIO VALLE ANTUNES JUNIOR**

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS).

■ **FRANCISCO JOSÉ KLIEMANN NETO**

Doutor em Engenharia de Produção pelo INPL, França, e Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGA/UFRGS).

■ **JAIME EVALDO FENSTERSEIFER**

Ph. D. pela UCLA, USA, e Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGA/UFRGS).

RESUMO: O presente trabalho procura, essencialmente, apresentar as duas grandes correntes filosóficas "puras" que embasam atualmente a administração da produção e dos materiais: a filosofia tradicional (*just-in-case*) e a filosofia *justo-a-tempo* (*just-in-time*), enfatizando criticamente suas características mais importantes.

Discutem-se, adicionalmente, as formas clássicas de operacionalizar estas filosofias, salientando as princi-

pais modificações que uma fábrica funcionando de acordo com a filosofia tradicional deve sofrer para transformar-se em uma fábrica reprojetaada funcionando segundo a filosofia *justo-a-tempo*.

Finalmente, discutem-se brevemente algumas aplicações da filosofia *justo-a-tempo* em indústrias brasileiras, mostrando alguns resultados práticos alcançados.

PALAVRAS-CHAVE: organização da produção, administração da produção, organização do trabalho.

INTRODUÇÃO

Este texto inicialmente procura apresentar as duas grandes linhas filosóficas da administração da produção e dos materiais, quais sejam, a filosofia *just-in-case* (tradicional) e a filosofia *just-in-time* (*justo-a-tempo*, *apenas-a-tempo* ou *no-momento-certo*).

A filosofia tradicional (*just-in-case*) dá prioridade à utilização da estrutura de produção da empresa, dividida em seções fixas (tornos, fresas, montagem etc.), a qual é otimizada pela fabricação de artigos em grandes lotes e está sujeita à constituição de estoques. Para isso, utiliza-se da noção de "lote econômico", tanto para a fabricação quanto para a compra dos materiais e maté-

rias-primas⁽¹⁾. Além disso, as previsões de vendas são fundamentais tanto para o dimensionamento da empresa quanto para sua programação cotidiana. Em virtude deste fato, o mercado é visualizado apenas como um fator restritivo necessário para o estabelecimento dos níveis de produção ótimos.

Em função das características colocadas acima, esta filosofia é operacionalizada por técnicas que "empurram" a produção, isto é, que fabricam de acordo com as previsões para a constituição de estoques, buscando minimizar os custos totais da estrutura de produção.

A priori, a implantação desta filosofia prescinde da utilização de meios computacionais. Entretanto, dada a complexidade dos sistemas produtivos de muitas empresas, foram desenvolvidos a partir da década de 60 vários programas computacionais visando a facilitar a operacionalização de seus princípios básicos. Dentre estes programas, os mais conhecidos são o MRP (Material Requirements Planning), que se volta apenas para a problemática da administração dos materiais, e o MRP II (Manufacturing Resources Planning) que, partindo do módulo básico do MRP e adicionando módulos de gestão e controle de produção (custos, PCP, compras etc.), tem a pretensão de administrar integradamente todo o processo de fabricação.

De outro lado, a partir de meados da década de 70, formalizou-se uma nova filosofia de administração da produção e dos materiais, a qual difere radicalmente dos princípios básicos da filosofia tradicional: a filosofia *just-in-time* (justo-a-tempo), que procura atender dinâmica e instantaneamente à variada demanda do mercado, produzindo, normalmente, em lotes de pequena dimensão.

Segundo ela, o sistema produtivo deve ser estruturado de forma a evitar qualquer tipo de atividade que não adicione valor ao produto. Por exemplo, devem ser eliminadas as movimentações desnecessárias de materiais, bem como atividades específicas de controle (indiretas) realizadas no chão da fábrica (*shop floor*), tais como: inspetores de qualidade, controladores de processo etc. No entanto, talvez a principal consequência da filosofia JIT (*just-in-time*) é que os estoques, tanto os de matéria-prima quanto os de produtos em processo e acabados, passam a ser visualizados como perdas porque significam capital circulante, bem como um tempo de processamento não remunerado. A medida do grau de utilização com sucesso da filosofia justo-a-tempo poderá ser dada pela redução progressiva dos estoques, o que, no limite, implicará na idéia de estoques nulos (*zero inventory*) bem como pela crescente diminuição

dos tempos do ciclo de fabricação (*lead-time*), que trarão como consequência final um aumento da flexibilidade da produção permitindo, assim, atender ao mercado muito mais rapidamente.

Assim sendo, a aplicação da filosofia JIT tenderá a proporcionar uma redução do espaço físico necessário para a estocagem e para a produção propriamente dita, bem como tenderá a diminuir o número de empregados indiretos da fábrica.

Outro ponto importante é que a implantação da filosofia JIT implica na linearização, e consequente simplificação, do sistema de produção. Para se atingir este objetivo, a empresa necessita alterar o *lay out* da fábrica, dividindo-a em várias unidades (ou células) de produção independentes e sequenciais (minifábricas), onde a unidade N será cliente da unidade N-1 e, ao mesmo tempo, fornecedora da unidade N+1.

Para atender dinamicamente às necessidades do mercado, torna-se necessário que dentro da filosofia JIT sejam desenvolvidas formas de "puxar" a produção, ou seja, formas que permitam que, a partir da venda de um dado produto, seja desencadeado, do final para o início do processo, um sistema de informação que permita a reposição instantânea dos diversos componentes do produto em seus diferentes estágios de fabricação. A última unidade de produção entregará o produto acabado aos consumidores, ao mesmo tempo (sincronizadamente) que requisitará da unidade antecedente os componentes necessários para a fabricação do novo produto demandado, e assim sucessivamente até a entrada das matérias-primas no início do processo.

Em função das características acima descritas, a operacionalização da filosofia JIT exige o desenvolvimento de um sistema de informação interno à produção que seja concomitantemente simples, visual e de fácil compreensão. Atualmente, as técnicas mais utilizadas para este fim são as do tipo KANBAN em suas várias formas de apresentação (cartão, placa, anel etc.).

Uma vez apresentadas estas duas filosofias "puras" de administração da produção e dos materiais, far-se-á uma análise crítica comparativa de ambas, ressaltando suas vantagens e desvantagens, bem como as situações a que elas melhor se aplicam.

Um ponto restritivo à aplicação da filosofia tradicional, especialmente quando ela está sendo

1. Na prática, o conceito teórico de lote econômico é normalmente adaptado às condições operacionais da empresa, tais como o número e a localização dos fornecedores, os tempos de preparação dos equipamentos etc.

operacionalizada por técnicas do tipo MRP, refere-se aos limites da capacidade fabril impostos pela existência de operações-gargalo (estrangulamento da produção). Para atacar esta problemática, desenvolveu-se recentemente uma nova "técnica" de planejamento e controle de processos fabris: a OPT (*Optimized Production Technology* — Tecnologia da Produção Otimizada).

O trabalho apresentará em linhas gerais a OPT, mostrando suas principais características. Mostrar-se-á, então, a possibilidade de uma crescente sinergia entre os princípios valorizados pelas duas grandes filosofias (tradicional e JIT) e pela técnica OPT em um grande número de casos práticos.

Discutir-se-ão, também, as principais dificuldades e limitações práticas da utilização de modelos matemáticos na solução de problemas de Administração da Produção, ressaltando-se a necessidade de se simplificarem a formulação e a análise desses modelos.

Finalmente, far-se-á uma discussão sucinta sobre a viabilidade da aplicação da filosofia JIT ao Brasil, apoiando-se para isso em dois exemplos práticos específicos da realidade industrial brasileira.

FILOSOFIA TRADICIONAL (JUST-IN-CASE)

A filosofia tradicional (*just-in-case*), comumente adotada pelo capital industrial dos EUA e da Europa, está intimamente relacionada às estratégias de mercado caracterizadas pelo paradigma do "fordismo", sendo baseada, tecnicamente, a nível de fábrica, nas idéias de tarefas e máquinas especializadas e linhas de montagem dedicadas, e, economicamente, na idéia de ganhos de escala ("carros de qualquer cor, desde que seja preta").

A concepção "fordista" dá ênfase à necessidade de conquistar mercados através da redução de custos, bem como ao incremento da produtividade pela produção de uma faixa reduzida de produtos especializados. Isto pode ser explicado porque existem custos de produção que são associados diretamente à diversificação da produção e que crescem rapidamente com esta em virtude da própria organização rígida da produção (troca de ferramentas, movimentação de materiais, manutenção etc.)⁽²⁾.

A nível de fábrica, o princípio básico da filosofia tradicional de administração da produção é maximizar a utilização dos meios de produção engajados. Em função disso, todos os esforços são concentrados no sentido de minimizar a ociosidade desses meios.

Assim sendo, o objetivo principal da filosofia

just-in-case é otimizar a rentabilidade dos meios de produção. Para atingir esse objetivo, ela usa a idéia de gerenciamento por sistemas para planejar, controlar e supervisionar todos os recursos da empresa, e isto de forma integrada e externa ao processo produtivo propriamente dito. Além disso, o atingimento desse objetivo principal faz com que as empresas utilizem em alguns casos os princípios do "lote econômico", tanto para a compra de insumos quanto para a produção.

Atualmente, há uma tendência generalizada de implementarem-se computacionalmente as técnicas que operacionalizam a filosofia tradicional, tais como o MRP e o MRP II. As principais vantagens decorrentes dessa implementação computacional são as seguintes:

a) Visualização rápida e integrada do planejamento efetuado e dos resultados obtidos, o que facilitará a adoção de eventuais medidas corretivas.

b) Necessidade de formalização de uma série de sistemáticas de apoio à gestão (ou, ao menos, uma melhor estruturação das mesmas), tais como lista de materiais, explosão dos produtos etc.

c) Redução da burocracia em geral e agilização do processo de tomada de decisões.

Contrariamente à filosofia *just-in-time*, a filosofia tradicional se propõe apenas a fornecer um sistema de dados, o qual proporcionará informações que permitirão às pessoas envolvidas analisar todas as opções disponíveis.

Cabe salientar, ainda, que a qualidade dessas informações é particularmente sensível à qualidade dos dados de entrada do sistema (tempos de processamento, tempos de preparação, previsão de vendas etc.). Portanto, é necessária a montagem de um sistema de informações suficientemente ágil que informe dinamicamente ao planejamento as mudanças ocorridas nos ambientes interno (o "chão da fábrica") e externo da empresa.

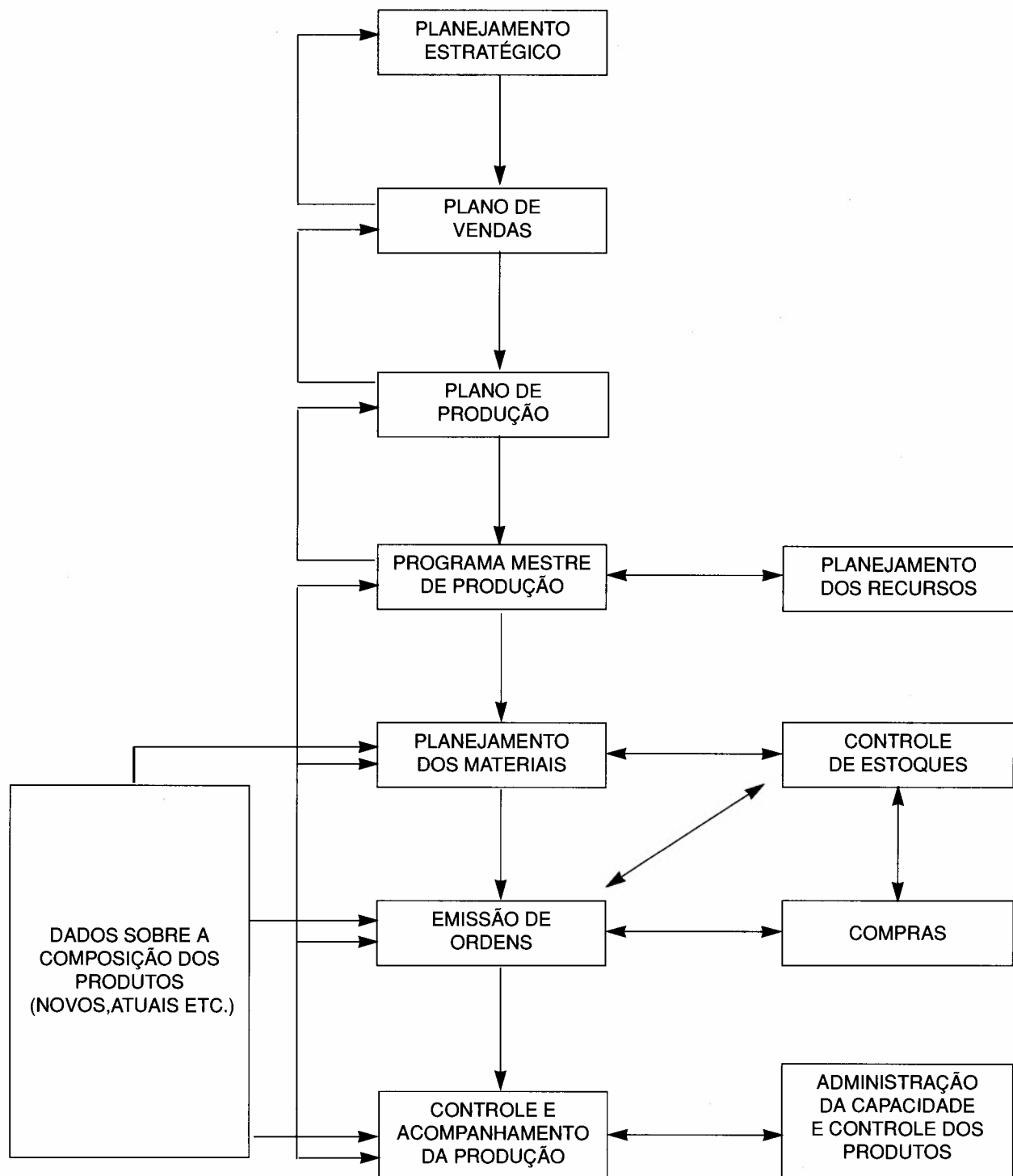
Por causa disso, a implantação da filosofia tradicional de administração da produção começa necessariamente por uma etapa de diagnóstico, na qual se procura identificar os principais problemas de produção, bem como as modificações que se farão necessárias para resolvê-los. A figura 1 detalha as principais fases de implantação da filosofia *just-in-case*.

As principais conseqüências do emprego da filosofia tradicional são:

a) Constituição de estoques (de matérias-primas, de produtos em processo e de produtos

2. STALK, George Jr. "Time — The Next Source of Competitive Advantage". In: *Harvard Business Review*, July-August, 1988.

FIGURA 1
Esquema geral da operacionalização da filosofia just-in-case



acabados), os quais têm como finalidade principal "amortecer" as aleatoriedades do sistema produtivo (variações na demanda, problemas de qualidade, atrasos etc.).

Por exemplo, isto pode ser observado claramente no caso da fabricação de produtos complexos como automóveis e aparelhos de televisão, onde se torna bastante difícil balancear os diversos fluxos de peças e submontagens dentro da linha de montagem principal⁽³⁾.

Além disso, esses estoques tendem a acobertar uma série de problemas intangíveis e de difícil previsão, tais como o desbalanceamento da linha de produção, a ineficiência na manutenção dos equipamentos, as deficiências no processo de aquisição de materiais etc. Nesse sentido, Sayer⁽⁴⁾ afirma que *"com a existência de estoques-pulmão (buffer-stocks) fica muito difícil detectar a fonte dos problemas"*, além do fato de que *"o lapso de tempo e a distância física entre a descoberta dos defeitos e sua fonte ocultam a origem desses defeitos, os quais podem inclusive ser originados dos fornecedores"*.

b) Planejamento e controle centralizados e externos ao sistema produtivo propriamente dito.

Isso isenta os trabalhadores da responsabilidade de tarefas, tais como manutenção dos equipamentos e controle da qualidade dos produtos. Essas atividades típicas de controle serão executadas, por exemplo, por órgãos específicos, o que acarreta adicionalmente a necessidade da realização de atividades que não agregam valor aos produtos.

c) Necessidade de uma mão-de-obra especializada e pouco flexível a trocas funcionais.

Isto tende a provocar uma subutilização da capacidade de trabalho dos operários, o que encoraja uma rápida e constante rotatividade dos mesmos. Além disso, o sistema produtivo torna-se vulnerável à ação de grandes organizações de trabalhadores, que poderão proporcionar atrasos no sistema como um todo pela redução do ritmo de produção das operações críticas da fábrica⁽⁵⁾.

Este fenômeno fica ainda mais acentuado nas empresas de grande porte, pois estas são mais sensíveis a oscilações no ritmo de produção.

d) A escolha dos fornecedores segue prioritariamente o princípio do mínimo custo de aquisição (competição de preços), deixando para os estoques de segurança absorverem as eventuais variações devidas à qualidade dos materiais, atrasos nas entregas, deficiências no processo de compra etc.

Deve-se ressaltar, ainda, que a inspeção da qualidade dos materiais é feita baseada em dados estatísticos, os quais rejeitam ou aceitam a totalidade do lote analisado. Isto é, pode-se aceitar

uma certa quantidade de materiais defeituosos que acarretarão problemas na linha de produção.

e) Em virtude de a organização fabril ser concebida embasada nas idéias de tarefas e máquinas especializadas e de linha de montagem dedicada ela torna-se bastante inflexível relativamente às oscilações da demanda do mercado⁽⁶⁾.

FILOSOFIA JUST-IN-TIME (JUSTO-A-TEMPO)

1. Introdução

Inicialmente, cabe situar a filosofia justo-a-tempo dentro do objetivo mais global em que ela está inserida. A filosofia justo-a-tempo se constitui em uma estratégia de competição industrial, desenvolvida inicialmente no Japão, objetivando fundamentalmente dar uma resposta rápida às flutuações do mercado (orientado para o consumidor), associando a isto um elevado padrão de qualidade e custos reduzidos dos produtos. Ou seja, trata-se de uma estratégia que dá ênfase à redução da quantidade de produtos em processo, o que proporciona uma maior circulação do capital⁽⁷⁾.

Para que isso tenha se tornado exequível, os japoneses adotaram um enfoque bastante integrado no que se refere às áreas de *marketing*, controle de qualidade, planejamento e controle de materiais e da produção, desenvolvimento de pessoal e engenharia de produto (CAD, CAM etc.).

A nível da administração da produção, isto implica na transformação radical das fábricas tradicionais, dado que estas precisam sempre se definir entre os ganhos de escala responsáveis pela redução de custos de produção com conseqüente estreitamento da linha de produtos, ou por uma maior diversificação que acarreta uma elevação dos custos de produção em virtude de fatores de complexidade que aparecem, tais como: troca de ferramentas, movimentação de materiais, elevação dos custos indiretos com manutenção etc.

Esta transformação da fábrica tradicional só será possível através da flexibilização da estrutura

3. SAYER, Andrew. "New Developments in Manufacturing: The Just-in-Time System. In: *Capital & Class*.

4. Idem, *ibidem*.

5. Idem, *ibidem*.

6. Idem, *ibidem*.

7. SALERNO, Mário S. *Produção, Trabalho e Participação: CCQ e KANBAN numa Nova Imigração Japonesa*. Rio de Janeiro, dissertação de mestrado apresentada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1985, 129 páginas.

produtiva visando, simultaneamente, a uma maior diversificação dos produtos para atender às flutuações do mercado e a uma redução dos custos associados, sem perder de vista a qualidade dos produtos. Ou seja, isso permitirá passar a gestão da fábrica de um plano estático “que traz melhorias isoladas e localizadas dos tempos de fabricação e dos prazos praticados pela gestão ‘clássica’” para um plano dinâmico “onde os tempos de resposta e a flexibilidade exercem um papel importante”⁽⁸⁾.

Para facilitar a implantação da filosofia *just-in-time*, é necessário aceitar e assumir alguns princípios culturais, dentre os quais cabe ressaltar:

a) Mudanças na mentalidade da alta e média administração, buscando a utilização da gerência por consenso.

b) Propiciar uma maior participação dos trabalhadores em geral.

c) Delegação de maiores responsabilidades (a todos os níveis).

d) Criação de um programa de motivação (do tipo CCQ, por exemplo).

e) Desenvolvimento de um programa de estabilidade no emprego para algumas funções julgadas essenciais para o bom andamento das atividades da empresa.

Uma vez compreendidos e implantados esses princípios culturais a nível gerencial, a empresa terá maior facilidade para incorporar a filosofia JIT na administração de seus processos produtivos.

Cabe ressaltar que, em muitas situações, alguns organismos de classe se mostram refratários à aplicação da filosofia *just-in-time*, não aceitando seus princípios filosóficos de administração por consenso.

Finalmente, no caso particular do Japão, esses elementos culturais estão sintetizados no que Ouchi chamou de Teoria Z⁽⁹⁾.

2. Análise dos princípios da filosofia *just-in-time*

Relativamente à fábrica, o princípio básico da filosofia *just-in-time* na administração da produção é que não se deve fazer nada que não adicione valor aos produtos. Em função disso, todos os esforços são concentrados para a completa eliminação das perdas (desperdícios) que possam ocorrer no processo produtivo.

Entre os principais itens considerados como perdas (por não agregarem objetivamente valor aos produtos), pode-se citar: estoques em geral, tempos de espera, movimentação de materiais, defeitos, máquinas paradas etc.

Para que este princípio básico seja atingido na sua plenitude é necessário que a produção só seja iniciada quando houver algum pedido firme. Esta restrição de ordem prática obriga as empresas a aumentarem a flexibilidade de suas estruturas de produção para bem atenderem à demanda (e às suas flutuações). Esse aumento de flexibilidade poderá ser obtido a partir de três ações:

a) Divisão da fábrica no seu todo em várias “minifábricas” sequenciais, as quais terão uma significativa autonomia. O conjunto dessas minifábricas constituirá uma “linha de montagem” do tipo fordista.

b) Racionalização das “linhas de montagem”, pela padronização das atividades desenvolvidas pelas diversas minifábricas.

c) Produção feita a partir de pequenos lotes de fabricação (na situação ideal, ter-se-iam lotes de produção unitários).

Essas ações proporcionam a redução do tempo do ciclo de fabricação (*lead-time*), o que viabiliza uma rápida reação da fábrica às diferentes oscilações do mercado.

Já em termos econômicos, o princípio fundamental da filosofia JIT consiste em aumentar a flexibilidade e a capacidade competitiva da empresa. Esse princípio visa a adaptar as estruturas de produção das empresas a uma demanda cada vez mais diversificada e localizada, através da flexibilização dos processos produtivos (mas ao preço de uma menor flexibilidade face a variações significativas nos volumes de produção).

Para a implantação da filosofia *just-in-time*, a existência de alguns requisitos preliminares é indispensável. Entre esses pré-requisitos, cabe destacar-se:

a) Redução dos tempos de preparação das máquinas (*set-up*).

Enquanto a filosofia tradicional preocupa-se principalmente com a redução dos custos relativos à escala de produção (o que implica na fabricação de grandes lotes de produtos), a filosofia *just-in-time* preocupa-se essencialmente com os custos relacionados à diversificação da gama de produtos. Esses custos estão diretamente relacionados ao grau de complexidade da estrutura de produção, destacando-se dentre estes o custo de preparação das máquinas e equipamentos.

8 APTER, J. “Que Peut Apporter l'Association de la Modulation du Temps de Réponse à la Méthode Japonaise de Juste à Temps? — 1ère. partie”. In: *Travail et Méthodes*, pp. 43-55.

9. OUCHI, William. *Teoria Z*. São Paulo, Editora Nobel, 1986.

Isto deve-se ao fato de que, para atender às necessidades dinâmicas do mercado, a fábrica deve ser capaz de produzir rapidamente lotes pequenos e diferentes. Hajime Yamashina⁽¹⁰⁾ dá ênfase a esta característica, afirmando que *"a redução do tempo consumido na preparação das máquinas proporciona uma maior flexibilidade e capacidade competitiva à empresa"*.

Além disso, deve ficar claro que o não atendimento deste pré-requisito inviabiliza a produção em lotes pequenos e, conseqüentemente, torna difícil a utilização de uma filosofia do tipo *just-in-time*.

b) Implantação de uma sistemática de Controle de Qualidade Total (*Total Quality Control — TQC*), uma vez que, trabalhando-se com lotes de produção pequenos, é preciso ter-se a garantia de que todas as peças estejam perfeitas.

Portanto, há uma preocupação em estabelecer-se uma política para a empresa que leve em consideração a problemática da qualidade em sua totalidade. Isto envolve desde o controle da qualidade dos materiais no próprio fornecedor até o controle o mais individualizado possível sobre cada uma das peças fabricadas, realizado na sua maior parte pelos próprios operários na linha produtiva.

c) Realização de manutenções preventivas (e raramente corretivas), as quais serão efetuadas, na medida do possível, pelos próprios operadores.

Isto porque considera-se que as manutenções corretivas, além de não agregarem valor aos produtos, proporcionam a interrupção do fluxo de trabalho.

d) Redefinição do *lay out*, visando a uma linearização do processo produtivo a partir das diversas células de fabricação.

e) Desenvolvimento de uma força de trabalho capaz de realizar múltiplas funções, bem como de dar respostas rápidas e ágeis aos (novos) problemas.

Os trabalhadores passam a ser vistos como pessoas responsáveis pela manutenção preventiva e regular das máquinas, pelo controle de qualidade preliminar dos produtos, além de participarem diretamente do processo de programação e controle das atividades desenvolvidas pelas células de fabricação.

A par desses pré-requisitos de ordem técnica, a implantação da filosofia JIT exigirá ainda numa segunda etapa:

a) Desenvolvimento de métodos (ferramentas) de apoio visual.

b) Autonomia dos processos de produção, que consiste, segundo Sayer⁽¹¹⁾, no *"desenvolvimento de máquinas que sejam projetadas (ou reprojetadas) de forma que parem automaticamente sempre que uma parte defeituosa for produzida, ou que rejeitem qualquer insumo defeituoso que a alimente"*.

Nesse sentido, Alan Loebel, durante a 27ª Conferência Internacional da APICS, declarou que *"os japoneses colocam seus melhores engenheiros para trabalhar no 'chão da fábrica' (factory floor), e não no projeto do produto"*⁽¹²⁾. Isto porque, para administrar eficientemente uma produção justo-a-tempo, é fundamental que se conheça cada detalhe do processo produtivo de forma a interagir dinamicamente com o mesmo.

O processo de consecução dos objetivos puros do JIT é longo e realizado por etapas, através de melhorias parciais definitivas realizadas a partir de uma metodologia de tentativa-e-erro.

Isto pode ser obtido pela redução progressiva dos estoques intermediários e, daí, do tamanho dos lotes de produção. Conseqüentemente, tem-se um processo de implantação longo e continuado, o que exige uma estabilidade (confiança) no processo de implantação. Sayer⁽¹³⁾ afirma que o tempo total dessa implantação se encontra em torno de cinco anos.

Cabe destacar, ainda, que a filosofia justo-a-tempo pode ser aplicada tanto ao setor produtivo da fábrica (JIT interno), quanto aos fornecedores de insumos em geral (JIT externo). Em razão dos elementos culturais e geográficos de países como o Brasil — por exemplo, grandes distâncias entre os fornecedores, os centros de produção e os mercados —, a aplicação do JIT externo é muito difícil, ao menos de maneira intensiva, optando-se inicialmente pela implantação do JIT interno.

Finalmente, trata-se de uma filosofia de "puxar" a produção, e que pode ser operacionalizada por técnicas do tipo Kanban. Por exemplo, no método Kanban, os trabalhadores das células de fabricação assumem a produção propriamente dita, o controle de qualidade, a requisição e a expedição dos produtos. Há, então, uma total descentralização dos controles em geral. Além disso, um Kanban indica visualmente o que produzir, em que momento e em que quantidade, e as prioridades de fabricação.

ANÁLISE COMPARATIVA

De uma forma sintética e comparativa, pode-se dizer que as duas grandes linhas filosóficas "pu-

10. YAMASHINA, Hajime. *Just-in-Time*. São Paulo, Editora IM&C Internacional, 1988.

11. SAYER, Andrew. Op. cit.

12. MODERN MATERIAL HANDLING. *JIT and MRP II: Partners in Manufacturing Strategy*. 27th. Annual APICS Conference, December 10, 1984.

13. SAYER, Andrew. Op. cit.

ras" que regem as técnicas e métodos de administração da produção apresentam as seguintes características gerais:

a) Filosofia tradicional (ou just-in-case)

1. Dá-se prioridade à estrutura de produção (seções fixas: solda, tornos etc.) da empresa, levando-se em conta as restrições impostas pelo mercado.

2. O *lay out* é organizado, alternativamente, por processo (caso mais comum) ou por produto (caso da produção em série de produtos padronizados: montadoras de automóveis, indústria petroquímica etc.).

3. As previsões de venda servem tanto para dimensionar o sistema produtivo quanto para programar a produção propriamente dita.

4. A operacionalização da filosofia tradicional é, no curto prazo, extremamente sensível à precisão dos dados de entrada (previsão de vendas, tempos-padrão, tamanho dos lotes etc.). Esta sensibilidade é ainda maior quando a operacionalização é efetivada através de sistemas integrados do tipo MRP II (em função do encadeamento das consequências).

5. O sistema de informações que agiliza e orienta a programação da estrutura produtiva é externo à mesma (caso de Departamentos de PCP centralizados, por exemplo).

6. A produção deve ser feita em grandes lotes, de forma a permitir a otimização da utilização da estrutura de produção.

7. O ritmo de produção é constante e homogêneo nas seções fixas, o que obriga a constituição de grandes estoques em processo para "amortecer" eventuais paradas localizadas de produção.

8. Os estoques (iniciais, intermediários e finais) tendem a ser altos.

9. Para otimizar a utilização da estrutura de produção, emprega-se a noção de "lote econômico", o que acarreta grandes estoques intermediários e ciclos de produção longos (de cinco a seis meses nas indústrias de máquinas e ferramentas americanas), muitos tempos mortos (os sistemas de produção tradicionais normalmente agregam valor aos produtos em apenas de 0,5 a 2,5% do tempo em que estes estão na fábrica)⁽¹⁴⁾.

10. O controle de qualidade é feito sobre lotes de produção, os quais serão rejeitados ou aceitos em sua globalidade a partir de parâmetros predefinidos. Parte-se do princípio de que alguns problemas de qualidade são inevitáveis (lei de Murphy). Por exemplo, a indústria eletrônica americana tem um índice médio de 8 a 10% de defeitos de qualidade e retrabalhos⁽¹⁵⁾.

11. A manutenção é centralizada num departamento específico, que atende a todas as seções da

fábrica. Essa manutenção é tanto preventiva quanto corretiva, pois o surgimento de alguns problemas é suposto inevitável.

12. O controle de produção é realizado sobre resultados agregados (de seções, por exemplo), sendo normalmente feito num instante de tempo distante daquele que gerou os desvios (o que dificulta a compreensão das causas reais desses desvios e, daí, a adoção de medidas corretivas efetivas). Além disso, trata-se de um controle externo ao processo produtivo.

13. A produção é "empurrada".

14. Sua operacionalização pode ser feita por técnica do tipo MRP II.

15. A cadência de produção é dada pela previsão de vendas, mas levando-se em consideração as restrições impostas pela estrutura de produção, as quais definem, para o curto prazo, a capacidade de produção. Cabe ressaltar que os sistemas tipo MRP pressupõem que esta capacidade é infinita (visão de longo prazo, mas que acarreta sérios problemas para todos aqueles casos onde a demanda de mercado é maior do que a capacidade real para o período de análise considerado).

b) Filosofia just-in-time (ou justo-a-tempo)

1. Dá-se prioridade ao mercado, levando-se em conta as restrições impostas pela estrutura de produção (no caso, composta de células de fabricação): em função disso, torna-se necessária a compreensão aprofundada dessa estrutura de produção.

2. O *lay out* é por produto, de forma a minimizar o tempo de movimentação das partes componentes desse produto (tanto dentro das células de fabricação quanto entre as mesmas).

3. As previsões de venda servem apenas para dimensionar o sistema produtivo, pois a programação é feita pela própria estrutura de produção, em função da demanda.

4. A operacionalização da filosofia *just-in-time* é, no curto prazo, pouco dependente da precisão dos dados de entrada, pois tem como única necessidade de informação externa a demanda final dos produtos. Isto se deve ao fato de o sistema de informações ser simplificado e modulado nas diversas células de fabricação, que auto-regulam o fluxo de produção.

5. O sistema de informações que agiliza e orienta a programação da produção é interno à estrutura produtiva (utilização de painéis visuais para planejamento e controle, por exemplo).

14. STALK, George Jr. Op. cit.

15. THE PRODUCTIVITY Paradox. In: *Business Week*, June 6, 1988.

6. A produção é feita em pequenos lotes (e daí, juntamente com a constante adaptação às necessidades do mercado, surge a necessidade de se ter uma estrutura de produção extremamente flexível e bem compreendida).

7. O ritmo de produção não é constante nem homogêneo, pois responde diretamente às oscilações do mercado. Em consequência, teoricamente não há necessidade de constituição de estoques intermediários.

8. Os estoques são minimizados (aliás, esta filosofia considera os estoques como "perdas" e/ou "anomalias" de produção e que como tais devem ser erradicados).

9. A busca da satisfação imediata do mercado faz com que se abandone a noção de "lote econômico", o que acarreta lotes de produção que tendem à unidade, ciclos de produção curtos (de um a dois meses nas indústrias de ferramentas japonesas), à quase total eliminação de estoques intermediários e à redução drástica dos tempos mortos (em virtude do maior balanceamento do sistema produtivo).

10. O controle de qualidade é total e feito em sua maior parte pelos próprios operadores das máquinas. Isto porque, trabalhando-se com lotes de produção pequenos, é preciso ter-se a garantia de que todas as peças estejam perfeitas (controle individualizado de qualidade). O operador subsequente é visto como "cliente", e como tal rejeitará as peças defeituosas. Em consequência disso, a indústria eletrônica japonesa, por exemplo, tem um índice médio de defeitos e retrabalhos inferior a 1%⁽¹⁶⁾.

11. A manutenção é descentralizada e realizada, na medida do possível, pelos próprios operadores nas células de fabricação. Teoricamente, ela deve ser apenas do tipo preventiva (busca constante da minimização das perdas e dos tempos mortos).

12. O controle de produção é feito localizada e instantaneamente, o que facilita a identificação das causas dos eventuais desvios e, então, a adoção de medidas corretivas rápidas e efetivas. Esse controle é interno e faz parte do processo produtivo propriamente dito.

13. A produção é "puxada".

14. Sua operacionalização pode ser feita por técnicas do tipo Kanban.

15. A cadência de produção é dada pelo mercado, mas levando-se em consideração, adicionalmente, as restrições impostas pelas operações-gargalo, as quais definem a capacidade de produção para situações de funcionamento pleno.

Essas duas filosofias "puras" embasam o desenvolvimento das principais técnicas de administração e controle da produção, as quais na prática tendem a combiná-las de maneira conveniente.

DA FILOSOFIA TRADICIONAL AO JIT

Uma das perguntas essenciais a ser respondida é: de que forma é possível passar-se, em uma dada fábrica, da filosofia tradicional de produção ao JIT? Ou, ainda, quais são as principais modificações que uma fábrica funcionando segundo a filosofia tradicional deve sofrer para transformar-se em uma fábrica reprojetaada funcionando segundo a filosofia justo-a-tempo?

A resposta não é imediata, dado que cada empresa apresenta características tecnológicas próprias, as quais implicam em processos produtivos particularizados.

Estas características tecnológicas, inclusive, podem inviabilizar a transformação parcial ou total da fábrica no sentido da filosofia justo-a-tempo para todas aquelas unidades industriais que apresentarem algum grau de variabilidade, como, por exemplo: muitas opções de produtos demandados, freqüentes modificações na engenharia e demanda flutuante no mercado.

No entanto, existe uma idéia geral que se deve ter em mente. O **processo** de consecução das metas "puras" (finais) da filosofia JIT é lento e gradativo, sendo feito por etapas através de melhorias parciais definitivas, obtidas através de uma "metodologia de campo" do tipo tentativa-e-erro. A redução dos estoques e do *lead-time* de produção serve como **medida** dos avanços progressivos que estão sendo obtidos. Consequentemente, tem-se uma implantação longa e continuada, o que exige um ambiente suficientemente estável e de alto grau de repetitividade.

A redução do tempo do ciclo de fabricação (*lead-time*) é essencial para o desenvolvimento da política de atendimento aos clientes da empresa, dado que ela proporciona um aumento da sua flexibilidade, tornando exequível para a empresa reagir muito mais rapidamente às permanentes flutuações do mercado.

Outro ponto importante é que o procedimento empírico a ser posto em prática pela direção da empresa, na medida do possível buscando o auxílio direto dos trabalhadores, deve ser no sentido de resolver progressivamente os problemas que vão surgindo quando se procura realizar mudanças que reduzam os estoques. Em outras palavras, isto significa forçar o sistema a paradas (*shut-down*) visando a acertar definitivamente as modificações graduais introduzidas na estrutura produtiva.

Para melhor entender os variados elementos não culturais envolvidos na passagem de uma fi-

16. Idem, ibidem.

filosofia tradicional de produção a uma filosofia JIT, o subgrupo de fabricação (manufatura) da American Production & Inventory Control Society (APICS) procurou sistematizar o assunto através de uma tipologia geral. Esta tipologia é apresentada, de forma resumida e adaptada, a seguir:

a) Evitar interrupções no fluxo de trabalho.

Para que isso possa ser posto em prática algumas das medidas passíveis de se adotar são:

— diminuição dos tempos de troca de ferramentas (*set-up*), viabilizando assim a produção em pequenos lotes;

— realização do controle de qualidade no próprio local de trabalho, ou seja, nas células de fabricação;

— eliminação, através de um eficiente esquema de manutenção preventiva, das eventuais paradas das máquinas.

b) Eliminar movimentação de materiais e reduzir estoques.

Para isso pode-se, por exemplo:

— rearranjar os equipamentos de acordo com o fluxo de trabalho (*lay out* por produto). Para obter-se esta racionalização da linha de produção, é possível utilizarem-se técnicas como tecnologia de grupo⁽¹⁷⁾ e sistemas flexíveis de manufatura (*Flexible Manufacturing Systems* — FMS);

— reduzir a distância entre as operações, visando a eliminar ao máximo a movimentação dos materiais;

— eliminar pontos de estocagem de produtos em processo.

c) Procurar obter uma máxima sincronização (balanceamento) do processo produtivo: é a manufatura sincronizada.

Para que isto seja alcançado, deve-se:

— desenvolver uma força de trabalho capaz de realizar múltiplas funções (no mínimo, todas as funções de uma dada célula de produção). São os "operários polivalentes"⁽¹⁸⁾;

— eliminar ao máximo os tempos mortos;

— implantar também o JIT para compras, ou seja, trabalhar junto aos fornecedores no sentido de que as entregas sejam feitas apenas quando necessário e dentro dos padrões de qualidade exigidos;

— balancear a linha de produção através de um seqüenciamento conveniente dos processos de produção.

d) Desenvolver formas visuais de "puxar" a produção.

Isto é essencial para permitir que as operações sejam executadas apenas quando necessário, e para isso usa-se como sistema de informação interno um cartão KANBAN ou um sistema de informação equivalente.

Aqui cabe uma importante observação. O KANBAN é apenas uma técnica e como tal não deve ser implantada antes que alguns elementos básicos do JIT (controle de qualidade total, *lay out* específico, manutenção preventiva rigorosa etc.) estejam colocados em funcionamento com sucesso.

As três primeiras características são condições essenciais à operacionalização da filosofia JIT, mas também podem ser, ao menos parcialmente, alcançadas pela eventual operacionalização da filosofia JIC. A única característica específica à filosofia JIT é a (d).

A implantação desses elementos não culturais deve ser feita de forma mais ou menos simultânea, e sua completa consecução caracterizará a passagem da filosofia tradicional ao JIT.

OPT (OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY)

1. Introdução

A OPT é um sistema de otimização da produção por computador, desenvolvido pelo israelense Eli Goldratt, fundado nos conceitos de programação linear⁽¹⁹⁾, e que pode ser utilizado em qualquer tipo de ambiente fabril. Este sistema já é aplicado em mais de 20 das 500 maiores empresas catalogadas pela revista *Fortune*⁽²⁰⁾.

As metas da OPT⁽²¹⁾ consistem basicamente em produzir no sentido de "gerar dinheiro" (*make money*), procurando simultaneamente:

a) aumentar a taxa na qual o sistema gera dinheiro através das vendas (*throughput*);

b) reduzir os inventários (estoques);

c) reduzir as despesas operacionais.

Estes procedimentos são levados a efeito no sentido de gerarem impactos financeiros que incrementam ao mesmo tempo:

17. Como coloca SALERNO, Mário, op. cit., "a idéia da tecnologia de grupo é reduzir este estoque (o intermediário) a uma unidade e fazer a produção em processo fluir como água pela torneira, sem interrupção".

18. PLENERT, Gerhard & BEST, Thomas D. "MRP, JIT and OPT: What's Best?" In: *Production and Inventory Management*. Second Quarter, vol. 27, nº 2, 1986, pp. 22-29.

19. MELETON, Marcus Jr. "OPT — Fantasy or Breakthrough?". In: *Production and Inventory Control Management*, op. cit., pp. 13-21.

20. WHEATLEY, Malcolm. "How to Beat the Bottlenecks". In: *Management Today*, October, 1986.

21. GOLDRATT, Eli e COX, Jeff. *A Meta: administração dos gargalos de produção*. São Paulo, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM), 1986.

- a) o lucro líquido;
- b) a rentabilidade dos investimentos;
- c) os fluxos de caixa.

Para que isto seja possível, o sistema OPT é construído baseado em algumas idéias gerais relativas à produção — os dez mandamentos para um correto dimensionamento da produção⁽²²⁾ — e que serão apresentadas a seguir.

2. Os dez mandamentos do dimensionamento da produção

1. *"A taxa de utilização dos recursos produtivos não vinculados ao gargalo (bottleneck) da produção não deve ser determinada pelos seus próprios potenciais de geração de trabalho, mas por alguma outra restrição do sistema"*.

Isto significa dimensionar todos os recursos não críticos, isto é, não pertencentes às operações-gargalo, baseados nas restrições do sistema. Em consequência, as únicas máquinas que deverão funcionar com 100% da capacidade são as pertencentes ao gargalo, sendo todas as outras dimensionadas em função das mesmas.

2. *"Ativar um recurso não é sinônimo de utilizar eficazmente o mesmo"*.

Isto significa que não se deve colocar em funcionamento as máquinas quando as saídas que elas geram não forem imediatamente aproveitadas (para o caso particular dos postos de trabalho finais, o produto deve ser montado quando houver pedido firme do mercado). Acionar estas máquinas neste caso significa somente geração adicional de estoque, o que é sinônimo de perdas segundo a filosofia JIT.

3. *"Uma hora perdida na operação-gargalo é uma hora de perda para o sistema como um todo"*.

Isto significa que, quando a operação-gargalo está funcionando a plena carga, qualquer parada na mesma causará perdas ao conjunto da fábrica de forma diretamente proporcional ao número de horas não utilizadas.

4. *"A economia de tempo em operações diferentes da operação-gargalo é ilusória"* (excetuados os aspectos relativos a custos).

Pela própria concepção de máquina não pertencente ao gargalo de produção, sua composição temporal é feita de três partes: o tempo de processamento, o tempo de preparação e o tempo ocioso. Se converter-se um dado tempo de preparação em tempo ocioso pela compra de uma nova máquina, por exemplo, ter-se-ão custos de engenharia, compra, instalação etc. que não irão aumentar a geração de dinheiro através das vendas (*throughput*). Se converter-se um tempo de

preparação em tempo de processamento em máquinas não críticas isso apenas acarretará a possibilidade de produzirem-se mais componentes intermediários que não poderão, no entanto, ser processados pelo gargalo. Portanto, trata-se de uma medida desnecessária, dado que não agregará nem valor nem produtividade ao sistema como um todo.

5. *"Os lotes de transferência podem não ser, e muitas vezes não são, iguais aos lotes em processo"*.

O exemplo mais típico corresponde à linha de montagem fordista, na qual o lote em processo é infinito, enquanto o lote de transferência é de apenas uma peça.

6. *"O tamanho dos lotes em processo deve ser variável e não fixo"*.

Isto significa impedir que o sistema seja dimensionado em função, por exemplo, de alguma regra para definição do tamanho do lote (caso do "lote econômico"). A idéia consiste em permitir que o fluxo da produção determine o tamanho do lote de processo.

7. *"As restrições de capacidade e demais prioridades devem ser consideradas simultaneamente, e não sequencialmente"*.

Isto implica em abandonar a idéia de utilizar um lote predeterminado, com todos os tempos previamente fixados, e só depois de colocar a fábrica em funcionamento reconhecer as restrições localizadas de capacidade. A proposta é considerar a rede complexa de produção simultaneamente: políticas de administração, quantidades, tempo de preparação, tempo de processamento, manutenção, ferramentas, mudanças de pessoal, mudança na demanda dos consumidores etc.

8. *"Os princípios de Murphy são bem conhecidos, e suas consequências negativas podem ser isoladas e minimizadas"*.

Isto significa caminhar em sentido contrário às leis de Murphy (que assumem que existe um grande número de problemas que são inevitáveis, recomendando que se seja pessimista relativamente à possibilidade de ocorrência de problemas). Parte-se da concepção de que é possível eliminar, ou, na pior das hipóteses, minimizar, uma série de problemas vinculados ao funcionamento da linha de produção.

22. GELDERS, Ludo F. & VASSENHOVE, Luk N. Van. "Capacity Planning in MRP, JIT and OPT: A Critique". In: *Engineering Costs and Production Economics*. vol. 9, 1985, pp. 201-209; e LUNDRIGAN, Robert. "What is This Thing Called OPT? In: *Production and Inventory Management*, op. cit., pp.2-12.

9. "A capacidade da fábrica não deve ser balanceada".

O balanceamento da fábrica deve ser feito sobre o fluxo de produção, sendo a capacidade mais uma restrição a ser levada em consideração.

10. "A soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo global do sistema".

Isto significa que, observando a impossibilidade de ultrapassar a produção permitida pelo gargalo, de nada adianta maximizar a produção das máquinas não pertencentes a ele e que se localizam a montante do mesmo. Partir para a otimização local implica em ir no sentido contrário à minimização dos inventários (e, portanto, do capital circulante) e das despesas de operação.

3. Análise geral das características da OPT

Observa-se que as regras gerais do dimensionamento da produção são minuciosamente seguidas pela filosofia JIT. No entanto, esta, para ser implantada, exige anos de pequenos ajustes, além de se adaptar apenas a alguns tipos de fábricas que possuem um elevado grau de estabilidade e repetitividade. A OPT usa otimização por computador e pode ser utilizada em sistemas de qualquer tipo, dado que se parte da modelagem do processo produtivo como se fosse uma rede que contém todos os recursos, os dados relativos à produção (rotinas, tempos de operação etc.) e os dados da demanda do mercado.

Além disso, a OPT é baseada nos gargalos produtivos, sendo que estes são identificados a partir da suposição de carregamento infinito do sistema. O sistema é, então, dividido em suas partes críticas, definidas em função do gargalo, e em suas partes não críticas.

A parte crítica contém o gargalo e todas as operações a jusante do mesmo até o produto acabado. Esta parte crítica é, então, otimizada usando um "pacote" fechado de computador desenvolvido e patenteado pela Creative Output Inc., levando em consideração as restrições de capacidade. A parte não crítica é posteriormente dimensionada, servindo o planejamento da parte crítica como uma espécie de "plano mestre de produção" neste processo de otimização.

Uma parte muito importante da OPT é que a operação-gargalo é protegida pelo uso de estoques de segurança, que funcionam como "acumuladores de tempo" (*time buffer*) colocados fisicamente na fronteira entre as partes críticas e não crítica do sistema.

A OPT, a exemplo da filosofia JIT, tenta minimizar estoques ao máximo. Porém, como exposto acima, admite estoques em processo junto ao gar-

galo da produção. Por outro lado, ao contrário da filosofia JIT, a aplicação da OPT não exige que a fábrica seja reprojeta em sua globalidade, embora algumas reorganizações conceituais possam ser exigidas (mudanças de equipamentos e de movimentação dos materiais podem ser necessárias para a melhor utilização da OPT).

Finalmente, deve ficar claro que a OPT usa um procedimento computacional que leva em consideração a capacidade finita real do sistema produtivo, que é justamente definida pelo seu gargalo. Além disso, ela é particularmente adaptada à concepção tradicional de fábrica, isto é, à filosofia *just-in-case*.

AS POSSIBILIDADES DE SINERGIA ENTRE OS MÉTODOS E FILOSOFIAS DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

1. Sinergia entre MRP e JIT

Conforme já dito, a filosofia JIT tem como princípios básicos reduzir os inventários, produzir conforme as necessidades do mercado (desde que não haja uma grande flutuação da demanda), reduzir as despesas operacionais, aportando assim maior rentabilidade aos investimentos.

No entanto, a filosofia JIT só pode ser utilizada para um certo número de empresas que possuem uma estrutura estável e repetitiva no tempo, ou seja, relativamente poucas opções de produtos, poucas mudanças na engenharia e, a curto prazo, pequenas mudanças na combinação (*mix*) de produtos ⁽²³⁾. Para estes casos, o JIT apresenta a vantagem adicional de se constituir em uma ótima ferramenta para o planejamento da utilização da capacidade de curto prazo.

Já os sistemas MRP constituem-se em opções interessantes sempre que se tiverem empresas que apresentem características tais como muitas opções de produto, mudanças freqüentes na engenharia e produtos com demanda muito flutuante no mercado. É importante destacar-se que o sistema MRP funciona bem para os casos acima apresentados desde que estas empresas não estejam necessitando operar sujeitas a limitações de capacidade.

Podem ocorrer casos onde é possível obter-se uma sinergia entre a utilização da filosofia JIT e da técnica MRP (que é o melhor exemplo conhecido da operacionalização computacional da filosofia JIC). É o caso de muitas indústrias que apresentam um certo grau de repetitividade e es-

23. Idem, *ibidem*.

tandardização no seu processo produtivo associado com variabilidades do tipo flutuação da demanda e/ou mudanças nas especificações técnicas. Por exemplo, a empresa japonesa Yamaha combinou os dois sistemas chamando-o de "MRP sincronizado". O MRP foi utilizado para fazer o balanceamento das cargas na linha de produção a médio prazo, verificando os picos de produção e buscando fazer um ajustamento viável de capacidade, e também para gerar ordens de produção para os trabalhos não repetitivos, enquanto o JIT foi utilizado para ajustar a produção dos itens que apresentam repetitividade no curto prazo.

Resumindo, a sinergia entre o MRP e o JIT pode ser utilizada desde que exista uma relativa folga no uso da capacidade da fábrica a médio prazo. Nestes casos, o JIT é utilizado para maximizar a taxa de geração de dinheiro através das vendas (*throughput*) no curto prazo na parte repetitiva e estável do sistema, enquanto o MRP pode ser usado para balancear a produção a médio prazo e gerenciar as ordens de produção nos setores não repetitivos do mesmo.

2. Sinergia entre MRP, OPT e JIT

A OPT, como exposta no item "OPT (Optimized Production Technology)", leva em consideração, para a efetivação da otimização do sistema produtivo, uma capacidade finita para o mesmo. Portanto, apresentará esta vantagem fundamental em relação aos sistemas do tipo MRP. Do ponto de vista prático, isto se traduz na possibilidade de permitir uma produção nivelada, analisando os problemas de médio prazo, quando se estiver diante de problemas de limitação de capacidade para sistemas produtivos sujeitos a um determinado processo não repetitivo.

A pergunta que se pode fazer, então, é: como se pode integrar JIT, MRP e OPT no processo de gestão industrial? Antes de responder a esta pergunta, é bom ressaltar que tanto o JIT quanto o MRP têm limitações, dada a dificuldade de levar-se em consideração as operações-gargalo. Para ambos os casos, a OPT poderia atuar minimizando os efeitos negativos dessas limitações, sendo particularmente útil para os sistemas tipo MRP (que são mais sensíveis às influências das variações da demanda sobre a estrutura de produção). Assim, a OPT funciona como um "amortecedor" técnico das variações da demanda, e como tal deve ser acoplada ou ao JIT, ou ao MRP, ou a uma combinação conveniente entre ambos. Além disso, a OPT pode servir para planejar cuidadosamente as restrições de capacidade que surjam a médio prazo, apresentando como

saída um correto e adaptado plano mestre de produção (PMP), especialmente para produções não repetitivas.

O JIT deve ser utilizado ao máximo para todos os casos onde não houver restrição de capacidade e para produções com alto grau de repetitividade. Nos casos de fábricas sujeitas a restrições de capacidade com algum grau de variabilidade, um efeito sinérgico pode ser obtido utilizando-se a OPT para o planejamento de capacidade de médio prazo (com a geração do PMP), enquanto o JIT pode ser usado para maximizar a taxa de geração de dinheiro através das vendas em todas as partes repetitivas do sistema produtivo da empresa.

Finalmente, o MRP pode ser empregado sinérgicamente com a OPT para o gerenciamento da produção, especialmente para controlar as dezenas de itens necessários para a efetivação da fabricação, quando se tem, além das restrições de capacidade, uma série de situações não repetitivas na unidade produtiva (muitos produtos, constantes modificações no *mix* etc.). A figura 2 resume os efeitos sinérgicos anteriormente expostos.

LIMITAÇÕES DOS MODELOS MATEMÁTICOS NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Os modelos matemáticos de otimização da produção, como, por exemplo, aqueles definidos pela pesquisa operacional, procuram reproduzir convenientemente as características reais de funcionamento das unidades industriais.

Em consequência disso, sua aplicabilidade é restrita àquelas situações onde as hipóteses sobre as quais eles repousam estão de acordo com o mundo real, situações que, segundo McKay et alii⁽²⁴⁾, dificilmente se verificam na prática. Os autores chegaram a esta conclusão a partir de uma pesquisa qualitativa realizada junto a quatro empresas canadenses, e cujos resultados foram amplamente discutidos e validados por mais de 200 consultores de empresas durante vários seminários realizados sobre o assunto. Esta conclusão é justificada pelas características dinâmicas e aleatórias do mundo real, normalmente incompatíveis com as características determinísticas assumidas pelos modelos usualmente adotados. Entre essas hipóteses determinísticas simplificadoras assumidas cabe destacar:

24. MCKAY, Kenneth et alii. "Job-shop Scheduling Theory: What is Relevant". In: *Interfaces*, vol. 18, nº 4, July-August, pp. 84-90.

FIGURA 2
Esquema geral da sinergia entre MRP II, OPT e JIT

Muitos produtos + muitas mudanças de engenharia + muitas mudanças no "mix" dos produtos	MRP II	OPT + MRP II
Situação intermediária (alguma padronização + alguma repetitividade)	JIT + MRP II	OPT + JIT + MRP II
Poucos produtos + poucas mudanças de engenharia + poucas mudanças no "mix" dos produtos a curto prazo	JIT	JIT
	Sem restrições de capacidade	Com restrições de capacidade

- um processo de fabricação estável e perfeitamente dominado;
- ciclos de produção curtos, que proporcionam a fabricação completa sem a ocorrência de interrupções;
- tempos de preparação e de fabricação previsíveis e confiáveis;
- quantidades, prazos de conclusão e qualidade dos produtos conhecidos e confiáveis;
- desconsideração da possibilidade de ocorrência aleatória de falhas.

Isto é, verifica-se uma grande dicotomia entre os modelos computacionais genéricos definidos e a realidade das situações de fábrica. Esta dicotomia está no cerne das técnicas de operacionalização da filosofia JIC, e particularmente no MRP II, o que justifica os insucessos de muitas de suas aplicações.

Nesse sentido, a filosofia JIT procura adaptar-se à realidade fabril (para cada situação particular), operacionalizando processos de programação e controle que, além de intimamente vinculados ao "chão de fábrica", podem ser reatualizados rapidamente face às mudanças das condições de produção.

Esta característica intrínseca da filosofia JIT é compatível com a proposta feita por McKay et al.⁽²⁵⁾, que recomendam que, antes de se partir para algoritmos ou soluções computacionais de qualquer tipo, deve-se procurar compreender a fábrica e seu processo de produção particularizado, modelizando-o, e somente então estabelecer parâmetros relevantes para uma eventual implementação computacional.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA FILOSOFIA JUST-IN-TIME EM INDÚSTRIAS BRASILEIRAS

1. A aplicação da filosofia just-in-time na Massey-Perkins

Um dos exemplos práticos a serem apresentados refere-se à fábrica de tratores e colheitadeiras

da Massey Perkins, instalada em Canoas, Rio Grande do Sul⁽²⁶⁾.

Esta fábrica funcionava no esquema tradicional (*just-in-case*) por seções fixas (usinagem, soldagem, montagem etc.) e com estoques de matéria-prima, materiais e produtos acabados dimensionados de acordo com a noção tradicional de "lote econômico". Ela foi gradualmente transformada, utilizando a filosofia JIT. Com isso, foi possível modificar o *lay out* da fábrica de seções fixas tradicionais para um *lay out* por produto passando, então, a ser dividida em células, minifábricas (conjuntos de várias células), além da montagem principal. Por exemplo, a bomba, considerada a peça mais importante do motor, passou a ser fabricada numa minifábrica composta de quatro células que executam partes inteiras dela⁽²⁷⁾. A partir desta modificação, a filosofia JIT foi sendo desenvolvida com sucesso no interior da Massey (JIT interno).

Por outro lado, vem sendo feito um trabalho junto aos seus 450 fornecedores, que são responsáveis pelo abastecimento de 60% dos componentes e peças utilizados na fábrica, no sentido de assegurar que estes itens cheguem à Massey dentro do padrão de qualidade requerido, podendo, desta forma, ser utilizados diretamente na linha de produção. Isto vem permitindo a extensão da filosofia justo-a-tempo para o exterior do portão da fábrica (JIT externo). Atualmente, um terço dos fornecedores já funcionam dentro da perspectiva deste controle assegurado de qualidade (TQC).

As mudanças que têm sido efetuadas levaram a uma série de vantagens do ponto de vista da

25. Idem, *ibidem*.

26. TORRY, Fátima. "Na Massey, Obrigado Virou Arigatô". In: *Revista Exame*, 7 de setembro de 1988, pp. 72-74.

27. Idem, *ibidem*.

empresa, algumas das quais são listadas a seguir⁽²⁸⁾.

— Os estoques existentes no almoxarifado eram suficientes para dois meses de produção, passando agora para 44 dias.

— A fábrica possui 74.000m² de construção, sendo que a reestruturação interna do *lay out* proporcionou uma desocupação de 12.000m² de espaço anteriormente utilizados para a produção. Ao mesmo tempo, essa reestruturação permitiu que fossem desativadas várias máquinas que se mostraram desnecessárias para a efetivação da produção, estimadas em 1,2 milhão de dólares a preços atuais de mercado.

— As peças diminuíram o tempo de passagem pela fábrica, em média, de 30 dias para apenas dois.

— As distâncias médias percorridas pelas peças na fábrica foram reduzidas, em média, de 90%.

— Foram reduzidos, também, alguns tempos de fabricação. Por exemplo, o corpo da bomba de água que antes exigia 17 minutos de fabricação passou a ser feito em 12 minutos.

— Houve uma redução de 2% de defeitos, em média, em 1986, para 0,2%, em 1988. Foi desativado o setor de controle de qualidade (eliminação de mão-de-obra indireta). O controle de qualidade passou a ser feito junto às próprias máquinas, pelos próprios operadores.

— Os tempos de preparação das máquinas (*set-up*) foram reduzidos em geral. Por exemplo, na estamparia, a troca de ferramentas que era feita em quatro horas, hoje consome apenas um minuto.

— A produtividade taylorista por homem/hora cresceu 50% desde 1986.

2. A aplicação da filosofia just-in-time na Metalúrgica João Wiest

Outro exemplo a ser citado refere-se à aplicação da filosofia JIT na Metalúrgica João Wiest S.A., uma fábrica que produz silenciosos e canos de escapamento para veículos e máquinas. Esta indústria "*situa-se entre os três maiores fabricantes de escapamentos do Brasil e é a segunda em maior diversificação de produtos da América Latina*"⁽²⁹⁾.

A análise da implantação do JIT na João Wiest serviu como exemplo aplicativo em um trabalho de dissertação de mestrado realizado por Yuki: *Uma Metodologia de Implantação de Técnicas e Filosofias Japonesas na Gestão de Empresas Brasileiras*⁽³⁰⁾.

Yuki procurou inicialmente descrever os elementos componentes da filosofia JIT, ressaltando claramente aquelas técnicas que, mesmo não sendo de origem japonesa (Análise de Valor, Controle de Qualidade Total-TQC, Controle

Estatístico de Processo), são intensamente aplicadas com bastante êxito no Japão, e aquelas desenvolvidas especificamente pelos japoneses (Círculos de Controle de Qualidade-CCQ, *Just-in-Time/Kanban*). De outro lado, apresenta, também, alguns elementos culturais introduzidos a partir do Japão, como a Teoria Z.

Posteriormente, Yuki procurou analisar os elementos culturais e não culturais (técnicas) da filosofia JIT, visando a adaptá-los à realidade brasileira, discutindo mais especificamente os aspectos culturais relativos ao Estado de Santa Catarina. Yuki propõe, também, uma generalização do seu estudo, visando à aplicação das técnicas e filosofias japonesas à realidade brasileira.

Finalmente, mostra alguns dos resultados obtidos na Metalúrgica João Wiest S.A. após três anos do início da implantação do JIT, tais como⁽³¹⁾:

— redução do inventário de 140.000 para 38.000 peças;

— redução do índice de devolução de 1% para aproximadamente 0%;

— aumento da produção de peças/homem em 30%;

— aumento da diversificação da produção mensal de quatro a seis itens para 30 a 40 itens;

— melhoria no atendimento aos clientes;

— redução da burocracia na programação da produção.

Os resultados a que ainda se visa atingir são:

— com a introdução de programação de componentes e matérias-primas via *Kanban*, pretende-se reduzir em 50% o espaço ocupado por eles;

— com a implantação do *lay out* em células de manufatura, pretende-se aumentar em mais de 10% a produção (em peças/homem), e isto através da otimização do fluxo de produção e da redução dos estoques de produtos em processo.

3. Considerações finais

A realidade industrial brasileira indica a existência de muitas pequenas e médias empresas caracterizadas por uma série de deficiências es-

28. Idem, *ibidem*.

29. YUKI, Mauro Mitio. *Uma Metodologia de Implantação de Técnicas e Filosofias Japonesas na Gestão de Empresas Brasileiras*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, fevereiro de 1988.

30. Idem, *ibidem*.

31. Idem, *ibidem*.

truturais, tais como poucos recursos computacionais, mão-de-obra pouco qualificada, debilidade ou inexistência de sistemas de informações que permitam a gestão das empresas etc.

Nestes casos, torna-se difícil, senão impossível, a utilização de técnicas do tipo MRP (que exigem recursos computacionais) e JIT (de difícil implantação com mão-de-obra pouco qualificada, ao menos no início do processo). Deve-se então, buscar soluções que sejam passíveis de ser utilizadas de forma eficaz neste tipo de empresa. É preciso, em última análise, procurar adaptar as grandes filosofias de gestão industrial (JIC e JIT), aqui apresentadas de forma genérica, à realidade destas pequenas e médias empresas. Para isso, os desenvolvimentos de métodos (tecnologias) apropriados é de vital importância.

Vale destacar-se, ainda, o desenvolvimento do método das Unidades de Esforço de Produção (UEP's), que vem sendo utilizado com relativo sucesso por uma série de pequenas e médias empresas na Região do Vale do Itajaí — Santa Catarina — para a efetivação da gestão industrial, particularmente na área de gerenciamento e controle da produção. O método baseia-se, entre outras coisas, em mecanismos que simplificam enormemente as informações necessárias para a efetivação do planejamento e controle de produção⁽³²⁾.

CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivo apresentar criticamente os aspectos gerais relativos às filosofias e técnicas usualmente utilizadas para executar a administração da produção: o *just-in-case* (filosofia tradicional), o *just-in-time* (justo-a-tempo) e a OPT.

Conclui-se, após a análise das filosofias, que elas não são mutuamente exclusivas. Suas aplicações devem ser feitas levando em conta uma série de aspectos, dentre os quais se salientam: as eventuais limitações da capacidade produtiva, a natureza dos processos produtivos (e o número de produtos), a tecnologia utilizada, a combinação (*mix*) de produtos e a natureza da demanda.

Em muitas das combinações possíveis dos fatores acima apresentados, a solução aparentemente mais razoável consiste em aplicar-se sinergicamente o MRP, o JIT e a OPT. Algumas destas situações foram sucintamente discutidas neste texto. Entre as principais conclusões, pode-se citar:

— As técnicas do tipo MRP foram desenvolvidas visando a tornar exequível o gerenciamento da crescente complexidade dos sistemas produtivos, operando de acordo com a filosofia *just-in-case*.

— A filosofia JIT (justo-a-tempo) tem como prin-

cípio básico a **simplificação** dos sistemas produtivos, ou seja, atua diretamente sobre as **causas** da crescente complexidade dos mesmos.

— A OPT é uma técnica que tem por objetivo central contornar alguns problemas difíceis (ou impossíveis) de serem solucionados pela utilização de técnicas do tipo MRP ou por outras que sigam a filosofia JIT. Este é o caso da problemática das restrições de capacidade, ou da dificuldade de se simplificarem determinados tipos de estruturas produtivas muito complexas, ao menos na sua integralidade.

Finalmente, dois exemplos de aplicação do JIT em indústrias situadas no Brasil foram apresentados, mostrando alguns aspectos de sua implantação e alguns resultados práticos obtidos.

Conclui-se pela necessidade de se analisarem mais detalhadamente as grandes filosofias de gestão industrial (JIC e JIT), visando a adaptá-las o mais convenientemente possível à realidade de muitas empresas brasileiras, caracterizadas pela existência de poucos recursos computacionais (o que torna difícil a aplicação de técnicas como o MRP), e por uma mão-de-obra pouco qualificada (o que torna difícil a aplicação do JIT). ❑

ABSTRACT: *This paper presents and critically discusses the features of the two main approaches currently in use for materials management and production administration: the traditional "just-in-case" philosophy and the "just-in-time" philosophy. In addition, it discusses the classical forms of operationalization of these philosophies, focusing on the main changes to be introduced in a "just-in-case" organized factory in order to transform it into a "just-in-time" organized factory. Finally, it briefly discusses some applications of the "just-in-time" philosophy and their practical results in Brazilian industries.*

KEY WORDS: *materials management, production administration, work organization.*

32. ANTUNES JR., José Antônio Valle. *Fundamentação do Método das Unidades de Esforço de Produção*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, janeiro de 1988; BORNIA, Antonio Cezar. *Análise dos Princípios do Método das Unidades de Esforço de Produção*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, abril de 1988; e KLIEMANN NETO, Francisco José & ANTUNES JR., José Antônio Valle. *Custeio e Controle de Indústrias Têxteis pelo Método das Unidades de Esforço de Produção (UEP's)*. XI Congresso Argentino de Profesores Universitarios de Costos, Mar del Plata, Argentina, 1988.