

# A INFLUÊNCIA DOS CONCEITOS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE GESTÃO DE MANUFATURA

*Orlando Roque da Silva\**

## **Resumo**

*O crescente desenvolvimento da tecnologia da informação (TI) tem evidenciado a importância que esses recursos representam para as organizações. Neste artigo, discutimos a influência que os conceitos de gestão da produção, como MRP II, JIT, TOC, OPT, tiveram sobre os softwares voltados para essa aplicação. Discutimos também a importância da estratégia de manufatura e os diversos conceitos associados.*

## **Palavras-chaves**

*Sistemas de gestão de manufatura, MRP, ERP.*

**O** crescente desenvolvimento tecnológico, notadamente o da tecnologia da informação, experimentado nos

---

\* Orlando Roque da Silva é pós-graduado em Sistemas de Informatização Empresarial, mestrando em Administração pela PUC/SP e consultor de empresas na área de Sistemas de Gestão Integrada na SAP Brasil.

últimos anos, tem evidenciado a importância crescente que esses recursos representam para as organizações de uma maneira geral. A indústria não podia ficar alheia a esse fantástico recurso, visto que, para ela, a tecnologia é uma fonte de diferenciação competitiva e até mesmo de sobrevivência. Como exemplo, temos a indústria de papel e celulose que, em 1980, era considerada como uma indústria de baixo nível tecnológico, era uma indústria de chaminés, metaforicamente falando. Hoje, após 18 anos, esta indústria mudou e evoluiu dramaticamente. Essa guinada só foi possível, em grande parte, devido ao uso que ela fez da tecnologia da informação juntamente com a tecnologia de controle automático de processos. Apesar desses enormes avanços, alguns softwares incorporam conceitos ultrapassados, dando a impressão de não terem sofrido nenhuma ou pouquíssima alteração nos últimos trinta anos, por mais paradoxal que isso pareça. O que pretendemos, com este trabalho, é mostrar que a evolução dos softwares de gestão de produção não acompanhou a evolução dos conceitos de gestão de produção, mais precisamente os conceitos de MRPII, Just-in-time (JIT), Teoria das Restrições (TOC), Tecnologia da Produção Otimizada (OPT) e Produção Sincronizada. Só recentemente alguns fabricantes como a SAP alemã, a BAAN holandesa, a SSA americana, a BERCLAIN canadense, entre outras, têm investido pesadamente no desenvolvimento de software a par e passo com as mais novas teorias e conceitos em gestão da produção.

### **A Importância Atual da Estratégia da Manufatura**

A criação do conceito de Estratégia da Manufatura é relativamente recente e é freqüentemente atribuída ao trabalho de Skinner<sup>1</sup>. Este conceito tem sido, quase que exclusivamente, tratado dentro das escolas de administração de empresas. Para muitos autores, o conceito de Estratégia da Manufatura está apenas começando a ser entendido, necessitando ainda de muita informação. Dentre algumas das definições encontradas, temos:

- *Uma Estratégia de Manufatura é um conjunto de planos e políticas através dos quais a companhia objetiva obter vantagens sobre seus competidores e inclui planos para a produção e venda de produtos para um particular conjunto de consumidores (Skinner, 1978).*

---

1. W. Skinner, *Manufacturing in the Corporate Strategy*.

- *Uma Estratégia de Manufatura consiste num padrão de decisão nas principais áreas de operações de manufatura (Hayes e Wheelwright<sup>2</sup>, 1984).*

Nos últimos anos, poucas áreas dentro da Administração de Empresas mudaram tanto como a Administração da Produção. Vários autores já começaram a reconhecer e chamar a atenção para o papel estratégico que a função manufatura deve ter na competitividade da organização como um todo. Hazeltine & Bragallo (1990) enfatizam que o papel da manufatura nesta década será fornecer uma vantagem competitiva para toda a organização, portanto, a estratégia a ser desenvolvida no futuro, pelas empresas, deve ter um acentuado foco na manufatura.

### O Conceito de MRP

Desde que o conceito de MRP (Material Requirement Planning) fora introduzido há trinta anos, ele vem provocando profundos efeitos na concepção de sistemas de gestão de recursos de produção. Joe Orlicky, considerado por vários estudiosos do assunto como sendo o pai dos modernos sistemas de MRP, fala do MRP como uma “revolução copernicana”. Para ele o MRP, é tão diferente das abordagens tradicionais de planejamento e controle da produção como o modelo de sistema planetário de Copérnico era diferente do modelo ptolomáico. Para Lunn<sup>3</sup>, MRP é uma técnica de planejamento e programação de recursos. No entanto, há muita confusão de conceito devido a sigla, que pode ter outro significado além do já mencionado. Assim, MRP pode tanto significar *Material Requirement Planning*, quanto *Money Requirements Planning*, ou ainda, *Manufacturing Resource Planning*. Alguns autores, para evitar esse tipo de confusão, passaram a chamar este último de MRPII. E na esteira desses conceitos surge também o ERP, *Enterprise Resource Planning*, que permite o gerenciamento de todos os recursos da organização, além de permitir a integração de todas as partes da organização como um todo. A influência dos desenvolvimentos teóricos do MRPII sobre o desenvolvimento de softwares

---

2. R. H. Hayes, S. C. Wheelwright, *Restoring our competitive edge: Competing through manufacturing*.

3. T. Lunn, S. A. Neff, *MRP — Integrating material requirements planning and modern business*.

recaiu em grande parte na necessidade de se obter dados do chão-de-fábrica de modo *on-line e real time* a partir dos SDCD's (Sistemas Digitais de Controles Distribuídos) e dos CLP's (Controladores Lógicos Programáveis) e integrá-los à gestão no nível estratégico. Tais necessidades propiciaram, recentemente, o surgimento de uma classe de sistemas chamada de MES — *Manufacturing Execution Systems*, que serve de camada intermediária entre os sistemas de chão-de-fábrica e os corporativos, filtrando as informações que devem subir na estrutura organizacional. Além disso, propiciou também a incorporação de princípios de EIS — *Executive Informations System* — para agilizar o fluxo de informações para gestão.

### O Conceito de JIT

Em meados da década de 70, a Toyota Motor Company buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo de atraso. Dessa busca, surge o Just-in-time (JIT), que, segundo Hay<sup>4</sup>, tem fortes ligações com as características culturais japonesas. Correa & Gianesi<sup>5</sup> ressaltam que o sistema JIT é mais do que um conjunto de técnicas, sendo considerado como uma completa filosofia, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto de produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos. O JIT tinha como objetivo a melhoria contínua do processo produtivo. Para poder atender a esses objetivos, o JIT apresenta as seguintes características: programa de montagem uniforme, uso da tecnologia de grupo para manufatura celular, força de trabalho flexível, tempos de *setup* reduzidos, baixas taxas de falhas de equipamentos e baixas taxas ou ausência de retrabalho. O JIT apresenta diversas diferenças de abordagem em relação aos sistemas tradicionais de produção, apresentando as seguintes vantagens: redução dos espaços de armazenagem de estoques, redução dos investimentos em estoques, redução do *lead-time* de produção, aumento de produtividade, aumento da qualidade do produto e necessidade de pouco investimento. Talvez a principal vantagem apresentada pelo JIT seja a de “puxar” a produção ao longo do processo, de acordo com a demanda, ao invés dos sistemas

---

4. E. J. Hay, *The Just-in-time breakthrough*.

5. H. L. Correa, I. G. N. Gianesi, *Just in time, MRP II e OPT*.

tradicionais que “empurram” a produção, desde a compra de matérias-primas até os estoques de produtos acabados. Outra característica bastante importante do JIT em relação aos tradicionais é que o JIT é ativo enquanto que os tradicionais são passivos.

No entanto, nem tudo são maravilhas; o JIT também apresenta algumas desvantagens. Acredito que as principais sejam as seguintes: o JIT requer um aumento de responsabilidade dos níveis mais baixos da organização, necessita que haja uma grande cooperação entre a força de trabalho e sua gerência, requer programas de produção diários virtualmente idênticos, requer freqüentes números de acertos de máquinas, constantes remessas por parte dos fornecedores e revisão constantes dos acordos de compras e reposição de matérias-primas, pode requerer mudanças de layouts de fábrica.

A diferença que encontramos entre JIT e MRPII reside no fato de que enquanto os sistemas do tipo MRPII procuram atacar o problema da coordenação entre demanda e obtenção de itens, aceitando as incertezas, o sistema JIT procura atacar essas incertezas e, posteriormente, os problemas de coordenação. O principal impacto que o JIT causou nos sistemas informatizados de gestão foi a mudança de paradigma na gestão de inventários. Uma vez que o JIT tende a estoque zero, a preocupação muda da tradicional gestão de tamanho de lotes, estoques mínimos e máximos, para o fortalecimento de parcerias com fornecedores, tendo no EDI (*Electronic Data Interchange*) um forte aliado para reposições automáticas de estoques.

### A Teoria das Restrições

A teoria das Restrições, desenvolvida pelo israelense Eliyahu Goldratt<sup>6</sup>, liga cada sistema a uma cadeia ou a uma rede de cadeias. Em cada cadeia existe um elo fraco que limita o desempenho da cadeia inteira. Este elo fraco, ou gargalo como o autor prefere chamar, é uma restrição do sistema. Aumentar o desempenho de uma cadeia implica em fortalecer esse elo mais fraco. Fortalecer qualquer outro elo implica aumento das despesas de operação, mas não haverá nenhuma contribuição para o fortalecimento da cadeia como um todo. Contudo, tão logo o elo fraco seja fortalecido a ponto de superar um outro elo, este último passará a ser o gargalo que limitará o desempenho da cadeia.

---

6. E. Goldratt, *The Theory of Constraints*.

O benefício inicial que a teoria das restrições trouxe é sua orientação no sentido das saídas do sistema, que é preferível a uma visão compartimentalizada dos componentes que pode ter pouco ou nenhum efeito positivo sobre o desempenho geral do sistema. Com a visão da teoria das restrições pode-se localizar, com precisão, os pontos de restrição ou gargalos, se eles residem dentro ou fora da empresa. Pode-se, ainda, verificar rapidamente se a restrição é física (uma máquina, pessoas ou ferramentas) ou se é uma política que inadvertidamente desencoraje melhorias. Esforços para quebrar a restrição podem, então, serem aplicados sem demora ou distrações. A teoria das Restrições tem mostrado sua importância ao mudar os paradigmas que tem governado os sistemas de manufatura tradicionais. Os esquemas de pensamento anteriores, baseados principalmente no tratamento de prioridades, têm sido revisado à luz das idéias propostas por Goldratt.

### **O Conceito de OPT**

Usando os conceitos da Teoria das Restrições, Goldratt desenvolveu um sistema proprietário chamado OPT. Esta sigla era originalmente entendida como *Optimized Production Timetable* e passou a significar *Optimized Production Technology*. OPT é uma marca duplamente registrada. É registrada como “*The OPT Concepts*”, uma filosofia. E é registrada como “OPT”, referindo-se ao pacote de software *OPT/SERVE*.

Quando estudamos a OPT pela primeira vez, a conclusão a que chegamos é que ela é somente um sofisticado sistema para o controle do chão-de-fábrica baseado em procedimentos de programação finita e usa um algoritmo desenvolvido por Goldratt para fazer a programação de maneira rápida. Essa visão não reconhece todas as contribuições da OPT. A OPT começa seu processo pela combinação dos dados de materiais com os de roteiros de produção. O resultado é uma rede ou um diagrama de árvore estendido, em que cada parte da estrutura de produto também tem seus dados operacionais diretamente associados. Esses dados são combinados com o programa mestre de produção para formar a rede de produtos. Pedidos de clientes são ligados ao processo de montagem final, que por sua vez é ligado a matérias-primas. Os dados adicionais tipicamente incluídos nos arquivos da OPT são as capacidades de máquinas, limites de estoques, quantidade pedida, data de entrega, roteiro de produção alternativo, restrição de mão-de-obra

e outros dados usados nos modelos de programação finita. Alguns autores costumam afirmar que a OPT não tem a mesma necessidade por dados precisos como tem a programação via MRPII. Isto é correto apenas se essa imprecisão repousar sobre os pontos de não restrição, ou seja, se a imprecisão não estiver no gargalo de produção. Ambos os sistemas MRPII e OPT requerem conhecimentos detalhados da estrutura de produto e processo.

### **Do gerenciamento de produção à produção integrada por computador**

Sami Cassis<sup>7</sup>, num artigo publicado em 1994 na revista *The performance Advantage*, dizia que os sistemas de gestão de produção não eram capazes de responder às necessidades de seus usuários. Naquela ocasião, o que ele considerava como elementos chaves para um sistema atendesse as necessidades eram produção flexível, programação de produção com resposta dinâmica e rápida. O que se via de novidades em sistemas de gestão de produção, com poucas exceções, era a introdução de novas tecnologias com esforços concentrados basicamente em dois aspectos: na melhoria da interface com o usuário e na redução do tempo de implantação de sistemas. A indústria de software vinha adotando uma postura pouco recomendável, ou seja, quando se defrontava com um problema de difícil solução no desenvolvimento de sistemas dessa natureza, mudava-se o objetivo. Após ela defrontar-se inúmeras vezes com a dificuldade de implementação de sistemas de gestão de produção, a reação inicial fora a de atribuir essas dificuldades à problemas de treinamento, erros de previsão, imprecisão dos dados referentes a inventários de estoques, rotulando-os como culpados pelos obstáculos encontrados. No entanto, quando esses problemas foram solucionados, com a utilização de inúmeros algoritmos estatísticos aplicados a problemas de previsão, com a utilização da tecnologia de código de barras, que tem proporcionado altos níveis de precisão nos inventários de estoques, mais uma vez mudou-se o objetivo. Controle do chão-de-fábrica, programação finita, planejamento rápido dos recursos de produção e outras soluções foram, todas elas, consideradas como acréscimos efetivos aos sistemas de gestão de produção para, finalmente, poder alinhar

---

7. S. Cassis, *The agile factory*.

o planejamento com a produção. Apesar disso, a integração de múltiplos sistemas era algo desajeitado. Ao mesmo tempo, uma forte tecnologia de software estava propondo fazer essa integração de modo fácil. Cada nova geração de linguagens de desenvolvimento, ferramentas de desenvolvimento gráfico ou aplicações distribuídas prometiam um momento mágico quando tudo começaria a funcionar com integração total. É claro que algumas atividades tornaram-se mais fácil, como as atividades de projeto, por exemplo. Mas todo o comportamento do sistema permaneceu inalterado.

O mais importante impacto, vindo da ciência da computação em sistemas de gestão de recursos de produção, foi proporcionado pela tecnologia de orientação a objeto. Hoje, dezenas de sistemas de gestão da produção, alguns orientados a indústrias específicas, têm surgido no mercado. Suas customizações seriam proibitivas sem o uso de ferramentas de redução do custo de desenvolvimento. As ferramentas de customização têm tornado mais fácil a tarefa de alinhar o software com o negócio. O desenvolvimento, a customização e a implementação do sistema trabalham no sentido contrário aos conceitos de fácil, rápido e confiável. As implementações, por exemplo, costumam ser longas e duras. Infelizmente, o núcleo central das aplicações pressupõe que o sistema de gestão de produção esteja dividido em módulos como Planejamento das Necessidades de Materiais, Planejamento da Capacidade de Produção, Plano Mestre de Produção, Gestão de Estoques e Programação do Chão-de-fábrica. Essa é uma característica que permanece inalterada há anos e anos. Os quarenta ou cinquenta módulos que definem um completo sistema de gestão dos recursos da organização (ERP) ainda utilizam os mesmos conceitos e ainda operam como se operavam há vinte ou trinta anos.

O algoritmo base utilizado nos sistemas de MRPII do passado foi trazido para os sistemas de ERP. Os cálculos de estoques eram assumidos como sendo simplesmente contábeis. Um plano de produção mensal era o modelo de operação adotado. A precisão nas previsões eram uma simples questão de tempo e bom algoritmo. A teoria da programação de produção assumia um estado estável e perseguia-se a otimização.

Hoje, sabemos que sistemas de inventário são modelo não-lineares, alguns com comportamento caótico, são sistemas dinâmicos. Os clien-

tes esperam que a produção responda na medida de suas necessidades e, algumas vezes, no prazo de horas. As programações são feitas de modo a satisfazer a carteira de pedidos de clientes, o uso eficiente de recursos de produção e de materiais, tudo isso simultânea e dinamicamente. As estruturas para gerenciamento de custos industriais não podem mais ter uma característica contábil. Num mundo competitivo, controle de inventário não é uma função prioritária, ela simplesmente suporta o cumprimento dos pedidos de clientes. Otimização e desempenho ótimo têm pouco peso em uma era de respostas rápidas e dinâmicas. Um estado estável está se tornando produto de ficção ou abstração teórica. Mudanças contínuas é o novo paradigma de operação industrial. Muito em breve, não só sistemas de gestão de produção informatizados serão um diferencial como também a introdução da Produção Integrada por Computador (*Computer Integrated Manufacturing — CIM*) será para muitas empresas um fator de sobrevivência. Segundo o prof. August-Wilhelm Scheer<sup>8</sup>, da Universidade de Saarbrücken, Alemanha, o vínculo resultante entre a tecnologia da informação e os procedimentos organizacionais não será explorado apenas pelas grandes empresas, até mesmo nas empresas de porte médio e naquelas de pequeno porte ele se tornará um fator importante das políticas empresariais. Por outro lado, a crescente cooperação entre empresas irá difundir os princípios da produção integrada por computador. Não podemos deixar de citar que os conceitos de gestão de produção, vistos anteriormente, estão imbutidos no conceito de produção integrada por computador. Componentes como Planejamento e Controle da Produção (PCP), Projeto Assistido por Computador (CAD), Produção Assistida por Computador (CAM), Planejamento Assistido por Computador (CAP), Qualidade Assegura por Computador se integram na formação da CIM.

### Conclusão

Se módulos de um sistema de gestão de produção fossem projetados, utilizando-se os conceitos teóricos de gestão atual, como eles se pareceriam, do ponto de vista de operação de uma fábrica moderna? A porta está aberta e essa é uma pergunta que nessa segunda metade da década

---

8. A. W. Scheer, *CIM — Evoluindo para a fábrica do futuro*.

de noventa já é possível dar uma resposta. É fácil considerar as diferentes estruturas de integração para os módulos de um sistema de gestão de produção. Existem várias abordagens para esse fim, mas o resultado deveria permitir uma maior sintonia com os atuais padrões de gestão de fábrica. Atualmente, um sistema deve combinar o foco no pedido do cliente, carga de máquina baseado em restrições (filosofia OPT), roteirização ou seqüenciamento de produção baseado em regras de negócio (sistemas especialistas), base de dados de necessidades de materiais atualizados dinamicamente, pedidos de venda e compra completamente sincronizados, respostas em tempo real. Esta combinação tem sido considerada, por muitos, como impossível. As novas arquiteturas de sistemas incorporam elementos funcionais de MRP II, JIT, OPT e programação a recursos finitos dentro de uma única estrutura integrada. Isto representa a primeira mudança real, em trinta anos, num conceito central de um sistema de gestão de produção. Vários fornecedores de software estão incluindo este conceito em seus projetos e desenvolvimentos, permitindo uma integração dinâmica entre as partes do sistema e para com novos sistemas. Isto tudo, sem dúvida, caminhará na direção de se ter gestão e operação industrial cada vez mais ágil e em consonância com o novo cenário econômico mundial.

### **Bibliografia**

- BLACK, G., *U.K. Manufacturers Adopting JIT Technology Just InTime*, Software Magazine, October 1993, pp 111.
- BRAY, O.H., *Computer integrated manufacturing — The data management approach*. Dayton, Digital Press, 1988.
- CASSIS, S., *The agile factory*. The Performance Advantage, APICS, mar., 1994.
- CORREA, H.L., GIANESI, I.G.N., *Just in time, MRP II e OPT*. São Paulo, Atlas, 1996.
- GOLDRATT, E., *The Theory of Constraints*, New York:North-River Press, 1990.
- HAY, E.J., *The Just-in-time breakthrough*. Baltimore, APICS Press, 1988.
- HAYES, R. H. WHEELWRIGHT, S. C. *Restoring our competitive edge: Competing through manufacturing*. New York, John Wiley and Sons, 1984.
- HILL, T., *Manufacturing strategy*. Londres, MacMillan, 1993.
- LAMBRECHT, M. R., DECALUWE, L., *JIT and Constraint Theory: The Issue of Bottleneck Management*, Production and Inventory Management Journal, 3rd Quarter, 1988 pp 61-66.

- LEE, C.Y., *A Recent Development of the Integrated Manufacturing System: A Hybrid of MRP and JIT*, International Journal of Operations & Production Management, Vol 13, No. 4. 1993, pp 3-17.
- LUBER, A.D., *Solving business problems with MRPII*. Dayton, Digital Press, 1989.
- LUNN, T., NEFF, S.A., *MRP — Integrating material requirements planning and modern business*. Burr Ridge, Illinois, Richard D. Irwin, 1992.
- PTAK, C.A., *MRP, MRP II, OPT, JIT, and CIM — Succession, Evolution, or Necessary Combination*, Production and Inventory Management Journal — 2Q, 1991.
- SCHEER, A.W., *CIM — Evoluindo para a fábrica do futuro*. Rio de Janeiro, Qualitymark Editora, 1993.
- SHONBERGER, R.J., *Técnicas industriais japonesas*. São Paulo, Pioneira, 1984.
- SKINNER, W. *Manufacturing in the Corporate Strategy*. Baltimore, Free Press, 1978.
- SPENCER, M.S., *The JIT, MRP, OPT Choice: How to CIM with the Sharks*, 33rd International Conference Proceedings, APICS, 1990.
- VOLLMAN, T.E., WHYBARK, D.C., BERRY, W.L., *Manufacturing planning and control system*. Burr Ridge, Illinois, Richard D. Irwin, 1992.