

# Uma avaliação do papel do planejamento da produção de manufatura nos mercados atuais

Manoel Carlos Pego Saisse 1<sup>1</sup>

manoelca@int.gov.br

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

## RESUMO

*Uma análise das técnicas e métodos utilizados no planejamento da produção da manufatura do início do século XX até os dias de hoje mostra que esta tarefa, que foi muito tempo relegada a segundo plano, teve sua importância estratégica sensivelmente ampliada e reconhecida nas últimas décadas em função das exigências de agilidade impostas às empresas manufatureiras pelos mercados contemporâneos. Esta agilidade no planejamento depende, em grande parte, de inter-relações freqüentes que ocorrem entre o planejador da produção e outras funções de suporte da manufatura. Este artigo tem como objetivo principal contribuir para preencher uma lacuna identificada na literatura referente ao estudo da forma como o planejamento da produção interage com as demais funções de suporte da manufatura.*

Palavras Chave : Planejamento da Produção, Mercado , Manufatura

## 1. A Tarefa de Planejamento da Produção – Breve histórico

A padronização de produtos e o particionamento do processo de fabricação em tarefas simples, para ganhar tempo e desenvolver habilidades específicas, se constituem em etapas fundamentais do modelo de produção industrial, porém, estas etapas por si só não são suficientes para iniciar e manter o funcionamento de uma linha de produção industrial. É preciso também que se disponha de algum tipo de procedimento formal, capaz de reunir as tarefas ao longo do tempo de modo a formar um fluxo de materiais coordenado, que respeite restrições relacionadas a fatores tais como custos de produção, disponibilidade de recursos e materiais, características tecnológicas do processo produtivo considerado, dentre outras. Sem esta etapa de planejamento das atividades produtivas a fábrica não teria como prever prazos de entrega nem como controlar seus custos de produção. Além disso, a falta de coordenação entre as atividades produtivas certamente geraria situações de crescimento desordenado de estoques em processo aliados a ociosidade de recursos decorrente de falta de material para processamento.

Podemos então afirmar que a etapa de planejamento da produção é inerente ao modelo de produção industrial. Apesar disso, muitas décadas se passaram desde o advento da revolução industrial, até que a função de planejamento da produção ganhasse contornos formais. Herrmann (2005) observa que nos primórdios da indústria, o planejamento formal, quando havia, se resumia a uma lista de datas de início ou de entrega esperadas para cada ordem de produção.

A separação entre as etapas de planejamento e execução proposta por Frederick Taylor a partir de fins do século XIX serviu para legitimar o planejamento formal das atividades de produção, porém o foco principal das técnicas de Taylor estava voltado para o estudo das tarefas de fabricação em si. Seu intuito principal era o de aumentar a produtividade de cada tarefa de produção, tomada individualmente, e eliminar tempos mortos. Apesar disso, tanto Taylor quanto outro importante estudioso do processo de produção fabril, Henry Gantt,

admitiam que atingir ótimos locais através do aprimoramento das atividades tomadas individualmente não seria suficiente para garantir ótimos globais de produtividade. Era indispensável que se criassem métodos ou planos para coordenar a execução das atividades de produção (Herrmann, 2005). Em 1903, Gantt(1903) apresentou uma primeira versão do gráfico de planejamento que ganhou seu nome, e que é considerado o primeiro instrumento formal de planejamento da produção industrial. Neste mesmo artigo, Gantt enfatizava a importância de se estabelecer diariamente dois tipos de metas de trabalho : o quanto cada operário deve realizar por dia e o quanto deverá ser processado de cada operação ao final do dia. Num livro publicado em 1923, Clark(1923) enfatiza que a promessa de prazos para clientes só pode ser efetivamente cumprida quando a produção ocorre em função de um planejamento prévio. Para Clark(1923), o gráfico de Gantt possibilita ao encarregado da produção manter o controle da performance de entrega e identificar obstáculos com antecedência, evitando atrasos. No caso do gráfico indicar que o atraso é inevitável o encarregado poderá entrar em contato com o cliente e negociar um novo prazo de entrega.

Em 1913, Ford deu início à primeira linha de montagem para produção de automóveis. A esteira rolante que transportava continuamente os produtos semi-processados de um posto de trabalho para outro formava um elo físico capaz de coordenar o ritmo de trabalho das diversas atividades de produção entre si de uma forma centralizada. Por um lado, a esteira impingia ao fluxo dos materiais semi-processados uma velocidade definida em função de uma capacidade máxima de produção previamente planejada para cada um dos postos de trabalho que compunham a linha de montagem. Por outro lado, a velocidade da esteira também obrigava cada posto de trabalho a trabalhar num ritmo capaz de ser correspondido por todos os demais postos de trabalho que compunham a linha de montagem. Com isso, evitavam-se acelerações e retardamentos indesejados no ritmo de produção de cada posto de trabalho. Não apenas os instantes de execução de cada operação de fabricação eram planejados com antecedência, como também todo o fluxo de materiais, e consequentemente a comunicação entre as diferentes operações de fabricação. Desde que os materiais que abastecem a linha estivessem disponíveis nos instantes corretos e os postos de trabalho funcionando corretamente, a esteira rolante evitava a ocorrência de acúmulo de estoques em processo ou a falta de materiais semi-processados em algum posto de trabalho.

A princípio, a linha de montagem poderia parecer o modelo ideal para resolver o problema da coordenação temporal entre as diversas operações de fabricação numa linha de produção industrial. Todas as operações ficam submetidas a um ritmo planejado e pré-estabelecido, ditado por uma máquina, (a esteira rolante) que através de sua velocidade de deslocamento, simultaneamente informa e garante a manutenção deste ritmo por parte de todos os postos de trabalho da fábrica. Apesar destas aparentes vantagens, este modelo não pode ser adotado pela maior parte das indústrias desde este período até os dias de hoje, uma vez que estas se constituem em fabricantes de bens intermediários que não apresentam carteiras de pedidos com mix de produtos suficientemente estáveis. Organizar um processo de produção na forma de linhas dedicadas à fabricação de um único produto, com fluxo de produção balanceado e contínuo, exigiria ajustes frequentes na disposição, na quantidade e na taxa de produção dos postos de trabalho dedicados a cada estágio de cada linha. Isto se torna pouco viável em ambientes onde variações de configuração e mix dos produtos fabricados encontram-se aliadas a operações que envolvem um maior grau de complexidade, muitas delas realizadas por equipamentos de médio e grande porte que apresentavam grande inércia de deslocamento e alto custo de aquisição.

As indústrias de bens de consumo, que desempenharam um papel de liderança na estrutura produtiva mundial, passaram a se organizar segundo os modelos fordistas de produção. No período que vai do início até meados do século XX, o papel de liderança

exercido por estas empresas fez com que a pesquisa em planejamento da produção se concentrasse quase que exclusivamente nos problemas típicos das indústrias de produção seriada (Hendry e Kingsman, 1989). Na segunda metade do século XX, o surgimento dos computadores contribuiu para alargar os horizontes da pesquisa neste campo, viabilizando o desenvolvimento do MRP e das pesquisas na área de teoria de sequenciamento. Até a década de 70, os computadores eram usados principalmente para gerenciar dados contábeis e financeiros. A partir daí, as indústrias passaram a desenvolver programas para gerenciar estoques, ordens de produção e auxiliar no planejamento das operações. No início da década de 80, membros da APICS formalizaram o MRP. Este sistema de planejamento da produção dominou grande parte das indústrias durante os 15 anos que se seguiram. Segundo Kumar & Mead (2002), entre 1980 e 1995 mais 60.000 sistemas baseados na filosofia MRP foram instalados em indústrias em todo o mundo.

Em paralelo ao surgimento do MRP nos Estados Unidos, a partir da década de 70, iniciou-se no Japão a estruturação e difusão do sistema Just In time. Este conjunto de técnicas de gerência da produção transcende em muito a atividade de planejamento da produção, porém, traçam importantes diretivas neste sentido. Uma das mais importantes inovações trazidas pelo JIT para a atividade de planejamento da produção, foi o método Kanban, que permite uma coordenação temporal entre as atividades produtivas quase tão eficiente quanto a esteira rolante, tomando como base apenas conjuntos de cartões que funcionam como ordens de produção e contenedores de material utilizados para demarcar os tamanhos dos lotes de produção e transporte.

Na década de 80, surge também a Teoria das Restrições, inicialmente na forma de um pacote computacional denominado OPT (Optimized Production Technology). Assim como o JIT, o escopo da Teoria das Restrições abrange várias áreas do gerenciamento da operação de manufatura, porém seu foco na manutenção de um fluxo de produção otimizado a partir da identificação e tratamento dos recursos gargalos de produção está intimamente ligado com a forma como as operações de produção são planejadas. O método proposto traz uma solução de compromisso entre o foco na produção puxada proposta pelo JIT e o foco na produção empurrada proposto pelo MRP

A Teoria de Sequenciamento se desenvolveu a partir na década de 50, impulsionada pelo surgimento dos primeiros computadores. Esta área de pesquisa encara o problema de planejamento de atividade produtivas sob um ponto de vista essencialmente matemático. Os problemas abordados visam atribuir tarefas a recursos produtivos ao longo de um horizonte de planejamento modelando o problema na forma de objetivos e restrições estruturais que definidos quantitativamente. Shah et al.(1992) afirmam que "Nas últimas décadas, pesquisadores propuseram milhares de algoritmos para várias simplificações do problema geral de sequenciamento job shop. Praticamente todos os fascículos de periódicos tais como Management Science, International Journal of Production Research ou Operations Research contêm ao menos um artigo comentando ou propondo uma heurística ou algoritmo de sequenciamento". Vários livros também foram escritos sobre o assunto (Muth e Thompson(1963), Conway et al.(1967), Baker(1974), Rinnooy Kan(1976) e French(1982), Pinedo(1995)). Uma das principais contribuições deste movimento de pesquisa foi identificação da complexidade matemática inerente ao problema de programar a execução de um conjunto de tarefas por um grupo finito de recursos visando atingir determinados objetivos gerenciais e respeitando determinadas restrições estruturais. Por outro lado, a aplicabilidade dos modelos propostos em situações reais de produção se mostrou bastante limitada. Ao analisarem a relevância dos resultados obtidos a partir das pesquisas da teoria de sequenciamento para a prática do planejamento da produção industrial Stoop e Wiers(1996) concluem que "... apesar das atividades de pesquisa terem passado de puros exercícios

acadêmicos para tentativas sérias de aplicação para resolver problemas, o número de casos de técnicas de sequenciamento bem sucedidas na prática ainda é escasso".

## **2. O Recente Crescimento da Importância da Tarefa Planejamento da Produção Na Manufatura**

Linhas de pesquisas e técnicas surgidas a partir da segunda metade do século XX parecem apontar para um aumento do reconhecimento da importância da tarefa de planejamento da produção, porém, D'Netto and Sohal (1999) citam estudos realizados nas décadas de 70 e de 80 por grandes potências industriais que apontaram muitos problemas relacionados à carreira de planejador de produção. Na Grã-Bretanha, um levantamento realizado em 1987 junto a altos gerentes de centenas de indústrias britânicas, concluiu que a carreira de gerente de produção era ocupada por profissionais pouco ambiciosos e mal qualificados. Os salários eram considerados baixos e as perspectivas de crescimento profissional dentro da indústria, bastante limitadas. Um estudo similar, realizado em 1989, mostrou que as novas tecnologias de manufatura e informática haviam tornado o trabalho de planejamento da produção ainda mais complexo e aumentado o hiato entre a formação dos profissionais disponíveis e a real necessidade dos problemas enfrentados. Num estudo realizado nos Estados Unidos na década de 80 supervisores de produção declararam que não se sentiam como reais participantes das decisões gerenciais da empresa. Segundo estes mesmos autores (D'Netto and Sohal 1999), um movimento de real valorização da função de manufatura e da etapa de planejamento da produção só se fez sentir, de forma mais consistente, a partir da década de 90, e parece estar ganhando força na medida em que novas relações de mercado entre empresas manufatureiras vêm se desenvolvendo.

Uma série de mudanças conjunturais, ocorridas principalmente a partir da década de 80 nos mercados mundiais, tem afetado profundamente tanto a relação das empresas industriais com seus mercados como com seus fornecedores. Conceitos tais como Global Manufacturing, Outsourcing, Mass Customization, World Call Manufacturing e Agile Manufacturing (Jagdev & Browne, 1998) apontam para linhas de ação que impactam profundamente a função de manufatura e conseqüentemente a suas necessidades de planejamento. Vejamos então, a seguir, alguns destes aspectos.

Empresas manufatureiras vêm buscando novas alternativas, tanto de mercados como de fornecedores, em escala mundial, com o objetivo de auferir ganhos de escala e reduzir custos. Para a empresa como um todo, esta forma de agir implica num aumento da diversidade das características de seus clientes que, por sua vez, demandam produtos que possam atender às particularidades ditadas pelas suas culturas, leis e condições geográficas particulares. A conseqüência mais imediata para a função de manufatura foi um aumento na diversidade dos produtos fabricados. Outra questão derivada desta diversificação e que também é capaz de afetar diretamente a manufatura e principalmente a forma como esta é planejada, é o fato de que o aumento da distância física entre produtor e cliente faz com que as questões ligadas a promessas de prazo se tornem mais críticas, em função do planejamento de logística. Assim, se um navio parte do Brasil para a Europa quinzenalmente levando peças fabricadas para um determinado cliente, isto significa que um atraso de 1 dia no término da fabricação de um pedido poderá resultar num atraso de até 16 dias na entrega do pedido ao cliente.

Estratégias fortemente difundidas a partir do início da década de 90 defendem que as empresas em geral e as indústrias em particular devem identificar e se concentrar no desenvolvimento e melhoria das suas competências essenciais (core competences) transferindo para terceiros (outsourcing) todas as atividades de produção que não se encaixarem precisamente nestas competências (Prahalad & Hamel, 1990). Como conseqüência desta nova visão, grandes indústrias produtoras de bens de consumo tendem a

se concentrar no projeto e na montagem final de seus produtos, legando para terceiros as tarefas de fabricarem as suas partes constituintes. Visando garantir a qualidade e o desempenho de pontualidade na entrega dos seus materiais comprados, estas empresas tendem a reduzir o escopo de fornecedores alternativos para poder desenvolver relações de fornecimento mais estreitas e seguras. As empresas fabricantes de bens intermediários, por sua vez, aprimoram a capacidade de fabricar determinadas partes específicas e portanto não se limitam a atender um único cliente. Assim é que o setor automobilístico se estruturou de tal forma que é comum encontrarmos uma mesma planta industrial produzindo peças e partes para diferentes modelos e marcas de automóveis (Corswant, & Fredriksson, 2002). O mesmo acontece no setor de eletro-eletrônicos, onde diferentes fabricantes de eletrodomésticos subcontratam a etapa de montagem de componentes eletrônicos em placas de circuitos impressos de um mesmo conjunto de empresas prestadoras deste tipo de serviço. Os grandes fabricantes de bens de consumo atuam em mercados extremamente competitivos, dinâmicos e instáveis e repassam esta instabilidade para seus subcontratados que, por serem de menor porte, submetem-se a condições contratuais muito rígidas no que se refere a prazos de entrega e conformidade com as especificações.

Flexibilidade foi talvez a característica do processo produtivo mais sacrificada pelo modelo de produção em massa. A padronização dos produtos permitiu a 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, idéias como flexibilização de recursos e diversidade de produtos permanecessem exclusivamente associadas a setores específicos de produção não seriada ou aos modelos de produção artesanais característicos do período pré-industrial. Conceitos como Mass Customization (Kotta, 1995) e Agile Manufacturing (Hormozi, 2001) resgataram a importância da flexibilidade de produto e de mix na manufatura. Os defensores destas correntes argumentam que, do lado da demanda, o amadurecimento dos consumidores de bens de consumo resultou numa necessidade cada vez maior de ampliação da variedade de produtos ofertados bem como da redução dos ciclos de vida dos produtos, com conseqüente aumento na freqüência de introdução de novos modelos e inovações.

Do lado da própria estrutura interna das empresas, os avanços tecnológicos permitiram uma drástica redução nos tempos despendidos com o projeto do produto. Os equipamentos de CAD (Computer Aided Design) e CAE (Computer Aided Engineering) evoluíram muito rapidamente, dando origem a uma nova geração de sistemas denominada genericamente de CADD (Computer Assisted Design and Development). Através de sistemas CADD projetistas podem realizar, além do desenho, testes simulados em projetos de novos produtos. Alguns sistemas CADD disponíveis atualmente são capazes de realizar automaticamente muitos dos cálculos e análises rotineiros de engenharia, deixando assim os projetistas mais livres para se concentrarem em questões de nível mais alto. Bibliotecas de componentes podem ser utilizadas para avaliar os custos dos materiais do projeto tornando-o mais compatível com os materiais já disponíveis no mercado. Alguns sistemas mais modernos permitem a construção de modelos conceituais que podem ser utilizados para realizar testes simulados de desempenho, tanto do produto como um todo como de partes individuais, em diferentes condições de uso. Esta característica reduz a necessidade de construção de protótipos. Mesmo quando não há como se dispensar o protótipo físico, sistemas de prototipagem rápida baseados máquinas controladas diretamente pelos sistemas CADD permitem a produção de protótipos em tempo extremamente reduzido. Estes progressos 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).

Como consequência das mudanças discutidas acima, o planejador da produção se vê diante da necessidade de montar planos de produção para um mesmo conjunto de recursos a partir de carteiras de pedidos com grande variedade de produtos. Além disso, em função da grande competitividade dos mercados atuais, quando uma nova função ou característica é introduzida no produto de um determinado fabricante, seus concorrentes se apressam em reproduzi-la ou compensá-la introduzindo outra alteração. Os ciclos de vida relativamente curtos dos produtos, aliados aos problemas de logística anteriormente citados, exigem que os tempos de produção também sejam comprimidos e os prazos de entrega rigorosamente respeitados, caso contrário o produto poderá ser obsoleto pela concorrência. Esta característica do mercado também faz com que as empresas manufatureiras busquem reduzir seus estoques em processo a fim de se prevenir contra o risco da perda de estoques por obsolescência. Para poder se relacionar de forma eficiente com fornecedores e clientes localizados em regiões distantes do local onde o produto é fabricado, é preciso que o setor de planejamento da produção seja capaz de reestruturar seus planos de ação com grande velocidade, de forma a responder a eventos inesperados decorrentes de problemas de fornecimento ou mudanças repentinas em sua carteira de pedidos.

Neste novo ambiente, a tarefa de planejamento da produção ganha uma posição de destaque ampliando sua influência sobre o desempenho da empresa no âmbito de dimensões estratégicas tais como desempenho de entregas, custos e flexibilidade. Por outro lado, o trabalho de planejamento da produção passa a incluir questões muito mais abrangentes do que a simples distribuição de tarefas por um conjunto de recursos. D'Netto and Sohal (1989) observam que devido ao dinamismo e instabilidade que caracterizam os atuais mercados mundiais, a tarefa de planejamento da produção industrial requer profissionais que possuam profundo conhecimento técnico dos processos de fabricação a serem gerenciados, destreza nas relações interpessoais, conhecimentos de técnicas avançadas de manufatura, conhecimento das demais áreas da empresa com as quais deverá interagir, além de possuir disposição para não apenas aceitar como também gerenciar mudanças.

Para que se possa avaliar a real complexidade e importância desta atividade é preciso analisá-la do ponto de vista estratégico, o que implica em incluir nesta análise sua interação com os demais setores da empresa e as diferentes dimensões nas quais o planejador da produção deve atuar.

### **3. Interação do Planejamento da Produção Com as Demais Funções da Manufatura**

A tarefa de montagem e acompanhamento do plano de trabalho, realizada pelo planejador de produção, requer constantes interações e negociações com outros setores de suporte da manufatura. No ambiente econômico atual, o planejador da produção deve ser capaz de se comunicar não apenas com pessoas de outras áreas dentro de sua própria empresa, como também com outras organizações que podem impor restrições ao seu trabalho, tais como órgãos de controle ambiental, instituições de fiscalização e regulação aduaneiras e empresas de transporte. Habilidade para se comunicar de forma clara e capacidade para trabalhar com equipes multidisciplinares são essenciais nestes casos (Ritter, 1998).

Um conjunto significativo de artigos, livros e teses que tratam do problema de planejamento da produção do ponto de vista dos fatores humanos e gerenciais foram publicados desde a década de 80 até os dias de hoje. Crawford(2000), MacKay & Wiers (2003) e Jackson et Al. (2004) oferecem abrangentes revisões da literatura neste campo. O processo de decisão do planejador da produção já foi estudado de um de um ponto de vista estritamente matemático, a partir do ponto de vista da psicologia cognitiva (Sanderson 1991), sob o aspecto de sua interação com sistemas automatizados de decisão Nakamura & Salvendy (1994), a partir de métodos de análise derivados da Sociologia Crawford (2000) e de teorias behavioristas Jackson et Al. (2004). Nenhuma destas abordagens se preocupou em analisar as

interações cotidianas que ocorrem entre o planejamento da produção e as demais funções de manufatura. Diversas funções de suporte, que aparentemente não estão diretamente ligadas ao planejamento de produção, acabam por impor fortes restrições que devem obrigatoriamente ser consideradas quando da montagem do plano de produção. Estas mesmas funções solicitam ao planejador informações que serão usadas em importantes processos de tomada de decisão. Um estudo aprofundado destas interações no cenário atual é fundamental para que se possa entender a natureza e as necessidades do trabalho de planejamento da produção.

A seguir, analisaremos a interação da tarefa de planejamento da produção com as seguintes funções de suporte da manufatura : Controle de Qualidade, Vendas, Manutenção, Pessoal, Materiais/Compras e Estoques, Engenharia/Projetos. Os dados citados nestas análises foram levantados durante projetos de implantação de sistemas computacionais de suporte ao planejamento da produção realizados em 32 indústrias no Brasil e três no exterior (México, Polônia e Inglaterra) dos quais participou o autor deste artigo. As empresas pesquisadas vão desde indústrias de pequeno porte prestadoras de serviços e fabricantes de equipamentos especiais até grandes multinacionais fabricantes de bens de consumo. Os setores industriais abrangidos incluem grandes montadoras de veículos automotivos, fabricantes de peças para indústria automotiva, fabricantes de bens de consumo eletro-eletrônicos e seus fornecedores, prestadores de serviço do ramo metal-mecânico, fabricantes de impressos de segurança, indústrias do setor madeireiro-moveleiro, siderúrgicas, fabricantes de cabos de energia e telefonia.

**Controle de Qualidade** – Em alguns casos, o setor de controle de qualidade é responsável não apenas pelo controle dos itens que apresentam problemas de fabricação, como também pelo reprocessamento de partes defeituosas que podem ser recuperadas. O trabalho da equipe de controle de qualidade pode resultar em variações não planejadas, tanto positivas quanto negativas, no estoque final de produtos bem como no estoque de itens intermediários. O trabalho de recuperação de itens que apresentam problemas de fabricação tem impacto direto sobre os custos de produção e ainda sobre o desempenho de entregas da empresa. O controle de qualidade é responsável, ainda, pela verificação final das características dos itens produzidos. Sem a chancela do pessoal deste setor, o planejador não pode dar o plano de produção de um pedido como terminado. É fundamental que o planejador conheça a relação entre os recursos de que dispõe e os padrões de qualidade que eles são capazes de atingir. Muitas vezes um determinado padrão de qualidade exigido pelo cliente impõe o uso de recursos nobres, que encarecem o custo do produto final. É tarefa do planejador interagir com o setor de qualidade para identificar este tipo de situação e alertar os departamentos responsáveis pela determinação dos custos de produção.

**Vendas** - A constante interação entre os setores de planejamento e venda é fundamental para garantir o desempenho de velocidade de produção e pontualidade de entrega. O setor de vendas negocia prazos de entrega com o setor de planejamento que, por sua vez, tem a obrigação de alertar o setor de vendas sempre que detecta algum tipo de ocorrência que possa afetar um prazo de entrega prometido. Com isso, o setor de vendas pode renegociar o prazo junto ao cliente antes que o atraso se consume. Os prazos a serem prometidos para os pedidos prospectivos são negociados com o setor de planejamento que ao prever uma data de entrega deve levar em conta a situação de carregamento atual da fábrica e os compromissos já assumidos até o momento. Alterações inesperadas no plano de vendas decorrentes de mudanças repentinas nos pedidos de clientes são comuns nos ambientes industriais modernos. O setor de planejamento da produção deve estar sempre pronto para proceder a uma rápida reestruturação do plano de trabalho do chão-de-fábrica em função deste tipo de ocorrência.

**Manutenção** - Toda a programação de manutenção preventiva dos recursos produtivos deve ser montada pelo setor de manutenção em conjunto com o setor de planejamento, analisando o impacto dos períodos de parada sobre os compromissos de entrega assumidos e considerando ainda a carga de trabalho referente a pedidos futuros. Alterações nos planos de manutenção preventiva das máquinas decorrentes de mudanças imprevistas nos planos de venda também são solicitadas pelo setor de planejamento da produção e negociadas com o setor de manutenção. Manutenções corretivas também costumam ser objeto de intensas interações entre o setor de planejamento e o setor de manutenção. Quando ocorre uma quebra de máquina, o setor de manutenção se apressa em determinar um prazo para a correção do problema detectado. Com base neste prazo, a equipe de planejamento da produção poderá tomar medidas que vão desde uma reestruturação do plano de trabalho da fábrica até a renegociação do prazo dado ao cliente final, passando ainda pela verificação da possibilidade do uso de horas-extras e/ou subcontratação de serviços.

**Pessoal** - Horas-extras, e contratação de força de trabalho temporária são expedientes utilizados para expandir temporariamente a capacidade da fábrica. O uso de horas-extras é, em geral, limitado em função de metas de custos e acordos de trabalho e legislação. Além disso, o uso de horas-extras pode implicar numa ativação extra de transportes e refeições para os funcionários. Ao lançar mão destes expedientes, o setor de planejamento da produção deve consultar antecipadamente os setores de pessoal e custos ou até mesmo negociar com eles a flexibilização das cotas máximas estabelecidas. Estes expedientes acarretam fortes impactos nos custos de produção, porém, há situações em que se tornam essenciais para que se mantenha um nível mínimo de desempenho de entregas. Os custos e benefícios associados a este tipo de decisão devem ser criteriosamente avaliados pelo setor de planejamento da produção.

**Materiais/Compras e Estoques** - O planejamento da produção deve respeitar as restrições impostas pela disponibilidade de materiais em estoque e pelo planejamento de compra de materiais. A estratégia de buscar fornecedores a nível mundial, aumenta o risco de demoras imprevistas decorrentes de procedimentos alfandegários, atraso nas chegadas do meio de transporte (muitas vezes navios). Qualquer problema detectado pelo pessoal de compras que possa prejudicar o plano de trabalho corrente do chão-de-fábrica ou uma futura ordem de entrega deve ser imediatamente comunicado ao setor de planejamento da produção para que este possa avaliar o impacto sobre o plano corrente. Caso o problema não possa ser contornado, o setor de vendas deve ser imediatamente contatado para que seja procedida uma renegociação do prazo de entrega junto ao cliente.

**Engenharia/Novos Produtos** – Para que um novo produto possa entrar efetivamente em produção, o setor de engenharia deve realizar processamentos de teste (trial runs), a fim de determinar as ferramentas necessárias, lista de materiais, os tempos médios de preparação e as taxas de processamento e softwares (em caso de máquinas automáticas) que serão utilizados durante o seu processo de fabricação. Em muitas indústrias, não há máquinas dedicadas para realizar processamentos de trial run, que são feitos em horários reservados pela equipe de engenharia, utilizando recursos da linha de produção principal. Assim como no caso da manutenção preventiva, os programas de trial run devem ser montados em conjunto com a equipe de planejamento da produção, buscando interferir o mínimo possível no planejamento de trabalho corrente da fábrica. O planejamento dos processamentos de trial run deve ser construído de forma tal a não comprometer os pedidos cujos produtos estão sendo processados no momento sem, contudo, atrasar os pedidos referentes a novos produtos cujo início de fabricação depende dos resultados destes procedimentos.

#### **4. Conclusão**

A etapa de planejamento da produção na manufatura levou muito tempo para ter sua real importância reconhecida. A administração científica, que pregava a importância do planejamento prévio das atividades de produção, não desenvolveu técnicas específicas para programar gerenciar e o fluxo de materiais ao longo do processo produtivo. Na primeira metade do século XX, as pesquisas no campo de modelos de gerência da produção voltaram-se quase que exclusivamente para as necessidades das indústrias de produção seriada.

A partir de 1950, impulsionada pelo surgimento dos computadores, iniciam-se as pesquisas no campo da teoria de sequenciamento, mas só a partir da década de 70, com o desenvolvimento do JIT do MRP e do OPT, as empresas que não se encaixavam no modelo de produção seriada, passaram a dispor de técnicas de planejamento da produção com real utilidade para atacar seus problemas específicos de planejamento da produção.

O reconhecimento da importância da etapa de planejamento da produção e de suas consequências para o desempenho competitivo das empresas manufatureiras ganha um forte impulso a partir da década de 90, com a globalização dos mercados, o acirramento da concorrência e as mudanças nos mercados de bens de consumo, que passam a se caracterizar por uma maior variedade nos produtos oferecidos e uma maior frequência nos lançamentos de produtos que possam ser vistos como inovadores por parte da demanda.

Para dar conta das pressões oriundas deste novo ambiente de mercado, o planejador da produção necessita, cada vez mais, dialogar e negociar com outras funções da manufatura tais como qualidade, manutenção e vendas. Identificamos que a literatura que trata do planejamento da produção do ponto de vista dos fatores humanos e das questões gerenciais tem se voltado muito fortemente para o desenvolvimento de modelos conceituais, que possam desvendar os processos de decisão do planejador da produção, sem, contudo, dar a devida ênfase às questões decorrentes dos processos de negociação e comunicação que ocorrem frequentemente entre a área de planejamento da produção e as demais funções da manufatura.

Com base em dados recolhidos a partir de projetos de implantação de sistemas computacionais de apoio à decisão de planejamento da produção em diversas empresas, tanto no Brasil como no exterior, realizamos uma breve análise dos processos de interação que ocorrem entre a área de planejamento da produção e as áreas de Qualidade, Vendas, Manutenção, Pessoal, Estoques e Engenharia. Concluímos que a interação do planejamento com estas áreas no cenário atual é muito intensa, que envolve aspectos particulares de cada uma delas, aspectos estes que podem até mesmo ser conflitantes entre si. Acreditamos que estudos mais aprofundados destas interações deveriam ser realizados com o intuito de fornecer subsídios para o desenvolvimento de novas técnicas e sistemas para apoio à etapa de planejamento da produção.

#### **Citações**

BAKER, K. R., Introduction to Sequencing and Scheduling. John Wiley: Nova York, 1974.

CLARK, W., The Gantt Chart. The Ronald Press Co.: New York, 1925.

GANTT, H.L., A graphical daily balance in manufacture. ASME Transactions Vol. 24, p. 1322–1336, 1903.

CONWAY, R. W.; MAXWELL, W. L., MILLER, L. W. Theory of Scheduling Addison-Wesley : Reading Massachusetts, 1967.

CORSWANT, F. ; FREDRIKSSON, P., Sourcing trends in the car industry, *International Journal of Operations and Production Management* Vol. 22, No. 7, p. 741–758, 2002.

CRAWFORD, S., A Field Study of Schedulers in Industry: Understanding their Work, Practices and Performance. Tese de Doutorado apresentada na University of Nottingham, U.K, 2000.

D'NETTO, B. ; SOHAL, A. S., Changes in the Production Manager's Job: Past, Present & Future Trends, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19, No. 2, p.157-181, 1999.

FRENCH, S., Sequencing and Scheduling: An Introduction to The Mathematics of the Job Shop, Ellis Horwood Limited, Londres, 1982.

HENDRY, L. C.; KINGSMAN, B. G., Production Planning Systems and Their Applicability to Make-To-Order Companies, *European Journal of Operational Research*, Vol. 40 No. 1, p. 1-15. 1989.

HERRMANN, JEFFREY W., A History of Decision-Making Tools for Production Scheduling, in *Proceedings of the Multidisciplinary Conference on Scheduling: Theory and Applications*, New York, July 18-21, 2005.

HORMOZI, A. M., Agile manufacturing: the next logical step., *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 8, No. 2., 2001.

JACKSON, S.; MACCARTHY, L. B.; WILSON, J. R., A New Model of Scheduling in Manufacturing: Tasks, Roles, and Monitoring. *Human Factors*, Vol. 46 , No. 3 , p. 533–550, 2004

JAGDEV, H.S. ; BROWNE, J., The extended enterprise – a context for manufacturing. *Production Planning & Control*, Vol. 9, No. 3, p. 216-229, 1998.

KOTHA, S., Mass customization: implementing the emerging paradigm for competitive advantage. *Strategic Management Journal*, Vol. 16, p. 21-42, 1995.

MEEGAN, R., A Crisis of Mass Production ? In : Allen, J., Massey, D., *The Economy in Question*, London, Sage Publications, 1992.

MUTH, J.F.; THOMPSON, G. L., *Industrial Scheduling*, Englewood Cliffs. Prentice Hall, New Jersey, 1963.

NAKAMURA, N. ; G. SALVENDY, Human planner and scheduler. In G. SALVENDY ; W. KARWOWSKI (eds.) *Design of Work and Development of Personnel in Advanced Manufacturing*, John Wiley & Sons, Inc. p. 331-354, 1994.

PINEDO, M., *Scheduling Theory, Algorithms and Systems*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.

PRAHALAD, C.K. ; HAMEL, G., The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, Vol. 68, No. 3, p. 79-91, 1990.

RITTER, M.; SOHAL, A.S.; D'NETTO, B., Attributes of an outstanding manufacturing manager. *International Journal of Manpower*, Vol. 19, No. 3, p.145-160, 1998.

RYNNOY KAN, A. H. G., Machine Scheduling Problems : Classification, Complexity and Computations, The Hage, Holanda, 1976.

SAMEER, K.; DAVID, M., Has MRP run its course? A review of contemporary developments in planning systems. *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 102, No. 8, p. 453-462, 2002.

SANCHEZ, R., Strategic Flexibility in Product Competition, *Strategic Management Journal*. Vol. 16, pp. 135-159, 1995.

SANDERSON, P. M., Towards the Model Human Scheduler, *International Journal of Human Factors in Manufacturing*. Vol. 1, No. 3, p. 195-219, 1991.

SHAH, V. C.; MADEY, G. R.; MEHREZ, A., A Methodology for Knowledge Based Scheduling Decision Support. *OMEGA International Journal of Management Science*, Vol. 20, No. 5/6, p. 679-703, 1992.

STOOP, P. P. M.; WIERS, C. S. V., The Complexity of Scheduling in Practice. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 16, No. 10, p. 37-53, 1996.