



1290001450



IE

TCC/UNICAMP W139v



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE ECONOMIA

CE 851 A - MONOGRAFIA II

**Vantagens da Implementação de**

**um**

**Sistema de Manufatura Enxuta**

**Fernanda Waki RA 981160**

**Orientador: Prof. Miguel Juan Bacic**

**Banca: Prof. Luiz Antonio Teixeira Vasconcelos**

Campinas, 2004.

## Resumo

A manufatura representa a grande parte do ativo e do pessoal de uma empresa industrial, de modo que práticas que levem a uma vantagem nesta área podem levar também à obtenção de grande sucesso competitivo. A implementação de um sistema de manufatura enxuta é um dos meios mais eficientes de assegurar a obtenção de tais vantagens.

Palavras-chave: 1. *just-in-time*; 2. planejamento das necessidades de materiais; 3. sistema de manufatura enxuta; 4. sistema tradicional de manufatura; 5. sistemas de programação e controle.

### Abstract

As manufacturing represents the major part of assets and personnel of an industrial company, practices that lead to advantage in this area can also bring great competitive success. The implementation of a lean manufacturing system is one of the most efficient ways of securing the achievement of such advantage.

Key words: 1. *just-in-time*; 2. lean manufacturing system; 3. materials requirement planning; 4. programming and control systems; 5. traditional manufacturing system.

## Índice

Introdução.....	6
Capítulo 1: Sistema Tradicional e Enxuto de Manufatura .....	10
Capítulo 2: Sistemas de Programação e Controle .....	21
Capítulo 3: Sistema de Manufatura Enxuta.....	33
Capítulo 4: Estudos de Caso.....	47
Conclusão .....	58
Bibliografia.....	59

## Lista de Figuras

FIGURA 1: Estrutura de um sistema MRP.....	24
FIGURA 2: Estrutura de um sistema MRP II. ....	27
FIGURA 3: Extensão dos sistemas MRP II. ....	30
FIGURA 4: Arranjo tradicional e arranjo em célula de produção para manufatura de peça fictícia.. ....	35
FIGURA 5: Sistema <i>kanban</i> . ....	38
FIGURA 6: As quatro regras do Sistema Toyota de Produção.....	45
FIGURA 7: Tempo médio entre as falhas.....	54
FIGURA 8: Tempo médio para reparos.....	54
FIGURA 9: Resultados alcançados.....	55
FIGURA 10: Chão de fábrica antes e depois do programa “5S”.....	56
FIGURA 11: Organização do ambiente de trabalho.....	56

## Introdução

Este trabalho tem como objetivo estudar as vantagens proporcionadas pela implementação de um sistema de manufatura enxuta, comparando tal sistema ao tradicional sistema de manufatura em massa.

O conceito de manufatura enxuta está em discussão no ambiente industrial desde o surgimento do Sistema Toyota de Produção e do grande sucesso competitivo obtido por esta empresa, fato que despertou o interesse de empresas de diversos ramos.

A acumulação de capital faz parte da lógica básica do sistema capitalista (Bacic, 1996), de modo que as empresas que possuem maior capacidade de acumulação conseguem obter crédito mais facilmente, têm suas ações valorizadas e encontram menos obstáculos a novas emissões.

Empresas que realizam atividades iguais ou semelhantes e que atendem, praticamente, a uma mesma clientela se enfrentam no mercado em busca de lucros superiores aos obtidos pelas concorrentes. Como os bens produzidos ou os serviços oferecidos são comparados entre si pelos clientes, as empresas procuram criar fatores de diferenciação que as possibilite oferecer um bem que seja considerado único e, portanto, de maior valor aos olhos do consumidor. Isto representa uma vantagem competitiva, pois permite criar uma área de relativo isolamento competitivo. Outra base para obter vantagem competitiva encontra-se na capacidade diferenciada de organização da produção, como, por exemplo, na aquisição de insumos, na tecnologia utilizada ou na organização do processo produtivo e da distribuição, permitindo lucros superiores mesmo numa situação em que os bens não são diferenciados, pois se reduzem os custos associados a eles.

A obtenção de vantagem competitiva é condição básica para o crescimento empresarial, pois apenas quem a obtiver será capaz de crescer, ganhar participação de mercado e ampliar suas bases de acumulação. Com isto em mente, as empresas buscam inovar em bases variadas: tecnologia, organização do processo produtivo, distribuição, características de produtos e serviços, marketing, atendimento, gestão, etc.

No sistema de produção em massa, a principal vantagem competitiva é a produção de baixo custo e não a variedade, todo o sistema produtivo é projetado para produzir bens padronizados em larga escala, num fluxo ininterrupto. O contexto estável

e pouco complexo da época em que este sistema foi primeiramente implementado permitia que a fábrica fosse rígida. No entanto, o pós-guerra e o aumento da renda dos consumidores abriram espaço para a variedade de produtos e passou a haver preferência pelas empresas que ofereciam maior número de opções, fazendo com que as economias de escala dessem lugar às economias de escopo, iniciando-se uma heterogeneização da produção. Isto trouxe ao padrão tecnológico vigente até então o desafio de organizar de modo rápido e com qualidade impecável um sistema de fábrica capaz de ajustar novos programas, produzir novos produtos, fabricar com maior variedade, com menores tempos de acertos e em menores lotes.

A necessidade de recondução das operações manufatureiras implicou em uma correspondente necessidade de recondução dos sistemas de planejamento e controle da manufatura para apoiá-las. Assim, no início dos anos 70, surgiu a técnica de planejamento das necessidades de materiais, MRP, com o objetivo de ajudar as empresas a estabelecer quando e em que quantidades produzir e comprar materiais. A necessidade de gerenciar a capacidade produtiva disponível para realizar os planos de produção sugeridos pelo sistema MRP levou ao aparecimento, nos anos 80, dos sistemas de planejamento dos recursos da manufatura, MRP II. Mais recentemente, no início dos anos 90, surgiu o MRP III, que é uma integração do tradicional MRP ao *just-in-time* da manufatura flexível.

A escolha inicial feita pela indústria tradicional para se adaptar à nova realidade de mercado sofreu os constrangimentos da falta de competências internas que permitissem que fossem vislumbrados conceitos inovadores, o que levou à adaptação dos antigos conceitos às novas condições. A adequação foi feita pela departamentalização e pelo corte de continuidade dos processos que, juntamente com a criação dos estoques intermediários, possibilitaram lidar com a maior variedade, mas implicaram na necessidade de maiores investimentos em estoques e em máquinas especializadas, além de terem comprometido a qualidade.

A Toyota, em vez de desacoplar processos e formar estoques intermediários, optou pelo caminho de projetar um sistema produtivo de fluxo contínuo que aceitasse a mudança rápida e a baixo custo – um sistema flexível. Essa trajetória levou ao “toyotismo”, que implicava também significativas mudanças no relacionamento da empresa com os operários e fornecedores. Segundo Bacic (1996, p.10), o Sistema

Toyota de Produção “deve ser entendido como um todo integrado com a ativa participação dos terceiros que fazem parte da esfera das relações. É característica básica desse sistema a extensão da esfera produtiva além dos limites físicos da empresa. Os relacionamentos são parte natural e vital do sistema. O todo integrado possibilita a produção flexível”.

O Sistema Toyota de Produção busca a eficácia operacional através de processos capazes de assegurar a qualidade pela adoção de um método científico de aperfeiçoamento no qual os agentes transformadores são os próprios operadores e gerentes. As operações são realizadas apenas quando necessário, ou *just-in-time*, o que exige a adoção do fluxo de uma peça só, que permite que os problemas sejam captados no momento em que ocorrem.

Atualmente, a Toyota é a empresa líder no Japão e na Ásia, com exceção da China, e, segundo Battaglia (2002), em 2002, apresentava *market-share* global de 10,6% e detinha aproximadamente 11% do mercado norte-americano, o maior e mais competitivo do mundo. A maior montadora do Japão e terceira maior do mundo também vem apresentando surpreendentes resultados financeiros - as receitas cresceram 20% no primeiro trimestre de 2002 com relação ao mesmo período de 2001 e os lucros operacionais foram 35% maiores - e uma extraordinária performance operacional, fatos que são atribuídos a seu sistema de produção e que têm feito com que empresas como a GM, a Ford e a Chrysler busquem, independentemente, iniciativas para desenvolver sistemas de produção semelhantes ao da Toyota, que, por sua vez, comporta-se de maneira extraordinariamente aberta com relação a suas práticas. Companhias que efetivamente adotaram o sistema podem ser encontradas em ramos tão diversos quanto o aeroespacial, o de bens de consumo, a siderurgia e o de bens de produção e seus resultados atestam as vantagens proporcionadas pela implementação de um sistema de manufatura enxuta.

O trabalho está dividido em quatro capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se uma comparação entre o sistema de manufatura em massa tradicional e o sistema de manufatura enxuta, ressaltando-se os contextos nos quais surgiram e desenvolveram-se tais sistemas. No segundo capítulo, são apresentados, em linhas gerais, os sistemas de programação e controle MRP, MRP II e MRP III. No terceiro capítulo, procura-se explicar os princípios e práticas básicas do sistema de manufatura enxuta. Por fim, o

quarto capítulo traz três estudos de caso sobre empresas de ramos de atividade diferentes que implementaram, recentemente, o sistema de manufatura enxuta.

## Capítulo 1: Sistema Tradicional e Enxuto de Manufatura

Em 1908, a Ford lançou seu Modelo T, o primeiro resultado do inovador sistema de produção de Henry Ford, o sistema de produção em massa ou sistema tradicional de manufatura. O sistema de Ford, enquanto recurso de administração da produção, trouxe uma grande contribuição para o aumento de resultados e para a redução de desperdícios no processo produtivo industrial. Para desenvolver seu sistema, Ford inspirou-se nas propostas de Frederick W. Taylor, que podem ser, basicamente, expressas pelos seguintes termos: padronização, especialização, planejamento e controle.

A padronização significava que um mesmo sistema de medidas deveria ser utilizado para todas as peças e ferramentas ao longo do processo de fabricação, permitindo que houvesse intercambiabilidade e acarretando benefícios financeiros em termos de custos de montagem.

Por especialização, Taylor entendia que cada operário deveria ser um especialista em sua atividade principal, sob o pressuposto de que a concentração em uma única tarefa permitiria que ela fosse executada da melhor forma possível. Assim, a especialização seria alcançada através da seleção de operários, de acordo com sua habilidade, e do treinamento intensivo.

Planejamento e controle traduziam a idéia de Taylor de que pensar e fazer deveriam ser atribuições distintas. Quem deveria exercer o controle seria quem planejava e não quem executava a tarefa. O controle do trabalho deveria se dar por meio do controle das decisões, de modo que o controle sobre o processo de trabalho deveria ficar a cargo da gerência, que deveria controlar e fixar cada fase do processo, inclusive seu modo de execução. Esta gerência científica pressupunha a existência de um órgão de planejamento para pensar antecipadamente o que e como fazer, cabendo aos operários mais fazer e menos pensar, o que proporcionaria ganho de tempo.

O sistema de produção de Ford caracterizou o que se poderia chamar de socialização das propostas de Taylor, pois, enquanto este último procurava administrar a forma de execução de cada trabalho individualmente, Ford procurou realizar isso de forma coletiva, agrupando os operários em torno de tarefas concomitantes, tomando as idéias de Taylor como ponto de partida e idealizando sua aplicabilidade. A produção foi transformada em um processo coletivo em que se privilegiava a completa e consistente

intercambiabilidade de peças e recursos de produção e a facilidade de combiná-los entre si, sem que houvesse a necessidade de ajustes finos na máquina. A condição-chave do sistema era a simplicidade e três aspectos lhe davam suporte, a saber, o planejamento, ordenação e controle de todo o processo; a disponibilização prévia dos recursos de produção ao operador e o estudo repetido de cada operação a fim de melhorar a execução do essencial e eliminar tudo que fosse considerado supérfluo.

Para assegurar a obtenção dos três aspectos citados acima, Ford adotou os seguintes princípios básicos: intensificação, economicidade, produtividade e padronização. A intensificação significava o uso imediato dos recursos que chegavam e a rápida disponibilização do produto acabado. A economicidade implicava na redução do estoque e na rapidez da transformação. A produtividade dizia respeito a aumentar a capacidade de produção dos operadores por meio da especialização e da adoção da linha de produção. Por fim, a padronização das máquinas, das ferramentas, dos equipamentos e dos insumos permitia a intercambiabilidade rápida e fácil.

Quando lançou o Modelo T, Ford colocou no mercado um produto portador de duas grandes novidades que alterariam profundamente as bases da indústria automobilística: era um carro especificamente projetado para a manufatura e permitia que um usuário comum fosse capaz de utilizá-lo e de solucionar eventuais problemas com ferramentas simples e a ajuda de um manual. Tais condições iam ao encontro do público-alvo de Ford, o consumidor médio<sup>1</sup>, já que tornavam o produto e, principalmente, o seu preço acessíveis.

Como mencionado anteriormente, os pontos centrais do sistema de produção em massa eram a intercambiabilidade das peças, que resultava na diminuição dos custos de montagem, e a facilidade de ajuste entre elas. Ford conseguiu atingir a referida intercambiabilidade a partir da padronização do sistema de medidas utilizado ao longo de todo o processo de produção, além de ter contado com a contribuição do avanço tecnológico ocorrido nas máquinas-ferramentas, que se tornaram capazes de trabalhar com peças já usinadas que haviam sofrido arqueamento durante seu endurecimento, fato que dificultava a padronização, e cuja precisão aumentou consideravelmente. Cada uma destas novas máquinas, realizando tarefas exclusivas, era capaz de trabalhar grandes

---

<sup>1</sup> Os clientes do sistema de produção anterior, o sistema artesanal, provinham da classe alta e dispunham de motoristas e mecânicos particulares, de modo que custo e facilidade de uso e manutenção eram irrelevantes, o que contava era a velocidade e a personalização de cada carro.

volumes de materiais, proporcionando baixo ou nenhum custo de preparação. A máquina era ajustada uma vez para a tarefa que deveria realizar e o trabalhador só precisava apertar um botão para que um equipamento dedicado à produção de determinado item o produzisse a um ritmo extraordinário. Estas inovações tornaram possível a linha de montagem, proporcionando à Ford enorme vantagem competitiva<sup>2</sup>. A nova tecnologia não só poupava esforço humano, como reduzia as necessidades de capital. Desde o dia do lançamento do Modelo T, seus preços não pararam de cair. Este era o grande atrativo dos carros da Ford, os acabamentos do carro, por exemplo, não tinham a menor relevância para os consumidores.

No novo modo de produção, um montador podia executar uma única tarefa, movimentando-se de veículo em veículo através da área de montagem, o que fez com que o tempo médio do ciclo de tarefas do trabalhador, a saber, o tempo trabalhado antes de as mesmas tarefas serem repetidas, caísse de 8,56 horas para 2,3 minutos. A consequência foi um enorme aumento de produtividade, em função da maior rapidez do trabalhador em realizar uma tarefa exclusiva à qual estava familiarizado e em função da eliminação da necessidade de qualquer ajuste, pois os trabalhadores precisavam apenas posicionar peças que se ajustavam automaticamente.

O passo subsequente em termos de economia de esforço e dinheiro na fábrica de Ford foi a introdução, em 1913, da linha de montagem móvel, através da qual o carro se dirigia ao trabalhador, que passava a permanecer sempre em um mesmo local, trabalhando, agora, em um ritmo pré-estabelecido. Mais uma vez, reduziu-se o tempo médio do ciclo de tarefas: 1,19 minuto. As máquinas eram dispostas em seqüência, na linha, de modo que um passo de fabricação estivesse imediatamente após o anterior. Adicionando-se a isto a diminuição do tempo de preparação das máquinas, tornou-se possível a obtenção de volumes muito maiores de produtos a partir de uma mesma quantidade de equipamentos. Este sistema era, no entanto, inflexível, já que ajustes diferentes dos estabelecidos nas máquinas dedicadas consumiam enorme quantidade de tempo e, conseqüentemente, de dinheiro. Um padrão de produção ajustado em uma máquina era, assim, mantido pelo maior período de tempo possível.

A produção em massa, entretanto, não se limitava à peça intercambiável. A divisão do trabalho foi levada às suas últimas conseqüências, culminando na obtenção

---

<sup>2</sup> Ford gerou o modelo que, mais tarde, seria imitado pelo resto do mundo, especialmente pelas indústrias do tipo *assembler*.

de um operário intercambiável. Um montador da linha de produção em massa tinha apenas uma única tarefa, a qual deveria ser executada de apenas um modo. Ele deixava de solicitar peças, buscar ferramentas, reparar seu equipamento, inspecionar qualidade ou entender a atividade do operador ao lado. Estas tarefas passavam a ser função de um novo trabalhador: o engenheiro de produção ou engenheiro industrial, que pensava em como todas as peças deveriam se juntar e projetava correias transportadoras e canaletas para o fornecimento das peças. Faxineiros cuidavam da limpeza da área de trabalho e mecânicos circulavam pelo chão de fábrica para realizar os ajustes necessários. Um especialista verificava, ao final da linha de montagem, a qualidade dos produtos, que, caso fosse necessário, eram reparados e retrabalhados por ajustadores. Este controle de qualidade, no entanto, não era exigente e os automóveis eram raramente inspecionados depois de prontos. Os supervisores e engenheiros de produção, também com suas tarefas divididas, eram responsáveis por informações sobre as condições operacionais, fornecendo sugestões e informando descobertas à alta gerência. Os trabalhadores indiretos foram se tornando, na verdade, cada vez mais proeminentes<sup>3</sup>, enquanto que os trabalhadores diretos passaram a constituir apenas uma massa de mão-de-obra pouco qualificada, sem perspectiva de carreira pela frente. Foi, definitivamente, substituído o “saber fazer”, da produção artesanal, pelo “fazer sem saber” da produção em massa. O planejamento foi separado da execução e o saber passava a ser fragmentado, selecionado, melhorado e, então, devolvido ao trabalhador. Somente ao planejador competia estabelecer o melhor jeito. Ao operário competia executar conforme o planejado.

Em termos de organização, Ford incorporou, a partir de 1915, todas as funções necessárias à produção de um automóvel completo, desde as matérias-primas, à sua empresa. A integração vertical se mostrava como uma necessidade, em virtude do fato de os fornecedores não terem ainda aperfeiçoado seus respectivos sistemas de produção conforme o sistema de produção em massa, o que inviabilizava o abastecimento, já que a Ford precisava de peças com tolerâncias menores e em cronogramas mais rígidos do que os disponíveis. Neste sentido, a integração vertical trazia ganhos, como, por exemplo, o fato de as peças se encaixarem perfeitamente às necessidades da produção e de o fornecimento, a entrega e a qualidade estarem sempre garantidos. Não tardariam a

---

<sup>3</sup> Ainda mais com o advento da automação, que dispensou, gradualmente, os montadores.

surgir, no entanto, os problemas burocráticos típicos de uma corporação verticalizada, problemas que Ford não resolveu, já que nunca organizou um sistema administrativo efetivo para gerenciar todas as fábricas, operações de engenharia e sistemas de *marketing* necessários para dar suporte à produção em massa. Foi Alfred Sloan, presidente da General Motors, quem, no início da década de 20, solucionou estas questões gerenciais, dando origem ao termo produção em massa no sentido em que é utilizado atualmente.

Sloan criou divisões descentralizadas, representando os centros de lucro da companhia, que eram gerenciadas por ele e pelos executivos seniores da corporação. Eram requeridos relatórios detalhados sobre vendas, participação de mercado, estoques e sobre lucros e perdas, sempre que fossem solicitados fundos dos cofres centrais. Ele julgava ser suficiente saber os números das divisões e que bons resultados consistentemente indicavam bons gerentes, enquanto que o oposto era a justificativa para uma demissão.

Ainda com relação à organização da produção, Ford pretendia montar todos os carros em um único local e distribuí-los nos diferentes mercados do mundo, mas, devido às dificuldades de transporte da época e a barreiras comerciais, concentrou os projetos, desenhos e fabricação de peças no complexo de Rouge, em Detroit, e passou a apenas montar os carros em locais distantes. Havia, ainda, outro contratempo: um mesmo modelo não se adequava aos padrões de consumo de todos os diferentes mercados. Sloan, diferentemente de Ford, procurava servir, em suas próprias palavras, “a todos os bolsos e propósitos”, tendo concebido a estratégia de produzir cinco modelos de produto, em ordem crescente de preço, de modo a contemplar potenciais compradores em diferentes faixas de renda.

A junção entre as práticas de fabricação de Ford e as técnicas de *marketing* e gerência de Sloan determinaram a forma final amadurecida da produção em massa. Em 1955, a venda de automóveis nos Estados Unidos superava 7 milhões de unidades, sendo que a Ford, a GM e a Chrysler detinham 95% das vendas e seis modelos respondiam por 80% das vendas. Todos os vestígios da produção artesanal haviam desaparecido. A produção em massa havia se difundido pelo mundo. A Volkswagen, a Fiat e a Renault já produziam, no fim dos anos 50, em escala comparável à da Ford.

A mesma década de 50, entretanto, foi um período de dificuldades para a Toyota Motor Company, companhia japonesa fundada pela família Toyoda, em 1937. O negócio original da Toyota, em fins do século XIX, era a maquinaria têxtil, ramo no qual a companhia obteve significativo sucesso, fabricando teares tecnicamente superiores aos existentes no mercado. Com o apoio do governo, a Toyota iniciou, no fim da década de 30, a produção de veículos motorizados, através de um processo de produção artesanal. Apenas chegaram a ser fabricados alguns protótipos, pois o advento da guerra acabou por interromper as atividades. Passada a guerra, no entanto, a Toyota decidiu ingressar de modo definitivo na fabricação em larga escala de automóveis comerciais, esbarrando em uma série de dificuldades: o mercado doméstico era limitado e demandava vários tipos diferentes de automóveis; a força de trabalho não estava propensa a ser tratada como intercambiável ou enfrentar condições precárias de trabalho e não havia imigrantes ou minorias com opções de trabalho limitadas, como nos Estados Unidos; a economia estava arrasada pela guerra, não sendo possível a importação de tecnologias mais avançadas e, por fim, os grandes produtores automotivos internacionais, por um lado, jamais deixariam penetrar as exportações japonesas nos países em que estivessem instalados e, por outro, buscavam sua fatia do mercado japonês.

O governo japonês proibiu, então, o investimento externo na indústria automobilística japonesa, garantindo à Toyota e outras, como a Nissan, um espaço na referida indústria. O governo, entretanto, acreditava que a formação de uma indústria internacionalmente competitiva se daria através de uma elevada escala de produção, que seria obtida com fusões e especializações de empresas em diferentes tamanhos de carros, evitando a competição doméstica. Em lugar disto, a Toyota, a Nissan e outras empresas decidiram se tornar produtores completos, disponibilizando diferentes modelos para o mercado. Taiichi Ohno, principal engenheiro de produção da Toyota, foi quem reconheceu o fato de os métodos da produção em massa não se encaixarem nestes objetivos e foi ele, também, quem encontrou o novo enfoque necessário à manufatura da Toyota.

O sistema de produção em massa exigia uma escala mínima para operar economicamente da qual a Toyota não dispunha. Seu orçamento não permitia que se operasse com um conjunto de máquinas dedicadas, mas, exigia, na verdade, que um

veículo fosse praticamente inteiramente estampado em algumas poucas linhas de prensa. Isto, por sua vez, exigia que os moldes fossem trocados com frequência, o que demandava maior simplicidade nesta tarefa. Através de exaustivas experiências com máquinas norte-americanas de segunda mão, Ohno foi capaz de desenvolver uma técnica de troca rápida dos moldes que, adicionalmente, dispensava especialistas, podendo ser feita pelos próprios trabalhadores. No processo, esbarrou, ainda, em um ponto inesperado de crucial importância: na produção de pequenos lotes de peças, o custo unitário se mostrava bem mais baixo do que na produção de grandes lotes. Isto ocorria por duas razões: eram eliminados os custos financeiros dos estoques de produtos acabados e tornavam-se evidentes os erros de fabricação, o que evitava o desperdício com um grande número de peças defeituosas e impedia que um carro fosse montado com componentes com problemas. Para que estas vantagens pudessem ser aproveitadas, no entanto, era necessária uma mão-de-obra qualificada e motivada, pronta para antecipar problemas e solucioná-los. O enfoque dado aos recursos humanos deveria, então, mudar. Deveriam deixar de ser subestimados os trabalhadores da montagem, que, por sua familiaridade com a linha de produção, eram provavelmente capazes de executar a maioria das funções dos especialistas.

Ohno determinou que os trabalhadores passassem a atuar em equipes, que se responsabilizariam por um conjunto de etapas de montagem e por uma parte da linha, buscando o melhor meio possível de realizar as operações. Além disso, a equipe também ficava responsável pela limpeza, por pequenos reparos e pelo controle de qualidade. Por último, a equipe teria um horário reservado periodicamente para, juntamente com os engenheiros de produção, sugerir melhorias que contribuíssem para o aperfeiçoamento contínuo e gradual do processo de produção. O líder de equipe, além de coordenar o grupo, substituiria eventuais ausentes.

Os trabalhadores da Toyota também foram instruídos a imediatamente parar toda a linha de produção, caso surgisse algum problema que não conseguissem resolver, impedindo, assim, que o problema se propagasse e, eventualmente, atingisse o produto final. Os equipamentos na Toyota foram acoplados com um dispositivo que permitia a interrupção do funcionamento se algum defeito acontecesse. Ohno aplicou este princípio nas linhas de montagem e, posteriormente, em toda a fábrica, mesmo em situações de trabalho e operações onde não existiam equipamentos automáticos. Esta

aplicação ficou, mais tarde, conhecida como “autonomação”. O problema, uma vez detectado, deveria ser solucionado de uma vez por todas, através da remontagem sistemática de cada erro até o encontro da causa inicial. Como resultado, houve uma queda contínua dos reparos antes da expedição e um aumento contínuo da qualidade dos carros expedidos.

Relativamente ao fornecimento, Ohno viu, na sistemática da produção em massa, diversos problemas: os fornecedores não tinham a oportunidade de melhorar o esquema de produção ou de otimizar as peças, pois atendiam a um desenho específico que só mostrava determinada parte do carro; a concorrência pelo oferecimento do menor preço impedia a troca de informações com a montadora, comprometendo os avanços nas técnicas de fabricação e a própria queda de custos, sem mencionar a qualidade dos componentes, que tinha de ser garantida pela aceitação de um nível mínimo de defeitos e, finalmente, a inflexibilidade do sistema de produção dos fornecedores, associada à incerteza com relação aos pedidos, resultava em estoques elevados e em peças defeituosas que se refletiam nos custos. Os fornecedores da Toyota foram, então, organizados de acordo com seu nível funcional, sendo que os de nível mais elevado participavam integralmente do desenvolvimento do novo produto, recebendo apenas uma especificação de desempenho e ficando responsáveis pelas demais decisões a respeito de materiais e funcionamento. Como cada fornecedor era especializado em certo componente, havia incentivo à troca de informações entre eles a fim de melhorar os projetos. A Toyota não tinha interesse em integrar os fornecedores verticalmente numa forte burocracia, mas, sim, em que eles fossem companhias de contabilidade autônoma, centros reais de lucros, que eram incentivados, inclusive, a trabalhar com outras montadoras e ramos para obter margens mais elevadas de lucro.

A maior mudança no sistema de suprimentos foi, entretanto, uma nova maneira de coordenar o fluxo de peças: o kanban ou just-in-time. A idéia era que a produção das peças em cada etapa do processo de produção ocorresse apenas em quantidade suficiente para suprir a necessidade imediata da etapa subsequente, eliminando, praticamente, todos os estoques. Este mecanismo acabava por impor a cada membro do processo de produção a responsabilidade de preocupar-se em prever problemas, já que qualquer falha faria com que o sistema inteiro tivesse de parar, ou seja, era eliminado qualquer bolsão de folga.

Apesar de apresentarem dificuldades de implementação, as mudanças na cadeia de suprimentos mencionadas trazem extraordinárias conseqüências à produtividade, à qualidade dos produtos e à agilidade de atendimento das flutuações da demanda.

Relativamente ao desenvolvimento de produtos e a projetos de engenharia, a Toyota decidiu agrupar as engenharias de produto e de processo, formando equipes de lideranças fortes e com domínio de toda a perícia necessária. Deixava de existir a detalhada divisão de trabalho entre engenheiros superespecializados do sistema de produção em massa. A participação ativa dentro da equipe foi incentivada através da estruturação de planos de carreira para recompensá-la. O resultado foi um salto na produtividade, qualidade dos produtos e no tempo de resposta às variações cíclicas do mercado.

O sistema de produção da Toyota permitiu que fosse oferecida confiabilidade superior aos consumidores, uma qualidade que estes passavam a prezar cada vez mais e que concedeu à Toyota a vantagem de não ter de igualar exatamente os preços dos concorrentes da produção em massa. O sistema de produção flexível permitiu, ainda, a redução dos custos de engenharia de produção, possibilitando o suprimento de maior variedade de produtos sem custos elevados<sup>4</sup>. Esta capacidade de produzir com variedade não representaria, por si só, um trunfo para a Toyota. Era também fundamental que fosse produzido o que o cliente desejasse consumir.

Com isto em mente, a Toyota montou uma rede de distribuidoras para realizar vendas de acordo com uma técnica de “vendas agressivas”, isto é, buscando estabelecer com os clientes uma relação de longo prazo, através da colocação da revendedora no sistema de produção e do consumidor no desenvolvimento do produto. A Toyota foi parando de produzir os carros antecipadamente e converteu-se para um sistema de produção puxada, no qual o revendedor era o primeiro passo do kanban, na medida em que enviava pedidos de carros que já haviam sido vendidos a determinados clientes e que deveriam ser entregues dentro de um certo prazo. Para que os pedidos fossem ordenados de forma factível é que era necessário que os revendedores estivessem integrados ao sistema de produção.

Também fazia parte desta agressiva tática de vendas a manutenção de um banco de dados sobre o perfil e as preferências de compras dos consumidores. A Toyota se

---

<sup>4</sup> Em 1990, com metade do tamanho da General Motors, a Toyota era capaz de oferecer aos consumidores a mesma quantidade de produtos.

propôs a jamais perder um comprador, tornando a “fidelidade à marca” um fator saliente de seu sistema de produção enxuta, diferentemente dos produtores em massa, que realizavam pesquisas com compradores aleatórios, baseados no pressuposto de que não havia lealdade à marca.

A concorrência é a base da dinâmica do capitalismo e decorre do fato de as empresas possuírem missões semelhantes a serem cumpridas com relação a uma clientela semelhante. A empresa que obtém sucesso no cumprimento desta missão é aquela que obtém os chamados lucros diferenciais, isto é, lucros substanciais e superiores aos das concorrentes, que fazem com que ela se torne capaz de ter acesso aos mercados financeiro e de capitais para poder iniciar um novo ciclo de crescimento e acumular capital individualmente. Assim, a capacidade de diferenciar-se acaba se tornando mais do que uma vantagem competitiva e transforma-se em condição básica para o crescimento empresarial. Mais recentemente, a globalização trouxe ainda mais desafios para perto de muitas empresas que desfrutavam de uma posição de razoável conforto no mercado. Intensificou-se a busca por medidas que resultem em empresas mais competitivas e melhor preparadas para enfrentar a concorrência.

A diferenciação pelo lado da organização do conjunto das atividades (aquisição de insumos, tecnologia, treinamento, organização do processo produtivo e da distribuição, etc.) possibilita a obtenção de lucros superiores mesmo em uma situação em que os bens sejam relativamente homogêneos, já que se associa a menores custos. A contínua busca pela diferenciação leva as empresas a inovarem em frentes variadas: na tecnologia, na organização do processo produtivo, na distribuição, nas características dos produtos e serviços, no *marketing*, no atendimento, na gestão, etc. As inovações são a principal arma de que dispõe uma empresa para escapar da comparabilidade e as bases para realizá-las encontram-se dentro da própria empresa, representadas pelas competências internas, que, acumulam-se e aperfeiçoam-se dentro do contínuo processo de aprendizado através do qual são conseguidas as novas bases de diferenciação. Esta dinâmica altera práticas, setores e a própria sociedade, o que exige adaptabilidade empresarial com relação ao novo meio e à obtenção de novas oportunidades de mercado.

Os custos, a qualidade, a flexibilidade e a produtividade são fatores fundamentais que devem ser levados em consideração por uma empresa quando ela

pretende obter sucesso em sua missão. O enfrentamento da concorrência envolve estratégias, metodologias e filosofias que tentam levar as empresas a patamares cada vez mais altos de eficiência e competitividade. Mudanças nas variáveis concorrenciais, tais como a segmentação de mercado, as maiores sofisticação e diferenciação dos produtos e a propaganda, acabaram demonstrando as limitações do sistema de produção em massa para fabricar os produtos necessários a clientes que se tornaram crescentemente mais exigentes, devido ao próprio desenvolvimento das estratégias concorrenciais. A opção pela implementação de um sistema de manufatura enxuta revelou-se como uma grande oportunidade na obtenção de vantagem competitiva no atendimento desta nova demanda, ainda mais em virtude do fato de que este sistema representa uma inovação de caráter conceitual e organizacional e não tecnológico.

## Capítulo 2: Sistemas de Programação e Controle

Pode-se tomar como ponto de partida do processo de evolução dos sistemas de gestão empresarial os sistemas MRP (*Material Requirement Planning*), pois é a partir deles que evoluem, de um modo ou de outro, as diversas técnicas de gestão dos materiais dentro das empresas.

Na primeira metade do século XX, é possível identificar dois marcos decisivos para a gestão de materiais nas empresas. O primeiro ocorre em 1915 e consiste no desenvolvimento do modelo de EOQ (*Economic Order Quantity*), o qual estabeleceu as bases para integrar a armazenagem aos outros custos no momento de determinar o tamanho dos lotes a serem produzidos ou comprados, ou seja, a quantidade econômica de pedido ou o quanto pedir. O segundo marco pode ser identificado no desenvolvimento, em 1934, do sistema de reposição de inventários mediante ponto de pedido, no qual se utiliza o conceito de prazo de reaprovisionamento para incorporar a variável tempo à gestão dos materiais, ou seja, quando pedir.

A partir destas contribuições, desenvolveram-se diferentes variantes, nas quais foram incorporados novos condicionantes, tais como o período de reaprovisionamento constante, a coordenação de diferentes artigos e a existência de restrições. Com o surgimento da Pesquisa Operacional (*Operational Research*), na época da II Guerra Mundial, desenvolveram-se técnicas de programação matemática que procuravam facilitar a resolução de problemas de maior dimensão relativos ao planejamento da produção. Contudo, as limitações observadas nas aplicações, como no planejamento agregado da produção mediante programação linear, conduziram ao uso de certas técnicas, como a programação não linear e a programação dinâmica, por exemplo, ou de certos modelos, como o planejamento hierarquizado da produção, mais complexos, cujos requerimentos de especialização por parte dos usuários acabaram por dificultar a implementação efetiva.

No final dos anos 60, surgiram duas linhas de pesquisa aplicada relacionadas à gestão dos materiais: os métodos de cálculo de lotes para artigos de demanda descontínua, que surgiram como alternativa ao EOQ estabelecido para os casos de demandas contínuas, e as técnicas para determinação de necessidades de componentes

utilizados em diferentes fases do processo de fabricação de um produto ou comuns a diferentes produtos acabados, que ficaram conhecidas como método *Gozinto*.

A fabricação por lotes fazia com que o consumo de componentes utilizados nos produtos acabados não tivesse continuidade suficiente para que fosse adequado utilizar o EOQ e, adicionalmente, a determinação do consumo quando um mesmo artigo faz parte de diferentes produtos em diferentes fases do processo de fabricação não é tarefa trivial. Já no que se refere ao momento em que devem ser lançadas as ordens de reaprovisionamento, de imediato colocavam-se as limitações do sistema de reposição mediante ponto de pedido.

A técnica MRP surgiu no início dos anos 70 como uma solução aos problemas acima mencionados, que, em resumo, consistiam em um problema de *time phasing*. A técnica utilizada no MRP integra o cálculo das necessidades e os métodos específicos de dimensionamento de lotes. Porém, uma vez que se estabelece quando e em que quantidades devem ser produzidos e comprados os materiais, coloca-se o problema de gestão da capacidade produtiva disponível para realizar os planos de produção sugeridos pelo sistema MRP. É, então, neste contexto que são desenvolvidos os sistemas MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), nos anos 80.

O êxito inicial dos sistemas MRP e MRP II levou à aparição de módulos para fortalecer o planejamento das necessidades e dos recursos de outras atividades da empresa, como, por exemplo, a distribuição física mediante DRP (*Distribution Requirements Planning*). A integração de diferentes áreas da empresa, como a engenharia, as vendas, a fabricação e as compras mediante um mesmo sistema de informação fez com que se buscasse a incorporação de outras áreas em um sistema integrado de gestão empresarial. Assim, começaram a aparecer sistemas abordando o planejamento dos recursos humanos ou financeiros juntamente com o planejamento das necessidades de materiais e de recursos produtivos. O conjunto deste tipo de sistemas foi denominado de ERP (*Enterprise Resources Planning*).

Com os sistemas ERP, o que se pretendeu foi dotar as empresas de um sistema de informação integrado, no qual não se produzissem duplicidades com relação à informação utilizada por diferentes componentes da empresa. A idéia de comunicar as informações entre as partes foi substituída pela de compartilhar informações, não só

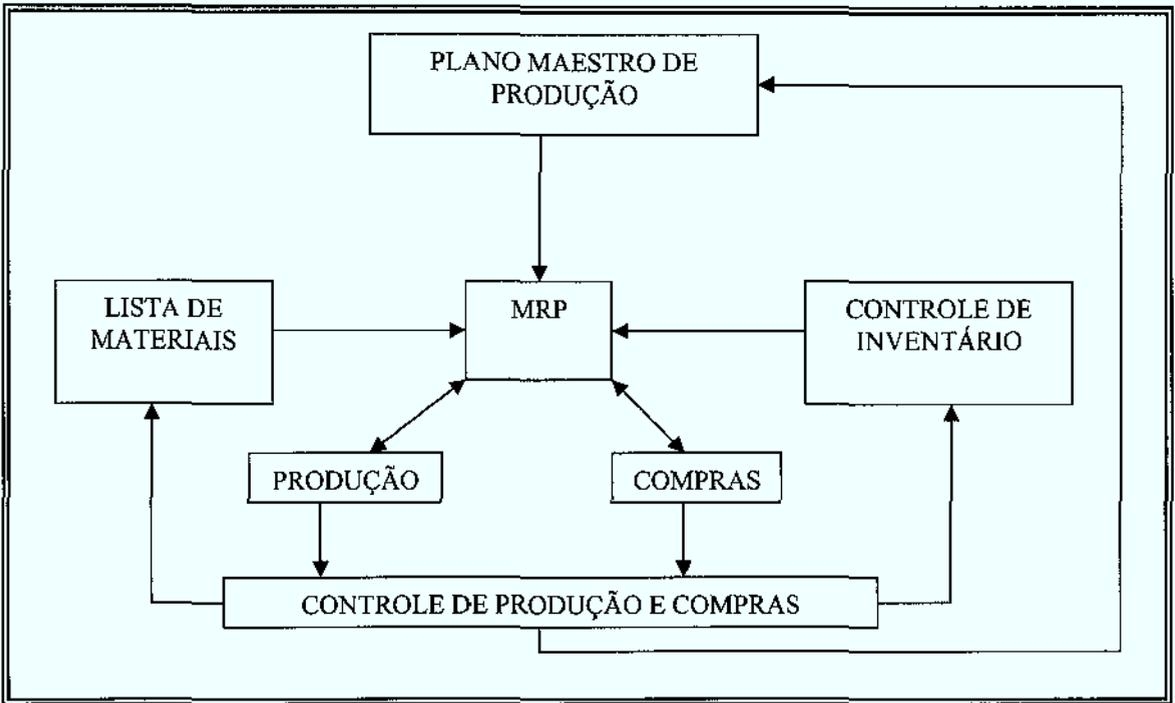
dentro das empresas, mas também entre organizações envolvidas em um mesmo canal logístico.

### Planejamento das Necessidades de Materiais: MRP

Como já mencionado, os sistemas MRP aparecem no início da década de 70 com o objetivo de fornecer novas respostas às perguntas acerca de quando e quanto pedir dos materiais utilizados em uma empresa. O êxito inicial dos sistemas MRP pode ser atribuído a diversos fatores. Um primeiro fator seriam os diversos trabalhos de pesquisa realizados para lançar as bases do sistema. Em segundo lugar, pode ser citado o desenvolvimento do software comercial da IBM, o IBM COPICS (*Communications Oriented Production Information and Control System*), para dar suporte à aplicação das técnicas MRP. Um terceiro fator constitui-se pelo lançamento feito pela APICS (*American Production and Inventory Control Society*) da “cruzada MRP”, a partir da qual buscava-se identificar a implementação dos sistemas MRP como principal medida para a modernização empresarial nos Estados Unidos. Em quarto lugar coloca-se a publicação, em 1975, do livro “*Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management*”, de Joseph Orlicky, que trazia bases conceituais, tendências e problemas de implementação e operação destes sistemas. Esta obra, informalmente denominada “MRP de A a Z”, trazia não somente uma longa descrição do estado da arte no que se referia aos sistemas MRP, mas também antecipava possibilidades e problemas potenciais deste tipo de sistema, antecipações estas que iriam se confirmar ao longo do restante do século.

Na Figura 1, na página seguinte, pode-se observar como funciona a lógica de planejamento de um sistema MRP, a qual, em diversos casos, coincide com a estrutura modular do software que fornece suporte ao seu funcionamento.

No plano maestro de produção, a partir dos pedidos e das previsões de vendas, são estabelecidas as quantidades a serem obtidas de cada produto acabado dentro de um horizonte temporal determinado.



Fonte: Delgado e Marin (2000).

FIGURA 1: Estrutura de um sistema MRP.

A lista de materiais contém informações sobre todos os artigos, isto é, um arquivo maestro de artigos, e sobre a composição dos produtos acabados. Através do processo de planejamento das necessidades de materiais são determinadas as ordens de compras e de produção de todos os artigos, suas quantidades e datas, informações estas que são necessárias para que se possa cumprir o plano maestro de produção. Desse modo, não somente é necessário conhecer a composição dos produtos, mas também os prazos de reaprovisionamento de todos os artigos envolvidos e a disponibilidade de materiais, informações que são fornecidas pelo controle de inventário. As funções de compras e de produção alimentam o processo de planejamento, proporcionando a informação necessária acerca do recebimento de ordens previstas, que serve de dado complementar para determinar a disponibilidade de material projetada para um horizonte temporal não muito distante. Assim, as ordens de compra e produção sugeridas, que resultam do processo de planejamento das necessidades, podem ser efetivadas pelas funções de compras e de produção.

A utilização dos sistemas MRP conforma um modo de planejar a produção que se caracteriza pela antecipação, isto é, trata-se de estabelecer o que se deseja realizar no futuro e, a partir daí, determinar a seqüência de ações a serem empreendidas para atingir

tal realização. No entanto, a execução da produção possui um caráter empurrado, na medida em que o lançamento de uma ação planejada está condicionado à disponibilidade de materiais que resulta do cumprimento das ações anteriores, isto é, ele é determinado pelas fases anteriores do processo produtivo.

Alguns aspectos podem ser destacados a respeito da natureza dos sistemas MRP e de seus desenvolvimentos iniciais. Um destes aspectos refere-se ao fato de que tanto as técnicas como as primeiras aplicações relativas aos sistemas MRP originaram-se nos Estados Unidos, incorporando conceitos arraigados na gestão de materiais ocidental do momento, como os estoques de segurança e os tempos de segurança. Outro aspecto diz respeito aos cálculos que requerem um sistema MRP para planejar ordens de compra e de produção. Estes cálculos são simples, porém exigem que sejam reproduzidos para uma enorme quantidade de dados.

Também se deve considerar o fato de que os sistemas MRP foram concebidos para uma utilização mediante suporte informático, pressupondo o uso de bases de dados compartilhadas, de modo que aspectos chave do sistema MRP relacionam-se às limitações e possibilidades do tipo de tal suporte.

Dentre as principais contribuições derivadas do uso dos sistemas MRP, merecem destaque a unificação da informação para diferentes áreas da empresa, como, por exemplo, o fato de, através do estabelecimento de um arquivo maestro, possibilitar-se a eliminação de redundâncias e contradições nas informações referentes aos materiais que são utilizados na engenharia, na produção, nas compras, na armazenagem, etc. O uso de um suporte de informática facilita o tratamento diferenciado e integrado dos diversos artigos que são gerenciados dentro de uma empresa.

Também deve ser destacado, enquanto contribuição, o questionamento que os sistemas permitem que se faça à maneira de fabricar e gerenciar produtos, dado que as alternativas existentes no momento em que são definidas as estruturas dos produtos, que derivam das possibilidades de utilizar diferentes níveis de produtos intermediários, conduzem a uma reflexão sobre o cumprimento dos processos de fabricação e sobre a pertinência de se estabelecer estoques intermediários. A constatação do tempo como elemento crítico na gestão constitui-se, também, numa contribuição do modelo dos sistemas MRP, pois, com eles, pode-se determinar de forma sistemática o tempo de resposta, isto é, o tempo de reaprovisionamento e fabricação da empresa para cada

produto. A importância deste aspecto reside no fato de que a sintonia destes tempos de resposta com os prazos de entrega exigidos pelo mercado é um elemento chave para a obtenção de competitividade.

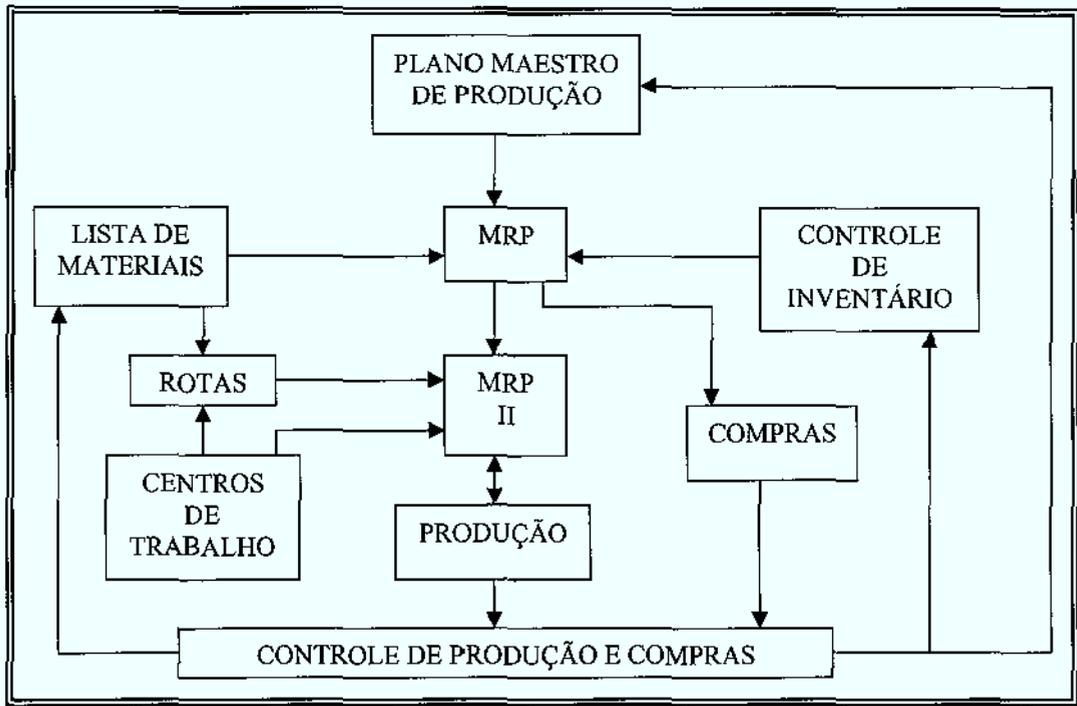
Por outro lado, é possível assinalar algumas limitações encontradas na utilização dos sistemas MRP, tais como, primeiramente, a necessidade da empresa dispor de uma ferramenta para o gerenciamento de grandes conjuntos de informações, o que conduz, em muitas organizações, ao não empreendimento de esforços para reduzir a complexidade das tarefas. Em segundo lugar, coloca-se a credibilidade da informação fornecida pelo sistema MRP, que é condicionada pela alimentação e pela manutenção da informação que o sistema requer. A falta de disciplina ou de rigor na atualização da informação pode desencadear um processo degenerativo que, por sua vez, pode conduzir ao uso em paralelo de sistemas de planejamento informais e, eventualmente, ao abandono do sistema MRP, negligenciando seus próprios benefícios potenciais.

Finalmente, no que se refere ao planejamento da produção, não se leva em conta a disponibilidade de recursos necessária para realizar as ordens de produção sugeridas. Por este motivo, surgem ordens de produção não factíveis, o que acaba por questionar a efetividade dos demais resultados do planejamento.

### Planejamento dos Recursos de Produção: MRP II

No início da década de 80, surgiram os sistemas MRP II, através dos quais se pretendia açambarcar a disponibilidade de recursos necessários para a execução das ordens de produção planejadas. É por este motivo que, em certas ocasiões, estes sistemas são denominados de “MRP com capacidade finita”, expressão que os contrapõe aos sistemas MRP originais, denominados de “MRP com capacidade infinita”.

A estrutura simplificada de um sistema MRP II encontra-se na Figura 2, na qual se pode observar que o planejamento de ordens de produção inclui o planejamento das necessidades de capacidade também.



Fonte: Delgado e Marin (2000).

FIGURA 2: Estrutura de um sistema MRP II.

Para poder confrontar o plano de produção e a capacidade existente, no MRP II é introduzido um módulo de centros de trabalho, no qual se define a disponibilidade de recursos do sistema. Para determinar o consumo esperado de recursos a partir das ordens de produção planejadas, são introduzidas no sistema informações sobre rotas, a partir das quais se estabelece qual centro de trabalho e qual intensidade de uso requer cada artigo de fabricação. Através do planejamento das necessidades de capacidade, realiza-se a conformação entre a capacidade disponível em cada centro de trabalho e a carga resultante do conjunto de ordens de produção planejadas para um determinado horizonte de tempo. Esta conformação pode levar à tomada de medidas de correção na forma de realização das ordens de produção planejadas, que podem acarretar decisões que impliquem na modificação da capacidade projetada para os diferentes centros de trabalho, subcontratação, troca de rotas ou de arquivos das ordens de produção.

As aplicações do MRP II se limitam a ajudar no processo de tomada de decisões. Somente no final da década de 80 surgiram alguns intentos de fazer com que o software de apoio sugerisse a realização de determinadas ações, de modo que o plano de produção resultante fosse compatível com a disponibilidade de capacidade. Este tipo de enfoque, em que se propõe a tomada automática de decisões pelo sistema provocou, por

vezes, o descarte dos sistemas MRP como consequência do que ficou conhecido como “nervosismo do MRP” – uma excessiva sensibilidade nas ações a serem empreendidas ou modificadas diante de qualquer pequena troca nas condições de contorno, isto é, nas restrições do sistema.

Assim, os sistemas MRP II orientaram-se principalmente para a identificação dos problemas de capacidade que pode apresentar um plano de produção, fundamentalmente mediante a apresentação gráfica da disponibilidade de recursos e do consumo planejado, de forma que o planejador possa realizar com facilidade as modificações oportunas. Para facilitar não só a execução de medidas de correção, mas também a avaliação conjunta de diferentes ações e de sua comparação com outras alternativas, os sistemas MRP II oferecem a possibilidade de realização de análises de diferentes cenários. Assim, posteriormente, pode-se tornar efetivo o plano de produção que se mostre mais satisfatório entre todos os propostos.

Ao longo deste processo, destaca-se a importância de diversos aspectos relativos da produção, como a utilização de estimadores de tempo para a realização de atividades produtivas. Para poder avaliar o consumo de recursos derivado de um plano de produção, é necessário disponibilizar padrões realistas que permitam quantificar a repercussão de possíveis ações a serem empreendidas. Um outro aspecto refere-se à flexibilidade de recursos, pois a disponibilidade de recursos compartilhados, como, por exemplo, de mão-de-obra com dedicação compartilhada entre distintos centros de trabalho, facilita o incremento da capacidade de um determinado centro de trabalho, de modo que se torna possível resolver antecipadamente um problema de saturação, sem que se reduza a capacidade de um outro centro.

Também existe maior versatilidade com relação às formas de produção. O estabelecimento de rotas e a possibilidade de modificá-las em função do planejamento das necessidades de capacidade revelam a importância de um sistema flexível, que permita a contemplação de várias formas de produção alternativas. Deve-se mencionar, ainda, a questão da subcontratação, que, ao apresentar-se como um caso extremo da “forma de produção alternativa”, coloca-se como outra opção para evitar problemas de falta de capacidade. Desta forma, manifesta-se a importância das relações de cooperação com um conjunto de provedores adequados para a subcontratação e do estabelecimento de critérios para a seleção dos trabalhos a serem subcontratados.

### Enterprise Resources Planning: ERP

Ainda que tenha havido, nos anos 80, tentativas de integração da gestão empresarial (como iniciativas através do BRP – *Business Resources Planning*), este processo é característico dos anos 90, quando se impõe o ERP.

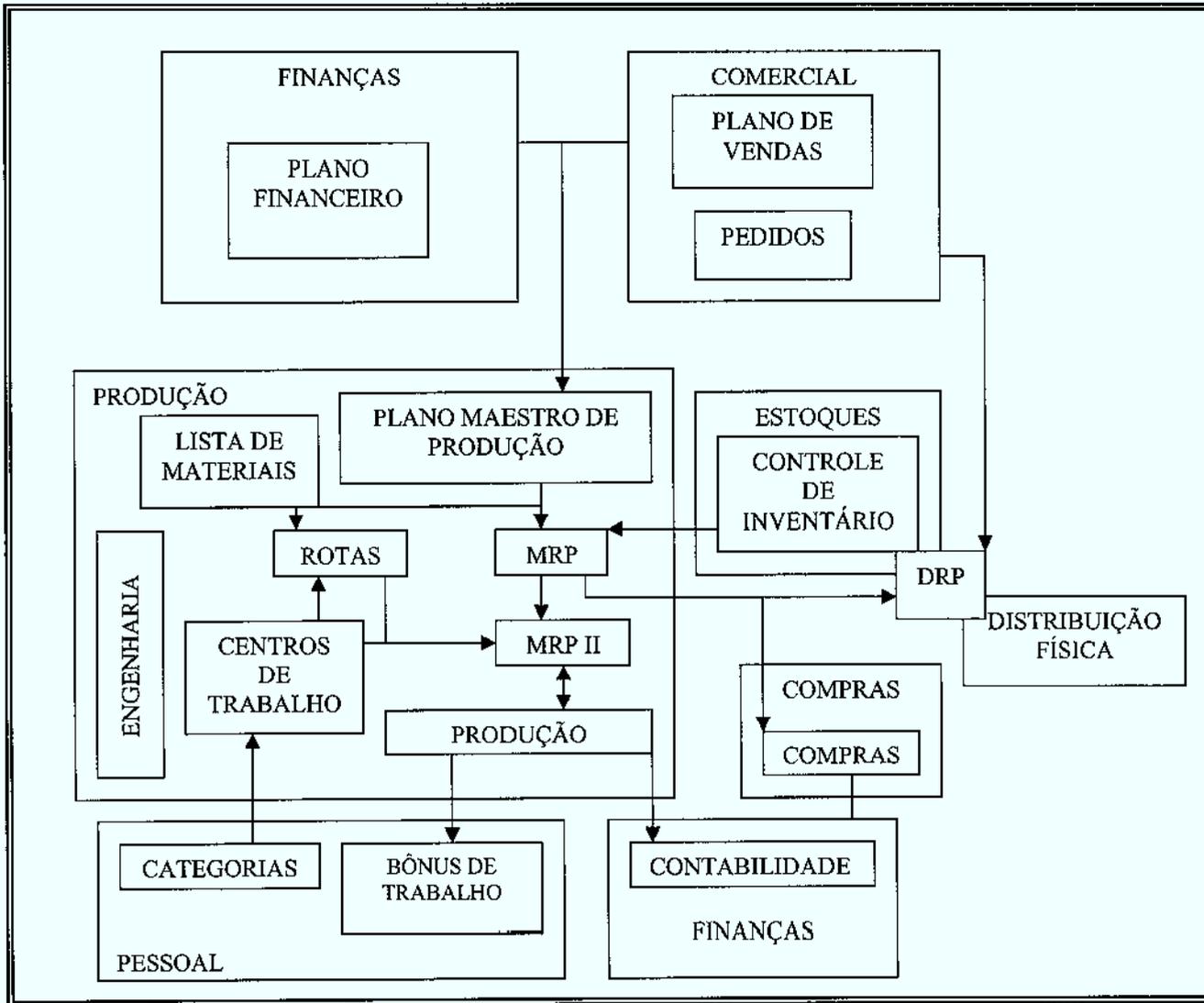
Em grande parte, estes sistemas de gestão empresarial podem ser considerados como uma extensão dos sistemas MRP, a partir da ampliação do uso destes últimos em compras, na produção, na engenharia e na armazenagem para outras áreas da empresa, como ilustra a Figura 3, na página seguinte.

O processo de expansão dos sistemas MRP pode ser interpretado por diferentes ângulos. Um destes ângulos é o da afinidade. Certas atividades, como a distribuição física, seguem a seqüência natural do processo de compras e produção, de modo que um dos primeiros módulos tomados do MRP II é o relativo a esta função – DRP, *Distribution Requirements Palnning*.

Um outro ângulo é o da repercussão, já que, devido à inter-relação entre funções da empresa, o uso de novas práticas em compras e na produção repercute nos vínculos existentes entre áreas da empresa: a determinação de custos pelo sistema MRP diz respeito diretamente à contabilidade da empresa e, através dela, à área financeira; o tratamento do tempo nos processos de planejamento permite a estimação de tempos de resposta ou prazos de entrega dos produtos, informação que pode ser fundamental na elaboração de ofertas por parte da área comercial e a definição de categorias de mão-de-obra a serem consideradas na determinação dos centros de trabalho e no planejamento das necessidades de capacidade, assim como o uso de bônus de trabalho associados a ordens de produção surgidas no sistema MRP, são processos englobados pelo gerenciamento de recursos humanos.

Um último ângulo que deve ser observado é o da difusão, que, de modo geral, é um elemento integrador por levar a outras áreas funcionais da empresa os princípios conceituais nos quais se baseia o MRP. A filosofia do planejamento das necessidades, que determina que se deve estabelecer o que se pretende fazer no futuro e identificar a seqüência de ações necessárias para isso, e a do planejamento de recursos, que busca comparar o consumo estimado de recursos do plano de ação com a capacidade

disponível, podem ser aplicadas no planejamento de necessidades e recursos financeiros, de necessidades e recursos de informação ou de necessidades e recursos de oferta. Desse modo, são empreendidas iniciativas de planejamento de recursos em distintas áreas funcionais da empresa através de um sistema de informação comum.



Fonte: Delgado e Marin (2000).

FIGURA 3: Extensão dos sistemas MRP II.

Este processo de expansão por afinidade dos sistemas MRP para os sistemas de compras, produção e distribuição forneceu suporte ao desenvolvimento da gestão do sistema logístico das empresas. A conexão entre os sistemas ERP de diferentes organizações é, atualmente, um elemento fundamental do que ficou conhecido como gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*), que é, basicamente, a

troca de informações entre todos os agentes envolvidos em um canal logístico, desde as matérias-primas até os produtos acabados. Neste sentido, a evolução dos sistemas de troca de informação eletrônicos (*Electronic Data Interchange – EDT*) proporcionou diversas possibilidades para a conexão dos sistemas de gestão das empresas e os sistemas ERP passaram a utilizar soluções do tipo B2B (*Business to Business*) e B2C (*Business to Consumer*) . A primeira visa à melhoria do relacionamento entre as empresas mediante o uso de um sistema de informações compartilhado. A segunda orienta-se para a interação com clientes finais mediante o uso de novas tecnologias de comunicação.

### MRP III: MRP + JIT

O MRP e o MRP II são basicamente sistemas de planejamento, possuindo pouca associação com o processo de manufatura em si e fornecendo pouco apoio às operações, apenas fornecendo informações aos gerentes sobre o planejamento e o controle das operações na manufatura. A estratégia do *Just-in-Time*, por sua vez, ajuda a melhorar a execução, pois se mostra como um bom sistema de operação.

De acordo com Fullmann et al. (1989), “estamos em uma era pós-MRP”. As pressões sobre as empresas aumentaram consideravelmente, pois que elas passaram a se inserir em um ambiente de elevada competitividade na manufatura e repleto de desafios relacionados a novos conceitos e técnicas. Passou-se a exigir que os executivos industriais reconduzisse suas operações para poder atingir o centro da fábrica, estabelecer mais altos padrões de qualidade, reduzir o tempo de preparação e os tamanhos dos lotes, obter controle do processo de manufatura como um todo e aplicar a automação e a robótica.

O MRP foi recebido com entusiasmo pelas empresas e foi amplamente aceito para realizar o planejamento e a reprogramação das compras, bem como para administrar a manufatura. No entanto, os resultados práticos acabaram por não alcançar a realização dos objetivos potenciais e, neste contexto, surgiu o MRP III.

O MRP III é a integração do MRP II e do *Just-in-Time*. A prática operacional do *Just-in-Time* consiste em planejar o trabalho e produzir somente o que é consumido. Já o MRP II direciona a produção conforme o plano. O MRP III direciona a produção ao

consumo real. Isto significa que, no MRP II, o inventário era produzido conforme o plano, antecipando a demanda. No MRP III, a produção passa a ser autorizada através do consumo de uma produção anterior, ou seja, a função do inventário passa a ser acompanhar a atividade dela. O sinal para a reposição passa a ser o consumo e não a previsão de demanda. Com o advento do MRP III, as listas de materiais são substituídas por cartões *kanban*, que determinam que as ordens de produção sejam resultado do consumo real.

O objetivo do sistema sob o MRP III é dar suporte às necessidades de um ambiente de alto giro do inventário, o que significa que o predominante uso destes sistemas é o suporte ao planejamento de operações e não o controle. O processo de funcionamento do MRP III começa com a realização de uma previsão de demanda, a partir da qual é desenvolvido o plano mestre. A partir deste plano, o sistema calcula as necessidades de partes e componentes individuais e recomenda novas ordens de compras, procedimentos equivalentes aos de um sistema do tipo MRP. O sistema também promove rearranjos nas ordens de compras e na lista de componentes que não estejam no plano mestre, tendo por base sua disponibilidade e a necessidade de materiais, além de monitorar e relatar performances de vendas e o desempenho das linhas de produção, procedimentos equivalentes aos realizados pelos sistemas MRP II. No entanto, para minimizar a quantidade de informações fornecidas, o sistema MRP III se concentra em gerar relatórios apenas dos itens que se encontrem abaixo do nível de tolerância estabelecido.

Num ambiente de alto giro, o desenvolvimento de um novo plano não é baseado na posição atual, a linha de produção já contém o pré-requisito de inventário. O plano é desenvolvido supondo um conjunto estabelecido de práticas de operação que permitem o funcionamento do sistema *kanban*.

### Capítulo 3: Sistema de Manufatura Enxuta

O termo “manufatura enxuta” foi originalmente utilizado por Womack e Jones (1992) para adjetivar as operações do Sistema Toyota de Produção, desenvolvido por Taiichi Ohno, ex-vice-presidente da Toyota. Existem, ainda, referências a este sistema de produção, no vocabulário das técnicas de gestão da produção, como sistema de produção *just-in-time*, uma tradução estilizada do conjunto de práticas desenvolvidas pela Toyota, sob coordenação de Ohno, desde a década de 40. Ao longo deste capítulo, será utilizada esta última denominação.

A gênese do *just-in-time* encontra-se na preocupação de Ohno em eliminar os desperdícios dentro da Toyota. De acordo com Ohno (1997), em uma empresa, existem sete tipos de desperdícios comumente encontrados na produção física: o excesso de produção antes da demanda; a espera pela etapa seguinte de processamento; o transporte desnecessário de materiais, seja entre as ilhas de processo ou entre fábricas; o excesso de processamento de peças devido ao projeto inadequado de ferramentas e produtos; estoques acima do mínimo absoluto; movimento desnecessário dos funcionários durante o curso do trabalho, por exemplo, em busca de peças, ferramentas ou ajuda, e a produção de peças defeituosas. Ao implementar o sistema de produção *just-in-time*, portanto, a empresa deve estar consciente de que terá de encontrar meios de extinguir tais defeitos.

O *just-in-time* é um sistema de produção total, cujos efeitos se fazem sentir em todos os aspectos de um negócio de manufatura. Ele pode ser definido a partir de três aspectos principais: primeiro, combate total às perdas; segundo, comprometimento com a fabricação de produtos de qualidade perfeita e, terceiro, envolvimento em nível sem precedentes de todas as pessoas em todos os níveis de decisões. Assim, pode-se dizer que o *just-in-time* é uma abordagem disciplinada que busca melhorar a produtividade e a qualidade total, através do maior envolvimento das pessoas na atividade produtiva e da eliminação das perdas. O uso desta técnica na fabricação ou montagem de um produto objetiva a produção no custo efetivo e a entrega apenas das peças necessárias, garantindo-se que elas atendam a um alto padrão de qualidade e que sua produção tenha sido feita com um uso mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Moura (1989) salienta que o *just-in-time* “não é apenas uma espécie de sistema a ser instalado. É uma mudança no modo de vida. A despeito de ser, à primeira vista, uma metodologia complexa, ele é, na realidade, uma campanha para a simplicidade”.

#### Modo de funcionamento de um sistema *just-in-time*

Os principais elementos do sistema *just-in-time* são: a reorganização física dos equipamentos, o *kanban*, a produção em pequenos lotes, a redução do tempo de *set-up*, o desenvolvimento de trabalhadores multifuncionais, a busca da qualidade perfeita, a “autonomação” e o estabelecimento de novas relações com os fornecedores.

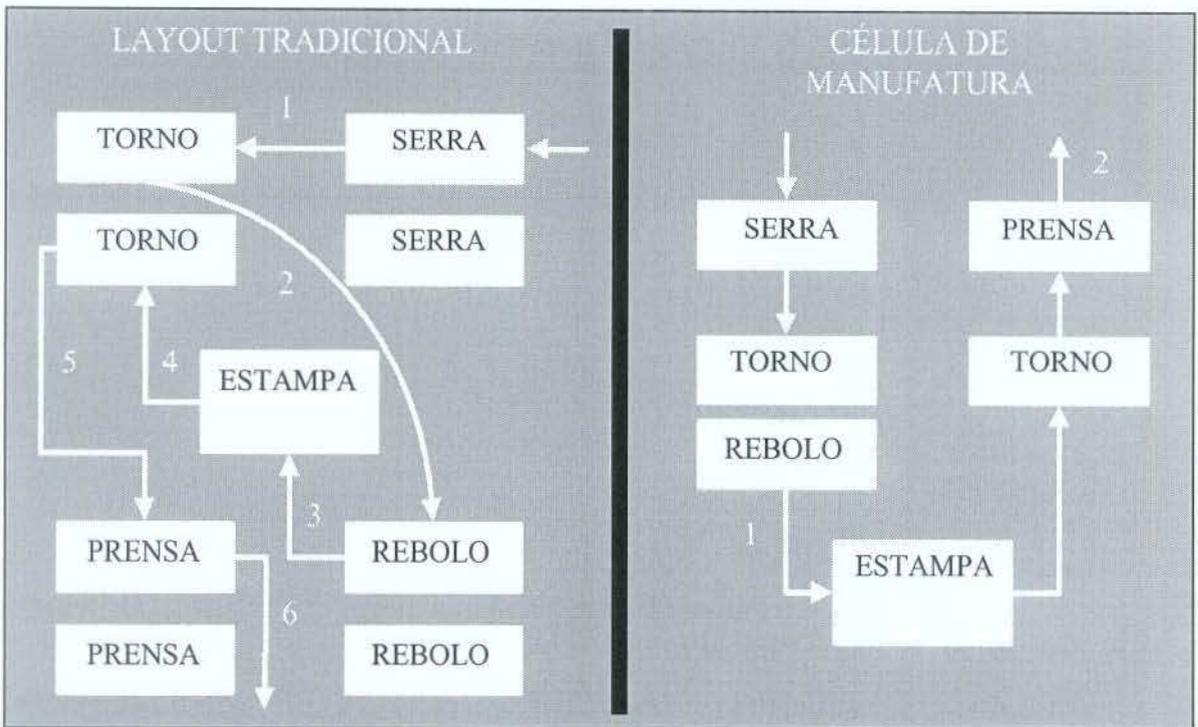
Um primeiro aspecto envolvido pelo *just-in-time* é o fluxo de produção de uma peça ou o estabelecimento de células de manufatura. A principal meta do sistema é abastecer cada processo exatamente com os itens necessários, na quantidade exata em que forem requisitados e apenas no momento em que forem ser utilizados. Para que isso possa ser feito, é necessário que a produção disponha de flexibilidade e que os *lead times*<sup>5</sup> sejam pequenos. Estas duas condições são atendidas pelo agrupamento das várias máquinas de processamento umas próximas às outras, na seqüência necessária para produzir a peça, do bruto ao acabado. As peças são processadas uma por vez neste arranjo de máquinas, do começo ao fim, numa operação que percorre uma única direção, o que resulta na queda dos *lead times*, na diminuição de estoques e materiais, na dispensa de transporte entre processos e na flexibilidade da produção.

Os departamentos de processo tradicionais são substituídos por um conjunto de máquinas de processamento, distribuídas em um arranjo físico de acordo com uma seqüência que facilite o deslocamento das peças entre os pontos de trabalho. As células podem ser responsáveis pela fabricação de uma peça ou de um grupo de peças, que é estabelecido para o caso da fabricação de peças de dimensão, forma, material e seqüência de processamento similares. As peças são processadas uma a uma ou em lotes muito pequenos.

A figura abaixo mostra o arranjo das máquinas antes e depois da aplicação da manufatura celular.

---

<sup>5</sup> *Lead time* é o tempo necessário para a produção de um único produto, contado desde a hora em que o cliente faz o pedido até o despacho.



Fonte: Heizer e Render (2004).

FIGURA 4: Arranjo tradicional e arranjo em célula de produção para manufatura de peça fictícia.

O uso de células de produção pressupõe a multifuncionalidade dos operadores, pois passa a ser necessário que eles estejam capacitados para exercer diferentes funções no processo produtivo. Eles se tornam responsáveis pela produção, pela qualidade, pela coordenação, pela organização e pelos melhoramentos, de modo que devem estar capacitados para operar diferentes máquinas dentro de um grupo, bem como realizar o *set-up*<sup>6</sup>, a manutenção de rotina e a inspeção das partes. Assim, algumas habilidades técnicas devem ser desenvolvidas, o que pode ser feito através de treinamentos e capacitações em técnicas específicas voltadas para o processo produtivo. É também neste sentido que se destaca a importância da especificação de todos os processos de trabalho. Tudo o que deve ser feito deve ser pormenorizadamente especificado com relação ao conteúdo, à seqüência de execução, ao tempo que deve consumir e aos resultados que se espera obter. Spear e Bowen (1999) ilustram este ponto ao descreverem o modo pelo qual os funcionários da Toyota de Georgetown, nos Estados Unidos, instalam o banco direito de um Camry: todo o trabalho está determinado

<sup>6</sup> O *set-up* é a troca de ferramentas na produção.

segundo uma seqüência de sete tarefas, as quais devem ser completadas em cinquenta e cinco segundos. A partir das especificações detalhadas, o próprio trabalhador pode verificar que, se ele estiver executando a tarefa de número 6 (instalar os pinos de trás do banco) antes da tarefa de número 4 (instalar os pinos da frente do banco), a instalação estará sendo feita de modo diferente do determinado, indicando que, em algum ponto da instalação, alguma tarefa deve ter sido executada de modo errado. Do mesmo modo, se, após quarenta segundos, o trabalhador estiver executando a tarefa de número 4, que deveria ser completada aos trinta e um segundos, evidenciar-se-á o fato de algo não ter sido feito do modo planejado.

Neste ponto, esbarra-se em outro aspecto fundamental para atingir a meta do *just-in-time*: a capacidade de trocar o ferramental e passar de um serviço para outro no menor tempo possível. Estas atividades denominam-se atividades de *set-up* e são divididas em dois tipos de funções. As primeiras são as funções externas ou todas as atividades que podem ser executadas enquanto a máquina ainda está trabalhando. As segundas são as atividades internas ou aquelas que apenas podem ser executadas com a máquina parada. É vital para o alcance da troca rápida de ferramentas que o controle de ferramental seja descentralizado para o nível dos operários. Também é importante que, na medida do possível, as atividades de *set-up* internas sejam convertidas em externas. Quanto menor for o tempo de *set-up*, menor será o estoque e melhor será o funcionamento das células. A redução do tempo de *set-up* deve ser praticada desde o início de um projeto, sendo que os engenheiros e técnicos devem consultar os operadores, pois são eles que podem apontar quais são os problemas enfrentados no piso da fábrica.

Também as atividades de *set-up* são especificadas em seqüências de passos. A importância da especificação de todas as tarefas reside nos fatos de, primeiramente, ela possibilitar que os trabalhadores sejam testados com relação à sua capacidade para realizar a tarefa e, em segundo lugar, ela permite que se verifique se a realização da tarefa de determinado modo realmente leva ao resultado esperado. Se um destes testes produzir resultado diferente do que deveria, conclui-se que a atividade precisa ser redesenhada ou o operário precisa ser treinado.

## O sistema *kanban*

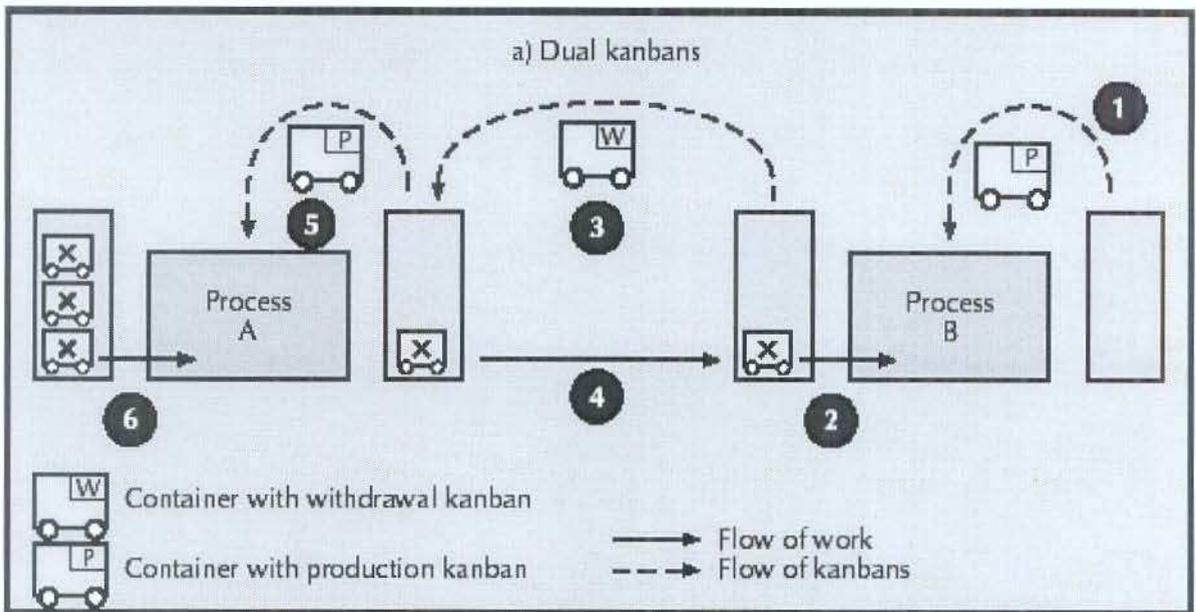
A produção e o controle de inventário na empresa que utiliza as técnicas *just-in-time* são feitos através do sistema *kanban*, um sistema de informações para controlar a produção no piso de fábrica e regular o fluxo dos componentes de fornecedores externos. Os cartões *kanban* são cartões de pedido de trabalho e podem circular de modo repetitivo na área de produção. Eles sempre acompanham as peças ou materiais, identificando a peça que está sendo transportada, a quantidade transportada, a localização do fornecedor e a localização do operário que a utilizará, facilitando o controle local de estoques. Cada pedido, através dos cartões *kanban*, deve ser feito de modo direto e, em geral, já padronizado, especificando de modo não ambíguo os funcionários envolvidos, a forma e a quantidade das peças a serem providas, o pedido do cliente e o tempo dentro do qual se espera atender o pedido.

O sistema *kanban* é um sistema manual e, nele, a requisição e a expedição são delegadas à fabricação. Ele é um método de controle da produção que assegura a disponibilidade de peças suficientes para a formação do produto em um determinado intervalo de tempo. Através dele, a linha de produção fabrica apenas as peças ou componentes que serão utilizados na etapa seguinte de produção. A produção só opera quando a próxima etapa esgotar o suprimento de peças disponível. Portanto, o operário, ao invés de produzir peças até o lote estar completo e empurrá-las para a próxima operação, vai até a operação precedente e adquire apenas o que necessita para executar sua própria operação. O operário da operação precedente produz apenas o suficiente para repor o que foi fornecido para a operação posterior. Assim, o estoque flui apenas de acordo com a necessidade, diferentemente do sistema tradicional, no qual o estoque flui de acordo com o programa, acumulando-se onde não está sendo requisitado e inexistindo onde é realmente necessário.

No sistema *just-in-time*, são utilizados dois tipos de cartões: o *kanban* de movimentação e o *kanban* de produção. O primeiro informa o tipo e a quantidade da peça que o processo subsequente deverá retirar do processo anterior, autorizando a transferência de um lote mínimo de peças do mini-estoque de uma estação de trabalho para a estação de trabalho seguinte. O segundo tipo especifica o tipo e a quantidade do produto que a estação de trabalho precedente deve produzir, autorizando a fabricação de

um novo lote de peças ou componentes que será colocado no contenedor<sup>7</sup> vazio vindo da estação de trabalho seguinte.

A figura a seguir ilustra o modo de funcionamento do sistema *kanban*.



Fonte: Russel e Taylor (2003).

FIGURA 5: Sistema *kanban*.

Com o uso do sistema *kanban*, a programação da produção se baseia nas encomendas e não na produção para estoque. Os operários não precisam mais adivinhar qual é o programa de produção, pois passam, simplesmente, a seguir os pontos de partida e a seqüência de cartões. A manutenção de algum estoque, o chamado supermercado<sup>8</sup>, é aceitável, na medida em que ela fornece certa flexibilidade à troca da seqüência de operações ou *mix* de produtos e permite que a fábrica respeite o programa sem sacrificar o suprimento e interromper a linha.

Por manter uma certa quantidade de estoque em cada fase e por ser a reposição deste estoque determinada apenas pelo processo posterior, na medida em que este realiza seu consumo, o *kanban* é uma técnica de “puxar”. Ele se contrapõe aos sistemas baseados em programas, que são técnicas de “empurrar”. Como descrito no capítulo anterior, nestes sistemas, prepara-se um programa mestre de produção das futuras

<sup>7</sup> Contenedores são os recipientes de estocagem de materiais em processo.

<sup>8</sup> Local no chão de fábrica junto à linha de produção onde as peças são classificadas e ficam prontas para serem utilizadas pelos operadores.

demandas dos produtos da empresa e o computador divide o programa em partes detalhadas, disparando as ordens para fabricação ou compra de componentes.

As finalidades de se instituir um sistema de puxar são a minimização do inventário em processo e de sua flutuação, facilitando seu controle; a redução do *lead time* da produção; evitar a transmissão de flutuações ampliadas de demanda ou de volume de produção de um processo posterior para um processo anterior; a elevação do nível de controle da fábrica através da descentralização; a reação mais rápida às mudanças de demanda e a redução dos defeitos.

O *just-in-time* considera os estoques como sendo o pior mal dentro de uma fábrica de manufaturas. Os estoques são usados como uma proteção contra problemas conhecidos e mudanças de programa, mas acabam encobrendo inadequações e custos do sistema. Nas fábricas tradicionais, podem ser identificados três tipos de estoque: de matérias-primas ou peças adquiridas, de material em processo e de produtos acabados. Estes últimos podem ser classificados em: inventário vivo, materiais que estão passando por processo de acréscimo de valor; inventário adormecido, materiais que estão aguardando processamento, e inventário morto, materiais que estão obsoletos e que nunca mais serão utilizados. Este último é o mais oneroso dos inventários. O objetivo do *just-in-time* é a manutenção apenas do inventário vivo, reduzindo drasticamente os custos de gerenciamento de estocagem do material.

Os fabricantes compram de fornecedores externos grande parte dos componentes de seus produtos, de maneira que o controle de qualidade e o controle de estoque destes fornecedores tornam-se fundamentais para o bom funcionamento do sistema *just-in-time* da empresa compradora. A situação ideal é fazer com que também os fornecedores adotem o sistema *just-in-time*.

### A ênfase na qualidade

Com relação ao controle de qualidade, diferentemente do controle apenas sobre os processos de manufatura que é realizado nas fábricas tradicionais, nas fábricas que utilizam o sistema *just-in-time*, o controle de qualidade realizado é muito mais amplo. Com o Controle Total da Qualidade, todos os departamentos, e não apenas os de manufatura, são levados a concentrar esforços para contribuir para o alcance da

satisfação do consumidor, pois apenas quando ela for equivalente a 100% é que uma nova venda pode ser tomada como certa, bem como uma recomendação para um novo cliente. São realizadas pesquisas com os consumidores para avaliar seu nível de satisfação relativo a cada aspecto do produto. Os dados são tabelados e comunicados à área de projetos para que os ajustes necessários possam ser rapidamente postos em andamento. Neste ponto, evidencia-se a necessidade de que a produção seja flexível para poder responder quase que automaticamente às alterações a ela impostas.

Também o relacionamento entre a gerência e a mão-de-obra é um aspecto fundamental do *just-in-time*. Este elemento pode dar continuidade ou interromper a conversão de um sistema de manufatura tradicional para um sistema de manufatura enxuta. Cabe à gerência a explicitação dos objetivos da empresa e dos modos pelos quais ela pretende alcançá-los. Somente assim, os operários poderão participar ativamente das atividades da empresa e sentir-se motivados para desempenhar suas tarefas de modo cada vez melhor.

Outra condição para o funcionamento pleno da manufatura *just-in-time* é que o programa de produção em cada processo seja atendido diariamente por cada turno. Como não há estoques intermediários e a produção pode ser interrompida caso a qualidade não possa ser assegurada, torna-se crucial o reinício da produção dentro do menor tempo possível, caso algum problema ocorra. Assim, o sistema *just-in-time* lança mão de um dispositivo de controle visual no piso de fábrica, em geral um monitor com iluminação superior, que apresenta as condições correntes do sistema de produção e emite um alerta os membros da equipe quanto aos problemas que surgem, são as chamadas lâmpadas *andon*. A gerência deve delegar aos operários a autoridade de interromper a produção, ou a linha de produção, se for o caso, toda vez em que eles verificarem algum problema. Esta é a chamada “autonomação”, que significa a transferência da inteligência humana para equipamentos automatizados de modo a permitir que as máquinas detectem a produção de uma única peça defeituosa e suspendam imediatamente seu funcionamento enquanto se solicita ajuda.

Também como instrumento para o controle da qualidade, é utilizado o Controle Estatístico do Processo (CEP), uma ferramenta que auxilia o operador a autocontrolar seu trabalho. Para utilizar o CEP, os operadores necessitam de treinamentos para manusear instrumentos de medição, para plotar curvas e realizar interpretações gráficas.

O CEP identifica estatisticamente se existem variações no processo, não solucionando os problemas, mas apenas evidenciando-os.

Outra ferramenta para a busca da qualidade é a Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance* - TPM), que implica em uma reformulação de postura da empresa como um todo, a partir da introdução de uma revolução nas linhas de produção com o objetivo de somar esforços em direção à eliminação de desperdícios, quebras, falhas e acidentes através da interação entre pessoas e equipamentos. A TPM é composta por uma série de métodos destinados a garantir que cada máquina em um processo de produção seja sempre capaz de realizar as tarefas necessárias para que a produção jamais seja interrompida. Com o *just-in-time*, uma máquina não pode quebrar com frequência, pois sua parada equivale à interrupção do funcionamento de toda a célula de produção. Assim, comissões formadas por funcionários dos setores de manutenção e produção passam a avaliar as diversas áreas de trabalho, utilizando-se, para isso, de oito critérios: verificação da limpeza básica; elaboração da folha de verificação de rotinas; verificação de rotinas em execução; localização de defeitos e execução de pequenos reparos; eliminação de desperdícios; implantação e execução das verificações de rotina oficiais; execução de manutenção espontânea e trabalho compartilhado e certificação TPM.

Na medida em que o sistema *just-in-time* é implementado, vêm à tona problemas que, antes, encontravam-se encobertos. Tais problemas precisam ser imediatamente atacados para que não coloquem em risco a credibilidade da filosofia enxuta. Para isso, são constituídos os Círculos de Controle da Qualidade (CCQ), atividades em que se forma um grupo de pessoas, preferencialmente da mesma área de trabalho, com o objetivo comum de identificar os problemas, analisar suas causas e aplicar soluções.

São utilizados, ainda, dispositivos ou procedimentos à prova de erros, conhecidos como *poka-yoke*, destinados a impedir a ocorrência de defeitos durante o recebimento de pedidos ou durante a fabricação de produtos. No caso do recebimento de pedidos, existe uma tela para a entrada do pedido, desenvolvida a partir de padrões tradicionais de registro de pedidos, que questiona os pedidos que não estejam dentro do padrão. Os pedidos suspeitos são, então, examinados, o que muitas vezes leva à descoberta de erros de entrada ou compra cometidos com base na interpretação incorreta de informações. No caso da fabricação, existe um conjunto de fotocélulas em

contêineres de peças, ao longo de uma linha de montagem, que impedem que componentes com peças faltando passem para a etapa seguinte. Estes procedimentos, nesse caso, destinam-se a suspender a transferência do componente para a próxima estação caso o feixe de luz não tenha sido interrompido pela mão do operador em cada compartimento que contenha uma peça para o produto em montagem no momento.

O relacionamento entre a empresa e os fornecedores também deve sofrer alterações, pois estes últimos constituem, na verdade, uma fábrica externa e devem ser vistos como parte da equipe de trabalho. Sistemas enxutos têm como pilar fundamental a busca contínua pela redução do *lead time* total demandado para a conclusão do produto ou serviço, de modo que se faz necessária a eliminação dos *lead times* que permeiam os processos. Em função disso, torna-se imprescindível o desenvolvimento de uma política de relacionamento baseada na confiança com fornecedores de insumos estratégicos. Como as entregas requeridas são mais freqüentes e em menores lotes, o sistema só se sustenta se houver pontualidade por parte do fornecedor e qualidade do insumo garantida, para que se possa dispensar a inspeção de cada entrega e não haja atrasos com devoluções de itens defeituosos. As empresas devem, então, ensinar seus fornecedores a produzir *just-in-time* e não somente entregar desta forma, evitando, assim, que os estoques apenas mudem de mãos e que os desperdícios que permeiam a cadeia estendida continuem a existir.

Nos processos de compra tradicionais, despende-se grande quantidade de tempo, pois, primeiramente, detecta-se a necessidade interna, depois, encaminha-se o pedido para o departamento de compras, que faz a cotação dos preços, as análises, as negociações e, finalmente, toma a decisão de compra. Quando se tem uma relação mais próxima com os fornecedores, todo esse desperdício é eliminado, já que, quando falta determinado item, apenas envia-se um sinal ao fornecedor informando a quantidade, conhecendo-se previamente o tempo de entrega e a qualidade dos produtos que serão recebidos. A consolidação dessa relação, entretanto, não é alcançada de uma hora para outra, demandando esforços de ambas as partes e a assunção de compromissos de longo prazo, nos quais o princípio de cooperação mútua seja evidente.

## O kaizen

Um aspecto importante para a manutenção e aprimoramento do sistema *just-in-time* é o comprometimento das pessoas e sua preocupação em introduzir melhorias permanentes, adaptando processos e atividades para novas condições ou aperfeiçoando determinados aspectos em processos que ocorrem em situações repetitivas. Desse modo, é preciso que a empresa adote a filosofia *kaizen*, termo que expressa um processo de busca pela melhoria contínua e incremental das atividades, a fim de criar mais valor com menos desperdícios. De modo geral, processos que envolvem a melhoria constante das rotinas da empresas são intitulados de *kaizen*. O objetivo de tais processos é eliminar as causas fundamentais dos resultados indesejáveis e, a partir da introdução de novas idéias e conceitos, estabelecer novos tipos de controle.

A disciplina primária e condicionante do *kaizen* pode ser representada pelos cinco “S”, definidos como: *seiri*, segregar e descartar; *seiton*, ordenar e identificar; *seiso*, limpar e inspecionar diariamente; *seiketsu*, revisar sempre, e *shitsuke*, motivar para manter. Existem, ainda, alguns princípios a serem seguidos na metodologia: eliminação de desperdícios; realização continuada de melhorias graduais; envolvimento de todos os colaboradores, sejam gestores ou pessoal de base; crença na possibilidade de que um aumento de produtividade possa ser obtido sem investimentos significativos ou gastos expressivos em tecnologia e consultores; gestão visual, com total transparência de procedimentos e processos, de modo a tornar os problemas e os desperdícios visíveis para todos; atenção ao local onde é realmente criado valor – o chão de fábrica; orientação para os processos; priorização das pessoas, através da ênfase no fato de o esforço principal de melhoria vir da orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, autodisciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo; aprendizagem organizacional através da ação, isto é, aprender fazendo.

Existem dois tipos de *kaizen* que, geralmente, são realizados nas empresas. O primeiro deles é o *kaizen* chão de fábrica, uma metodologia sensível ao tempo e de desenvolvimento rápido, que emprega uma abordagem concentrada baseada no trabalho em equipe. O segundo é o *kaizen* direcionado, uma atividade de melhoria intensamente direcionada a uma única estação de trabalho, realizada rapidamente por dois ou três

especialistas e que se segue sempre a um evento *kaizen* plenamente desenvolvido. Em qualquer caso, o *kaizen* tem como prerrogativas a definição de objetivos claros; o desenvolvimento de um processo em equipe; a realização da atividade em espaço determinado de tempo (uma semana); o uso da criatividade; a rapidez e a improvisação e a obtenção imediata dos recursos necessários e de resultados.

Deve-se implementar, também, um gerenciamento das mudanças, que consiste em discutir as mudanças propostas com os operadores; expor as atualizações ocorridas na área de produção; realizar simulações de *layout* e permitir que os operadores realizem experimentos e comentem as mudanças. Mesmo após a implementação do *kaizen*, há regras simples a serem seguidas em sua utilização, para que possam ser mantidos os bons resultados. Deve-se manter sempre a mente aberta a mudanças; bem como a atitude positiva; sempre se manifestar a respeito de um desacordo; criar um ambiente de trabalho impecável; difundir o respeito mútuo diariamente e desestimular a manifestação através da tomada de posição ou de categoria, incentivando a iniciativa individual.

### A implementação do *just-in-time*

Segundo Profeta (2003), as técnicas *just-in-time* podem ser aplicadas a, praticamente, todos os tipos de sistema produtivo. No entanto, este autor enfatiza a existência de cinco fatores críticos, isto é, circunstâncias cuja consideração e tratamento são importantes para que haja maior probabilidade de alcance dos resultados esperados, que devem ser observados na implementação do *just-in-time*.

O primeiro grupo de fatores relaciona-se ao comprometimento da alta administração em promover a transparência de suas ações e em apoiar a implementação e a realização de projetos, buscando assegurar a participação dos demais funcionários. O segundo grupo de fatores diz respeito ao papel da educação e do treinamento, que são o que possibilita a aquisição, por parte dos funcionários, do perfil profissional requerido pelo ambiente *just-in-time*. O terceiro grupo é formado por fatores ligados ao relacionamento com os fornecedores, que, como já explicitado anteriormente no capítulo, deve procurar se aproximar de um sistema de parceria. O quarto grupo de

fatores refere-se à produção, ou seja, à adoção das células de produção, à redução do tempo de *set-up* e à manutenção preventiva. Finalmente, o quinto grupo de fatores está ligado a aspectos organizacionais, como a dificuldade de adaptação dos sistemas contábeis e de informação e as condições conjunturais vigentes à época da implementação. Os primeiros exigem ações internas, sendo de mais fácil contorno. Já os segundos demandam atenção por parte da empresa às mudanças que ocorrem na economia, às quais ela não tem outra opção se não se adaptar.

Seguindo esta mesma linha de raciocínio, Spear e Bowen (1999) colocam que o conhecimento tácito que guia o Sistema Toyota de Produção pode ser capturado em quatro regras básicas, as quais determinam o *design*, a operacionalização e a melhoria de cada atividade e de cada produto e, até mesmo, do relacionamento entre os funcionários de todos os níveis da empresa. Tais regras estão dispostas no quadro exposto logo abaixo.

Regra 1	Especificar conteúdo, seqüência, tempo e resultado esperado de todos os processos de trabalho.
Regra 2	Estabelecer relações diretas entre fornecedores e requerentes.
Regra 3	Estabelecer modos simples e diretos para realizar qualquer atividade.
Regra 4	Realizar quaisquer melhorias de acordo com um método científico, sob supervisão de um instrutor e privilegiando o nível mais baixo da organização.

Fonte: Spear e Bowen (1999).

FIGURA 6: As quatro regras do Sistema Toyota de Produção.

O modo pelo qual são implementadas estas regras culmina na obtenção do sistema *just-in-time* descrito ao longo deste capítulo. No entanto, o que os autores enfatizam é o fato de as regras não serem explícitas, sendo que sua transmissão se dá, na verdade, através de gerentes que não especificam exatamente o modo pelo qual operários e supervisores devem realizar suas atividades. A abordagem utilizada é a de permitir que os trabalhadores descubram as regras resolvendo problemas, o que pode ser feito através de uma seqüência de perguntas diretas, isto é, através de um questionamento iterativo. Por exemplo, para ensinar a primeira regra, um instrutor pode abordar o operário em sua própria célula de produção e lançar-lhe as seguintes questões:

“Como você realiza este trabalho?”; “Como você sabe que está realizando este trabalho corretamente?”; “Como você assegura que o produto não tem defeitos?” e “O que você faz quando surge um problema?”. Este processo fornece ao operário uma visão aprofundada de seu próprio trabalho e, sua repetição ao longo do tempo, permite que o operário gradualmente aprenda a generalizar o modo de desenvolvimento das atividades sob os princípios do *just-in-time*.

O método acima descrito mostra-se eficiente, mas leva ao conhecimento implícito. Como consequência, a implementação do Sistema Toyota de Produção acaba por ter sucesso apenas quando gerentes são capazes de interagir com operários e supervisores de modo a proporcionar o acontecimento do *learning-by-doing*.

#### Capítulo 4: Estudos de Caso

Este capítulo traz três estudos de caso, referentes a três companhias de diferentes ramos de atuação, que ilustram as vantagens que podem ser obtidas a partir da implementação de um sistema de manufatura enxuta.

A primeira empresa a ser estudada é a Boeing, uma companhia de origem norte-americana, fundada em 1916, que oferece seus serviços e produtos em 145 países. Esta empresa fabrica aeronaves comerciais, aeronaves militares, sistemas de defesa, satélites e veículos lançadores de satélites e proporciona serviços de integração de sistemas de larga escala. A Boeing emprega 156.000 funcionários em 70 países e trabalha com aproximadamente 6.450 distribuidores em 100 países. A empresa não possui instalações no Brasil.

A segunda empresa a ser estudada é a Mann-Hummel do Brasil, que faz parte do grupo alemão Mann-Hummel e que se instalou no Brasil em 1954. Esta empresa é, atualmente, a fornecedora de equipamento original das principais montadoras de veículos automotivos instaladas no país e possui uma cobertura de 95% da frota brasileira no fornecimento de elementos filtrantes para o mercado de reposição.

A terceira empresa analisada é a rede de perfumaria e cosméticos brasileira O Boticário. Fundada em 1977, no estado do Paraná, esta empresa emprega 1.300 funcionários e lança, anualmente, cerca de 180 novos produtos. Ela possui 2.200 lojas no Brasil, 69 lojas em Portugal, algumas na Bolívia, Paraguai, Peru e México e 399 pontos de venda no Japão. A sede da fábrica localiza-se na cidade de São José dos Pinhais.

As três empresas, visando a manter ou, possivelmente, ampliar suas posições de liderança em seus respectivos segmentos de atuação procuraram converter seus sistemas de produção de um modo de funcionamento tradicional, isto é, de um modo de produção em massa, para um modo de produção enxuta, baseado no sistema Toyota de produção.

A seguir, são apresentados separadamente os aspectos gerais dos processos de implementação do sistema de manufatura enxuta em cada uma destas companhias e as melhorias obtidas em cada caso. Deve-se ressaltar que a Boeing buscou realizar a conversão de suas fábricas em nível mundial, enquanto que, no caso da Filtros Mann, a conversão foi realizada apenas na planta instalada no Brasil.

## O caso da Boeing

Pode-se dizer que a Boeing iniciou sua jornada em direção à manufatura enxuta no início dos anos oitenta, buscando o aumento da qualidade de seus produtos e de seus processos através do compromisso de diariamente melhorar os produtos, o ambiente de trabalho e os negócios, ou seja, utilizando dois princípios que, mais tarde, seriam divulgados como dois dos pilares da manufatura enxuta, a melhoria contínua e o gerenciamento de qualidade total.

Em 1990, executivos da Boeing visitaram o Japão e levaram de volta para a empresa um programa de treinamento, chamado “*World Class Competitiveness Training*”, que foi ministrado a mais de 100.000 empregados da companhia. Ainda que muitos conceitos, como o *just-in-time*, a produção sem erros e o fluxo contínuo de uma só peça, tenham sido ensinados durante este treinamento, a Boeing ainda não tinha total compreensão do modo pelo qual deveria aplicá-los. Assim, a companhia começou instituindo o “5S”, um programa para organizar e padronizar áreas de trabalho e processos. As cinco letras S, como mencionado no capítulo anterior, correspondem a cinco palavras japonesas utilizadas para criar um local de trabalho adequado ao controle visual e à produção enxuta. *Seiri* significa seleção ou classificação, trata-se de separar as ferramentas, peças e instruções desnecessárias das que são necessárias, dando um destino para aquelas que deixaram de ser úteis para um determinado ambiente. *Seiton* significa arrumar e identificar peças e ferramentas, tendo como objetivo a facilidade de uso. *Seiso* significa limpeza ou zelo, trata-se de eliminar a sujeira, realizando inspeções para procurar descobrir e eliminar fontes de problemas. A limpeza deve ser encarada como uma oportunidade de inspeção e de reconhecimento do ambiente. *Seiketsu* significa asseio, higiene, isto é, conservar a higiene, tendo o cuidado para que os estágios de seleção, ordem e limpeza, já alcançados, não retrocedam. Isto deve ser executado através de padronização de hábitos, normas e procedimentos. Por fim, *Shitsuke* significa autodisciplina, autocontrole, ser disciplinado para cumprir rigorosamente as normas e tudo o que for estabelecido pelo grupo, utilizando a disciplina como um sinal de respeito ao próximo.

Por volta de 1994, a indústria aérea mundial embarcou em uma fase de recuperação, na qual, diferentemente do que se fazia nos anos oitenta, as companhias de

linhas aéreas passam a concentrar seu foco na rentabilidade e não mais no *market-share*. Conseqüentemente, os clientes da Boeing mudaram seus tipos de pedidos, passando a procurar aeronaves que permitissem o aumento de suas rendas e a redução de seus custos. Para satisfazer as necessidades de seus clientes, a área de Aviões Comerciais da empresa passou a se concentrar na eliminação dos gargalos, isto é, de áreas ou estações de trabalho no ambiente de manufatura que estivessem limitando a capacidade do processo de produção da fábrica como um todo. O início da implementação do sistema de manufatura enxuta se deu através de representantes de cada função na área de trabalho providenciando um diagnóstico da situação e desempenho correntes de seus trabalhos. Uma vez completa a avaliação, a equipe formada pelos representantes passava para o desenvolvimento de um plano de implementação que utilizasse ferramentas e técnicas enxutas para simplificar e melhorar processos, garantindo um avanço gradual em direção ao alcance da maior eficiência e de menores custos.

Uma parte importante da implementação foram os *workshops* de melhoria acelerada (*Accelerated Improvement Workshops - AIW*), atividades que tinham a duração de uma semana e que permitiam aos empregados implementar os princípios da manufatura enxuta em seus respectivos ambiente de trabalho. O *workshop* combina treinamento, planejamento e implementação para promover melhorias rápidas. Durante sua ocorrência, gerentes concedem aos empregados o poder de realizar mudanças significativas nos procedimentos de trabalho, nas regras de trabalho, no equipamento e no fluxo de trabalho.

Os *workshops* da Boeing iniciaram-se em 1993 e, desde então, as reduções no ciclo de tempo e nos defeitos chegaram a até 86% em áreas de trabalho individuais. Os gerentes passaram a utilizar a ferramenta *Lean Manufacturing Assessment* para poder ter acesso às unidades e aos ambientes de operação e para guiar a implementação das práticas enxutas dentro de tais unidades.

Em 1995, a Boeing contratou a *Shingijutsu Co.*, uma empresa formada por consultores que haviam sido executivos da Toyota Motor Company, para guiar a conversão da fábrica da unidade de aeronaves comerciais para o sistema de manufatura enxuta e, a partir de 1998, as demais áreas da empresa iniciaram sua jornada em direção à implementação do sistema Toyota de produção. A iniciativa começou a se espalhar,

inclusive, para as áreas de Espaço e Comunicações e de Aeronaves Militares e Sistemas de Mísseis.

Em fins de 1999, os resultados apresentados pela Boeing já se mostravam consideráveis. A área de Aeronaves Comerciais fez grande progresso na direção da consecução de um fluxo contínuo de componentes com o uso do que a empresa denominou de um sistema de entrega por ponto-de-uso, o qual permitiu que o hardware necessário à construção das aeronaves fosse diretamente entregue à área de produção que o utilizaria, no momento exato e na quantidade exata de que se necessitava, reduzindo drasticamente os níveis de estoque e os seus custos, que sofreram uma queda de US\$ 1 bilhão. Na área de manufatura de painéis de solo, os esforços na implementação da produção enxuta reduziram o tempo de manufatura em 60% e o espaço ocupado em mais de 50%. Tais conquistas não só reduziram custos, como liberaram capacidade produtiva. Na área de manufatura do corpo final da aeronave modelo 777, a redução do fluxo de tempo possibilitou a eliminação da necessidade de uma segunda linha de produção, permitindo uma economia da ordem de milhões de dólares.

Na área construtora de componentes das asas, o fluxo de tempo de produção foi reduzido de nove dias e meio para cinco dias e os níveis de estoque caíram pela metade. Já na área responsável pela carcaça da aeronave, o fluxo de tempo foi reduzido de onze para sete dias e os níveis de estoque caíram 43%. Na fábrica de máquinas, os níveis de estoque foram reduzidos em 60%, ao longo de 1999, as taxas de giro de estoque se elevaram de 4,0 para 6,4 e os defeitos foram reduzidos para 48% do que se registrava no início do ano.

Para se assegurar de que o pensamento enxuto chegaria a todos os níveis da empresa, a Boeing o incorporou ao currículo do “*Boeing Leadership Center*”, um local destinado à formação de gerentes de todos os níveis. Também foi implementado o sistema *kaizen* liderado pelos próprios funcionários no chão de fábrica das plantas. Tal sistema visa a permitir que empregados e gerentes aprendam e implementem simultaneamente não somente a manufatura, mas o pensamento enxuto.

Ainda no contexto da conversão para a manufatura enxuta, a Boeing iniciou a implementação de linhas de montagem móveis. Tais linhas resultaram de uma adaptação dos métodos de manufatura automobilística e já haviam sido utilizadas para a

montagem de aeronaves durante a II Guerra Mundial. A novidade implementada pela Boeing foi a fusão das linhas móveis com as técnicas de manufatura enxuta. Através deste processo, a linha de montagem passou a se mover constantemente e de modo lento de uma equipe de montagem para a seguinte, mantendo o movimento da produção em um ritmo estável e permitindo, dessa forma, que os empregados medissem o *status* da produção e reduzissem a quantidade de estoque de materiais em processo. Um trabalho de linha de montagem padrão é repetido em cada aeronave para aumentar a eficiência e os desenhos, componentes e ferramentas são trazidos para os mecânicos de acordo com uma abordagem de ponto-de-uso, de modo que eles tenham tudo o que for necessário onde e quando precisarem. A alguns metros das posições de montagem, localizam-se equipes de suporte, equipadas com tudo o que seja necessário para ajudar a manter as aeronaves se movendo, e empregados que inspecionam o trabalho enquanto ele está sendo feito.

Aos poucos, a Boeing foi procurando converter as linhas de produção de todas as suas fábricas de linhas múltiplas para um único fluxo. A implementação na fábrica do modelo 717 foi programada para ser realizada em três etapas, das quais a primeira foi completada em abril de 2000, quando foram feitas as instalações de esteiras e trilhos para ferramentas, entre outros equipamentos. A segunda fase foi completada em novembro do mesmo ano e envolveu a rolagem de um total de seis aeronaves, através de uma única linha, em estruturas elevadas conectadas a esteiras localizadas sob o solo. A terceira fase, completada em 2002, permitiu a movimentação das aeronaves a uma taxa contínua de aproximadamente 3,81 centímetros por minuto. A implementação de linhas móveis começou a ser feita, em 2001, para os modelos 737 e 757, tendo sido concluída em 2002. Com a completa operacionalidade das linhas móveis, a Boeing foi capaz de reduzir o tempo final de montagem para os modelos em questão em 50%.

A Boeing ainda coloca como princípios chave para a mudança de seu sistema de produção as questões relativas ao tempo *takt*, ao fluxo de uma peça e à produção puxada. O tempo *takt* é o tempo de produção disponível dividido pelo índice da demanda do cliente. Por exemplo, se o cliente demanda 240 peças por dia e a fábrica opera 480 minutos por dia, o tempo *takt* será de dois minutos, se o cliente quiser que sejam projetados dois novos produtos por mês, o tempo *takt* será de duas semanas. O tempo *takt* define o ritmo de produção de acordo com o índice de demanda do cliente,

tornando-se a pulsação de qualquer sistema enxuto. A manufatura enxuta não significa fazer as coisas mais rapidamente, significa fazer as coisas no ritmo adequado. Essencialmente, é a taxa de demanda do cliente que estabelece o ritmo e o que a manufatura enxuta faz é garantir que as necessidades do cliente sejam supridas.

Com o fluxo de uma peça, ao invés de produzir muitos produtos e segurá-los em fila até o próximo passo do processo, passou-se a fazer com que cada um dos produtos passasse por cada passo do processo sem interrupção, aumentando a qualidade e diminuindo os custos.

A produção puxada viabilizou a produção apenas quando o cliente requisitava, de modo a evitar a fabricação de produtos desnecessariamente. Após atingir um ritmo de produção previsível, conseguir estabelecer o fluxo de uma peça e obter maquinaria confiável, a companhia pode passar a operar sob um sistema de produção puxada, fornecendo produtos aos clientes quando apenas quando eles requisitaram.

### O caso da Mann-Hummel

Em meados de 2000, a Mann-Hummel deu início à implementação do sistema de manufatura enxuta em sua planta brasileira e, com ele, a um processo de transformação em seu modo de gerenciar a cadeia produtiva.

A implementação teve início com os trabalhos *kaizen*, através dos quais foram programados eventos semanais em diferentes áreas produtivas, objetivando a obtenção de ganhos de produtividade e de qualidade e a redução dos níveis de estoque e de tempo de *set-up* de máquinas, de modo que se pudesse alcançar ganhos capazes de alavancar os resultados da empresa.

A semana *kaizen*, que continuou a ser realizada mesmo após ter sido concluída a implementação do sistema de manufatura enxuta, consistia em elaborar uma programação para os cinco dias da semana e segui-la de modo criterioso, a fim de obter, ao final da semana, exatamente o objetivo que havia sido previamente estabelecido.

No primeiro dia de trabalho, são realizados treinamentos e procura-se fazer um nivelamento das informações trazidas por cada membro da equipe. Nesta preparação, são apresentados e exercitados os tópicos e princípios da manufatura enxuta, como a Estratégia Baseada no Tempo, para a qual são feitos exercícios práticos de cálculo do

tempo *takt*; o Sistema Global de Produção, em que são apresentadas as sete principais perdas que ocorrem no processo de produção, as vantagens da produção puxada em relação à produção empurrada e os conceitos de fluxo de uma peça e de melhoria contínua; e as operações *Standard* e suas ferramentas.

No segundo dia, tem início o trabalho prático, realizando-se a análise do processo de produção corrente através do mapeamento do fluxo corrente de operações e processos e da mensuração do tempo gasto nas operações e movimentos. São apresentados, então, os conceitos relativos à segurança, organização e limpeza da área de trabalho – “5S” -, indispensáveis ao bom funcionamento do *kaizen*. Com base nas análises realizadas, a equipe procura formular hipóteses de mudanças que possam levar a melhorias, utilizando ferramentas como o diagrama de *Ishikawa* e o *brainstorming* para identificar atividades que não agregam valor e que, desse modo, devem ser eliminadas. Alcançado um consenso com relação às soluções propostas pela equipe, inicia-se a fase de implementação das mudanças, que se estende até o final do terceiro dia.

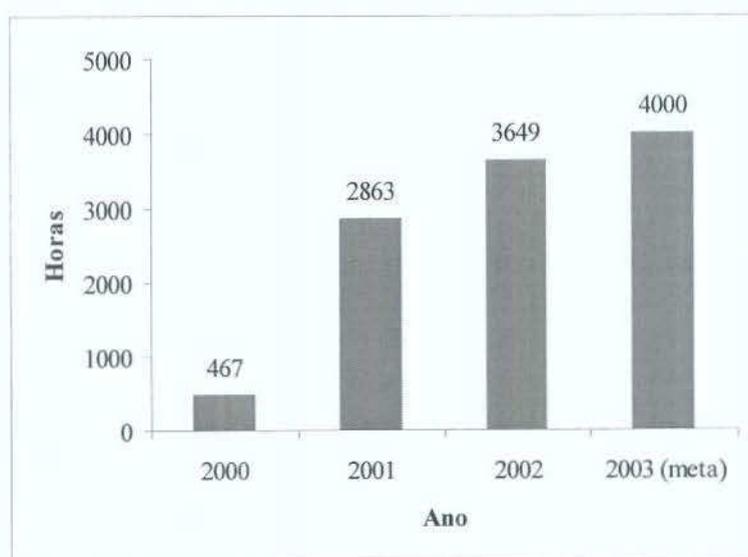
No quarto dia, é realizada a “sintonia fina” das mudanças, isto é, são feitos os ajustes finais necessários ao funcionamento do processo produtivo. São definidas, também, as operações *Standard*, isto é, as melhores combinações que podem ser obtidas entre o operador e a máquina, utilizando a menor quantidade de mão-de-obra, espaço, estoque e equipamento. Tais operações devem ser realizadas apenas quando as células já estiverem operando de acordo com as mudanças realizadas.

Finalmente, no quinto dia, ocorrem as apresentações dos trabalhos realizados pelas equipes para a diretoria da empresa, para os gerentes, para outros funcionários e para eventuais convidados. Após a apresentação, realiza-se uma visita às áreas onde foram implementadas as mudanças decorrentes do trabalho *kaizen*.

Com a implementação do sistema de manufatura enxuta, a Filtros Mann deixou de realizar o processamento em lotes, que consistia em um sistema de produção empurrado e que determinava um ambiente de trabalho de *layout* confuso e desorganizado, e passou a utilizar o sistema puxado, com a separação do chão de fábrica em células de produção e com o fluxo de uma só peça. Assim, o *lead time*, isto é, o tempo necessário para produzir um único produto, da hora em que o cliente faz o pedido

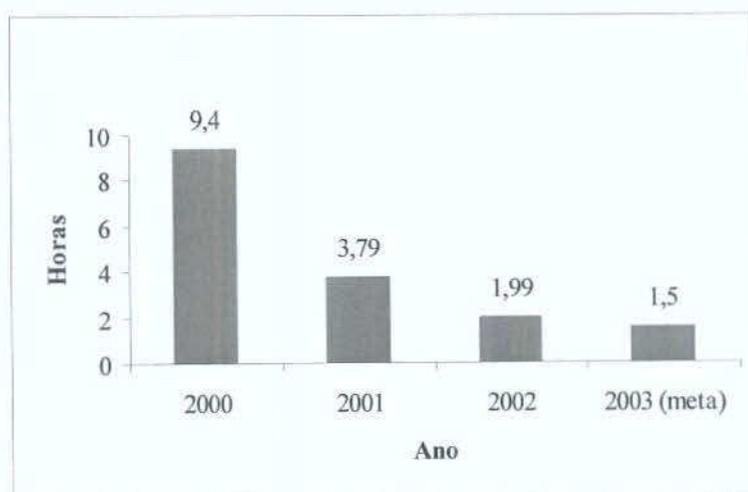
até o despacho, da produção para exportação baixou de oito a dez semanas, em 1999, para de três a quatro semanas, em 2002.

Os dois gráficos a seguir ilustram as trajetórias de dois índices de performance da manutenção, o tempo médio entre as falhas (*Mean Time Between Failure – MTBF*) e o tempo médio para reparos (*Mean Time to Repair – MTTR*). O primeiro índice apresentou trajetória crescente, atestando uma melhoria de qualidade, enquanto que o segundo índice apresentou trajetória decrescente, o que significa uma maior eficiência.



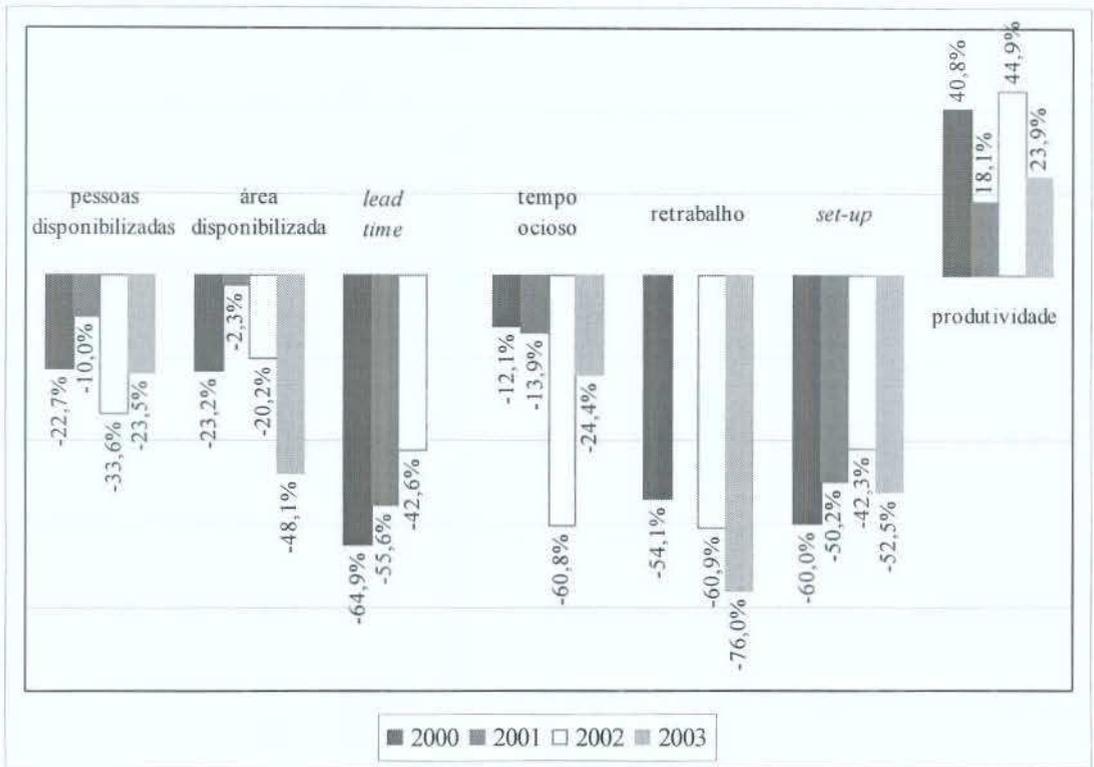
Fonte: Invernizzi (2004).

FIGURA 7: Tempo médio entre as falhas.



Fonte: Invernizzi (2004).

FIGURA 8: Tempo médio para reparos.



Fonte: Invernizzi (2004).

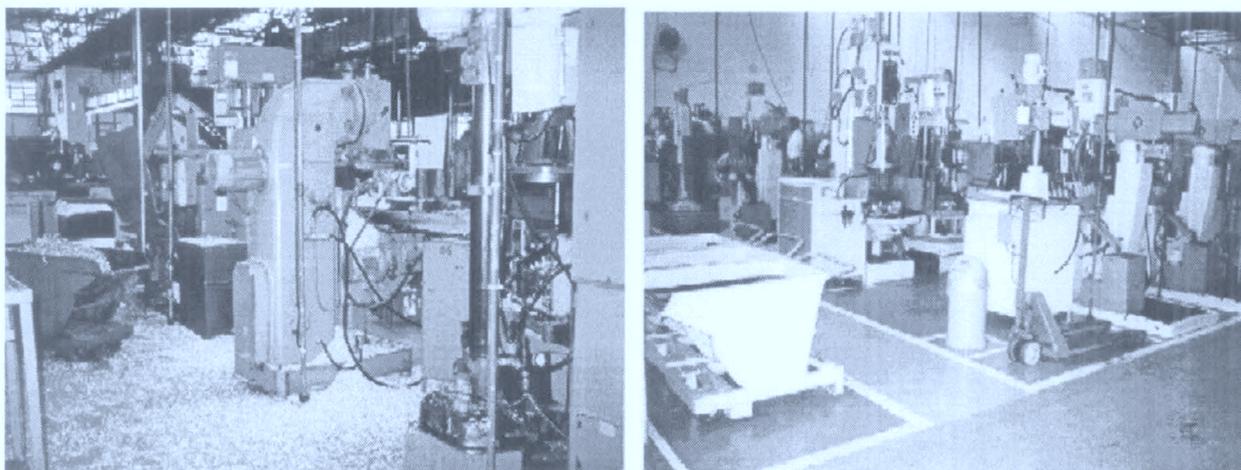
FIGURA 9: Resultados alcançados.

Os resultados alcançados ainda podem ser comprovados a partir de outros dados, como mostra o gráfico acima. De 2000 para 2003, verifica-se que houve queda no número de pessoas disponibilizadas para as operações, na área disponibilizada, no *lead time*, no tempo ocioso, na quantidade de operações de retrabalho e no tempo de *set-up* das máquinas. Paralelamente, houve aumento da produtividade neste mesmo período.

Assim como a Boeing, a Mann-Hummel implementou na empresa as ferramentas “5S”, através do “SOL: Segurança, Organização e Limpeza”, com o objetivo de promover a organização de modo geral e criar um ambiente apropriado para a busca de melhorias de qualidade e aumentos de produtividade. Desse modo, não só os aspectos de qualidade e produtividade foram delegados aos funcionários, mas também os deveres relacionados à organização da área de trabalho, como o descarte dos itens sem utilidade, a liberação de espaço, o estabelecimento de padrões de arrumação, a manutenção da arrumação, a limpeza, a remoção de partículas de poeira, enfim, tudo o que pudesse proporcionar condições padronizadas que facilitassem as atividades dos funcionários, permitindo uma atuação disciplinada e favorável à realização de trabalhos em equipe.

Também foram criados critérios de avaliação, variando de “ruim” a “ótimo”, para os diversos setores tanto da administração, como da produção. Com isso, a empresa procurou obter o comprometimento dos funcionários de cada setor, na medida em que ficavam evidentes as condições de trabalho vigentes neles.

As mudanças realizadas no ambiente de trabalho podem ser observadas nas duas figuras a seguir.



Fonte: Mann-Hummel (2002).

FIGURA 10: Chão de fábrica antes e depois do programa “5S”.



Fonte: Mann-Hummel (2002).

FIGURA 11: Organização do ambiente de trabalho.

### O caso d'O Boticário

Até 1997, O Boticário funcionava através de associados que fabricavam as loções, perfumes e maquiagens, embalavam tais produtos e os enviavam aos cerca de 20

distribuidores que abasteciam as franquias. A planta trabalhava sob ritmo próprio, sem observar as necessidades de seus clientes imediatos – os distribuidores. O acirramento da competitividade no mercado da beleza forçou a gerência a reconhecer que as margens obtidas pela empresa estavam estreitas demais e os níveis de produtividade, baixos demais. O Boticário iniciou, então, em maio de 2001, um processo de conversão de seu sistema de manufatura tradicional para um sistema de manufatura enxuta.

O processo de mudança foi esquematizado para ser realizado através de 46 projetos focados na melhoria da produtividade e da qualidade. Os projetos foram realizados gradualmente e de forma seqüencial. Com a implementação da manufatura enxuta, na linha de inspeção e embalagem de maquiagem em pó, o número de funcionários necessário foi reduzido em 28%, o número de unidades produzidas por dia aumentou 19% e o número de itens que não passavam pelo controle de qualidade caiu 78%. O *lead time* total caiu 25%. A linha de engarrafamento de perfumes reduziu o refugo em 71%, o ciclo de operação em 29% e cortou a necessidade de mão-de-obra em 28%, tendo conseguido diminuir em 67% a quantidade de produto em processo. O tempo de *set-up* para a máquina engarrafadora foi reduzido de duas horas para oitenta minutos, uma redução significativa para uma linha que precisa sofrer alterações mais de cinco vezes por dia.

Sete meses após o início do processo descrito acima, a empresa decidiu levar o *kaizen* para a empresa colaboradora que realizava a pintura das garrafas de perfume. Após três eventos na planta desta empresa, sua produtividade foi elevada em 144% e o *lead time* foi reduzido em 35%. O estoque total de 1,6 milhões de itens – todos destinados à fábrica d'O Boticário – caiu para 600.000. Na planta d'O Boticário, a produtividade geral aumentou 31%, em 2002, e foram alcançadas economias de aproximadamente US\$ 300.000.

## Conclusão

Considerando-se o fato de a atividade industrial estar constantemente submetida a um acirrado clima de competição e o fato de, mais recentemente, a globalização ter trazido ainda mais desafios ao desempenho desta atividade, as empresas industriais passaram a buscar novas medidas para assegurar sua competitividade e um melhor preparo para enfrentar os concorrentes, bem como uma posição de razoável conforto no mercado. Estas medidas aplicam-se sobre fatores tradicionais que possibilitam a obtenção de sucesso, a saber, o custo, a qualidade, a flexibilidade, o serviço e a produtividade; sendo que o que tem variado são as estratégias, as metodologias e as filosofias, cujo intuito é o de levar a empresa a níveis mais altos de eficiência e competitividade. Uma medida que tem obtido destaque no âmbito industrial é a manufatura enxuta, um conjunto de princípios e recomendações para as empresas industriais, cujo objetivo é torná-las mais enxutas, ágeis e flexíveis e, assim, fornecer-lhes potencial para enfrentar a dinâmica do mercado.

Como pode ser inferido pelos estudos de caso, nas empresas em que se tem implementado os conceitos da manufatura enxuta, é possível observar claramente a grande quantidade de benefícios obtidos, reforçando-se a diferença existente entre os preceitos da manufatura tradicional e os da manufatura enxuta. Assim sendo, pode-se dizer que são relevantes os esforços para a implementação e manutenção de um sistema de manufatura enxuta.

## Bibliografia

- BACIC, M.J. (1996) *Rigidez e Flexibilidade Produtiva como Frutos do Processo Competitivo*, 16º Encontro Nacional de Engenharia de Produção e 2º Congresso Internacional de Engenharia Industrial, Piracicaba.
- BATTAGLIA, F. (2002) *Toyota continua liderando em qualidade*, site do Lean Institute Brasil.
- BATOCCHIO, A., DURAN, O. (2003) *Na Direção da Manufatura Enxuta através da J4000 e o LEM*, Revista Eletrônica de Engenharia de Produção, Vol. 3, Fac. 2, pp.1-22, Florianópolis.
- BATOCCHIO, A., FRANCO, G.F. (2000) *Manufatura Enxuta como Estratégia para Ganho de Competitividade*, Anais do VIII Congresso Nacional de Ingeniería Mecánica de Valparaíso.
- BEZERRA, J.C. (1990) *Simples... mente Just-in-Time*, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, São Paulo.
- DELGADO, J., MARÍN, F. (2000) *Evolución en los sistemas de gestión empresarial. Del MRP al ERP*, Economía Industrial nº 331, publicação do Ministério Espanhol da Indústria e Energia, Madri.
- FULLMANN, C. et al. (1989) *MRP/MRP II, MRP III (MRP + JIT + Kanban) OPT e GDR*, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, São Paulo.
- HARMON, R.L., PETERSON, L.D. (1991) *Reinventando a Fábrica*, Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- HEIZER, RENDER (2004) *Operations Management Online Course*, 6ª edição, Prentice Hall, Upper Saddle River.
- HEIZER, RENDER (2004) *Principles of Operations Management Online Course*, 4ª edição, Prentice Hall, Upper Saddle River.
- INVERNIZZI, G. (2004) *O Sistema Lean de Manufatura Aplicado a uma Empresa de Auto-Peças Fabricante de Filtros Automotivos. Um Caso Prático*. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica (em preparação). FEM/Unicamp, Campinas.
- KAMIKIHARA, M.A.A. (2003) *O STP e a Indústria de Bens Manufaturáveis: Estudo do Modelo Brasileiro a partir de Conceitos Fundamentais*, Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção, Unesp, Bauru.
- LUBBEN, R.T. (1989) *Just-In-Time*, McGraw Hill, São Paulo.

- MORAES, F.R., SILVA, C.E.S., TURRIONI, J.B. (2003) *Filosofia Kaizen Aplicada em uma Indústria Automobilística*, Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção, Unesp, Bauru.
- MOURA, R.A. (1989) *Kanban – A Simplicidade do Controle da Produção*, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, São Paulo.
- OHNO, T. (1997) *O Sistema Toyota de Produção*, Bookman, Porto Alegre.
- PROFETA, R.A. (2003) *JIT: um Estudo de Casos dos Fatores Críticos para a Implementação*, Tese de Doutorado, USP, São Paulo.
- RUSSEL, TAYLOR (2003) *Operations Management*, 4ª edição, Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- SLACK, N. (1993) *Vantagem Competitiva em Manufatura*, Ed. Atlas, São Paulo.
- SPEAR, S., BOWEN, H.K. (1999) *Decoding the DNA of the Toyota Production System*, Harvard Business Review, September-October, Watertown.
- WOMACK, J.P., JONES, D.T. (1998) *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*, Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- WOMACK, J.P., JONES, D.T., ROOS, D. (1992) *A Máquina que Mudou o Mundo*, Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- [www.boeing.com](http://www.boeing.com) (Boeing).
- [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br) (Lean Institute Brasil).
- [www.mann-hummel.com.br](http://www.mann-hummel.com.br) (Mann-Hummel Brasil).
- [www.oboticario.com.br](http://www.oboticario.com.br) (O Boticário).
- [www.tbmconsulting.com](http://www.tbmconsulting.com) (TBM Consulting Group).