

Avaliação dos impactos da customização em massa na programação da produção de uma indústria ligada aos setor de serviços.

Manoel Carlos Pego Saisse 1¹

manoelca@int.gov.br

1 Instituto nacional de Tecnologia – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

Este artigo parte de uma reflexão sobre do modelo de customização em massa e seus impactos sobre a função de manufatura para realizar uma análise do processo de produção de uma indústria ligada ao setor de serviços que apresenta simultaneamente características típicas da produção em massa e da produção sob encomenda.

Palavras-chave: Customização em massa, Serviços, Programação Da Produção, Simulação

1. Introdução

Este artigo tem como objetivo dar início a uma reflexão sobre o movimento de customização em massa e suas conseqüências para o setor de manufatura, com foco na tarefa de programação da produção. Tomamos como base para nossa reflexão um interessante caso de uma indústria de massa que atende a organizações do setor de serviços, sendo que as características finais dos produtos manufaturados são definidas em grande parte pelos próprios clientes.

2. Produção em massa x customização em massa

A padronização foi um dos grandes pilares do modelo de produção em massa. Linhas de produção dedicadas à fabricação de um conjunto marcadamente restrito de produtos permitiam um alto grau de especialização e uma extrema simplificação das tarefas individuais, facilitando o controle e resultando num balanceamento mais seguro do fluxo de produção. A utilização de plantas industriais dedicadas à fabricação de quantidades maciças de um mesmo produto resultou em economias de escala que permitiram uma redução drástica nos custos por unidade e conseqüentemente nos preços dos produtos, fator este fundamental para a sustentação do consumo em massa. Devido à sua importância estrutural, o setor de produção em massa exerceu uma forte influência sobre o desenvolvimento do conhecimento na área de gerência da produção. Como resultado desta influência, durante um longo período, não só o comportamento da demanda foi moldado a partir deste paradigma como também a pesquisa em planejamento e controle da produção concentrou-se quase que exclusivamente nos problemas típicos das indústrias de produção seriada (Hendry & Kingsman, 1989).

O movimento de expansão dos mercados e crescimento das economias capitalistas, que se iniciou após a segunda grande guerra e que deu grande impulso à difusão do modelo de produção em massa, sofreu uma forte descontinuidade em meados da década de 70. Vários autores desenvolveram estudos sobre as mudanças ocorridas a partir deste período. Dados compilados por Meegan (1992), mostram que as taxas de crescimento do PIB e das

exportações nos países capitalistas avançados sofreram um forte declínio a partir de meados da década de 70, chegando, no início dos anos 80, a níveis bem mais baixos do que os observados durante a chamada segunda revolução industrial - período que vai de 1820 a 1913. Hayes e Wheelwright (1984) citam que, nos Estados Unidos, em 1971, as importações superaram as exportações pela primeira vez em mais de um século. A partir de 1976, a produtividade do setor industrial, que vinha crescendo continuamente desde a segunda grande guerra, estagnou-se. Hill (1989) observa que a produção industrial na Inglaterra apresentou forte declínio entre 1973 e 1984, sendo que as taxas de crescimento da produtividade industrial também tiveram destino semelhante. Piore e Sabel (1984) desenvolveram uma extensa análise da crise econômica iniciada nos anos 70, buscando avaliar seus impactos sobre o sistema de produção em massa, que vinha experimentando uma forte expansão até esta época.

Estas transformações levaram ao surgimento de um novo tipo de competição que, a partir de meados da década de 80, começou a se fazer sentir com mais força nos mercados de bens de consumo, e desde então vem se espalhando para outros mercados de produtos e serviços. Suas características distintivas seriam a grande rapidez de introdução de novos produtos/modelos, com conseqüente redução no ciclo de vida dos produtos, e o aumento da variedade de diferentes modelos disponíveis para um mesmo produto. Hart (1995) propõe uma visão bastante interessante desta nova tendência, e afirma que o modelo de customização em massa deveria ter como objetivo ideal *“desenvolver a capacidade de oferecer a cada cliente individualmente qualquer produto que ele deseje, em qualquer instante que ele deseje em qualquer lugar que ele deseje e de qualquer forma que ele deseje”*. Segundo o próprio Hart (1995), este seria um objetivo visionário que, apesar de ser exageradamente ambicioso e praticamente impossível de ser atingido em termos absolutos, deveria nortear a ação das empresas que desejam atuar segundo este modelo. Numa analogia com o movimento da qualidade, Hart (1995) argumenta que, se perguntarmos a um executivo de uma empresa líder em qualidade se sua empresa já atingiu seus objetivos neste campo, sua resposta será certamente “não”, uma vez que o objetivo final de zero defeitos é literalmente impossível de se realizar em termos absolutos. Isto, porém, não invalida este objetivo, que pode ser muito útil para criar uma visão unificada e um amplo comprometimento organizacional em torno das idéias defendidas pela qualidade total. Diferentemente da produção em massa, onde o objetivo é satisfazer o cliente padrão, neste tipo de ambiente, as empresas teriam que criar laços mais estreitos com a demanda e ajustar rapidamente produtos e processos de acordo com os desejos de grupos de consumidores mais específicos. Ainda segundo Hart (1995), esta reflexão nos levaria a uma segunda definição, esta sim mais pragmática, segundo a qual a customização em massa consistiria no *“uso de processos flexíveis e estruturas organizacionais para produzir produtos e serviços variados e muitas vezes projetados para clientes específicos a preços compatíveis com os praticados pelas empresas de produção em massa”*.

Consumidores até então acostumados à variedade relativamente restrita do modelo tradicional de produção em massa, são induzidos a esperar lançamentos cada vez mais freqüentes de novos produtos e uma variedade cada vez maior de modelos em produtos tradicionais. Este ciclo cria um *feedback* positivo, que resulta num mercado mais dinâmico e menos previsível, no qual pequenas mudanças nos anseios do público consumidor, que antes tendiam a ser ignoradas, agora passam a ser vistas como oportunidades competitivas.

Na medida em que a variedade de modelos ofertados se alarga e o ciclo de vida destes modelos diminui, cria-se uma sensação, junto à demanda, de que é possível encontrar, em mercados tradicionais de produção em massa, produtos adaptados às suas necessidades mais particulares. Este movimento afeta não apenas os mercados de bens manufaturados como

também os de serviços (Da Silveira et al., 2001) levando a uma busca pela diversificação e personalização dos produtos oferecidos.

2. Impactos da customização em massa sobre a manufatura

Flexibilidade foi, certamente, uma das características do processo produtivo mais sacrificada pelo modelo de produção em massa. A padronização, que permitia especialização de recursos, os altos ganhos de produtividade e a conseqüente redução dos preços unitários dos produtos. O sucesso deste modelo fez com que, durante muito tempo, situações tais como grande variedade de produtos sendo produzidos pelo mesmo conjunto de recursos e freqüentes mudanças nas características dos produtos produzidos numa mesma planta, permanecessem exclusivamente associadas a setores específicos de produção não seriada (produção sob encomenda) ou aos modelos de produção artesanais característicos do período pré-industrial. As mudanças ocorridas no cenário sócio-econômico nos últimos anos, tanto do lado da demanda como da oferta, convergiram de certa forma, provocando alterações radicais nas características dos mercados de produtos e serviços. Tais alterações serviram para elevar em muito a importância estratégica da flexibilidade na manufatura.

Bhattacharya et al. (1995) propõem uma analogia bastante interessante para ilustrar a importância da flexibilidade nas manufaturas sujeitas a fortes instabilidades externas. Segundo estes autores, os materiais que percorrem o processo produtivo podem ser vistos como um fluido passando por dentro de um tubo. O tubo representa os limites de capacidade do processo produtivo, e o seu grau de rigidez a flexibilidade dos recursos e do processo. Quanto mais rígido o tubo, menos flexível será a função de manufatura que ele representa. Bhattacharya et al. (1995) observam que, se a tubulação é rígida, variações súbitas de pressão na saída e na entrada do tubo causam turbulências, que aparecem na forma de rodaminhos e de pontos de alta pressão quando o fluido luta para se adaptar à forma do tubo. No caso da manufatura, as variações de pressão na saída do tubo correspondem a mudanças súbitas e inesperadas nas características da demanda enquanto que as variações da entrada correspondem a mudanças nas características dos produtos desenvolvidos pelo departamento de projetos. Na saída do tubo, o crescente grau de fragmentação da demanda, característico dos mercados atuais, aliado às constantes introduções de novos produtos, resulta em mix de produção complexos e instáveis. Na entrada do tubo, os progressos da computação eletrônica aumentaram drasticamente a flexibilidade da etapa de projeto do produto, reduzindo de maneira expressiva os seus custos e tempos e intensificando a freqüência de criação de novos produtos (Sanchez, 1995).

Técnicas tais como Engenharia Simultânea e Configuração Tardia podem ser bastante eficientes na prevenção de turbulências, porém, em muitos mercados contemporâneos marcados pela forte instabilidade e pelo alto grau de competitividade, estas técnicas nem sempre conseguem eliminá-las por completo. Na medida em que as indústrias e os setores de serviços lutam para oferecer uma maior variedade de modelos e acelerar a freqüência de lançamento de novos produtos, a manufatura está sendo constantemente bombardeada por turbulências resultantes em alterações repentinas de projeto, volume e *mix* de produtos. A alternativa mais imediata para lidar com a turbulência seria o acúmulo de estoques, porém, esta é uma opção custosa e extremamente arriscada para empresas que atuam em mercados onde o curto ciclo de vida dos produtos é uma questão crítica. A flexibilização de recursos e processos se constitui no passo seguinte para se atacar este problema.

2. Planejamento da produção na manufatura e customização em massa

As características dinâmicas da demanda e engenharia de projetos citadas anteriormente fazem com que manufatura busque adotar estratégias típicas dos modelos *job shop* tais como,

uso de equipamentos capazes de fabricar amplo escopo de produtos, dispostos em função do tipo de tarefa que realizam (layout funcional). Nestes ambientes de produção a heterogeneidade dos produtos e dos roteiros de fabricação aparecem conjugadas com grandes quantidades demandadas de um mesmo produto (que não raro incluem montantes na casa dos milhares) espalhadas de forma irregular ao longo de um horizonte de planejamento da ordem de alguns meses, característica esta mais próxima dos ambientes de tipo *flow shop*. A flexibilidade dos recursos e o ritmo dos processos de produção não podem ser expandidos tão facilmente no curto prazo, e, portanto, as respostas às flutuações nas características da demanda devem ter sua origem nas decisões que são tomadas diariamente pelos gerentes de produção, ou seja, nos sistemas de programação, execução e controle da produção. Sistemas e metodologias de planejamento da produção adequados e eficientes são então fundamentais para que se possa evitar a ocorrência de turbulências indesejadas.

A seguir faremos uma análise de interessante caso do movimento de customização em massa que se inicia no setor de serviços mas que termina por causar fortes impactos num setor de manufatura ao qual estes serviços se encontram intimamente ligados.

3. O ambiente de mercado da Cartões S. A.

A planta industrial analisada fabrica cartões magnéticos de crédito e débito. Trata-se de uma empresa de médio porte, com cerca de 260 funcionários, 42 máquinas situada num galpão de que denominaremos, daqui por diante de Cartões S.A. A planta considerada, monta os cartões magnéticos mas não imprime os dados do cliente nem magnetiza a tarja magnética. Esta etapa é feita em uma outra planta.

Buscando estabelecer uma relação cada vez mais próxima com seus clientes, várias organizações comerciais que não possuem relação direta com o mercado financeiro contratam instituições financeiras com o objetivo de oferecer cartões de crédito associados à sua marca. Com isso, além das já tradicionais instituições financeiras que demandam uma grande variedade de cartões magnéticos para diferenciar os tipos de serviços prestados. A Cartões S.A. atende ainda a demanda oriunda de diversas empresas que vão desde o comércio varejistas até ao setor de transporte aéreo de passageiros. Para reforçar e o caráter particularizado da relação cliente fornecedor estas empresas personalizam a apresentação dos cartões oferecidos o que resulta numa expressiva da variedade de esquemas de cores, figuras e layouts demandados, e em freqüentes alterações do mix do plano de produção. A variedade de modelos de cartões magnéticos fabricados pela Cartões S.A. é tão vasta que, é raro encontrarmos duas ordens de produção diferentes para um mesmo cartão sendo executadas simultaneamente na fábrica.

Tomando como base a classificação proposta por Hill (1989), para os fatores de competitividade da manufatura, podemos afirmar que Preço e Conformidade com as especificações estabelecidas pelo cliente são importantes fatores qualificadores neste mercado, enquanto que pontualidade e velocidade são fatores ganhadores de ordens. Cartões relacionados a programas promocionais e datas comemorativas podem se tornar inúteis se produzidos fora do prazo previsto. Já no caso dos cartões de crédito comuns, o cliente só começa a usar efetivamente o serviço e, portanto, a gerar dinheiro para a empresa a partir do instante em que ele recebe o cartão.

Por se tratar de um produto que permite ao portador realizar compras e adquirir produtos é preciso um que se disponha de um esquema especial de segurança para armazenamento dos produtos acabados, logo, o acúmulo de estoques deve ser evitado sob pena de se incorrer em altos custos de armazenagem.

4. O processo de produção da Cartões S. A.

O processo de produção dos cartões magnéticos segue um fluxo semelhante para todos os produtos e pode ser dividido em duas fases : a primeira, impressão da frente e do verso e a segunda, montagem final do cartão. Cada cartão é composto de uma folha de frente e uma folha de verso, que após serem impressas são unidas (montadas) para formar o cartão em sí.

Na primeira fase, os processos de impressão da frente e do verso do cartão ocorrem de forma independente. Tanto a frente como o verso do cartão, são impressos em folhas de PVC que podem conter 20 ou 40 cartões. São utilizadas máquinas de tipo offset e silk screen, que imprimem o desenho colorido do cartão solicitado pelo cliente a partir de placas de fotolito e telas de silk screen preparadas previamente.

A etapa de montagem final do cartão se inicia com uma primeira operação de montagem, propriamente dita, onde as folhas de 20 ou 40 cartões contendo a frente e o verso são reunidas por um tipo de cola provisória. O conjunto colado é levado a uma máquina de laminação a quente, que realiza um tipo de vulcanização que une definitivamente as duas folhas formando assim uma folha única com a frente e o verso de 20 ou 40 cartões. Na etapa seguinte, uma máquina de corte extrai os cartões individuais desta folha múltipla.

Uma vez individualizados, os cartões passam por uma etapa de seleção manual, onde uma equipe especializada de funcionários realiza uma inspeção manual em cada um deles. Um mesmo grupo de funcionários realiza tanto a etapa de seleção como a de montagem. O supervisor desta área distribui os funcionários em diferentes equipes de trabalho em função da demanda gerada pelas etapas de impressão e corte.

À etapa de seleção seguem-se as etapas de agregação de uma figura de segurança em formato de holograma, comum a maioria dos cartões de crédito atuais, e a colagem de uma tarja de papel onde o usuário do cartão escreve sua assinatura. Algumas máquinas mais modernas disponíveis na fábrica são capazes de realizar estas duas etapas simultaneamente, enquanto que outras mais antigas só realizam uma das duas etapas citadas.

Uma vez prontos, os cartões passam por uma última etapa de verificação de conformidade, realizada também manualmente por uma equipe de funcionários distinta daquela encarregada da seleção e montagem. Após esta fase final de revisão os cartões são embalados por outra equipe que os encaminha para o estoque de produtos acabados.

5. Questões específicas do processo de produção da Cartões S. A.

O tamanho dos pedidos pode variar de 1000 unidades, para o caso de estoques de reposição de clientes, até 4 milhões de unidades, no caso de cartões novos. Os tempos totais de processamento podem variar de algumas horas para os pedidos pequenos até, cerca de 30 dias para os pedidos maiores.

Por mais eficientes e precisas que sejam as máquinas utilizadas pela empresa, os estreitos padrões de conformidade impostos pelos clientes fazem com que seja comum a ocorrência de um pequeno percentual de refugos ao longo do processo de fabricação de uma ordem de produção, principalmente na etapa de impressão. Por esta razão, uma ordem de produção para atender um determinado pedido de cliente é sempre aberta com uma quantidade ligeiramente superior à do pedido ao qual se refere. Por questões de segurança, se, ao final do processo de fabricação, a quantidade de refugos for tal que a quantidade total de cartões válidos não seja suficiente para cobrir o pedido do cliente, outra ordem de produção independente tem que ser aberta.

O controle dos tempos de preparação de máquina é uma questão crucial, tanto na etapa de impressão da frente e do verso como na etapa de montagem do cartão magnético. No caso das máquinas de tipo offset, a tinta usada na impressão impregna os dutos de tal forma que o tempo de limpeza despendido para passar de uma cor quente para uma cor fria, por exemplo, pode chegar a mais de duas horas, enquanto que o tempo de preparação entre duas operações de cartões diferentes para a mesma cor fria duraria apenas 20 minutos.

Na etapa de impressão, um cartão pode passar por até 15 estágios distintos. Em cada um destes estágios, uma cor específica do desenho particular do cartão é aplicada sobre a folha de PVC que contém 20 ou 40 cartões agrupados. A ordem de aplicação das cores não é fixa, porém, também não é completamente flexível. Desta forma, um roteiro de impressão de 15 cores, por exemplo, pode ser iniciado tomando-se como ponto de partida qualquer uma de 4 cores específicas do conjunto das 15 cores que deverão ser aplicadas. Daí em diante, as alternativas de roteiro em geral continuam a incluir mais de uma cor subsequente. Como exemplo, poderíamos dizer que um cartão específico pode começar a ser pintado de com um desenho vermelho ou com um desenho azul. Caso o desenho escolhido para iniciar a impressão tenha sido o de cor vermelha, as próximas cores possíveis são o amarelo e o verde. Caso o desenho inicial escolhido tenha sido o de cor azul, as próximas cores possíveis serão o marrom e o amarelo. Isto torna a definição do sequenciamento de impressão bastante complexa, uma vez que este envolve uma série de possibilidades de roteiros alternativos.

Outra questão que interfere na definição do roteiro de fabricação na etapa de impressão é a disponibilidade de diferentes tipos de máquinas offset. A fábrica possui dois tipos de máquinas offset: um primeiro tipo, mais antigo, só é capaz de aplicar uma cor no cartão de cada vez; outro tipo, mais moderno, é capaz de aplicar simultaneamente duas cores no cartão. Se o cartão é processado na máquina mais moderna, duas etapas de impressão podem ser realizadas de uma só vez. Já se o cartão é processado na máquina de tipo mais antigo, estas mesmas duas etapas terão que ser feitas uma após a outra, o que envolve não apenas um maior tempo de processamento, mas também um maior tempo de preparação.

6. Alternativas de Sistemas de Planejamento da Produção para a Cartões S. A.

Na medida em que produz bens manufaturados, padronizados em grandes quantidades, poderíamos dizer que a Cartões S. A. é uma indústria de produção em massa. Por outro lado, como vimos anteriormente, o seu processo de produção apresenta características que não nos permitem classificá-lo como um flow-shop. Na verdade, a breve descrição do processo de produção da empresa feita nas seções anteriores nos conduz às seguintes características, muito mais próximas dos ambientes de produção sob encomenda, organizados segundo o modelo job shop:

- ampla gama de diferentes modelos sendo processada por um mesmo conjunto de recursos flexíveis
- produtos especificados pelo cliente
- Produtos com estreitos padrões de conformidade
- mix e volumes de produção fortemente variáveis
- produtos com roteiros de produção distintos e flexíveis
- pontualidade e velocidade de entrega são fatores estratégicos
- tempos de preparação e espera representam uma parte relevante do tempo de atravessamento

Tendo em vista estas propriedades, analisaremos a viabilidade da aplicação, na Cartões S. A., de 3 das atuais técnicas mais clássicas de planejamento da produção mais adequados aos processos de produção de tipo flow shop : OPT, MRP, e Programação por Capacidade Finita.

A técnica de programação para trás (*backward scheduling*), utilizada pelo do MRP, tem como principal dado de entrada o tempo esperado de reposição de cada um dos itens semi-processados que são programados ao longo do processo de produção. Num ambiente onde os tempos de espera e preparação representam uma parte importante do tempo de atravessamento, a definição de um tempo de reposição independente do plano de produção considerado é praticamente impossível. Outra questão que dificulta em muito a utilização do MRP na sua forma mais clássica é a existência de roteiros de produção alternativos. O movimento da programação para trás exige que se estabeleça um roteiro único de produção a ser seguido. Por fim, conforme observam Laforge & Craighead (2000), MRP verifica a existência de capacidade para executar o plano de vendas porém não fornece uma solução para a montagem do plano detalhado de produção que inclua todas as restrições tecnológicas existentes no chão-de-fábrica. MRP seria mais adequado para ambientes onde a capacidade pode ser alterada para se ajustar a picos de produção imprevistos. Por outro lado, a programação para trás seria benéfica para o caso da Cartões S. A., uma vez que é interessante que os produtos acabados sejam completados o mais próximo possível da data prometida de entrega ao cliente a fim de evitar custos desnecessários de estocagem, que são altos devido às características de segurança do produto considerado.

A aplicação do OPT depende da identificação de gargalos claros e estáveis. As frequentes alterações de mix e volume de produção a que está sujeita a Cartões S. A., aliada a existência de roteiros de produção com ordem flexível e máquinas capazes de realizar de uma só vez várias etapas do roteiro de produção originalmente planejado faz com que seja muito difícil a identificação de gargalos. O mais comum é que os gargalos se desloquem constantemente em função da carga de trabalho aplicada e dos tipos de cartões que estão sendo fabricados no momento. Além disso, no OPT clássico, a programação das máquinas anteriores ao gargalo é feita de forma semelhante ao MRP. Neste caso voltamos à dificuldade de se considerar, principalmente os tempos de preparação, no caso estudado, antes de se montar a seqüência detalhada de cada máquina.

A programação por capacidade finita tem sido amplamente defendida para uso em ambientes de produção sob encomenda (Dumond, 2005). Esta técnica tem sido muito utilizada em conjunto com modelos de simulação computacional discreta e programação para frente (*forward scheduling*). A simulação computacional é uma técnica bastante flexível e muito desenvolvida, que permite a construção de modelos lógicos capazes de considerar todas as características relevantes do processo produtivo, incluindo fatores tais como a real disponibilidade de recursos, uso de recursos alternativos, tempos de preparação e roteiros flexíveis. A programação para frente, por sua vez, tende a antecipar o término das ordens de produção, construindo programas de produção que buscam realizar as entregas previstas o mais cedo possível, independentemente da ocorrência de adiantamentos. No caso da Cartões S. A., esta estratégia seria útil caso a empresa utilizasse o sistema de capacidade finita para estimar seus prazos de entrega. Neste caso, os prazos de entrega estimados tenderiam a ser os mais reduzidos possíveis, o que contribuiria para aumentar o desempenho da empresa no quesito velocidade de entrega, que como vimos anteriormente é um fator de concorrência distintivo no mercado no qual a empresa atua. Para a programação diária, porém, a produção antecipada de produtos acabados não representa uma vantagem competitiva clara. Pelo contrário, conforme vimos anteriormente, os custos de armazenagem do produto são altos, o que pode se configurar num problema para a empresa. Mas a simulação discreta permite também a agregação da técnica de capacidade finita com a programação para trás. Neste caso, a técnica parte da data de entrega prometida ao cliente e aloca as operações nos recursos desde a última operação do roteiro do produto até as suas operações iniciais, obedecendo a critérios de priorização estabelecidos pelo usuário e também a todas as características que

sejam consideradas relevantes para a realização do processo produtivo, que se encontram embutidas no modelo de simulação computacional. A desvantagem desta técnica reside no fato de que a data de início de produção sugerida pelo modelo pode ser anterior à data na qual o usuário se encontra. Neste caso, o usuário poderia usar a programação para frente com o intuito de balancear suas prioridades ou até mesmo optar por uma renegociação do prazo de entrega com o cliente, caso intua que já explorou todas as possibilidades disponíveis de expansão de capacidade.

6. Conclusão

Iniciamos este artigo enfatizando um novo movimento de mercados de massa denominado genericamente pela literatura de customização em massa que surge como uma resposta ao alto grau de padronização dos produtos exigidos pelo modelo clássico da produção em massa.

A seguir, investigamos de uma forma mais ampla os impactos que este novo movimento trouxe para a função de manufatura para então concentrarmos o foco de nossa análise das mudanças e dificuldades impostas à tarefa de planejamento da produção.

Visando enriquecer e especificar os elementos levantados até este ponto, analisamos o exemplo de uma empresa que produz cartões de crédito, detalhando as fortes turbulências que ocorrem na sua função de manufatura decorrentes de freqüentes mudanças no mix, volume e nos modelos de produtos produzidos, que são, em última instância, fortemente configurados pelos seus clientes.

Por fim, concentramos o foco de nossa análise na questão do planejamento de produção, analisando a viabilidade do uso de 3 das técnicas mais clássicas atualmente disponíveis (MRP, OPT e Programação por Capacidade Finita) para realizar esta tarefa na empresa considerada.

Verificamos que o MRP e o OPT clássicos não seriam capazes de atender às necessidades de planejamento impostas pelo problema analisado. Por outro lado, a forma clássica da Programação por Capacidade Finita também não seria capaz de oferecer uma solução adequada às questões levantadas nas análises anteriores.

Concluimos, então, que um o modelo mais adequado para o ambiente estudado deveria disponibilizar para o usuário tanto a programação para frente, partindo da data corrente de planejamento, como a programação para trás, partindo das datas prometidas para entrega. Tal modelo poderia ser usado não apenas para a programação diária da produção como também poderia servir de base para determinar promessas de prazo para os clientes da empresa.

Citações

Bhattacharya, A. K.;Jyna, J.;Walton, A. D. Turbulence in Manufacturing Systems : Its Identification and Management, In : Irish Manufacturing Committee 12, Conference Proceedings, University College Cork, p. 20-24, 1995.

Da Silveira, Giovanni;Borenstein, Denis;Fogliatto, Flavio S., Mass Customization : Literature Review and Research Directions, International Journal of Production Economics, Vol 72, p. 1-13, 2001.

Dumond, Ellen J. Understanding and using the capabilities of finite scheduling, Industrial Management and Data Systems, Vol. 105, No. 4, p. 506-526, 2005.

Hart, C. W. L., Mass Customization : Conceptual Underpinnings, Opportunities and Limits, International Journal of Service Industry Management. Vol. 6, Num. 2, p. 36-45, 1994.

Hayes, R. H.;Wheelwright, S. C., Restoring Our Competitive Edge. Competing Through Manufacturing, John Wiley and Sons, Nova York, 1984.

Hendry, L. C.; Kingsman, B. G. Production Planning Systems and Their Applicability to Make-To-Order Companies, European Journal of Operational Research, Vol. 40, p. 1-15, 1989.

Hill, Terry, Manufacturing Strategy, Macmillan Press, Londres, 1989.

LaForge, R.L.;Carighead, C.W. Computer-based scheduling in manufacturing firms: some indicators of successful practice. Production and Inventory Management Journal, p. 29-34, First Quarter, 2000.

Meegan, Richard, A Crisis of Mass Production ? In : Allen, J., Massey, D., The Economy in Question, Sage Publications, Londres, 1992.

Piore, M. J.;Sabel, C. F., The Second Industrial Divide. Prospects for Prosperity, Basic Books, Nova York, 1984.

Sanchez, R., Strategic Flexibility in Product Competition, Strategic Management Journal, Vol. 16, p. 135-159, 1995.

.