



**MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING:
25 ANOS DE HISTÓRIA
– UMA REVISÃO DO PASSADO E
PROSPECÇÃO DO FUTURO**

Fernando José Barbin Laurindo

Marco Aurélio de Mesquita

Engenharia de Produção da Escola Politécnica
Universidade de São Paulo

E-mails: fjblau@usp.br, mamesqui@usp.br

Resumo

Tomando como referência a publicação do livro MRP por J. Orlicky em 1975, este artigo se propõe a recuperar a gênese e desenvolvimento de um modelo de planejamento da produção bastante popular nas empresas. Em paralelo ao desenvolvimento da tecnologia da informação e das técnicas de gestão de operações, estes sistemas foram crescendo, alcançando hoje alto nível de abrangência e sofisticação. A aquisição e implantação de sistemas do porte dos atualmente disponíveis devem ser cercadas de uma série de cuidados, bem como de uma melhor compreensão do papel que estes sistemas podem desempenhar nas empresas. Esta revisão histórica visa proporcionar uma visão crítica com relação aos sistemas de gestão empresarial, seus riscos e potencialidades, e ainda estimular uma reflexão sobre seu futuro.

Palavras-chave: *MRP, MRPII, ERP, planejamento e programação da produção, estoques, sistemas de informação, tecnologia da informação.*

1. Introdução

“In 1966, Joe Orlicky, Oliver Wight, and I met in an American Production and Inventory Control (APICS) conference. We found

that we had all been working on material requirements planning (MRP) programs, Joe at J.I. Case Company and IBM, Oliver and I at The Stanley Works. We continue to meet and compare notes on MRP and other topics. In the early

1970s we organized the APICS MRP Crusade, using the resources of the Society and the knowledge and experiences of a few Crusaders to spread the word on MRP among members and others interested. ...” (PLOSSL, 1994).

O texto acima está na abertura da segunda edição do livro *Materials Requirements Planning*, publicado originalmente por J. Orlicky em 1975. Conforme relata G. W. Plossl, estes três cruzados dedicaram-se à elaboração e a difusão de um novo conceito de planejamento da produção. Em particular, a nova técnica era apresentada como uma forma mais racional de gerência de estoques na produção, até então baseadas quase que exclusivamente em métodos estatísticos de reposição de estoques.

Neste artigo, voltamos aos anos 70 para resgatar as origens históricas dos sistemas MRP, sua adequação e implantação nas empresas. A seguir, no item 3, discutimos a evolução dos sistemas MRP para MRPII (*Manufacturing Resources Planning*). Nesta segunda versão, os sistemas ganham maior abrangência, permitindo incluir no planejamento outros recursos que não apenas os materiais (equipamentos, mão-de-obra, capital financeiro, etc).

Os Sistemas MRPII, durante alguns anos, mantiveram o *status* de vanguarda (estado da arte) como instrumento de planejamento da produção, principalmente em sistemas de produção intermitente. Nos anos 80, passam a rivalizar com o modelo *Just in Time* (JIT), introduzido pelos japoneses para controle de estoques na produção automobilística (produção em massa). No item 4, além de uma discussão sobre as potencialidades e limitações do modelo MRPII, faz-se uma breve comparação entre as técnicas MRPII e JIT.

No item 5, analisam-se os sistemas ERP – *Enterprise Resources Planning*. Esta nova geração, além do módulo industrial (MRPII), inclui vários outros aspectos como, por exemplo, contábil, financeiro, comercial, recursos humanos, engenharia etc. Os sistemas ERP são, por isso, denominados genericamente de *Sistemas Integrados de Gestão Empresarial*.

Uma análise sobre a importância dos sistemas ERP do ponto de vista da estratégia de negócios da empresa e uma prospecção sobre o futuro destes sistemas são apresentadas no item 6. A inclusão de interfaces com clientes e fornecedores, o comércio eletrônico e as tendências do mercado de soluções de gestão empresarial são levantadas neste tópico.

Finalmente, no item 7, encerra-se o artigo com as conclusões sobre o tema abordado.

2. Pré-história: O Cálculo de Necessidade de Materiais

2.1 O Problema de Programação da Produção Intermitente

Os sistemas de produção, segundo HAX & CANDEA (1984), podem ser classificados conforme o fluxo de produção em três classes: i) produção em massa; ii) produção intermitente; iii) produção unitária. No primeiro grupo, tem-se uma linha de produção dedicada à produção em larga escala de um mesmo produto. Tanto as operações como o fluxo de materiais são bastante previsíveis, sendo o ritmo de produção definido pela velocidade da linha. Como exemplo, podemos citar as linhas de montagem de bens de consumo como automóveis e eletrodomésticos (produção seqüencial) e a produção industrial química e siderúrgica (produção contínua). No outro extremo, tem-se a produção unitária, onde a gerência da produção assemelha-se à gerência de projetos. Neste caso, o processo de produtivo está direcionado para produção de um único ou muito poucos produtos simultaneamente. As atividades e o fluxo de produção são bastante diversificados e variáveis ao longo do tempo. Como exemplo, podemos citar a indústria aeronáutica e a construção civil.

Entre estes dois extremos situa-se a produção intermitente (produção em lotes). Neste caso, o volume de produção não justifica a implantação de uma linha dedicada (produção em massa) e, tampouco, a organização da produção semelhante à produção unitária (gerência de projetos). A

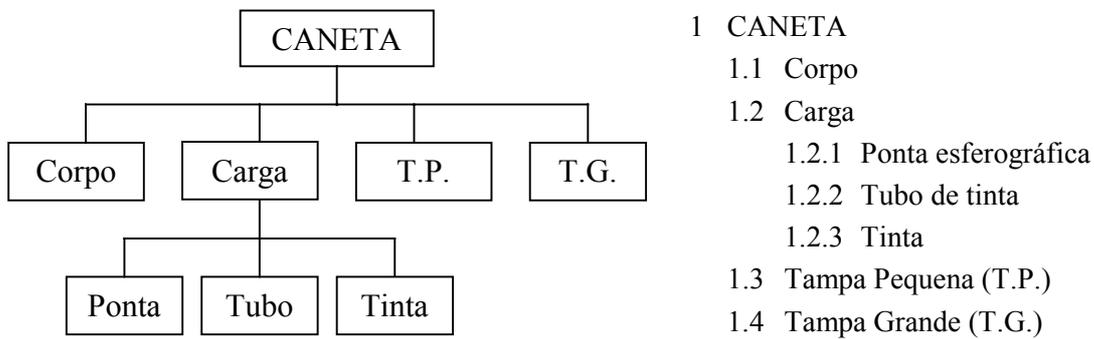


Figura 1 – Estrutura de Materiais.

produção ocorre em lotes de diferentes produtos que compartilham os mesmos recursos. O sistema de produção deve ser flexível o bastante para permitir mudanças de produtos/lotes sem perda de eficiência. As atividades de produção são caracterizadas por ordens de produção, onde se especificam quantidades, operações (roteiros de produção) e materiais necessários. Dada a intermitência do fluxo, surge o problema de seqüenciamento das ordens nos centros de produção e a necessidade de controlar o fluxo de materiais e o uso de outros recursos (humano, ferramentas, etc.) para manutenção do fluxo de produção.

Do ponto de vista do atendimento da demanda, é conveniente diferenciar os sistemas de produção intermitente em “sob encomenda” e “repetitiva” (estoques). VOLLMANN (1997) utiliza a classificação “*make-to-order*” (MTO), “*make-to-stock*” (MTS) e “*assemble-to-order*” (ATO), para caracterizar os diferentes ambientes de produção. Nesta classificação, a montagem sob encomenda seria uma composição das anteriores, onde componentes comuns seriam fabricados baseados em previsões de demanda e as montagens dos produtos finais, envolvendo pequenas diferenciações, seriam feitas apenas sob encomenda dos clientes.

2.2 Estrutura de Produto

Quando se analisa o fluxo de materiais, cada ordem de produção tem especificado um conjunto de materiais para que as operações de

conformação e montagem sejam executadas. Estes materiais podem ser classificados em matérias-primas, componentes e produtos semi-acabados. Parte destes materiais são obtidos de fornecedores externos, enquanto outros são resultados de operações dentro da fábrica. O registro dos materiais que compõe a estrutura do produto é denominada Lista de Materiais ou, em inglês, “*Bill of Material*” (BOM).

Na lista de materiais, além da descrição dos itens que compõem o produto, definem-se as quantidades necessárias de cada um dos itens “filhos” para fabricação/montagem de uma unidade do item “pai”, aquele localizado um nível imediatamente acima na estrutura de produto. A Figura 1 apresenta a estrutura de produto de uma caneta esferográfica nas duas formas mais comuns (árvore e lista indentada). VOLLMANN (1997), destaca a importância do “planejamento da lista de materiais” para melhor modelagem da estrutura dos produtos.

Percebe-se que, à medida em que aumentam a complexidade e a variedade de produtos no sistema de produção, torna-se mais difícil a coordenação do fluxo de materiais, indispensável para a continuidade do processo produtivo. Uma forma possível de gerenciar estes materiais, comum até a década de 60, consistia em utilizar políticas tradicionais de reposição de estoques para os componentes e matérias-primas mais comuns e encomendar aos fornecedores aqueles materiais mais específicos, conforme as necessidades de produção.

Segundo ORLICKY (1975), os sistemas tradicionais de reposição de estoques, baseados na classificação de Pareto e nos conceitos do lote econômico e ponto de reposição, são inadequados para a administração de estoques no ambiente industrial. A principal razão desta inadequação está na premissa subjacente aos modelos clássicos de demanda estável e constante. Na realidade, a demanda de materiais e componentes na produção intermitente tende a ser bastante irregular (“lumpy”), por conta da irregularidade do plano mestre de produção e da política de formação de lotes. O modelo MRP, apresentado por Orlicky e outros, permitiria o cálculo das necessidades destes materiais ao longo do tempo e, em decorrência, a redução dos níveis de estoque. Por outro lado, se comparados aos sistemas clássicos de fácil operacionalização, o modelo MRP vai exigir recursos computacionais mais sofisticados e uma mudança de cultura na gestão de materiais para sua implantação nas empresas.

2.3 Informatização das Empresas de Manufatura

KENWORTHY (1997) destaca as mudanças no ambiente industrial americano nas décadas de 50 e 60, em particular, a difusão do uso de computadores nas empresas, primeiramente na área administrativa e, a seguir, na gerência da produção. Surgem, nos EUA, os primeiros programas de computador que, a partir do programa mestre de produção e da lista de materiais, calculam as necessidades dos diferentes materiais ao longo do tempo, facilitando assim a atividade de gerência da produção. Estes programas, originalmente denominados Processadores de Listas de Materiais (“*Bill of Materials Processing*”), apesar das limitações computacionais da época, revelaram-se bastante úteis para os fabricantes de produtos com estrutura complexa e produção intermitente.

Um exemplo de ambiente de produção para utilização deste recurso computacional era a fábrica de tratores e equipamentos agrícolas onde trabalhava J. Orlicky, na década de 60. A

produção intermitente sob encomenda proporcionava grandes desafios devido à elevada quantidade de componentes e a concomitância de diferentes ordens de produção.

Orlicky, juntamente com Plossl e Wight, continuaram trabalhando no desenvolvimento de um sistema que traria maior eficiência a gerência da produção. Os procedimentos foram sendo aprimorados e consolidados em um novo produto que foi denominado *Material Requirement Planning* ou simplesmente MRP.

Em 1975, Orlicky publica seu livro “MRP – *Material Requirement Planning*”. Com o apoio da *American Production and Inventory Control Society* – APICS, o novo conceito passou a ser difundido pelos EUA, sendo apresentado como alternativa às práticas convencionais de gerenciamento de estoques na produção industrial.

2.4 A Lógica do MRP

O modelo MRP dos anos 70 apresentava três elementos básicos para gerenciamento da produção: i) programa mestre de produção; ii) lista de materiais; iii) quantidades em estoque. O programa mestre de produção (“*Master Production Scheduling*” – MPS) consiste na definição das quantidades de cada produto final que se deseja produzir em cada período (“*time buckets*”) dentro do horizonte de planejamento. Por exemplo, pode-se considerar um horizonte de programação de dois meses e períodos semanais.

Na lógica MRP, os produtos finais, que incluem produtos acabados e peças de reposição, são denominados produtos com *demand independente*, uma vez que a demanda é definida externamente ao sistema de produção, conforme as necessidades dos clientes (mercado). Em contrapartida, a demanda por matérias-primas e componentes está ligada à programação da produção e, por isso, são denominadas *demand dependente*. Neste caso, esta demanda interna, apesar de bastante irregular em função da intermitência das operações, é bastante previsível. Pelo novo modelo, a demanda dependente

Tabela 1 – Registro básico do MRP.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas	100	80	100	50	80	50	100	40
Recebimentos Programados		200						
Estoque Projetado	170	70	190	90	40	60	10	60
Recebimentos Planejados					100		150	
Ordens Planejadas			100		150			

“Lead time” = 2 períodos.

deveria ser calculada (antecipada) e não estimada a partir de técnicas estatísticas.

Uma vez definido o programa mestre de produção dos diferentes produtos, o próximo passo consiste na explosão ou cálculo de necessidades de materiais. Dados o programa de produção e a estrutura de materiais dos produtos, calculam-se as necessidades de materiais para execução da produção. Descontando-se eventuais itens em estoque e levando-se em consideração os tempos de produção e compra (“lead times”), determinam-se as quantidades e os instantes em que devem ser produzidos ou comprados cada item.

2.5 Estrutura de dados e registros MRP

A Tabela 1 apresenta um padrão de registro do MRP. Na primeira linha, encontram-se as necessidades brutas do componente em cada período. Se o componente em questão for o produto final, os valores correspondem aos do MPS, caso contrário, as necessidades brutas são determinadas a partir das ordens de produção planejadas dos respectivos itens pais.

Os recebimentos programados estão associados às ordens de produção em progressão na fábrica. A terceira linha representa o estoque atual e o projetado em função do consumo e dos recebimentos futuros. Ordens de produção devem ser planejadas e emitidas de forma que o estoque projetado não seja negativo em nenhum período futuro. Em função das necessidades líquidas e da política de formação de lotes para

do item, determinam-se as ordens de produção planejadas. À medida em que as ordens planejadas são liberadas para a fábrica, são substituídas por recebimentos programados.

2.6 A Eficiência Computacional

Segundo KENWORTHY (1997), os primeiros sistemas MRP foram implantados em “main frames” que, além das limitações de processamento e memória, tinham uma entrada de dados pouco amigável, via cartões perfurados. Era comum, portanto, que a diferença entre o que constava dos relatórios e o que ocorria na fábrica fosse bastante grande.

Mesmo com a evolução do “hardware”, uma preocupação corrente nos primórdios dizia respeito ao volume de dados e tempo de processamento elevados quando da implementação destes sistemas em ambientes reais de produção. Neste sentido, a indústria de “software” precisava investir em aprimorar os sistemas MRP para que fossem viáveis utilizá-los em larga escala nas empresas.

Um procedimento de cálculo baseado no conceito “low level code” pode ser citado como um esforço neste sentido. Este procedimento visa eliminar as redundâncias no cálculo de necessidades de itens que aparecem mais de uma vez na estrutura de um ou mais produtos. Para isto, cada componente é rotulado com o código do nível mais baixo que ocupa em todas as estruturas que o contém. Como os níveis são numerados, a partir do zero, do mais alto para

mais baixo, os códigos menores correspondem, na realidade, aos níveis mais altos na estrutura de produto e vice-versa. Feito isto, o cálculo das necessidades inicia-se com os itens de nível zero (produtos finais) e segue em ordem crescente (nível 1, nível 2, etc).

Outra discussão comum, dizia respeito aos procedimentos de cálculo “*regenerative*” ou “*net change*”, que constituem duas alternativas para a necessidade de refazer a programação da produção em consequência de alterações na programação original (atrasos, cancelamento de pedidos, quebra de máquinas, etc). No primeiro caso, toda programação é refeita (nova explosão de materiais); no segundo, mais sofisticado e eficiente, as mudanças seriam limitadas aos itens cujas demandas haviam sido modificadas (vide ORLICKY, 1971).

Com a implantação do MRP e a melhoria da eficiência computacional, tornou-se possível alterar a programação a qualquer instante, o que provoca uma instabilidade indesejável na fábrica. Introduziu-se, então, o conceito de período de programação firme ou congelado, que corresponde ao intervalo de programação mais próximo (primeiras semanas, por exemplo) em que não são admitidas alterações nas ordens programadas, evitando assim o que se convencionou chamar de nervosismo associado ao sistema MRP.

Uma barreira à difusão dos sistemas tipo MRP, além dos custos de aquisição de “*software*” e “*hardware*”, relacionava-se à dificuldade de implantação destes sistemas. A grande quantidade de dados, as dificuldades de configuração e a necessidade de treinamento de usuários tornava o processo de implantação lento e custoso.

3. Evolução dos Sistemas MRP para MRPII: A Introdução da Limitação da Capacidade de Produção

Na versão original, os sistemas MRP não consideravam adequadamente as restrições de capacidade do sistema produtivo. Da mesma

forma que o fluxo de materiais, a utilização dos equipamentos e demais recursos também é bastante irregular na produção intermitente. Para que os programas de produção gerados fossem viáveis, tanto do ponto de vista do fluxo de materiais quanto da disponibilidade dos recursos de produção, foram desenvolvidos procedimentos para verificação da capacidade de produção.

A introdução de restrições de capacidade na programação implica na necessidade de uma modelagem mais detalhada do processo de produção. Introduce-se nos sistemas, o conceito de “centros de produção”, responsáveis pela execução de determinadas etapas do processo de produção. Cada centro tem uma capacidade de produção finita, definida em função da disponibilidade de equipamentos, operários, ferramentas, etc.

Ao conjunto básico de dados do MRP (MPS, Lista de Materiais e Estoques), acrescentam-se os roteiros de produção (seqüências e tempos das diferentes tarefas das ordens de produção) e um cadastro dos centros de produção com as respectivas capacidades. Desta forma, é possível verificar a carga dos centros ao longo do tempo e, em decorrência, a viabilidade dos programas de produção. Surge, então, o conceito “*MRP closed loop*”, procedimento iterativo, ilustrado na Figura 2, que visa a obtenção de um programa de produção viável.

A análise de capacidade é verificada em dois momentos diferentes no ciclo MRP. No primeiro momento, é feito um corte grosseiro de capacidade (“*Rough Cut Capacity Planning*” – RCCP), quando se procura estabelecer uma relação direta entre o programa mestre de produção e a carga dos centros produtivos. Esta primeira análise permite, em princípio, que, mesmo sem rodar o ciclo completo no nível de detalhe da explosão de materiais e carga dos centros, se verifique preliminarmente a viabilidade do programa mestre proposto.

Em um segundo momento, verifica-se, após a explosão dos materiais, a carga de trabalho detalhada em cada um dos centros e, havendo sobrecarga em algum período, procede-se aos

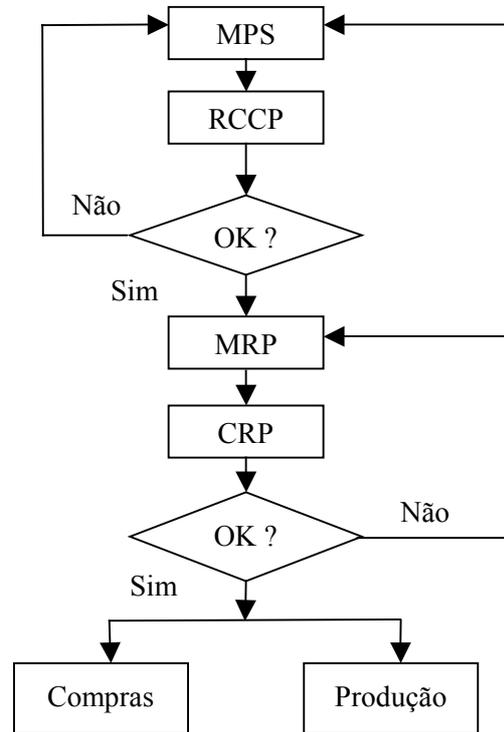


Figura 2 – Ciclo fechado MRP.

ajustes necessários. Este módulo específico de verificação da capacidade foi denominado “*Capacity Requirement Planning*” ou CRP.

É importante destacar que, apesar destas modificações, o modelo MRP revisado ainda apresenta algumas deficiências no que diz respeito à modelagem do uso da capacidade. Primeiramente, o modelo não propõe nenhuma forma objetiva de ação diante de eventuais limitações de capacidade detectadas. Cabe ao usuário (programador da produção) encontrar possíveis soluções. Dentre as alternativas, tem-se a alteração do programa mestre, antecipação ou atraso de ordens de produção (respeitando precedências e interdependências), expansão da capacidade nos momentos de pico via horas extras e subcontratações etc. Em segundo lugar, do ponto de vista da execução do programa, vale mencionar que o modelo não determina o seqüenciamento das ordens alocadas aos diferentes centros de produção. Esta tarefa continua a cargo do gerente ou supervisor de produção, que pode utilizar critérios de prioridade como

data de entrega, tempo de processamento, número de operações restantes etc.

Em 1981, Oliver Wight publica o livro *Manufacturing Resources Planning, MRPII*, no qual apresenta a nova geração dos MRP’s. Além de incorporar os módulos RCCP e CRP, o novo sistema permite considerar outros recursos de produção, entre eles, os recursos humanos e orçamentários. Em virtude do aumento da abrangência do modelo, passou a ser denominado planejamento dos recursos de produção em lugar de necessidades de materiais.

Incorporando-se os módulos de Controle da Fábrica (“*Shop Floor Control*” – SFC) juntamente com dispositivos de coleta automática de dados, os sistemas MRPII aproximam-se do paradigma de automação da manufatura, visto que, em princípio, seria possível monitorar todo o processo via um sistema informatizado de planejamento e controle da produção.

Complementando, um nível acima do MPS, introduziu-se o módulo “*Sales & Operations Planning*” – S&OP, que, aparentemente, constitui

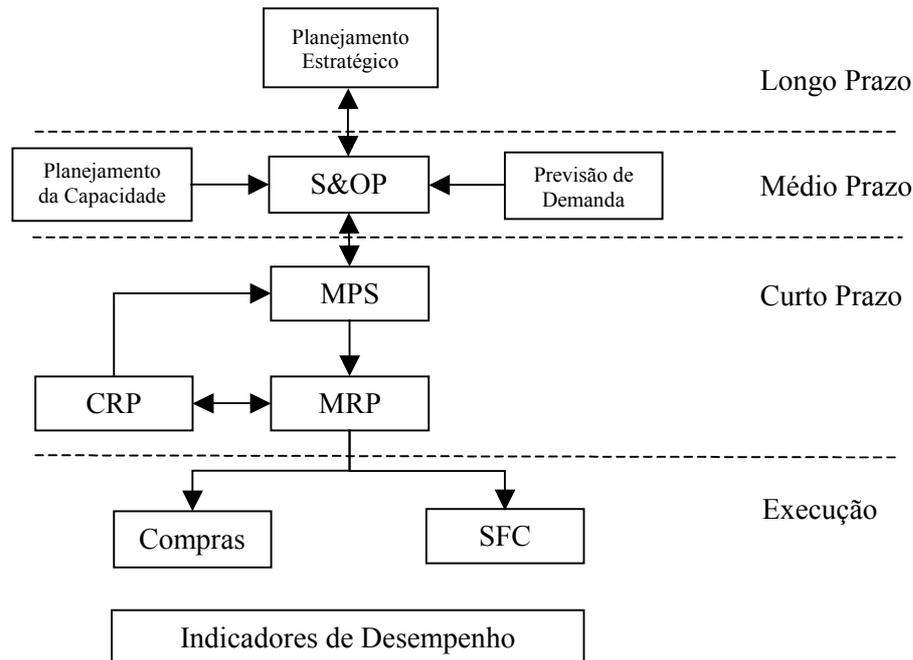


Figura 3 – Modelo MRPII.

o equivalente ao Planejamento Agregado nos modelos acadêmicos de planejamento hierárquico da produção. Com estes módulos adicionais, constitui-se um sistema de planejamento do tipo MRPII, conforme apresentado na Figura 3.

4. Potencialidades e Deficiências do MRPII

Apesar das inovações trazidas, como a introdução do conceito de demanda dependente (MRP) e a difusão da cultura do planejamento hierárquico (MRPII), do ponto de vista conceitual, os sistemas MRP apresentam algumas deficiências.

Ao contrário dos modelos de simulação por eventos, o MRP trabalha com o conceito de “janelas de tempo” (*“time buckets”*), que não permite representar, em detalhe, as seqüências das operações na fábrica. Os tempos de produção (*“lead times”*) são considerados parâmetros e estimados estatisticamente; no cálculo de necessidades, são utilizados como se fossem constantes, independentes da carga na fábrica e do tamanho dos lotes. Imprecisões nas estimativas destes tempos podem levar ao aumento dos

estoques intermediários, quando superestimados, ou interrupção da produção por falta de material, quando subestimados.

Uma alternativa que vem sendo integrada aos sistemas MRP/ERP atualmente são os sistemas denominados *“Finite Capacity Scheduling”* (FCS), que são simuladores de produção em tempo contínuo e que permitem uma melhor definição da programação das atividades, respeitando-se as precedências, disponibilidade de recursos e prioridades no seqüenciamento das ordens (vide PLENERT & KIRCHMIER, 2000).

Com respeito aos lotes de produção, embora o mais compatível com a lógica do MRP seja a produção lote para lote, isto é, produzir itens na quantidade exata demandada pelas ordens programadas, os pacotes normalmente fornecem diferentes alternativas para a formação de lotes intermediários, incluindo-se lotes mínimos, lotes múltiplos e variantes do lote econômico. No meio acadêmico, encontram-se vários modelos para dimensionamento de lotes econômicos, baseados no conflito custo de estoque versus ganho de escala ou *“set up”* (vide BAKER, 1993). Além da formação de lotes (*“lot sizing”*),

o seqüenciamento das ordens na fábrica também constituem problemas de otimização interessantes do ponto de vista acadêmico. Apesar do grande volume de pesquisa sobre modelos de otimização em programação da produção (“*Scheduling Theory*”), raramente se encontram modelos desta natureza implantados comercialmente ou integrados aos sistemas tipo MRP.

A acurácia dos dados em sistemas MRP é outro ponto delicado. Como garantir que o *status* da fábrica e dos estoques corresponda ao do sistema? Se não existe uma automação total, não é possível garantir que os níveis de estoques, as filas nos centros de produção e outros eventos do dia-a-dia da fábrica estejam presentes no sistema. Além destes, acrescente-se a precisão dos parâmetros utilizados como a estrutura de produtos, tempos, roteiros etc.

Por outro lado, os sistemas MRP, quando bem implantados, permitem monitorar a dinâmica do processo de produção na fábrica. Neste sentido, estão mais próximos do conceito de Sistema de Informação do que de um Sistema de Programação da Produção. Um módulo incorporado posteriormente, denominado “*Distribution Requirement Planning*” (DRP), expande a fronteira do sistema de planejamento para fora da empresa, permitindo que se considere a demanda de diferentes centros de distribuição na elaboração do programa mestre de produção (MPS). Na outra ponta, a adoção de sistemas MRP por parte dos fornecedores contribui para a maior integração cliente/fornecedor ao longo da cadeia produtiva.

Em relação ao MRPII, outro ponto já levantado anteriormente neste artigo é que o modelo não busca, explicitamente, a otimização dos conflitos presentes no planejamento da produção. A elaboração do programa mestre (MPS), baseado em previsões de demanda e/ou na carteira de pedidos, e a solução de eventuais sobrecargas (CRP) ficam a cargo do usuário, que, num processo de tentativa e erro, tenta encontrar uma solução viável para a programação.

A partir da década 80, os modelos MRPII passam a disputar com os sistemas JIT/*Kanban* a

posição de vanguarda na gestão de materiais e da produção. Muitas empresas, que implementaram sistemas do tipo MRP, o fizeram com intuito de reduzir estoques de matérias-primas e em processo e, assim, reduzir custos e aumentar a competitividade de seus produtos em mercados de alta concorrência. O conceito de demanda dependente permite, em ambientes de produção intermitente, uma melhor gestão dos estoques de matérias-primas.

Quando comparados ao JIT/*Kanban*, costuma-se definir o MRP como um sistema de produção “empurrada” (“*push system*”) uma vez que as ordens de produção são emitidas conforme a demanda dos clientes (datas de entrega). Em contraposição, os sistemas JIT/*Kanban* são classificados como sistemas de produção “puxada” (“*pull system*”), em que a emissão de novas ordens de produção fica condicionada ao volume existente de estoques intermediários na fábrica, representados pela quantidade de cartões *Kanban*. Neste sentido, os sistemas do tipo MRP podem provocar um maior congestionamento do chão-de-fábrica e, por decorrência, um aumento dos tempos de fluxo das ordens e de estoques intermediários.

Uma alternativa interessante para implantação nas empresas parece ser a combinação dos modelos MRPII e JIT. Neste caso, as operações na fábrica não precisariam ser monitoradas em detalhe pelo sistema MRPII, ficando este mais dedicado às atividades de planejamento. VOLLMANN (1997) discute os princípios básicos dos modelos MRPII e JIT e mostra que, menos que conflitantes, os modelos podem ser usados de forma complementar. Segundo KENWORTHY (1997), mesmo no Japão, berço do paradigma “*Just in Time*”, observam-se atualmente empresas implantando sistemas do tipo MRPII.

5. Sistemas Integrados de Gestão Empresarial

5.1 O que é um Sistema Integrado ERP?

Os sistemas MRPII, apesar dos benefícios potenciais que podiam trazer para a área de

planejamento da produção, não satisfaziam plenamente às necessidades das empresas. Isto se devia à limitação da abrangência e as dificuldades de integração com outros sistemas utilizados nas diferentes áreas da empresa.

No início da década de 90, em evolução aos sistemas MRPII, surgiram os sistemas integrados, denominados “*Enterprise Resources Planning*” – ERP. Esta nova geração de sistemas tem sua abrangência expandida para além da Produção, atingindo, entre outras, as áreas Contábil, Financeira, Comercial, de Recursos Humanos, Engenharia, Gerenciamento de Projetos, englobando uma completa gama de atividades dentro do cenário de negócios das empresas. Vale destacar que, em muitas das implantações de sistemas ERP, apenas são adquiridos estes módulos voltados para a parte administrativa da corporação, ficando de lado toda a parte relativa ao MRPII, i.e., a parte que trata da produção.

Na sua concepção fundamental, o ERP é um sistema aplicativo que serve como uma infraestrutura básica (“*backbone*”) para toda a empresa. Ele integra processos de gerenciamento e de negócios, proporcionando uma visão global da organização (SILVA & PESSÔA, 1999). Traz o grande benefício da possibilidade de haver um único banco de dados, uma única aplicação e uma interface unificada ao longo de toda empresa (BINGI *et al.*, 1999).

Naturalmente, o porte deste sistemas tornou-se significativamente maior que seus precursores. Estes sistemas foram inicialmente voltados às grandes empresas que estavam dispostas, em princípio, a realizar maiores investimentos. Surgem, na década de 90, grandes fornecedores de sistemas integrados no mercado internacional e brasileiro.

O mercado dos “*softwares*” ERP, em termos de volume e faturamento tem tido um crescimento bastante expressivo desde então. De acordo com BINGI *et al.* (1999), o valor total do mercado mundial de ERP, em 1999, estava em torno de US\$ 15 bilhões, estimando-se que deverá atingir US\$ 50 bilhões nos próximos

cinco anos, sendo previsto um impressionante crescimento em torno de 40% no longo prazo.

Atualmente, ainda segundo BINGI *et al.* (1999), existem em torno de 500 fornecedores de sistemas ERP, sendo os maiores: SAP, Baan, Oracle, e PeopleSoft, ficando em um plano logo abaixo J.D. Edwards, Lawson e QAD. O produto líder de mercado, em 1999, foi o SAP R/3, contando com 16.500 implantações em empresas de todo o mundo, estando disponível em 24 diferentes idiomas, incluindo o japonês. No mercado brasileiro, existem outros fornecedores que também disponibilizam sistemas ERP, como, por exemplo, a Microsiga e a Datasul, que têm como foco principal as pequenas e médias empresas. Segundo GUROVITZ (1998), a SAP liderava o mercado brasileiro em número de licenças de “*softwares*” até 1998, seguida pela Datasul; em número de clientes, todavia, a Datasul ocupava a liderança.

5.2 Benefícios Potenciais da Implantação de Sistemas Integrados ERP

De maneira geral, os sistemas ERP apresentam potencial para causar significativos impactos positivos nas empresas. De acordo com DAVENPORT (1998), um dos grandes atrativos para a adoção dos ERP é a possibilidade das empresas integrarem e padronizarem as informações de diferentes unidades geograficamente dispersas, cada qual atendida por um sistema de informações específico. Permite ainda que haja a padronização dos sistemas das diferentes áreas da empresa. A integração via ERP traz a promessa de serem evitados os transtornos de uma integração freqüentemente problemática e extremamente custosa. Traz a atraente perspectiva de serem resolvidos, praticamente em “uma só tacada”, todos problemas associados à massa de sistemas legados (que a empresa acumulou ao longo do tempo). No que se refere à manufatura, o ERP permite uma melhor gestão de pedidos e uma possibilidade maior de integração com fornecedores, que será discutida no item 6.3.

Circunstancialmente, neste final de “milênio”, muitas empresas cogitaram implantar os ERP para resolver de forma mais segura (e com expectativa de menor gasto), o chamado “bug do milênio” (SILVA & PESSÔA, 1999; BINGI *et al.*, 1999), evitando um processo interno de manutenção de sistemas, que seria complexo, custoso e de duvidosos resultados. Em muitas destas implantações, o ERP foi implantado apenas com suas funções administrativas (contabilidade, financeira, entre outras), sem os módulos voltados à gestão da produção.

Além da possibilidade de custos serem diminuídos, a integração dos sistemas de informações traz embutida a vantagem de uma maior integração das diferentes funções do negócio, aumentando o desempenho de toda organização. Implícitamente traz também a expectativa de que este sistema adquirido pronto (ainda que se admitam “customizações”) seja menos custoso do que desenvolver internamente uma arquitetura de sistemas igualmente eficientes e integrados.

Em empresas multinacionais, com filiais espalhadas por vários países em diferentes continentes, esta vantagem pode ser ainda mais significativa. Também há grandes vantagens quando a empresa tem, pela natureza do negócio, estratégia ou cultura, um viés centralizador. Neste caso, além dos ganhos operacionais, há a perspectiva de ganhos organizacionais pela homogeneização das práticas operacionais e de formas de gerenciamento.

DAVENPORT (1998) apresenta alguns exemplos de sucesso em implantações de sistemas ERP. A Autodesk, empresa do ramo de “software” (Autocad), passou a embarcar 98% de seus pedidos dentro de 24 horas após a implantação de um ERP. A divisão *Storage Systems*, da IBM, passou a poder refazer sua lista de preços em cinco minutos, contra os anteriores cinco dias; o tempo de embarque de uma peça de reposição caiu de 22 para 3 dias. No Brasil, GUROVITZ (1998) cita a Votorantim Celulose e Papel, que estima que o giro do estoque melhorou de 30 a 40% e o número de funcionários administrativos poder ser reduzido

em 30%, resultando em ganhos de US\$ 6 milhões anuais, após a implantação de um ERP.

5.3 Riscos da Implantação de Sistemas Integrados ERP

Apesar da promessa de tantos benefícios, há entraves nesta alternativa tão promissora, conforme analisa DAVENPORT (1998). Em primeiro lugar, ao invés da fórmula tradicional de desenvolvimento ou aquisição de um sistema que seja adequado à empresa, é a empresa que necessita se adaptar às características do sistema de ERP adotado. Isto pode ter diferentes impactos conforme o tipo de negócio e de estrutura que uma empresa apresenta.

Ao implantar um ERP, a empresa está implícitamente adquirindo uma solução genérica, que embute as melhores práticas de gerenciamento, na ótica do fornecedor do “software”. Em muitos casos, isto significa uma forma mais eficiente de trabalho, mas há ocasiões em que a empresa pode perder importantes características diferenciadoras que a tornam mais competitiva ante seus concorrentes. Portanto, é preciso analisar se as práticas de negócio incluídas no “pacote” de ERP coincidem com as práticas mais adequadas às particularidades de negócio da empresa cliente.

No caso da Apple Computer, por exemplo, a diferenciação do produto é tão grande e tão nítida, que uma eventual homogeneização de serviços em relação aos concorrentes oriunda da implantação de um ERP não implicaria em perda de competitividade. Contudo, para a maioria das empresas que produzem microcomputadores este não é o cenário, uma vez que a diferenciação reside muito mais nos serviços e no preço do que no produto. Nestes casos, a implantação de um ERP traz riscos de uma perda de diferenciação.

Há, ainda, a possibilidade do sistema ser, ao menos em parte, adaptado às peculiaridades do cliente (a chamada “customização”), mas, em contrapartida, isto implica em custos mais elevados e em um tempo mais longo para a implantação. Este aspecto é especialmente

importante para as empresas brasileiras, face às exigências e peculiaridades da legislação trabalhista e tributária.

A Compaq Computer (EUA), ao decidir pela implantação do ERP, preferiu manter seu próprio módulo de previsão de vendas e de gerenciamento de pedidos, pois acreditou que neste módulo residia uma vantagem competitiva sua. Todavia, o ERP foi considerado fundamental para que um modelo de produção contra pedidos, ao invés de produzir para estoque, pudesse ser eficientemente adotado.

As empresas com operações internacionais, conforme já salientado no item 5.2, podem ser bastante beneficiadas pela integração e padronização propiciadas pelos ERP. Contudo, há o risco de serem perdidas peculiaridades de negócio ou culturais de cada filial. A Dow Chemical e a Union Carbide não viram problemas neste fato; pelo contrário, a implantação do ERP propiciou-lhes significativos aumentos de eficiência, visto que os ganhos operacionais foram muito grandes. Todavia, nem tudo correu bem, pois recentemente a Dow Chemical resolveu abandonar a versão “*main-frame*” do ERP implantada em favor de uma versão cliente/servidor (BINGI *et al.*, 1999).

Já na Hewlett-Packard, empresa com tradição de descentralização, a implantação uniforme do ERP ficou restrita a alguns relatórios financeiros, cabendo a cada filial a decisão sobre os outros módulos a serem implantados.

Os casos de sucesso de implantação de ERP, de acordo com DAVENPORT (1998), estão associados a uma visão de empresa e de negócio e não a uma visão puramente de sistemas, ou seja, quando a implantação do ERP é tratada como uma questão de estratégia e de organização, não como uma questão puramente técnica. No caso da filial norte-americana da francesa Elf Aquitaine, a implantação do ERP permitiu remodelar o negócio, resolvendo tanto a questão de fragmentação dos sistemas como a da fragmentação organizacional.

Outro ponto importante é que decidir e agir rapidamente pode ser muito bom, mas decidir e

agir precipitadamente pode ser desastroso. É preciso haver um cuidadoso planejamento, envolvendo, de forma integrada e concomitante, aspectos estratégicos, organizacionais, culturais e técnicos.

5.4 Implantação de um ERP

De acordo com BINGI *et al.* (1999), os fatores críticos para a implantação de um ERP são: comprometimento da alta direção, “reengenharia” dos processos existentes, integração do ERP com outros sistemas de informação do negócio, seleção e gestão de consultores e funcionários e o treinamento dos usuários no novo sistema.

A importância do envolvimento da alta direção deve-se ao fato de que a implantação de um sistema tão abrangente causa impactos na estratégia e na cultura da empresa, podendo trazer grandes modificações (não necessariamente para melhor) no posicionamento da empresa no mercado.

A implantação de um sistema ERP deve ser uma oportunidade para a empresa analisar e rever seus processos. Deve-se analisar no que a empresa deve se adaptar ao sistema e no que o sistema deve ser “customizado” às peculiaridades da empresa.

Além dos processos, é crítica a integração de todos os sistemas à espinha dorsal do ERP. Novamente, vale aqui a necessidade de avaliar quem deve se adaptar: o sistema ERP ou sistemas previamente existentes que sejam críticos para a operação da empresa.

Os consultores desempenham um papel preponderante na implantação do ERP. Contudo, a escolha desses consultores também não é tarefa fácil, visto que há escassez de profissionais realmente habilitados para esta missão.

Os sistemas ERP não necessariamente precisam ser implantados de uma só vez, já que estão disponíveis em módulos “completos” independentes. Porém, qualquer que seja o caso, a implantação não é tarefa simples, face aos inúmeros parâmetros e variáveis que devem ser corretamente configurados. Nas empresas de

manufatura, além dos módulos de planejamento da produção e gestão de materiais, também são comumente instalados os módulos de vendas e distribuição, finanças e controladoria. O tempo médio de uma implantação típica gira em torno de 14 meses (BINGI *et al.*, 1999).

Os custos da implantação vão além da compra pura e simples do “*software*”, sendo que os demais custos (como os de consultorias e de treinamento) costumam ser de três a cinco vezes maiores. Quanto maior o grau de “customização”, maiores os custos de implantação (BINGI *et al.*, 1999).

A escolha do fornecedor adequado às necessidades da empresa também deve ser cercada de todo cuidado e planejamento. Há inclusive “receitas” para aquisição de sistemas ERP, tal como o “BuySmart” do Gartner Group (BINGI *et al.*, 1999).

Igualmente crítica é a gestão de pessoal e das equipes envolvidas, abrangendo os aspectos de seleção de funcionários, o treinamento no novo sistema e a preocupação com a manutenção do moral, afetado pelas mudanças e pelo ritmo intenso de trabalho decorrente de um processo de implantação tão abrangente e complexo.

Se nos sistemas MRPII o processo de implantação era considerado crítico, no caso dos ERP, que apresentam abrangência e complexidade maiores, este processo merece cuidados ainda maiores. O desenvolvimento das aplicações de Tecnologia da Informação permitiu a solução de vários problemas operacionais, mas ainda há muito para ser melhor resolvido. A implantação dos sistemas ERP é uma questão complexa, sendo campo propício para futuras pesquisas, envolvendo estudo de casos de sucesso e insucesso, os impactos estratégicos, operacionais e organizacionais. Podemos citar LOZYNSKY (1996), que apresentou um roteiro para implantação com sucesso de sistemas ERP.

O quadro apresentado pode levar à conclusão de que os sistemas ERP são importantes apenas para grandes corporações multinacionais. Em virtude de suas dimensões e do porte de seus sistemas, estas organizações são mais estudadas e

existe mais literatura a respeito. Porém, existem sistemas próprios para pequenas empresas, compatíveis com seus orçamentos, tais como os produtos das empresas Datasul e Microsiga. Os problemas, entretanto, são os mesmos e os riscos de erros e de desperdício de recursos também é grande, particularmente para empresas que não possuem profissionais com grande experiência nessa área (SILVA & PESSÔA, 1999).

6. O Impacto Presente e Futuro dos Sistemas ERP

6.1 Uma Classificação dos Sistemas de Informação

A extensão e a forma dos impactos que um sistema integrado ERP pode ter em uma empresa podem ser melhor analisadas tendo em vista os tipos de sistemas de informação e como estes influem na organização e administração das empresas.

Os sistemas de informação nas empresas evoluíram juntamente com os sistemas de computação, tanto em capacidade de processamento como em sofisticação de suas funcionalidades. Por decorrência, o nível de exigência e de expectativas dos usuários, sejam de nível operacional, gerencial ou executivo, aumentou sensivelmente.

Para melhor compreender o papel e as funcionalidades dos ERP, pode-se utilizar a classificação, proposta por ALTER (1992) dos sistemas de informação das empresas e que é mostrada na Figura 4.

Os *Sistemas Transacionais e Automação de Escritórios*, constituem o nível mais baixo e tratam do grande volume de informações processadas no dia-a-dia como, pedidos, ordens de produção, contabilidade, contas a pagar e a receber, cartas, memorandos, entre outros. Estas atividades do negócio que alteram ou geram dados armazenados nos sistemas de informação são chamadas *transações*. Estes *sistemas transacionais* são altamente estruturados e suportam as operações das empresas. Os *sistemas de*

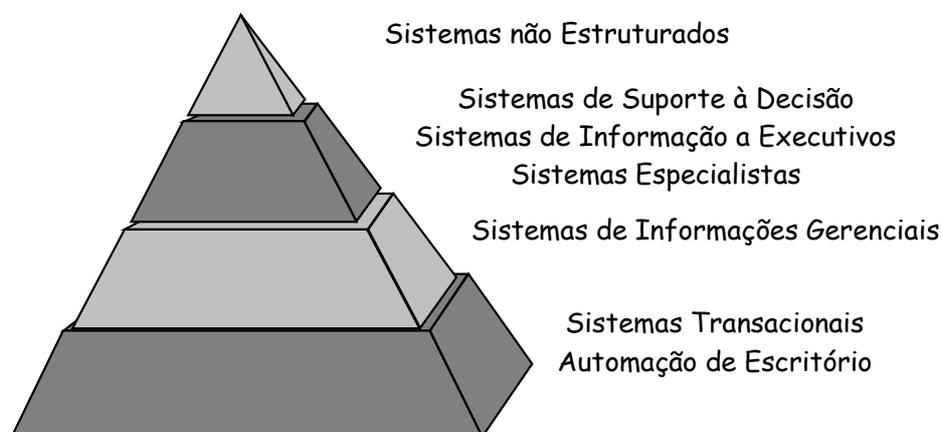


Figura 4 – Classificação dos Sistemas de Informação.

(Adaptado de: ALTER, 1992)

automação de escritório auxiliam as pessoas no processamento de documentos e mensagens; embora não tão estruturados quanto os sistemas transacionais, restringem a forma pela qual as tarefas diárias são realizadas.

Sistemas de Informações Gerenciais são aqueles que agregam o grande volume de dados dos sistemas do nível anterior para que se possa ter uma visão da situação da empresa tais como volume acumulado de vendas no mês, acumulado no ano, preço médio de venda, custo médio de estoque. Ajudam a reforçar as metas da empresa ao comparar os resultados do desempenho da empresa com as expectativas preestabelecidas.

Os *Sistemas de Suporte à Decisão* auxiliam os tomadores de decisões através de modelos e ferramentas para analisar informações. *Sistemas de Informação a Executivos* permitem que informações sobre o negócio sejam acessadas de forma interativa, fácil e rápida e exibidas em diferentes formatos. Os *Sistemas Especialistas* possibilitam que o conhecimento de especialistas seja disponibilizado a outras pessoas. Estes três tipos de sistemas possuem, embutidos em sua estrutura, técnicas mais elaboradas de computação e executam uma finalidade específica. Por exemplo, uma empresa de cartão de crédito pode ser capaz de traçar um perfil de hábitos de consumo de um cliente e, no caso de seu cartão

ser roubado, identificar gastos fora do padrão e cancelar sua validade. O cálculo de prêmio de seguros também é um caso clássico que pode identificar que mulheres e homens em determinada faixa etária e com determinada situação pessoal tem uma chance menor de se envolver com acidentes no trânsito e podem, portanto, ter um valor menor do seguro.

Finalmente os *Sistemas não Estruturados* são aqueles utilizados esporadicamente na empresa para alguma atividade específica da alta administração, como por exemplo a realização de um estudo de viabilidade de um empreendimento para ampliação dos negócios ou de uma nova família de produtos. São sistemas que possuem utilidade temporária, sendo descartados (de forma definitiva ou até a próxima necessidade) do uso regular pela empresa.

É importante deixar claro que os sistemas ERP atendem ao nível mais baixo, os sistemas transacionais. Alguns produtos existentes no mercado possuem funcionalidades de níveis mais altos, dos sistemas de informações gerenciais ou sistemas de informações para executivos. Os sistemas ERP, usualmente, não possuem funcionalidades mais elaboradas, como características de sistemas especialistas, por exemplo. Contudo, dão condições para que tais sistemas possam ser implantados, pois todos os dados estão disponíveis em uma única base.

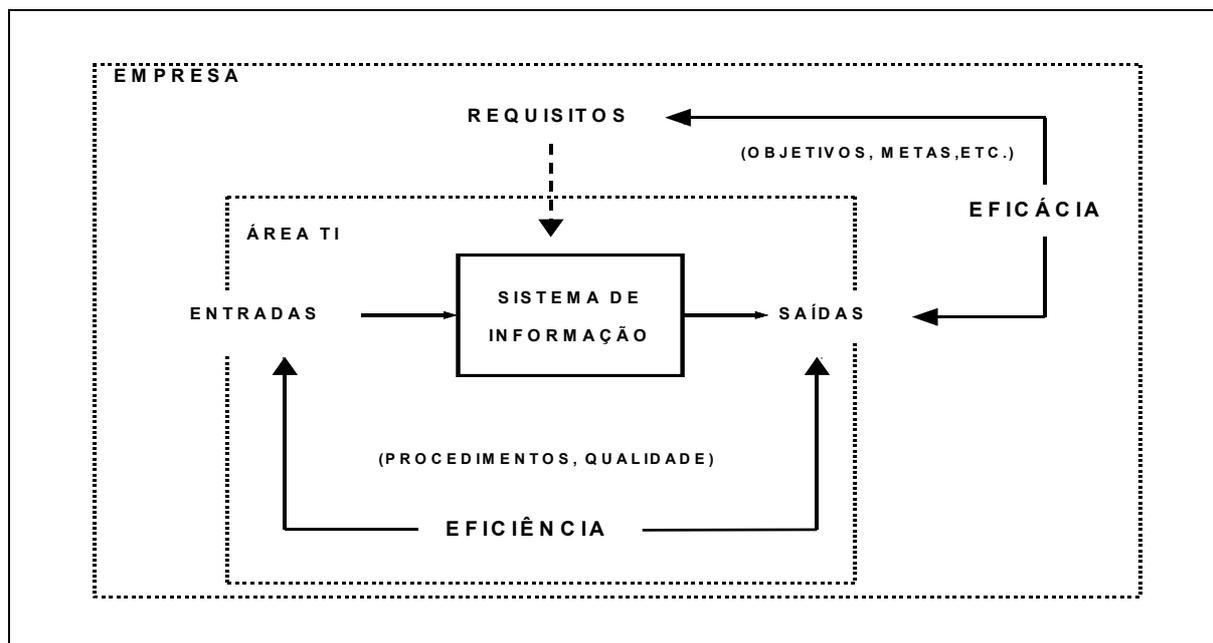


Figura 5 – Eficiência e Eficácia de um Sistema de Informação.
(Adaptado de MAGGIOLINI, 1981)

6.2 Os Sistemas Integrados (ERP) e o Negócio

Os conceitos de eficiência e de eficácia são muito úteis para a compreensão do papel da TI nas organizações (LAURINDO, 1995 e MAGGIOLINI, 1981) e particularmente importante na análise dos sistemas ERP (Figura 5).

Em linhas bem gerais, *eficiência* significa fazer bem as coisas, enquanto que *eficácia* significa fazer as coisas certas. A *eficiência* está associada ao uso dos recursos, enquanto a *eficácia* está associada com a satisfação de metas, objetivos e requisitos. Ser eficaz em TI significa utilizá-la para alavancar o negócio das empresas.

A análise do investimento em TI muitas vezes é feita sob a exclusiva ótica da eficiência, enquanto que somente uma abordagem visando a eficácia permite que a empresa obtenha resultados significativos. Esta visão é muitas vezes encontrada nos processos de implantação de grandes sistemas integrados, como são os ERP.

O impacto dos sistemas de gestão baseados em TI é muito amplo e não pode ser tratado unicamente como uma questão puramente

técnica ou somente por uma análise financeira realizada nos moldes tradicionais.

Não se pode focar exclusivamente no retorno dos investimentos nem na crença de que há um único caminho inevitável; ambas visões constituem abordagens inadequadas para a questão da TI: não é o quanto se gasta e sim como se gasta que permite que haja melhores resultados e há várias possíveis estratégias para a Tecnologia da Informação.

A estratégia da TI deve estar alinhada com a estratégia de negócio da empresa e este alinhamento varia de empresa para empresa e pode ser feito de diferentes maneiras para um mesmo ramo de negócio. É o chamado “Alinhamento Estratégico” (HENDERSON & VENKATRAMAN, 1993).

Hoje, a adoção dos sistemas ERP, em muitos casos reveste-se de um caráter de condição mínima para “participar do jogo”. Mas isto não significa que basta adotar tais sistemas para que resultados apareçam.

Cada empresa deve buscar seu caminho, sua estratégia de TI, devidamente alinhada com sua estratégia de negócio. Não se trata de seguir

modismos, mas de explorar oportunidades e novas potencialidades que a TI disponibiliza, com critério, planejamento e visão estratégica.

6.3 O Futuro dos ERP

No limiar do século XXI, o próximo passo na evolução dos ERP parece estar associado com a inclusão de funções que permitam a gestão da cadeia de suprimentos e a gestão e operação do comércio eletrônico (“*e-commerce*”).

Primeiramente, é preciso que se conceitue o que se denomina *e-commerce* (ou “*e-business*”). De maneira ampla, *e-commerce* seria todo empreendimento em que as atividades ocorram através de algum meio eletrônico entre os participantes (FRONTINI, 1999). De maneira mais específica, *e-commerce* seria o conjunto de negócios suportados pela Internet, particularmente aqueles entre empresas e consumidores (“*business to costumers*”).

As estimativas variam, mas pode-se estimar que o mercado do *e-commerce* deverá representar algo entre 10 a 20% do mercado mundial.

Diante deste cenário, pode-se imaginar diferentes estratégias passíveis de serem seguidas (FRONTINI, 1999). Há aquelas empresas que assumem um papel de participantes puros (“*pure players*”) enquanto outros mantêm um papel complementar a uma forma tradicional de atuação no mercado. Os participantes puros atuam somente pela Internet (exemplo: livraria “*virtual*” que vende apenas pela Internet) enquanto que um modelo mais tradicional seria atuar na Internet como um canal de vendas adicional aos demais correntemente usados (exemplo: livraria tradicional que vende nas suas lojas e também pela Internet).

Esta decisão é estratégica, sendo que a estratégia da TI (no caso específico, a estratégia de *e-commerce*) deve estar alinhada com o negócio da empresa e este alinhamento varia de empresa para empresa, mesmo quando se consideram empresas de um mesmo ramo de negócio.

O cenário mais provável para o comércio eletrônico é se firmar como um significativo

novo canal de transações comerciais. As oportunidades propiciadas pelo *e-commerce* são amplas e ainda não devidamente delineadas. Há muito ainda a ser feito, inclusive em termos de “*aculturar*” os consumidores a usarem e a confiarem neste meio de transações.

A integração interna resultante da implantação de um ERP deve, dentro desta nova perspectiva, considerar esta integração externa, antes pelos canais do EDI, hoje cada vez mais pela Internet. Com um possível incremento de transações graças ao *e-commerce*, haverá impacto nas telecomunicações e na distribuição física dos produtos (logística). Não se pode esquecer que se depende das comunicações para operacionalizar a Internet e que os produtos precisam ser “*fisicamente*” transportados mesmo em um comércio virtual. Os ERP deverão estar habilitados para poderem dar suporte a estas novas necessidades.

7. Conclusão

Este artigo procurou apresentar a evolução histórica dos sistemas MRP, MRPII e ERP, salientando suas vantagens e desvantagens potenciais, bem como os cuidados em sua aquisição e implantação nas empresas.

A revisão histórica mostra que os sistemas MRP, MRPII e ERP evoluíram com base nas necessidades das empresas, em modelos de planejamento, programação e controle da produção e de gestão de estoques e nas potencialidades disponibilizadas pela TI. Os ERP caminharam na direção de tornarem-se cada vez mais *sistemas integrados de gestão empresarial* (um produto focado em TI), afastando-se da proposta inicial dos MRP, fundamentalmente direcionados para a resolução de problemas específicos da manufatura. A evolução continua em curso, de forma que se deve esperar uma abrangência ainda maior nas futuras versões dos sistemas ERP, como a possibilidade de integração com o *e-commerce*.

A utilização dos modelos de programação da produção e gerenciamento de estoques

embutidos nestes sistemas é um ponto que merece ser estudado em maior profundidade. Até que ponto os modelos de apoio a decisão disponíveis, apresentados pelos fornecedores como “melhores práticas”, estão adequados à necessidade da empresa?

Quanto aos impactos e cuidados relativos à implantação e utilização destes sistemas,

também há muito que deve ser estudado. Contudo, um aspecto parece claro: é necessário abordar esse tema com os olhos no negócio, centrando nos benefícios que a informação pode trazer para a empresa e não simplesmente aceitar que o uso dos ERP (ou ainda a escolha de um particular fornecedor) seja um caminho inevitável.

Referências Bibliográficas

- ALTER, S.:** *Information Systems a management perspective*. Addison-Wesley Publishing Co. Massachusetts, 1992.
- BAKER, K.R.:** “Requirements Planning”. In: GRAVES, S.C. *et al.*: *Handbooks in Operations Research and Management Science*. v.4, Amsterdam, North-Holland, 1993.
- BINGI, P.; SHARMA, M.K. & GODLA, J.K.:** “Critical Issues Affecting an ERP Implementation”. *Information Systems Management*, v.16, i.5, p.7-14, Summer 1999.
- DAVENPORT, T.H.:** “Putting the Enterprise into the Enterprise System”. *Harvard Business Review*, v.76, n.4, p.121-131, Jul./Aug.1998.
- FRONTINI, M.A.:** *A decision making model for investing in electronic business*. Dissertation for obtaining the degree of Master of Science in Management of technology. Massachusetts Institute of Technology, 1999.
- GUROVITZ, H.:** “Engolindo a SAP”. *Exame*, n.666, p.108-116, Julho 1998.
- HAX, A. & CANDEA, D.:** *Production and Inventory Management*. Prentice Hall, 1984.
- HENDERSON, J.C. & VENKATRAMAN, N.:** “Strategic Alignment: Leveraging Information Technology For Transforming Organizations”. *IBM Systems Journal*. v.32, n.1, p.4-16, 1993.
- KENWORTHY, J.:** *Planning and Control of Manufacturing Operations*. John Wiley, 1997.
- LAURINDO, F.J.B.:** *Estudo Sobre o Impacto da Estruturação da Tecnologia da Informação na Organização e Administração das Empresas*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 1995. Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LOZINSKY, S.:** *Software: Tecnologia do Negócio*. Price-Waterhouse – Imago Ed. Ltda. 1996.
- MAGGIOLINI, P.:** *Costi E Benefici Di Un Sistema Informativo*. Itália, ETAS LIBRI, 1981.
- ORLICKY, J.A.:** *Material Requirements Planning: the new way of life in Production and Inventory Management*, McGraw-Hill, 1975.
- ORLICKY, J.A.:** “Net Change Material Requirements Planning.” *IBM Systems Journal*. v.12, n.1, p.2-29, 1973.
- PLENERT, G. & KIRCHMIER, B.:** *Finite Capacity Scheduling: management, selection and implementation*. John Wiley & Sons, 2000.
- PLOSSL, G.:** *Orlicky's Material Requirements Planning*. 2ed, McGraw-Hill, 1994.
- SILVA, L.G. & PESSÔA, M.S.P.:** “Gestão da Informação: uma Visão dos Sistemas ERP”. *VI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção*, Anais, Nov. 1999.
- VOLLMANN et al.:** *Manufacturing Planning and Control Systems*. 4ed, McGraw-Hill, 1997.
- WIGHT, O.W.:** *Manufacturing Resources Planning, MRPII: Unlocking America's Productivity Potential*. CBI Publishing Co., 1981.

***MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING: 25 YEARS OF HISTORY
– AN OVERVIEW OF THE PAST AND PROSPECTS OF THE FUTURE***

Abstract

This paper intends to make a review over the development of a very popular production planning model in the enterprises, since the publication of the book 'MRP' of J. Orlicky in 1975. These systems have developed in parallel to the development of information technology and of operations management techniques, achieving a large scope and a high standard of sophistication. The acquisition and implementation of the large systems available nowadays must be based on a very careful approach and on a better understanding of the role of these systems in the organizations. This review also aims to show an analysis of the enterprise management systems, their risks and their potential, besides on a reflection about the future of such a kind of systems.

Key words: MRP, MRPII, ERP, production planning, scheduling, inventory, information systems, information technology.