

A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PCP SOB A ÓTICA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

EURICO BARRETO SPRAKEL

UFPB -CT / Cx. postal 5045 - Cidade Universitária - CEP.: 58051-970 - João Pessoa/Pb
sprakel@netwaybbs.com.br

COSMO SEVERIANO FILHO

UFPB - CT / Cx. postal 5045 - Cidade Universitária - CEP.: 58051-970 - João Pessoa/Pb
secmestrado@producao.ct.ufpb.br

Área Temática: *Gerência da Produção*

ABSTRACT: This paper intends to analyse the Planning and Control Production historical evolution, trying to focalize it by Production Engineering point of view. Changings occurred during Industrial Revolution are analysed as well as the influence of Administration Theory in production, until PCP modern systems of information age, like JIT, OPT, MRP, etc. In a last stage, the integration between machines, labor force and information by CIM (Manufacturing Integrated by Computer) model conclude the analyses.

KEYWORDS: *PCP, production systems, advanced manufacture.*

RESUMO: Esse trabalho tem como objetivo, fazer uma análise histórica da evolução do PCP, procurando dar um enfoque dessa evolução através da ótica da Engenharia de Produção. São analisadas as mudanças ocorridas durante a Revolução Industrial, a influência das Teorias da Administração na produção, passando para os modernos sistemas de PCP da era da informação como o JIT, OPT, MRP, entre outros. E numa última fase, a integração de máquinas, pessoas e informação através do modelo CIM (Manufacturing Integrated by Computer).

1. INTRODUÇÃO

A evolução histórica do PCP é um assunto pouco encontrado na literatura. O entendimento das mudanças ocorridas no Planejamento e Controle da Produção desde a Revolução Industrial é de profunda importância para que se possa entender o futuro do PCP e da própria Engenharia de Produção.

A análise histórica sobre o enfoque da Engenharia de Produção tem por objetivo o entendimento do papel desta diante da sociedade, já que muitos não sabem seu significado, e é no Planejamento e Controle da Produção que está a base dos sistemas operacionais e da Engenharia de Produção. Segundo o prof. Ruy Leme, fundador da Engenharia de Produção no país, cabe ao Engenheiro de Produção a tarefa de desenvolvimento e projeto de sistemas. A concepção do Engenheiro de Produção como projetista de sistemas, coincide com a definição de Industrial Engineering dada pelo *American Institute of Industrial Engineers* apud LEME (1997): "A engenharia Industrial ocupa-se do projeto, melhoria e instalação dos sistemas integrados de homens, máquinas e equipamentos, baseando-se em conhecimentos especializados de ciências matemáticas, físicas e sociais, em conjunto com os princípios e métodos de análise e de projeto peculiares à Engenharia, com o fim de especificar, prever e avaliar os resultados a serem obtidos daqueles sistemas".

De acordo com o mesmo autor, o Engenheiro de Produção é sempre um administrador, pois seu trabalho, pela própria natureza, implica na direção de uma equipe. Essa vinculação existe com todos os campos da engenharia já que, normalmente, todo engenheiro tem subordinados.

Ainda segundo LEME (1997), "a engenharia de produção é uma técnica, no sentido que incorpora os conhecimentos desenvolvidos na pesquisa científica para a solução de problemas práticos". A partir dessas definições, observa-se o *Planejamento e Controle da Produção como elemento chave e central para o projeto e desenvolvimento de um sistema de produção*. E o entendimento de sua evolução passa a ser importante no contexto da Engenharia de Produção.

2. ALGUMAS DEFINIÇÕES

A *Produção*, vista como um *sistema*, é um conjunto de recursos humanos, físicos, tecnológicos e informacionais, capazes de transformar entradas em saídas, tangíveis ou não-tangíveis. Pode-se produzir tanto bens, como serviços. Este sistema maior, a produção, pode ser subdividido em

subsistemas segundo a ótica e o interesse estabelecidos. Na Figura 1, vê-se o ciclo de um sistema de produção.

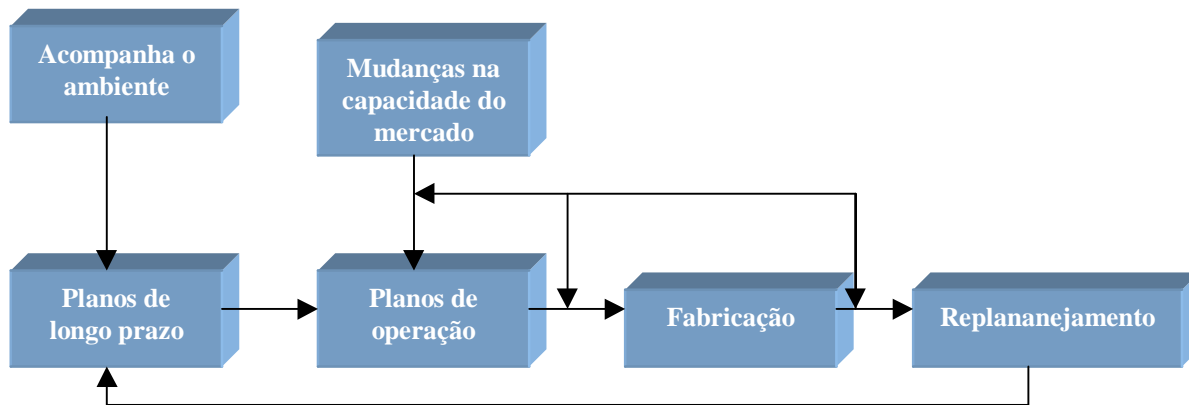


Figura 1: Ciclo do sistema de Produção (HARDING, 1981)

Para que uma empresa possa funcionar adequadamente, ela precisa planejar e controlar adequadamente sua produção. Para isso existe o *Planejamento e Controle da Produção (PCP)*, que visa aumentar a eficiência e eficácia da empresa através da administração da produção.

Planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais os objetivos a serem atingidos e o que deve ser feito para atingi-los através da otimização e recursos de entrada. Nele procura-se responder perguntas como: como fazer, quando fazer, o que se deve executar para que as metas para que sejam atingidos os objetivos propostos (CHIAVENATO, 1991).

Já o *controle* é a função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho para assegurar que os planos sejam realizados da melhor maneira possível. O objetivo dessa tarefa é verificar se o prescrito está sendo feito em conformidade com o planejado. O planejamento é a primeira etapa do processo administrativo, enquanto o controle constitui a última etapa, para o autor supra mencionado. O PCP tem uma dupla finalidade: atuar sobre os meios de produção para aumentar a eficiência e cuidar para que os objetivos de produção sejam plenamente alcançados

Para TUBINO (1997), as atividades desenvolvidas pelo PCP são as seguintes:

Planejamento Estratégico da Produção: consiste em estabelecer um plano de produção para determinado período, segundo as estimativas de vendas e disponibilidade de recursos financeiros e produtivos;

Planejamento Mestre da Produção: consiste em estabelecer um Plano-Mestre de Produção (PMP) de produtos finais, detalhado a médio prazo, período a período, a partir do plano de produção, com base nas previsões de vendas de médio prazo.

Programação da Produção: é feita com base no Plano-Mestre de Produção e nos registros de controle de estoques. Esta programação estabelece a curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos finais;

Acompanhamento e Controle da Produção: este procedimento é feito por meio da coleta e análise dos dados, buscando garantir que o programa de produção emitido seja executado a contento.

Outras análises podem ser feitas em termos de PCP como um sistema de informações, e não como um conjunto de funções separadas. Para PEREIRA (1998), o Planejamento e Controle da Produção é um sistema de informações que gerencia a produção do ponto de vista das quantidades a serem elaboradas, de cada tipo de bem ou serviço e o tempo necessário para sua execução. O ato de produzir decorre destas informações, mediante o acionamento do sistema de produção, o transformador de entradas em saídas. Quando se menciona a integração de um sistema de produção quer se designar um trabalho, além de harmônico, direta e automaticamente conectado, desde a demanda até a expedição das saídas, caracterizando dessa forma, uma logística interativa que proporciona a retroalimentação do sistema.

3. PRECURSORES DO PCP

Existe uma certa subjetividade quanto ao início da história do Planejamento e Controle da Produção, pois, dependendo do historiador, este fato passa a ser simplesmente uma questão de escolha. Assim, para esse trabalho, entender-se-á seu início como sendo desde da antiguidade. Porém, é com o início da Revolução industrial que o PCP tem seu desenvolvimento, como catalisador de eficácia produtiva.

No dicionário de língua portuguesa, mais especificamente o de Aurélio, a palavra produção tem como significado: *ato ou efeito de produzir; realização; criação de um valor econômico; feitura de coisas que atendem as necessidades econômicas do homem.* A partir desse entendimento, de fatos históricos e de obras, que o homem, de forma planejada executou, que deu-se o início do PCP.

Essa organização remonta desde o momento que o homem executava ações de caça e pesca para a sua sobrevivência, podendo já ser entendida como uma forma de planejamento, mas é na

antigüidade, na construção de uma pirâmide ou na organização de uma cidade, que passou-se a exigir técnicas de planejamento e controle da produção. Na Idade Média, as crenças religiosas e o misticismo não permitiram o desenvolvimento de uma abordagem tradicional do trabalho, com isso as inovações técnicas são impedidas. Com o Renascimento, a estrutura social da Idade Média, que era baseada no misticismo, deu lugar a uma sociedade baseada na objetividade e na racionalidade. A inovações tecnológicas, baseadas na mecânica, passam a ser valorizadas, com isso, a criação de máquinas e equipamentos darão início a Revolução Industrial.

4. DESENVOLVIMENTO DO PCP DURANTE A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A necessidade de aplicação de sistemas de produção na organização do trabalho teve seu começo com a Revolução Industrial, por volta de 1780. Antes dessa época, a fabricação de produtos era regida pela simples divisão do trabalho, dentro de funções especializadas, as quais eram executadas nas casas dos trabalhadores. Esse sistema doméstico era aplicado principalmente nas fábricas têxteis.

Para HARDING (1981), foi em 1785 que Cartwright inventou o primeiro tear a força, é a partir da aplicação dessa invenção na indústria, que a atual história política e social da Inglaterra teve seu desenvolvimento. Pois começa-se a ser inseridas máquinas, a ser agrupadas ao redor de fontes de força disponíveis, a princípio os Engenheiros d'água. Com isso, os trabalhadores cessaram de cumprir seus trabalhos especializados em suas casas e foram trabalhar nos engenhos.

Logo que, as pessoas seguiram esse caminho, tornou-se necessário organizar seus esforços. Pela primeira vez, medidas de *planejamento, organização e controle da produção* tornam-se necessários. Durante o século XIX, observa-se o desenvolvimento do *sistema fábrica de produção*. HARDING continua afirmando que essa época é marcada por um ajustamento mental e social a este novo fator de produção, que surge na vida dos homens. Durante essa época, houve um rápido desenvolvimento da qualidade do ferro e do aço na aplicação da máquina a vapor como unidade de força motriz. Isso fez com que houvesse o nascimento da Engenharia Industrial.

A partir de 1860, tem-se o início de uma nova fase chamada de Segunda revolução industrial. No entender de CHIAVENATO (1983), essa fase é marcada por três acontecimentos importantes: desenvolvimento de novo processo de fabricação do aço; aperfeiçoamento do dínamo; invenção do motor de combustão interna. Os proprietários das oficinas que não estavam em condições financeiras de maquinizar a sua produção foram obrigados a trabalhar para outras oficinas. Esse

fenômeno ficou conhecido como maquinização das oficinas. O PCP passa agora a ter um profundo relacionamento com as máquinas e a automatização, e não só com os métodos manuais de produção. Com a transformação das oficinas em fábricas, houve um abaixamento dos custos de produção, que propiciou um alargamento do mercado consumidor da época. O homem passa a ser substituído por máquinas nas atividades em que se podia automatizar e acelerar a produção pela repetição. Surge então a necessidade da divisão do trabalho e da simplificação de operações.

5. EVOLUÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO COMO FATOR INFLUENCIADOR DO PCP

As origens da abordagem clássica da administração tem como ponto de partida as conseqüências geradas pela Revolução Industrial. O crescimento desorganizado das empresas, o aumento da dimensão dessas e a necessidade de aumento de competitividade e eficiência, geraram elementos para poder inspirar uma *ciência da administração*.

A Escola da Administração Científica foi iniciada por Taylor no começo desse século. Ele iniciou sua vida profissional em 1878 na Midvale Steel Co (TAYLOR, 1971). Para ele, os empregados tinham que ser cientificamente colocados em serviços ou postos em que os materiais e as condições de trabalho fossem cientificamente selecionadas. Os funcionários deveriam ser adestrados para aperfeiçoar suas aptidões, e os métodos empíricos ineficientes, que as empresas utilizavam, deviam ser abolidos para dar lugar a administração científica. Com isso, o custo unitário dos produtos diminuíram e os salários dos empregados aumentariam.

Taylor teve inúmeros seguidores, dentre os quais destacam-se Gantt, Gilbreth, Emerson, Barth entre outros. Taylor influenciou também Henry Ford, talvez o mais conhecido precursor da Moderna Administração, e provavelmente, um dos mais influentes para o *Planejamento e Controle da Produção*. Ford idealizou a linha de montagem, o que permitiu a produção em série, e com isso o moderno método que permite fabricar grandes quantidades de um determinado produto padronizado. Na produção em série ou em massa, o produto é padronizado em seu material, mão-de-obra, máquinas, etc. e ao mínimo custo possível. No Quadro 1, pode-se ver alguns autores e obras que influenciaram a Abordagem Clássica da Administração.

CRONOLOGIA DOS PRINCIPAIS EVENTOS DE ABORDAGEM CLÁSSICA

Ano	Autores	Livros
1776	Adam Smith	An Inquiry into the Nature and Causes of Wealth of Nations
1832	Charles Babbage	On the Economy of Machinery and Manufactures
1895	Frederick Winslow Taylor	Piece Rating System
1903	Frederick Winslow Taylor	Shop Management
1909	Harrington Emerson	Efficiency as a Basis for Operations and Wages
1910	H. L. Gant	Work, Wages and Profits
1911	F. B. Gilbreth	Motion study
	Frederick Winslow Taylor	The Principles of Scientific Management
1912	Harrington Emerson	The twelve Principles of Efficiency
	F. B. Gilbreth	Primer of Scientific Management
1914	L. M. Gilbreth	The Psychology of Management
1915	R. F. Hoxie	Scientific Management and Labor
1916	Henri Fayol	Administration Industrielle et Générale
1919	F. B. Gilbreth	Fatigue Study
	H. L. Gantt	Organizing for Work
1923	Oliver Sheldon	The Philosophy of Management
	Henry Ford	My life and Work
1930	Henri Fayol	Industrial and General Administration (trad.)
1932	H. Myers	Human Engineering
1933	Lyndall F. Ulwick	Management of Tomorrow
1937	L. Gullick & L. F. Urwick	Papers on the Science of Administration
	Stuart Case	Man and Machines
1938	C. P. McCormick	Multiple Management
1943	Lyndall F. Ulwick	The Elements of Administration
1944	Peter F. Drucker	Concept of Corporation The Making of Scientific Administration
1945	L. Urwick & E. F. L. Brech	The Making of Scientific Management
	M. Dimock	The Executive in Action
1949	M. C. H. Niles	Middle Management
	R. M. Barnes	Motion and Time Study

Quadro 1: Cronologia dos Principais Eventos de Abordagem Clássica (CHIAVENATO, 1983)

Em 1916, surge a Teoria Clássica da Administração com Henri Fayol. Fayol partiu de uma abordagem, global e universal da empresa, inaugurando uma abordagem anatômica e estrutural da organização. Definiu também o ato de administrar como sendo: *prever, organizar, comandar, coordenar e controlar*.

Após a abordagem clássica, a administração passou por uma série de períodos, os quais têm uma relação direta com o PCP. As *abordagens humanística, neoclássica, estruturalista, comportamental, sistêmica e contingencial* vão acrescentar muito na forma de se planejar e controlar a produção. Técnicas de Pesquisa Operacional, Teoria de Sistemas, análise do ambiente, influência da tecnologia são fatores que fazem parte dessas abordagens e que deram uma grande contribuição para o PCP (ver Figura 2).

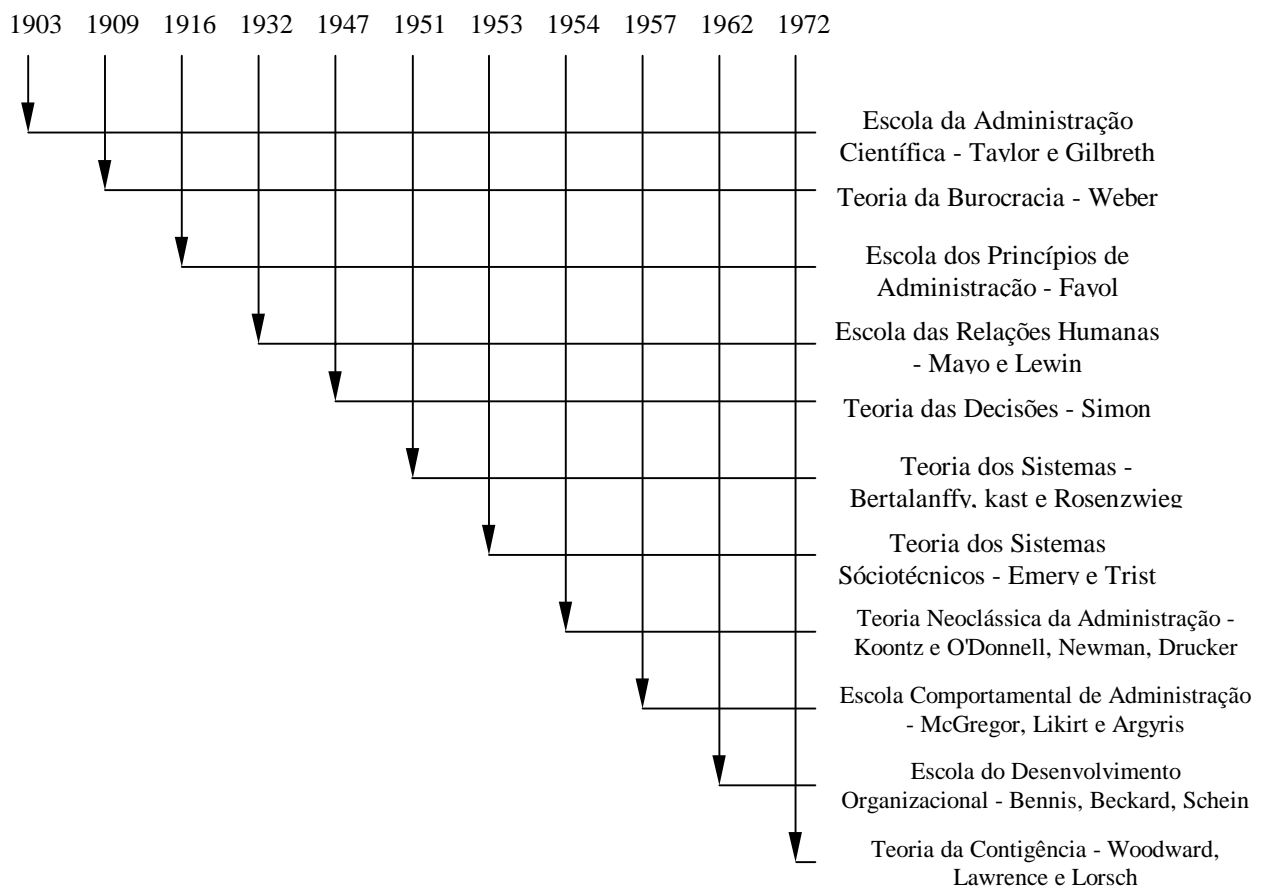


Figura 2: Principais escolas que influenciam o pensamento administrativo (CHIAVENATO, 1983)

A Figura 2 mostra o início de cada uma das principais escolas que influenciaram a administração, junto com seus principais autores. Todas essas escolas tiveram uma influência direta no PCP, seja

através de mudanças nas relações humanas, seja através da aplicação matemática para gerenciar uma indústria, ou até mesmo através da psicologia.

6. EVOLUÇÃO DOS MODERNOS SISTEMAS DE PCP

Nos anos 70 começou o uso de computadores em grandes corporações, porém o seu alto custo inviabilizava sua popularização dentro das empresas. Com o aumento do uso da informática nos anos 80, a administração da produção teve um grande avanço. No início sua utilização estava restrita em áreas como, contabilidade e comercial, porém depois, seu uso foi bastante aplicado para os métodos de informações gerenciais que, de forma integrada, auxiliava nas técnicas de PCP.

O uso de computadores era verificado na aplicação de emissão de listagens, pedidos ou na emissão de ordens de fabricação, caracterizando-se como um trabalho de consolidação de dados e a sua impressão em formatos padronizados. Outro avanço ocorrido nos últimos tempos foi a dos instrumentos matemáticos, para a elaboração de projeções de demanda através de médias, ponderações ou construção de retas. Na questão da determinação da capacidade produtiva, deve-se ressaltar a disponibilidade de instrumentos como *a programação linear*, embora esta não seja tão difundida na prática (PEREIRA, 1998).

Por fim, temos os modernos sistemas de *manufatura avançada*, que são definidos por SEVERIANO FILHO (1999) como sendo uma "configuração de recursos combinados, com densidade e competências tecnológicas incorporadas, para a produção de bens com elevado grau de desempenho". Para o autor, os vetores densidade e competência tecnológica constituem os elementos de diferenciação entre os sistemas modernos e os sistemas convencionais de fabricação.

O autor segue citando técnicas que fazem uso intensivo de recursos computacionais como integrantes dos sistemas de manufatura avançada. Entre elas estão: os sistemas CAD (Projeto Auxiliado por Computador); CAE (Engenharia Auxiliada por Computador); CAPP (Planejamento do Processo Auxiliado por Computador); CAQ (Qualidade auxiliada por computador); CIM (Manufatura Integrada por Computador); EDI (Intercâmbio Eletrônico de Dados); FMC (Célula Flexível de Manufatura); FMS (Sistema Flexível de Manufatura); MRP (Planejamento dos Recursos de Manufatura); OPT (Tecnologia de Produção Otimizada), entre outros.

Ainda segundo o autor, existem outras técnicas que dizem respeito a elementos relacionados com a organização e gestão do sistema produtivo. Tratando-se de tecnologias que definem procedimentos

para o gerenciamento de manufatura. Nessa categoria incluem-se os seguintes sistemas: ABC (Custo Baseado nas Atividades); JIT (Just-in-Time); KANBAN (cartões para puxar a produção); MC (Manufatura Celular); PFA (Análise de Fluxo Puxado); TQC (Controle de Qualidade Total); TQM (Gestão da Qualidade Total). Algumas dessas técnicas e procedimentos terão sua evolução analisada nos próximos tópicos.

6.1. O SISTEMA MRP

O MRP (Material Requirements Planning, ou cálculo das necessidades de materiais) e o MRP II (Manufacturing Resources Planning, ou planejamento de recursos de manufatura) são sistemas de administração da produção de grande porte que têm sido implementados em muitas empresas, desde os anos 70. Conforme CORRÊA (1993), os principais objetivos dos sistemas de cálculo das necessidades são permitir o cumprimento de prazos de entregas dos pedidos dos clientes, com a mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens.

O cálculo das necessidades é uma técnica de gestão da produção que só foi viabilizada pelo uso dos computadores. Assim, o próprio CORRÊA (1993) afirma que era inviável, até meados dos anos 60, a utilização de cálculos das necessidades para processos de manufatura complexos, pois os computadores não tinham capacidade suficiente de armazenagem e processamento de informações para tratar o volume de dados que o cálculo das necessidades requer.

O autor considera que as aplicações computadorizadas mais antigas do cálculo de necessidades foram desenvolvidas a partir de um processador de listas de materiais, que convertia um plano de produção de um produto final, em um plano de compras ou produção de seus itens componentes. Isto significou uma expansão considerável dos programas de PCP. A indústria, pela grande quantidade de itens que manipula, necessitava de um calculador potente, e isto era correspondido através destes sistemas.

Na percepção de SLACK (1997), durante os anos 80 e 90, o sistema e o conceito de planejamento das necessidades materiais expandiram-se e foram integrados em outras partes da empresa. O princípio de cálculo de recursos instituído pelo MRP foi estendido para outros recursos, como o tempo de máquina, seção ou departamento. Cada unidade ou lote, conhecidos os requisitos individuais, permite o cálculo da capacidade global requisitada. A ampliação deste conceito vem a ser o MRP-II (planejamento de recursos de produção), atualmente, bastante difundido e servindo de base à maioria dos atuais sistemas de *Planejamento e Controle de Produção informatizados*.

Com uma finalidade mais específica e complementar, em termos de sistemas mais abrangentes (como o MRP), tem-se os softwares seqüenciadores da produção (simuladores), que estabelecem um ordenamento otimizado para ordens que estão aguardando processamento, de acordo com regras estabelecidas (PEREIRA, 1998).

6.2. O SISTEMA KANBAM

O kanban é um sistema de informação que controla harmoniosamente a fabricação de produtos necessários, nas quantidades e tempos necessários em cada processo de uma empresa. Ele pode ser considerado uma ferramenta para possibilitar o êxito da produção JIT (MONDEN, 1991).

CORIAT (1994) afirma que, foi no contexto dos anos 50 marcados pelas demissões em massa e pelo aumento das encomendas de guerra endereçadas a casa Toyota, que nasce verdadeiramente o Kanban. O Sr. Taiichi Ohno, gerente de fabricação, e depois vice-presidente da Toyota, aplica o princípio de que: o trabalhador do posto de trabalho posterior, se abastece sempre que necessário de peças no posto de trabalho anterior. Assim sendo, o lançamento da fabricação no posto anterior só se faz para realimentar a loja em peças vendidas. E foi a partir desse princípio que surgiu o kanban, e que constitui, em matéria de gestão da produção, "a maior inovação organizacional da segunda metade do século". Três meses após o começo dos primeiros experimentos, "o sistema de supermercado" como era conhecido, foi efetivamente instalado numa das fábricas dirigidas por Ohno. Todas essas contribuições de Ohno marcam uma nova fase, que CORIAT chama de *Ohnismo*.

6.3. O SISTEMA JIT

O sistema Just-in-time surgiu em meados da década de 70 , sendo sua idéia básica e seu desenvolvimento, assim como o kanban, creditados à Toyota Motor Company, que buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com uma grande demanda e especificidade de diferentes modelos e cores de veículos com um mínimo de atraso (CORRÊA, 1993).

Para LUBBEN (1989), "o sistema JIT é um desenvolvimento japonês, mas alguns dos seus princípios foram concebidos nos Estados Unidos. Algumas pessoas creditam a Ford Motor Company como a primeira empresa ocidental a usar alguns conceito de JIT na linhas focalizadas dos primeiros automóveis Ford".

Segundo BAGLIN (1990), verifica-se que a origem do JIT procede das modificações fundamentais do desenvolvimento econômico mundial. Durante as duas últimas décadas, as exigências dos clientes têm sido consideravelmente aumentadas:

- ⇒ A variabilidade da demanda (em volume e natureza) aumentada: variedade de modelos propostos, ciclo de vida dos produtos muito curto, etc;
- ⇒ O cliente exige prazos cada vez menores;
- ⇒ A concorrência impõe a entrega de produtos de qualidade perfeita e preço muito baixo.

Para responder a estas novas características, precisa-se de um sistema logístico que ofereça muito pouca inércia e capacidade de troca em grande variedade, sem gerar estoques elevados. Isto provoca então para as indústrias o que fazer face a um dilema: venda sob medida ou preço do produto em série.

A filosofia do JIT da Toyota pode comparar os estoques, com o nível de água de um rio. Na abordagem tradicional, os responsáveis consideram que quanto mais elevado o nível, mais a navegação é facilitada. Ohno propõe, ao contrário, fazer baixar o nível d'água para deixar aparecer os escolhos. Estes deverão ser destruídos para poder continuar a navegação. Baixa-se o nível novamente: os obstáculos que surgirem novamente deverão ser destruídos. Esta é a filosofia do progresso contínuo (Kaizen).

6.4. SISTEMA OPT

O OPT é a sigla para Optimized Production Technology (Tecnologia de Produção Otimizada), uma técnica de gestão da produção desenvolvida recentemente por um grupo de pesquisadores israelenses, do qual fazia parte o físico Eliyahu Goldratt. Segundo ANTUNES (1989), esse sistema de otimização é fundado nos conceitos de programação linear, e pode ser utilizado em qualquer ambiente fabril.

A técnica, a exemplo do MRP II, é baseada no uso de um software. Entretanto, seus princípios diferem bastante dos princípios sobre os quais o MRP II se baseia. Para o autor, as metas do OPT procuram simultaneamente: aumentar a taxa no qual o sistema gera dinheiro através das vendas; reduzir inventários; reduzir despesas operacionais. Esses procedimentos são levados a efeito no sentido de incrementarem, ao mesmo tempo: o lucro líquido, a rentabilidade dos investimentos; e os fluxos de caixa.

6.5. INTEGRAÇÃO ENTRE MÉTODOS E FILOSOFIAS DO PCP

Com a evolução dos computadores, a utilização de técnicas sincronizadas de administração da produção passou a ser necessária. Pode-se considerar essa procura da integração entre os sistemas uma nova fase do PCP. ANTUNES (1989) descreve um esquema geral de sinergia entre MRP, OPT e JIT (Quadro 2).

<i>Esquema geral de sinergia entre MRPII, OPT e JIT</i>		
	Sem restrições de capacidade	Com restrições de capacidade
Muitos produtos + muitas mudanças e engenharia + muitas mudanças de mix dos produtos.	MRP II	OPT + MRP II
Situação intermediária (alguma padronização + alguma repetitividade).	JIT + MRP II	OPT + JIT + MRP II
Poucos produtos + poucas mudanças de engenharia + Poucas mudanças no "mix" dos produtos a curto prazo.	JIT	JIT

Quadro 2: Esquema geral de sinergia entre MRPII, OPT e JIT (baseado em ANTUNES, 1989)

7. PCP NA ERA DA INFORMAÇÃO

Com o abaixamento de preços dos produtos de informática, e o alargamento do seu uso a partir da década de 80, a administração da produção e o PCP tiveram grandes avanços. Os diversos tipos de automação industrial passaram a ser largamente usadas para aumentar a eficiência das manufaturas.

Os recursos CAD/CAE (desenho, projeto e engenharia auxiliados por computador) são um exemplo desse tipo de automação. Eles estão na condição de fornecedores de dados para a programação e controle, e ocupando-se do planejamento da produção. Esses softwares auxiliam a concepção e desenvolvimento do produto, iniciando pelo desenho do mesmo, ordenando e armazenando dados, simulando o funcionamento de sistemas. O projeto do processo é feito pelo CAPP (projeto do processo auxiliado por computador). Este sistema permite gerar roteiros, listagem de equipamentos, ferramentas e tempos, além de complementos como a árvore de produto e croquis (PEREIRA, 1998).

As máquinas tornaram-se automáticas mediante a aplicação do conceito de controle numérico (CN) e numa etapa posterior CNC (controle numérico por computador). Essas máquinas executam

funções como de controlar válvulas de abertura e fechamento de dutos, controle de temperatura em fornos, de iluminação e ventilação, pintam, soldam, montam, movimentam.

O Sistema de Garantia da Qualidade (CAQ) constitui-se de um acompanhamento desde a chegada dos insumos, passando pelo processo produtivo, estendendo-se até a saída do produto acabado. O CAQ é auxiliado pela informática através de instrumentos de análise, sensores e contadores automatizados, bem como no planejamento do controle.

Outro conceito importante é o de Manufatura Celular (MC), que segundo SEVERIANO FILHO (1999), é uma tentativa de se linearizar o fluxo de materiais, num sistema de produção intermitente, sem sacrificar a flexibilidade inerente a organização. Para o autor, a abordagem da manufatura celular tem sua origem no conceito de Tecnologia de Grupo (TG), que é um recurso que utiliza o conceito de família de itens, onde se procura agrupar artigos com base na similaridade de forma, tamanho e processo de produção, etc.

Por fim, a integração dos recursos de produção com a informática permitiu estabelecer o conceito de Produção Auxiliada por Computador (CAM). O conjunto das funções abordadas, como Planejamento da Produção, a Programação e Controle e a Produção Auxiliada por Computador, quando integradas por sistemas de informação automatizados, constituem a Produção Integrada por Computador (CIM).

8. A INTEGRAÇÃO CIM

A Produção Integrada por Computador ou CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) é a tecnologia que, utilizando-se da informação, da computação e da automação, permitindo a integração de todas as atividades de produção.

PEREIRA (1998) descreve o seqüenciamento dessa tecnologia da seguinte forma: o CIM inicia com o planejamento da produção (projeto do produto, do processo e estimação de quantidades a produzir), continua com a programação (definição precisa de produtos a produzir no período, cálculo de necessidades de material, estabelecimento de prazos e capacidades e seqüenciamento), aciona a produção (através de máquinas comandadas por computador como as CN - controle numérico - e robôs) e termina no controle através de módulos de captação de dados de quantidade e qualidade da produção, havendo, ainda, a possibilidade de trabalhar-se com funções auxiliares como o controle da manutenção.

Segundo COSTA & CAULLIRAUX (1995), o CIM representa uma forma específica de funcionamento de um sistema de produção, que passa pela integração organizacional suportada e alavancada pela informática". Para SEVERIANO FILHO (1999), o CIM pode ser considerado "uma filosofia de gerenciamento operacional, que integra as atividades organizacionais em sua totalidade".

O objetivo final é que todas as funções da organização voltadas para a produção sejam incorporadas num sistema integrado por computador, que possa auxiliar ou automatizar as operações. Um sistema de produção apoiado por computador permite uma maior eficiência, assim como uma menor quantidade de erros concebidos durante o processo, passando a ser bastante vantajosa sua implementação nas manufaturas.

9. CONCLUSÕES

O PCP mostra-se um sistema em constante evolução. Por abordar homens, máquinas e técnicas de gerenciamento, qualquer contribuição que ocorra no campo operacional, administrativo, ou das relações humanas, faz com que o PCP passe por alguma evolução.

Nos últimos anos, o grande crescimento e barateamento da informática, e de todos os sistemas de automação ligados a ela, tem feito com que o PCP tenha evoluído bastante. A *integração* é a palavra chave para esses novos sistemas. O objetivo é que todas as informações dentro de uma fábrica estejam integrada em um único sistema. Torna-se necessário conceber logicamente um sistema de informações e de planejamento, organização, comando e controle da produção para uma comparação prévia aos sistemas computacionais disponíveis. Isto implica em trabalho intenso e também muito importante; leva ao reconhecimento do sistema de produção, suas peculiaridades e seus pontos fortes e fracos. Os sistemas, integrados ou não, são úteis e podem representar uma ajuda na busca da eficácia das atividades de PCP.

Mesmo com o grande aumento da automação, o enfoque no homem também tem sido de grande importância para o PCP. A versatilidade dos funcionários tem sido exigida nas fábricas, para isso cada vez mais exigem-se profissionais capacitados com um nível de educação maior. A *qualidade* passou a ser também um fator chave dentro das manufaturas. As novas exigências do mercado fazem dessa característica a base para a sobrevivência da empresa, face a concorrência. Exigi-se ainda mais das atividades do Planejamento e Controle da Produção.

A eterna busca pela eficiência, faz com que os sistemas de produção estejam em constante mudanças e que estes sejam bastante dinâmicos. A exigência de uma adaptação constante decorre das múltiplas influências e das incertezas dos ambientes gerenciais modernos. Para isso, o entendimento do passado como forma de se prever o futuro torna-se importante para todos aqueles que querem estar aptos a serem geradores de mudanças dentro de uma organização.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, J. A. Valle Jr. Et al. *Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de administração da produção*. Revista de Administração de Empresas, 29 (3), jul/set., 1989.
- BAGLIN, Gérard et al. *Management industrial et logistique*. Paris: Economica, 1990.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciação a administração da produção*. São Paulo: Makron, Mc Graw-Hill, 1991.
- _____. *Introdução a teoria geral da administração*. 3. ed. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1983.
- LEME, Ruy A. S. Engenharia de Produção e administração industrial. In: CONTADOR, José Celso. *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da empresa*. Fundação Carlos Alberto Vanzolini. São Paulo: Edgard Bluncher, 1997.
- CORIAT, Benjamin. *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Rio de Janeiro: Revan: UFRJ, 1994.
- COSTA, L. S. S.; CAULLIRAUX, H. *Manufatura integrada por computador: sistemas integrados de produção: estratégia, organização, tecnologia e recursos humanos*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- CORRÊA, H. L. GIANESI, I. G. N. *Just-in-time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- HARDING, H. A. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1981.
- LUBBEN, Richard T. *Just-In-Time: Uma estratégia avançada de produção*. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
- KWASNICKA, Eunice Lacava. *Introdução a administração*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- MACHILINE, Claude, MOTTA, Ivan, et al. *Manual de administração da produção*. 4. ed. Rio de Janeiro, Função Getúlio Vargas, 1978.
- MONDEN, Yasuhiro. *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. Georgia-USA. Engineering & Management Press, 1991. Cap. 2, pp 15-36.
- PEREIRA, E. C. O. ERDMANN, R. H. *A evolução do planejamento e controle e o perfil do gerente de produção*. Anais XVIII ENEGEP: Niterói, 1998.
- RUSSOMANO, Victor Henrique. *Planejamento e controle da produção*. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.
- SEVERIANO FILHO, Cosmo. *Produtividade & manufatura avançada*. João Pessoa: Edições PPGE, 1999.
- SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, et al. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1996.
- TAYLOR, F. W. *Princípios da administração científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1971.
- TUBINO, Dálvio Ferrari. *Manual de planejamento e controle da produção*. São Paulo: Atlas, 1997.