
Modelo de gestão do sistema de planejamento, programação e controle da produção

Marcelo Caldeira Pedroso

O Sistema de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) refere-se a uma área de decisão da empresa que objetiva planejar e controlar os recursos alocados ao processo produtivo visando atender a demanda dos clientes (Slack *et alii*, 1995). Na figura 1 é ilustrado esse conceito, representando o sistema como um sincronizador entre o fornecimento dos recursos e a demanda de produtos e serviços da empresa. Basicamente, o Sistema de PPCP atua sobre quatro graus de liberdade: capacidade produtiva, estoques, suprimentos e demanda⁽¹⁾.

As principais decisões do Sistema são:

- o que, quanto e quando **comprar**;
- o que, quanto, quando e com quais recursos **produzir**;
- o que, quanto e quando **entregar**.

Essas decisões afetam diretamente importantes medidas de desempenho internas à empresa, como os níveis de estoque (de matérias-primas, em processo e de produtos semi-acabados e acabados) e a utilização da capacidade produtiva, bem como o desempenho percebido pelos clientes, ou seja, o nível de serviço (ou de atendimento à demanda). Em síntese, além das tradicionais medidas internas relacionadas aos estoques e à capacidade produtiva — que podem afetar significativamente os custos de produção e o capital de giro da empresa —, o Sistema de PPCP também apresenta forte impacto sobre como os clientes a avaliam em termos de velocidade de entrega, pontualidade, disponibilidade e flexibilidade.

Ao Sistema tem sido atribuído elevado grau de importância em face das preocupações atuais das empresas (ver, por exemplo, pesquisa publicada por Malhotra, Steele & Grover, 1994). Esse fato pode ser verificado nas empresas pela difusão dos Sistemas *Enterprise Resources Planning* (ERP) e *Manufacturing Resources Planning* (MRP-II)⁽²⁾, dos conceitos da Teoria das Restrições, da utilização do *Kanban* e, mais recentemente, da implantação dos Sistemas de Programação da Produção com Capacidade Finita (Pedroso & Corrêa, 1996) — atualmente denominados Sistemas Avançados de PPCP (ou *Advanced Planning Systems* — APS).

Recebido em julho/97
2ª versão em julho/98

Marcelo Caldeira Pedroso é Doutorando em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e *Certified in Production and Inventory Management* pela *American Production and Inventory Control Society*.
Fax: (011) 530-3075
E-mail: mpedroso@uol.com.br

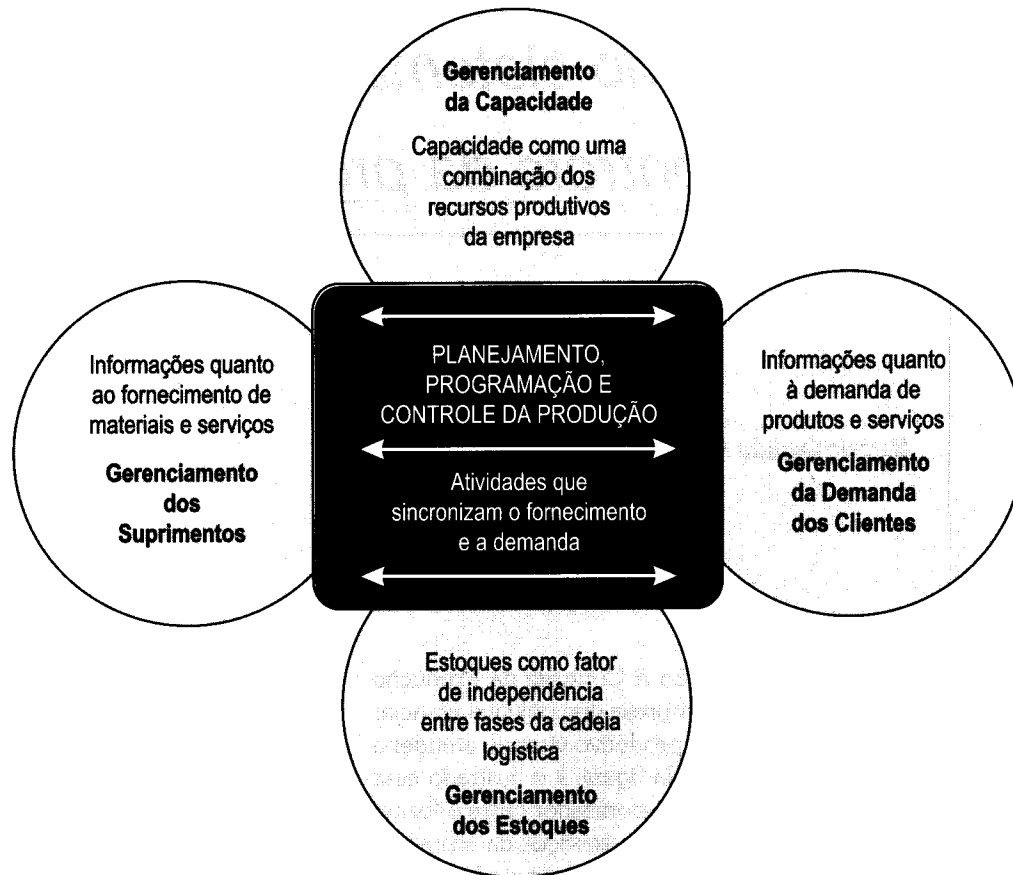


Figura 1: Sistema de PPCP como Sincronizador entre o Fornecimento dos Recursos e a Demanda de Produtos e Serviços da Empresa

É importante ressaltar que a decisão de implantar — ou reestruturar — um Sistema de PPCP é questão estratégica para as empresas, uma vez que:

- a implantação — ou a reestruturação — desses sistemas é uma decisão de relativa dificuldade de reversão, seja em função dos investimentos financeiros necessários, seja pelo tempo de implantação e pelos esforços organizacionais exigidos (Pedroso & Corrêa, 1996);
- as decisões do Sistema de PPCP impactam fortemente o desempenho da empresa, notadamente nos fatores competitivos de custo, velocidade de entrega, pontualidade e flexibilidade (de volume, *mix* e entrega), como ilustrado na figura 2. Dessa forma, o sistema deve ser projetado, implantado e gerenciado visando suportar a estratégia de operações da empresa (Pedroso, 1996).

A prática tem mostrado que algumas empresas realizam implantações bem-sucedidas dos seus Sistemas de PPCP cujos resultados, após um período inicial de melhoria, não são consistentes ao longo do tempo. Alguns exemplos podem ser citados:

- a empresa A, multinacional produtora de bens de consumo, percebeu queda no desempenho do seu sistema MRP-II. O motivo principal detectado foi a rotatividade dos seus programadores da produção, o que levou a empresa a realizar novamente o treinamento em MRP-II para toda a equipe ligada ao sistema;
- a empresa B, têxtil multinacional, implantou um Sistema Avançado de PPCP em uma de suas unidades industriais. O principal responsável pela implantação e pela gestão do sistema solicitou demissão, resultando em acentuada queda no desempenho do sistema. A empresa realizou esforço extra para a sua recontração;
- a empresa C, nacional produtora de implementos agrícolas, melhorou o desempenho do seu sistema *Kanban* após a padronização das respectivas atividades, o seu registro em procedimentos e a inclusão destes no Sistema da Qualidade da empresa.

Nos três casos, as empresas adotaram uma postura reativa, ou seja, atuaram em seus Sistemas de PPCP após a deterioração dos respectivos desempenhos. As empresas A e B tomaram decisões relativamente pontuais; por

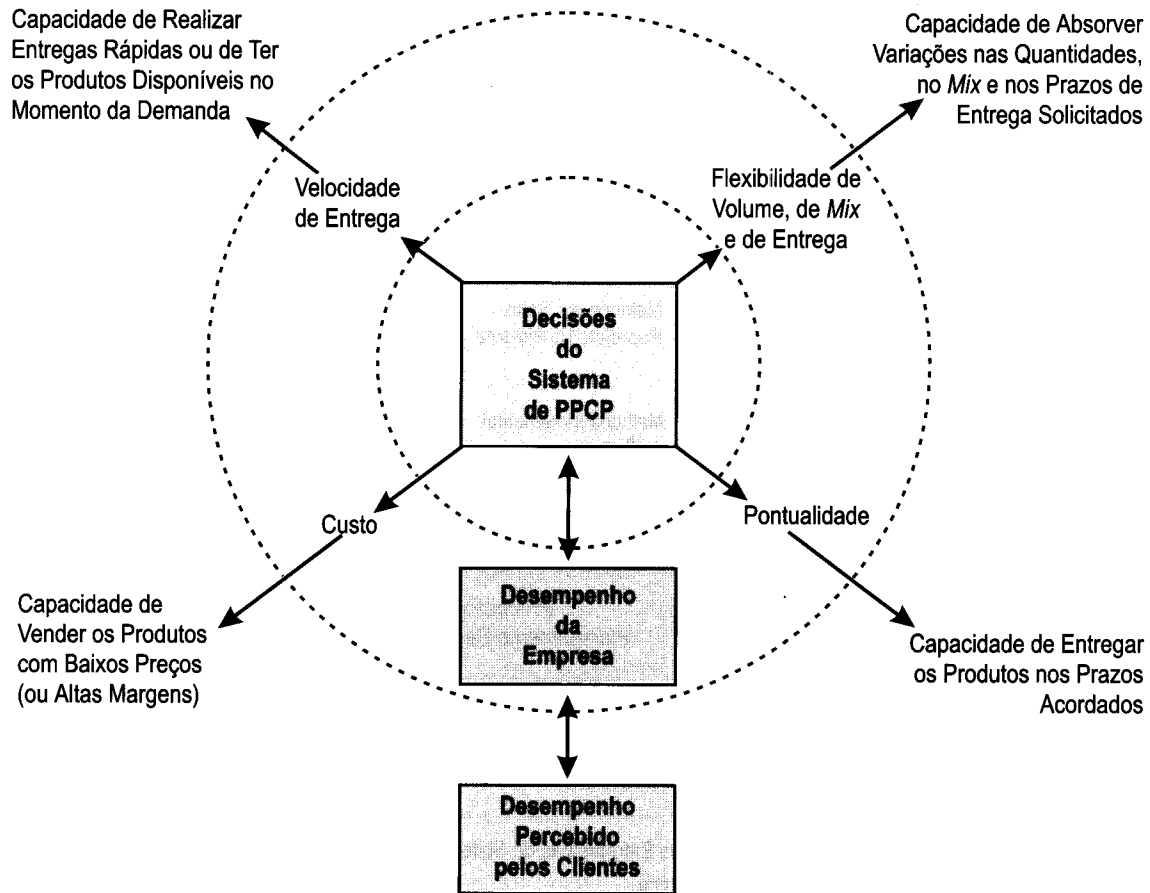


Figura 2: Impacto das Decisões do Sistema de PPCP na Competitividade das Empresas

exemplo, se persistir a rotatividade dos envolvidos nos respectivos Sistemas de PPCP, provavelmente haverá nova queda no desempenho dos sistemas.

Nesse contexto, com o objetivo de apoiar a implantação, a gestão e a melhoria dos Sistemas de PPCP das empresas dentro de uma abordagem proativa, neste trabalho é proposto um Modelo de Gestão do Sistema de PPCP baseado em dois conceitos:

- o sexto estágio da metodologia MISPEM (Modelo de Integração do Sistema de PPCP à Estratégia de Manufatura), proposta por Pedroso (1996), que contempla a gestão do Sistema;
- os requisitos do Sistema da Qualidade segundo as normas ISO 9001.

Esses conceitos, bem como a proposta do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP, são apresentados a seguir⁽³⁾.

GESTÃO DO SISTEMA DE PPCP

A gestão do Sistema de PPCP contempla três processos principais (Pedroso, 1996):

- a **operação do Sistema de PPCP**, que considera o processo de tomada das decisões no âmbito do sistema;
- a **manutenção do Sistema de PPCP**, que busca manter a sua consistência ao longo do tempo;
- a **melhoria do Sistema de PPCP**, abordando dois subprocessos: a **melhoria incremental**, que consiste na melhoria do processo de planejamento atual, e a **melhoria em saltos**, que contempla o reprojeto do Sistema de PPCP.

Na figura 3 são ilustrados os três processos, os quais a seguir serão discutidos resumidamente.

Operação do sistema de PPCP

Pedroso (1996) considera que a operação do Sistema de PPCP deve diferenciar dois níveis de decisões no seu âmbito: as **decisões estratégicas** e as **decisões operacionais**. O inter-relacionamento entre elas é visualizado na figura 4.

As decisões estratégicas definem as políticas do Sistema de PPCP, ou seja, as políticas de suprimentos, de ges-

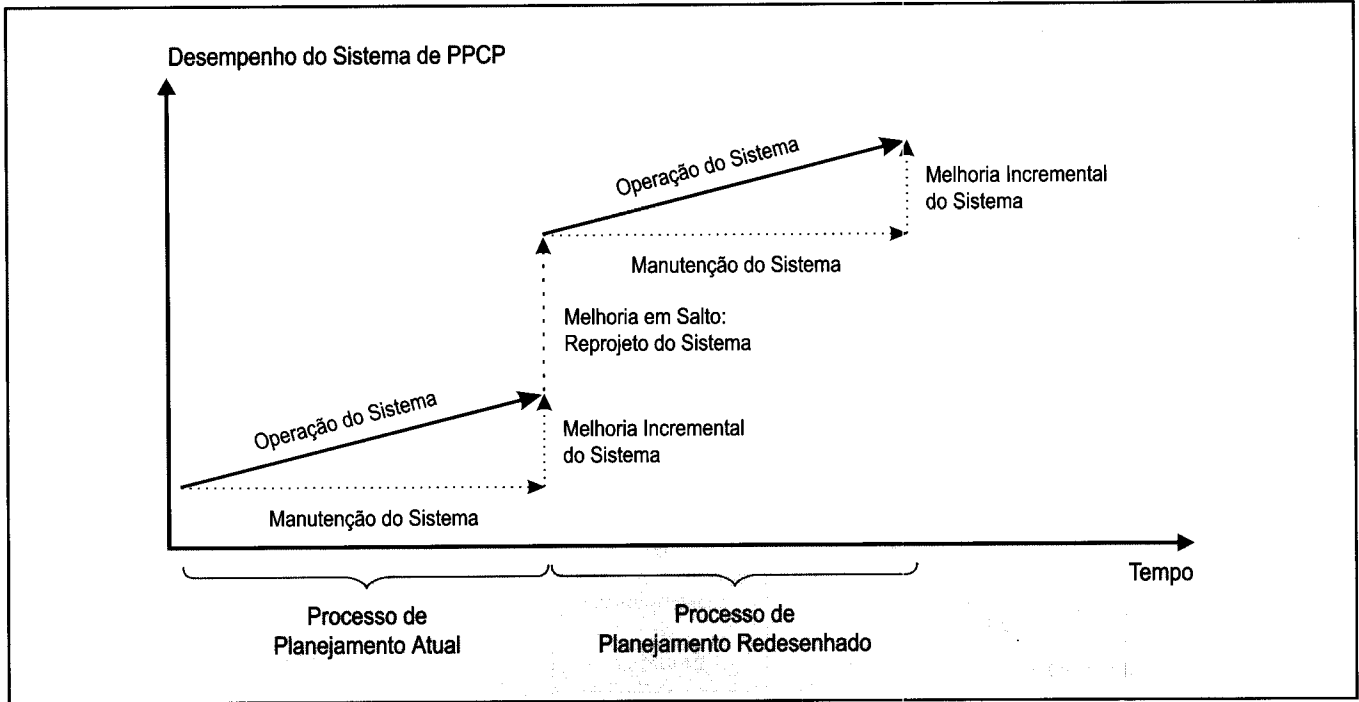


Figura 3: Operação, Manutenção e Melhoria do Sistema de PPCP

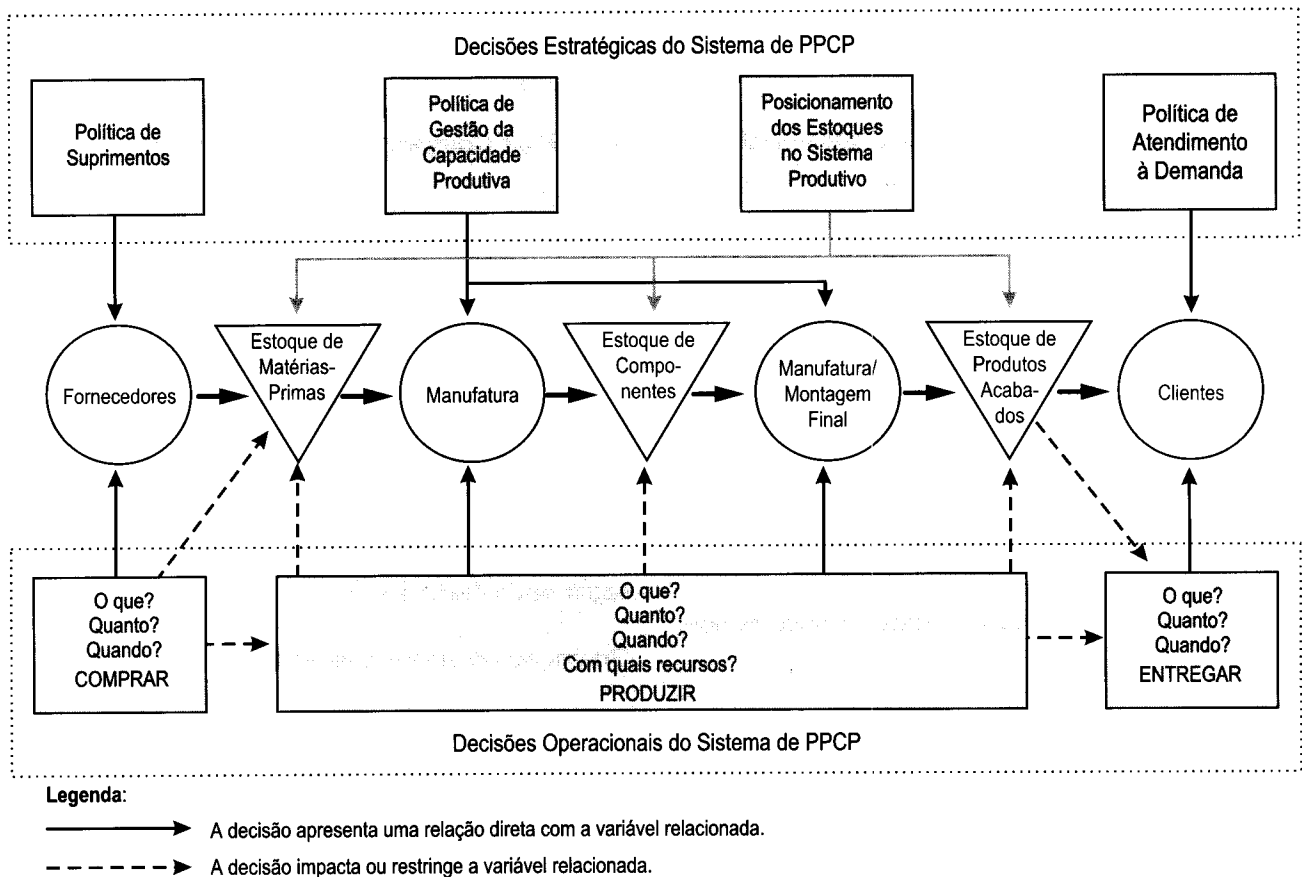


Figura 4: Inter-Relacionamento entre as Políticas e as Decisões Operacionais do Sistema de PPCP

tão da capacidade produtiva, de atendimento da demanda e de posicionamento dos estoques no sistema produtivo. Tais políticas direcionam — ou mesmo restringem — as decisões operacionais do Sistema de PPCP.

As decisões operacionais determinam o que, quanto e quando comprar, produzir e entregar. Basicamente, tais decisões são estruturadas de forma hierárquica segundo o horizonte de planejamento, o período de replanejamento e o nível de agregação das informações (Vollmann, Berry & Whybark, 1992; Pedroso, 1996). Na figura 5 é representada essa estrutura hierárquica, contemplando a inter-relação entre as principais atividades do sistema: planejamento de vendas e operações, planejamento-mestre da produção, programação da produção, controle da produ-

ção, planejamento das necessidades de materiais (de longo, médio e curto prazos), acompanhamento de compras, gestão da demanda e controle dos estoques.

Atualmente, a operação do Sistema de PPCP é apoiada no uso intensivo da tecnologia de informação pelos recursos humanos que interagem com o sistema. Assim, o alinhamento do trinômio *software-hardware-recursos humanos* no âmbito do Sistema de PPCP é uma questão fundamental para que este atinja o desempenho esperado.

Em síntese, as decisões operacionais do Sistema de PPCP são direcionadas por suas políticas e efetivadas pela interação recursos humanos-tecnologia da informação. Nesse contexto, quatro questões são consideradas:

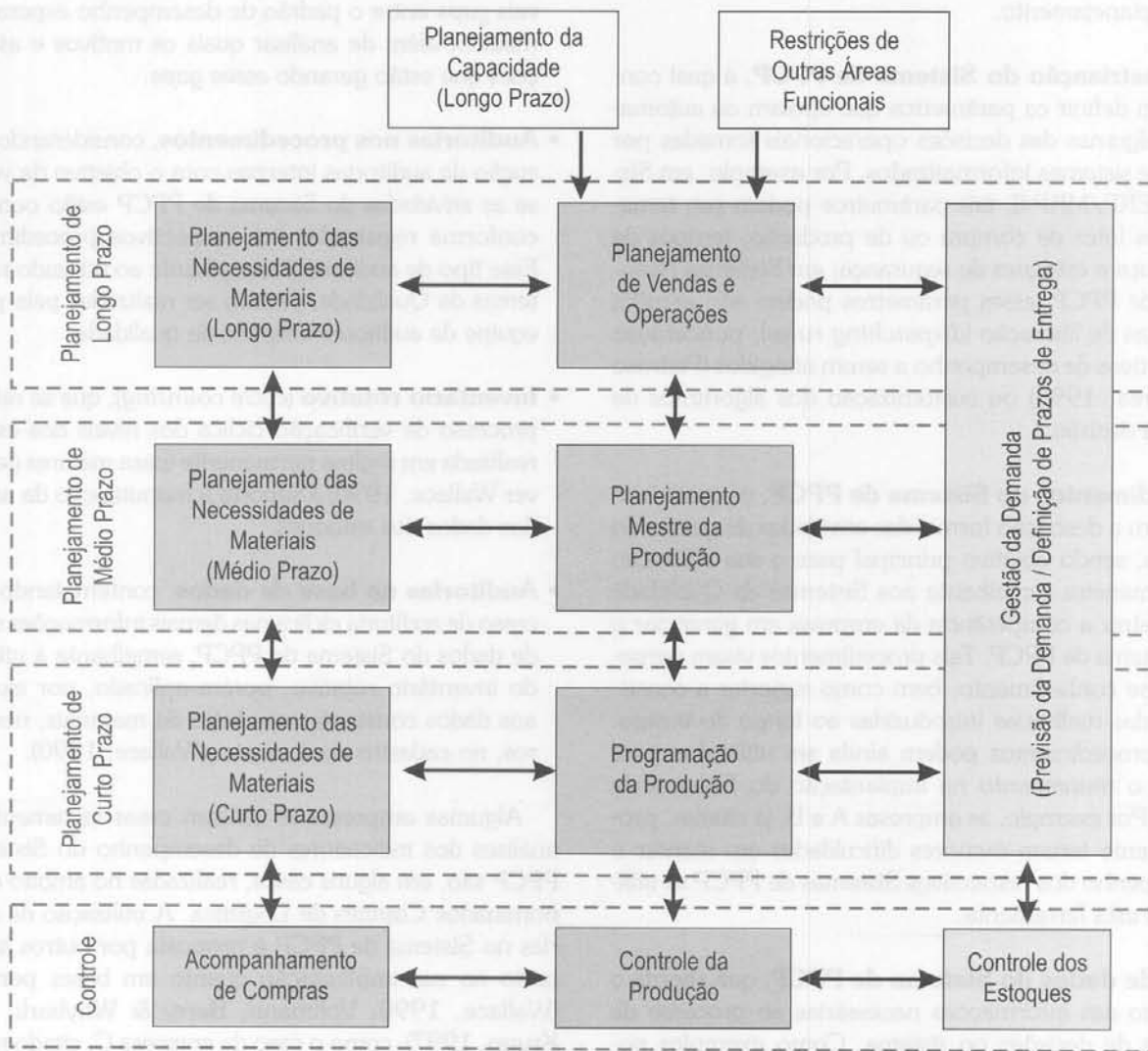


Figura 5: Estrutura Hierárquica das Decisões Operacionais do Sistema de PPCP

Fonte: Adaptada de Pedroso (1996)

- **Indicadores de desempenho do Sistema de PPCP**, levando em conta a utilização de um sistema de indicadores que permita avaliar o desempenho do sistema. A idéia básica consiste em desenhar uma rede de indicadores mensuráveis que possam ser atrelados às decisões do Sistema de PPCP e, simultaneamente, desdobrados a partir dos critérios competitivos da empresa. Assim, o sistema de indicadores de desempenho pode ser considerado como o elo entre as decisões do Sistema e os critérios competitivos da empresa (Pedroso, 1996). O sistema pode ser composto, por exemplo, pela combinação dos seguintes indicadores: nível de utilização da capacidade produtiva; níveis de estoques de matérias-primas, em processo e de produtos semi-acabados e acabados; índice de pontualidade; velocidade de entrega; índice de não-atendimento da demanda (ou de disponibilidade); tempo de atravessamento; e tempo de ciclo de planejamento.
- **Parametrização do Sistema de PPCP**, a qual consiste em definir os parâmetros que apóiam ou automatizam algumas das decisões operacionais tomadas por meio de sistemas informatizados. Por exemplo, em Sistemas ERP/MRP-II, tais parâmetros podem ser: tamanho dos lotes de compra ou de produção, tempos de segurança e estoques de segurança; em Sistemas Avançados de PPCP, esses parâmetros podem ser: escolha de regras de liberação (*dispatching rules*), ponderação de objetivos de desempenho a serem atingidos (Pedroso & Corrêa, 1996) ou customização dos algoritmos de apoio à decisão.
- **Procedimentos do Sistema de PPCP**, os quais contemplam a descrição formal das atividades de gestão do sistema, sendo objetivo principal para a sua utilização — de maneira semelhante aos Sistemas da Qualidade — registrar a competência da empresa em gerenciar o seu Sistema de PPCP. Tais procedimentos visam perpetuar esse conhecimento, bem como suportar a consistência das melhorias introduzidas ao longo do tempo. Esses procedimentos podem ainda ser utilizados para apoiar o treinamento na implantação do Sistema de PPCP. Por exemplo, as empresas A e B, já citadas, provavelmente teriam menores dificuldades em manter o desempenho dos respectivos Sistemas de PPCP se utilizassem esta ferramenta.
- **Base de dados do Sistema de PPCP**, que aborda o conjunto das informações necessárias ao processo de tomada de decisões no sistema. Como exemplos podem ser citados: lista de materiais, roteiros de fabricação, padrões produtivos (como perdas e tempos de operação), dados dos estoques, previsão da demanda, car-

teira de pedidos, calendários e turnos de trabalho, dados referentes aos centros produtivos etc.

Manutenção do sistema de PPCP

A manutenção objetiva manter a consistência da operação do sistema ao longo do tempo. Em outras palavras, manter a acurácia da base de dados do sistema; manter a respectiva operação aderente aos procedimentos preestabelecidos; manter o seu desempenho consistente com os objetivos estratégicos da empresa. Nesse contexto, as seguintes ferramentas são apresentadas:

- **Análises nos indicadores de desempenho do Sistema de PPCP**, consistindo em avaliações periódicas dos resultados mensurados pelos indicadores de desempenho do sistema. Tais análises visam avaliar os possíveis *gaps* entre o padrão de desempenho esperado e o medido, além de analisar quais os motivos e as restrições que estão gerando esses *gaps*.
- **Auditorias nos procedimentos**, considerando a execução de auditorias internas com o objetivo de verificar se as atividades do Sistema de PPCP estão ocorrendo conforme registradas nos respectivos procedimentos. Esse tipo de auditoria é semelhante ao utilizado nos Sistemas da Qualidade; podem ser realizadas pela própria equipe de auditores internos da qualidade.
- **Inventário rotativo (*cycle counting*)**, que se refere ao processo de verificação cíclica dos níveis dos estoques realizada em regime permanente (para maiores detalhes, ver Wallace, 1990) e suporta a manutenção da acurácia dos dados dos estoques.
- **Auditorias na base de dados**, contemplando o processo de auditoria cíclica nas demais informações da base de dados do Sistema de PPCP, semelhante à utilização do inventário rotativo, porém aplicado, por exemplo, aos dados constantes nas listas de materiais, nos roteiros, no cadastro de itens etc. (Wallace, 1990).

Algumas empresas já utilizam essas ferramentas. As análises dos indicadores de desempenho do Sistema de PPCP são, em alguns casos, realizadas no âmbito dos denominados Comitês de Logística. A utilização de auditorias no Sistema de PPCP é proposta por outros autores, tanto na sua implantação quanto em bases periódicas (Wallace, 1990; Vollmann, Berry & Whybark, 1992; Krupp, 1997), como o caso da empresa C, citado no tópico anterior. A metodologia de inventário rotativo já está inserida em diversos pacotes ERP/MRP-II disponíveis comercialmente. Por outro lado, os resultados de auditorias

e inventário rotativo podem ser inseridos no sistema de indicadores de desempenho do Sistema de PPCP; isso pode ser feito mediante mensuração, por exemplo, do índice de acurácia dos estoques, da base de dados e da quantidade/gravidade de não-conformidades detectadas nas auditorias dos procedimentos.

Melhoria do sistema de PPCP

Aborda os esforços de melhoria a partir da identificação de melhorias potenciais nas atividades de manutenção do Sistema de PPCP e considera dois tipos básicos de ação:

- **Melhoria incremental**, que contempla a busca da solução dos problemas — a identificação das causas e a implantação de ações corretivas — por meio da atuação em questões localizadas. Essas questões dizem respeito às melhorias e correções de desvios no âmbito da operação do Sistema de PPCP, como atualizações na base

de dados, alterações nos procedimentos, revisões da parametrização, treinamento dos recursos humanos etc.

- **Melhoria em saltos**, consistindo na identificação da necessidade de reprojeto do Sistema de PPCP. Neste caso, utiliza-se alguma metodologia de projeto do sistema como, por exemplo, as propostas por Maull *et alii* (1990), Berry & Hill (1992), Banerjee, Kourouklis & Penman (1994), Bhattacharya & Coleman (1994) e Pedroso (1996).

Na figura 6 é resumida a inter-relação das atividades de gestão do Sistema de PPCP, base do modelo proposto neste trabalho.

SISTEMA DA QUALIDADE ISO 9001

O Sistema da Qualidade é definido como “a estrutura organizacional, as responsabilidades, os procedimentos,

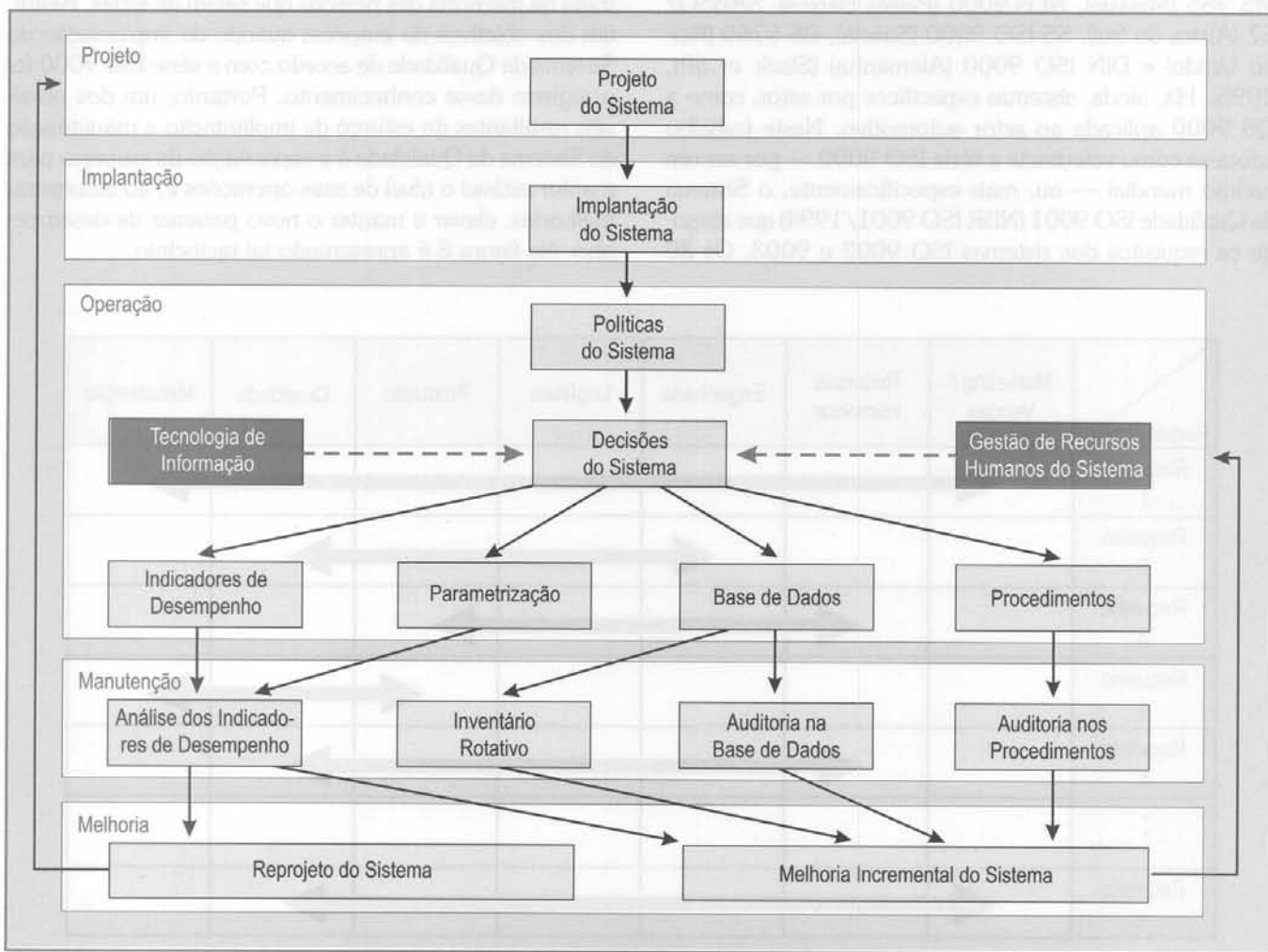


Figura 6: Atividades de Gestão do Sistema de PPCP

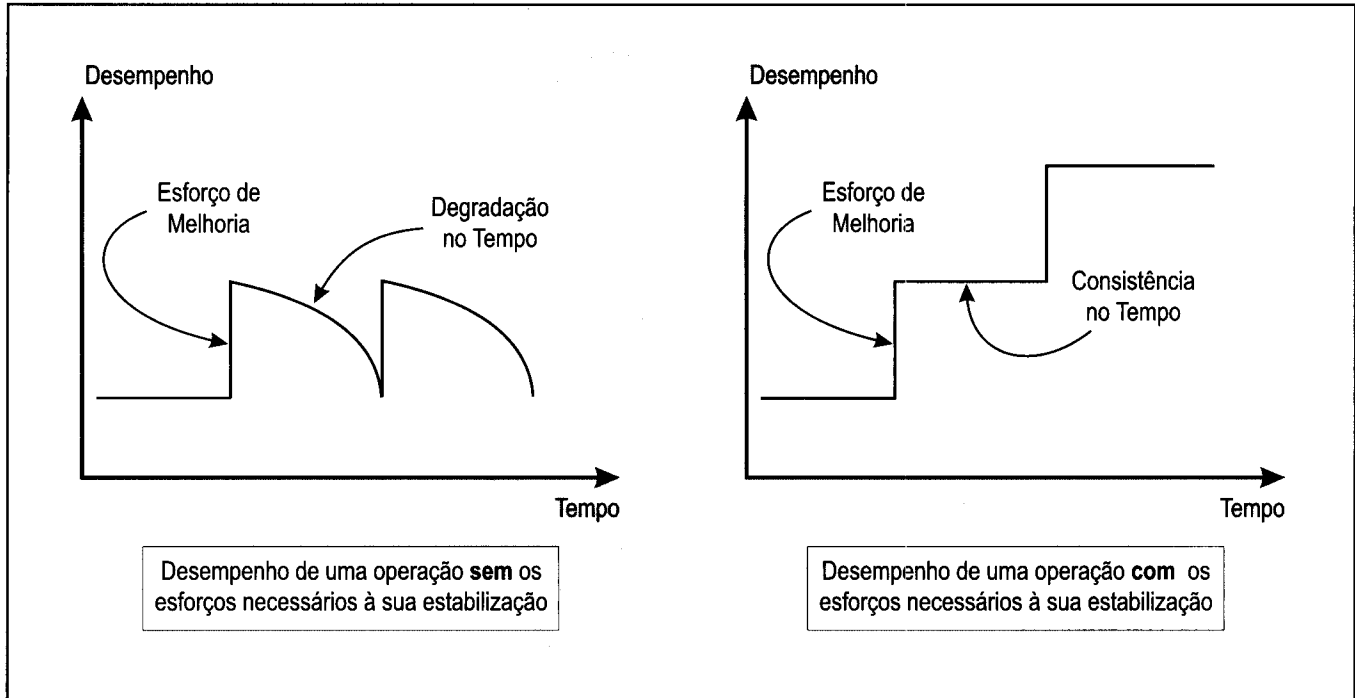


Figura 8: Processo de Melhoria e Estabilização das Operações

MODELO DE GESTÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O Modelo de Gestão do Sistema de PPCP proposto neste trabalho visa apresentar uma estrutura básica de sua gestão utilizando os conceitos anteriormente discutidos e considerando como fonte de referência a série ISO 9000 para Sistemas da Qualidade. Dessa forma, pressupõe-se que a gestão do Sistema de PPCP possa ser desdobrada em requisitos básicos — organizados de maneira lógica — que cruzem as funções responsáveis pela operação do sistema nas empresas.

O aspecto principal da concepção do modelo reside na consideração de que o processo de operar, manter e melhorar o Sistema de PPCP contempla atividades repetitivas. Alguns autores reforçam tal afirmação. Krupp (1997) propõe um modelo genérico composto por 25 elementos — ou boas práticas — para a avaliação e a auditoria de Sistemas de PPCP. Vollmann, Berry & Whybark (1992) apresentam uma estrutura hierárquica geral composta por três níveis para o processo de planejamento e controle da produção. Mather (1988) ressalta que “não interessa o que seja fabricado, todas as empresas devem utilizar os mesmos cinco elementos básicos de planejamento e controle”. Em síntese, apresentam conceitos que generalizam os Sistemas de PPCP, muito embora todos eles reforcem dever a implantação do sistema contemplar

as particularidades de cada empresa. Por outro lado, tal afirmação também encontra subsídios na prática: por exemplo, os sistemas MRP-II apresentam atualmente um projeto dominante (Pedroso & Corrêa, 1996), ou seja, as principais funções desses sistemas estão estabelecidas e variam pouco de um fabricante para outro, significando que uma empresa ao implantar o Sistema MRP-II adota um padrão preestabelecido para gerenciar o seu Sistema de PPCP. Esse raciocínio também é válido para empresas que utilizam tanto o sistema *Kanban* quanto planilhas de apoio ao planejamento de vendas e operações, sistemas informatizados de previsão da demanda ou Sistemas Avançados de PPCP. Na realidade, esses sistemas não automatizam a decisão, mas padronizam o processo decisório (Alter, 1992).

Assim, considerando a possibilidade de padronização das atividades do Sistema de PPCP, faz sentido encontrar a melhor maneira de gerenciar o sistema para então procurar executá-lo segundo as melhores práticas (Lovejoy, 1996).

Nesse contexto, os principais objetivos da aplicação do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP proposto nas empresas são:

- contribuir para a implantação de boas práticas de gestão em Sistemas de PPCP;
- contribuir para a manutenção do desempenho do sistema ao longo do tempo, bem como a incorporação de melhorias e a sustentação do novo patamar de desempenho do sistema;

- registrar o conhecimento da empresa em gerenciar o seu sistema;
- apoiar o treinamento dos recursos humanos na implantação do sistema;
- suportar o treinamento dos recursos humanos que passem a interagir com o sistema após a sua implantação.

Basicamente, o Modelo de Gestão do Sistema de PPCP pode ser definido como o conjunto dos fatores organizacionais, decisórios e informacionais que suportam a gestão do processo de planejamento, programação e controle da produção das empresas. Esses fatores podem ser definidos como:

- **decisórios** — contemplam as atividades referentes às decisões estratégicas e operacionais do sistema;
- **informacionais** — consideram a tecnologia de informação utilizada no sistema, a respectiva base de dados e o processo de troca de informações entre o sistema e as demais funções da empresa;
- **organizacionais** — correspondem às atividades de manutenção e melhoria do sistema, à determinação da estrutura organizacional, às responsabilidades e ao grau de qualificação dos recursos humanos que atuam sobre o sistema.

Considerando tais fatores, propõe-se nove requisitos para o Modelo de Gestão do Sistema de PPCP, conforme apresentado no quadro 1. A seguir são abordados os itens propostos para cada requisito, além de suas descrições sumárias.

Quadro 1

Requisitos do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP

Fatores	Requisitos do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP
Decisórios	Políticas do Sistema
	Operação do Sistema
	Objetivos de Desempenho do Sistema
Informacionais	Tecnologia de Informação
	Sistema de Informações
Organizacionais	Manutenção do Sistema
	Melhoria do Sistema
	Organização e Recursos Humanos
	Treinamento

Requisitos do modelo de gestão do sistema de planejamento, programação e controle da produção

Políticas do sistema de PPCP

Política de suprimentos

Neste item é considerada a definição da política de relacionamento com os fornecedores nas questões de planejamento da produção. Pode-se definir políticas diferenciadas por grupos de fornecedores. O intuito dessas políticas é determinar a forma como as decisões de planejamento de materiais ou de serviços são informadas aos fornecedores (certos fornecedores, por exemplo, podem obter um plano de recebimento de matérias-primas com horizonte semestral, porém somente os dados do primeiro mês correspondem a pedidos reais).

Política de gestão da capacidade produtiva

Item que contempla a determinação das políticas de utilização e de variação da capacidade produtiva. A política de utilização da capacidade define a forma como a empresa planeja a produção: se com relativo excesso de capacidade ou buscando maximizar a ocupação. A política de variação da capacidade define se a empresa adota a produção nivelada, a produção conforme a demanda ou a combinação das duas. Ambas as políticas devem fazer referências aos recursos afetados (como gargalos) e aos limites de planejamento (entre outros, qual o nível adequado de excesso de capacidade em que se pode planejar determinado recurso, quais os níveis aceitáveis de incrementos e diminuições da capacidade produtiva dentro de certo período).

Política de posicionamento dos estoques no sistema produtivo

Neste item é definido em que estágio do ciclo produtivo ocorre o pedido do cliente para cada grupo de produtos (denominado CODP — *customer order decoupling point*). Assim, as decisões de planejamento que antecedem ao CODP são principalmente baseadas na previsão da demanda; as decisões de planejamento posteriores ao CODP são tomadas considerando os pedidos efetivos dos clientes. Conseqüentemente, essa política define em quais pontos do ciclo produtivo os estoques são planejados antecipadamente aos pedidos dos clientes. As principais políticas dela resultantes são fabricação para estoque, montagem final sobre encomenda, fabricação sobre encomenda (com ou sem estoque de matéria-prima) e engenharia sobre encomenda (de processo e/ou de produto).

Política de atendimento à demanda

Contempla a definição das políticas de atendimento à demanda que podem ser diferenciadas para determinados grupos de produtos e/ou clientes. Tais políticas consideram questões como quais são as prioridades relativas para o atendimento à demanda de clientes ou produtos, ou quais são os grupos de clientes/produtos para os quais podem haver atrasos ou não-atendimento da demanda na ocorrência de competição pelos mesmos recursos.

Operação do sistema de PPCP

Planejamento das necessidades de materiais (longo, médio e curto prazos)

Considera a descrição das atividades que objetivam decidir o que, quanto e quando comprar dentro dos horizontes de longo, médio e curto prazos. Basicamente, essas decisões podem variar em função do grau de agregação da informação e do horizonte de replanejamento. Assim, são considerados o menor nível de agregação das informações e o menor horizonte de replanejamento nas decisões de curto prazo, o maior nível de agregação e o maior horizonte de replanejamento nas decisões de longo prazo.

Acompanhamento de compras

Contempla a descrição das atividades de acompanhamento das decisões de compra consideradas no item anterior e de retroalimentação dessas decisões. As ocorrências não-previstas relacionadas com tais decisões — por exemplo, atrasos dos fornecedores, rejeições no recebimento — podem demandar a necessidade de replanejamento das necessidades de materiais.

Planejamento de vendas e operações, planejamento-mestre da produção e programação da produção

Aborda a descrição das atividades que objetivam decidir o que, quanto, quando e com quais recursos produzir, considerando os horizontes de longo, médio e curto prazos, respectivamente. De maneira semelhante ao item **Planejamento das necessidades de materiais**, essas decisões podem variar em função do grau de agregação da informação e do horizonte de replanejamento.

Controle da produção

Contempla a descrição das atividades de acompanhamento das decisões decorrentes do planejamento e

da programação da produção consideradas no item anterior, bem como de retroalimentação dessas decisões. As ocorrências não-previstas relacionadas com essas decisões — por exemplo, quebras de máquinas, rejeições no processo, retrabalho, tempos de preparação e de processamento diferentes dos previstos — podem demandar a necessidade de replanejamento e reprogramação da produção.

Gestão da demanda

Considera a descrição das atividades de previsão da demanda e o processo de cotação e aceite dos prazos de entrega e das quantidades solicitadas pelos clientes, atividades intrinsecamente relacionadas com as atividades de planejamento e programação da produção. Outros processos a serem também considerados referem-se ao processamento dos pedidos e ao planejamento das necessidades de distribuição.

Controle dos estoques

Aborda a descrição das atividades de controle dos estoques de matérias-primas, em processo e de produtos semi-acabados e acabados. Uma das principais considerações no controle de estoques contempla a segmentação dos materiais em itens considerados como de demanda dependente e de demanda independente, bem como a definição dos modelos de decisão para a gestão dos estoques dos materiais considerados como de demanda independente.

Objetivos de desempenho do sistema de PPCP

Sistema de indicadores de desempenho

Determina o conjunto de indicadores de desempenho adotado pela empresa e descreve:

- como as decisões do Sistema de PPCP podem afetar tais indicadores;
- como esses indicadores podem afetar os critérios competitivos da empresa.

Metodologia de análise do sistema de indicadores de desempenho

A metodologia de análise desse sistema deve considerar a determinação de objetivos de desempenho para o Sistema de PPCP visando suportar os objetivos estratégicos da empresa, bem como o acompanhamento sistemático desses objetivos. A análise dos resultados deve direcionar os esforços de melhoria desse sistema.

Tecnologia de informação

Especificações de *hardware*

Contempla as especificações dos equipamentos — ou *hardware* — que suportam o Sistema de PPCP, bem como as informações pertinentes à sua escolha (como os motivos e as restrições consideradas). Este tipo de registro suporta as evoluções que venham a ocorrer no sistema ao longo do tempo; é importante considerar que tanto as respectivas necessidades podem mudar ao longo do tempo (por exemplo, aumento da base de dados, reestruturação do Sistema de PPCP) como também evoluções tecnológicas (como *Internet*, EDI's, introdução de um novo sistema de suporte às decisões) podem vir a ser incorporadas ao sistema.

Especificações de *software*

Neste item são contempladas as especificações dos *software* que suportam o Sistema de PPCP, bem como as informações pertinentes à sua escolha (como os motivos e/ou as restrições consideradas). De maneira semelhante ao item anterior, este tipo de registro suporta as evoluções que venham a ocorrer no sistema ao longo do tempo; uma questão fundamental diz respeito ao registro das **customizações** realizadas, bem como das interfaces (ou *middleware*) desenvolvidas e implantadas.

Sistema de informações

Base de dados

Aborda a descrição da base de dados do Sistema de PPCP, ou seja, de todas as informações necessárias à sua operação. Essa base de dados pode ser segmentada em:

- **dados estáticos** — informações relacionadas com a caracterização do ambiente no qual as decisões do Sistema de PPCP são tomadas. Tais dados definem a modelagem do sistema em ambientes informatizados e apresentam relativa estabilidade no tempo. Incluem o cadastro dos itens (linha de produtos, produtos intermediários, materiais-primas, por exemplo), os dados do processo produtivo (como operações, roteiros, listas de materiais), os padrões de produção (entre eles, tempos das operações, taxas de produção e perdas), além dos dados referentes aos recursos produtivos (máquinas, ferramentas, mão-de-obra, turnos de trabalho, calendário, dentre outros), aos clientes (por exemplo, cadastro dos clientes) e aos fornecedores (como o cadastro dos fornecedores);
- **dados dinâmicos** — informações diretamente associadas às decisões do Sistema de PPCP. Esses dados definem a situação atual das variáveis de decisão do siste-

ma, bem como as decisões resultantes do processo de planejamento; por sua própria natureza, tais informações são dinâmicas. Nestes dados são incluídos os da demanda (como previsão da demanda, pedidos dos clientes e respectivas situações), de suprimentos (como ordens de compra e respectivas situações), de fabricação (como ordens de fabricação e respectivas situações), dos estoques (por exemplo, níveis de estoques de matérias-primas, em processo, de componentes e de produtos acabados), bem como as decisões de planejamento (plano mestre de produção, programa de produção, ordens de produção congeladas, cotação dos prazos de entrega etc.).

Parametrização

Define os parâmetros que suportam a operação do Sistema de PPCP e as respectivas metodologias de definição desses parâmetros. Ainda neste item há a especificação de onde essas parametrizações estão registradas ou armazenadas.

Fluxo interno de informações

Contempla a descrição do processo de fluxo de informações quanto a:

- **entrada de informações** — definindo as informações que devem ser enviadas ao Sistema de PPCP, os responsáveis e as respectivas frequências e formas de envio dessas informações;
- **saida de informações** — determinando as informações que devem ser enviadas pelo Sistema de PPCP, para quem, com que frequência e de que forma.

Interface com os clientes e fornecedores

Neste item é descrito o fluxo de decisões e de informações entre o Sistema de PPCP e os fornecedores e clientes da empresa. Algumas questões merecem ser consideradas, entre elas o processo de emissão de ordens de compra, o processo de negociação para aceite de pedidos e a eventual adoção do conceito de VMI (*vendor managed inventory*). É importante ressaltar que este item é crítico para as empresas que adotam sistemas de planejamento de redes de suprimentos.

Manutenção do sistema de PPCP

Atualização da base de dados

Determina os fatores que demandam a necessidade de atualização da base de dados do Sistema de PPCP e como essas atividades são realizadas.

Revisão da parametrização

Determina os fatores que demandam a necessidade de revisão da parametrização do Sistema de PPCP e como essas atividades são realizadas.

Manual dos procedimentos do sistema de PPCP

Contempla a organização lógica e a metodologia de manutenção dos procedimentos do sistema.

Inventário rotativo

Descreve como é realizado o processo de inventário rotativo.

Auditorias na base de dados

Descreve como é realizado o processo de auditorias na base de dados do Sistema de PPCP.

Auditorias nos procedimentos

Descreve como é realizado o processo de auditorias nos procedimentos do Sistema de PPCP.

Melhoria do sistema de PPCP

Ações corretivas e soluções dos problemas

Neste item é descrita a metodologia de ação corretiva e de solução dos problemas, a qual pode considerar basicamente os seguintes estágios:

- identificação de potenciais de melhoria ou de desvios no Sistema de PPCP. Essa identificação pode ser originada, fundamentalmente, na análise dos indicadores de desempenho do sistema, no inventário rotativo, nas auditorias na base de dados, nas auditorias nos procedimentos, bem como durante a execução das atividades inerentes à operação do Sistema de PPCP;
- determinação das causas dos desvios ou dos fatores principais relacionados aos potenciais de melhoria;
- definição dos responsáveis pela ação corretiva ou pela implantação da ação de melhoria;
- determinação da ação corretiva ou da ação de melhoria que atue efetivamente sobre as causas dos desvios ou sobre os fatores principais relacionados com os potenciais de melhoria, respectivamente. Essas ações podem estar relacionadas com a atualização da base de dados, a revisão da parametrização, as alterações nos procedimentos, o reprojeto do Sistema de PPCP, as alterações na estrutura organizacional, nas responsabilidades e nas autoridades, a redefinição na qualificação dos recursos

humanos e no treinamento conceitual ou aplicativo dos recursos humanos;

- definição dos prazos de implantação dessas ações;
- acompanhamento da implantação de tais ações;
- análise dos resultados, que pode ser apoiada pela análise dos indicadores de desempenho do Sistema de PPCP.

Reprojeto do sistema de PPCP

Considera a identificação da necessidade de reprojeto do Sistema de PPCP e deve fazer referência à metodologia de projeto do sistema que a empresa julgar adequado utilizar e às possíveis fontes externas de suporte a essa atividade (como consultorias).

Organização e recursos humanos

Estrutura organizacional, responsabilidades e autoridades

Descreve a estrutura organizacional, as responsabilidades e as autoridades do pessoal que executa as atividades relacionadas à operação do sistema de PPCP.

Qualificação dos recursos humanos

Determina o grau de qualificação dos recursos humanos que participam das atividades relacionadas à operação do Sistema de PPCP.

Treinamento

Treinamento conceitual

O treinamento conceitual contempla a capacitação dos recursos humanos da empresa para o projeto e a gestão do sistema de PPCP. Neste item são descritas a identificação das necessidades, a execução e a avaliação do treinamento.

Treinamento aplicativo

O treinamento aplicativo contempla a capacitação dos recursos humanos da empresa para a operação do sistema de PPCP. Neste item são descritas a identificação das necessidades, a execução e a avaliação do treinamento.

ASSOCIAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DO SISTEMA DE PPCP AO SISTEMA DA QUALIDADE ISO 9001

Considerando os requisitos propostos do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP, é possível associá-los aos do Sistema ISO 9001, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2

Associação entre os Requisitos do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP e os do Sistema da Qualidade ISO 9001

Requisitos do Sistema de Qualidade	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Requisitos do Sistema de PPCP	Políticas do Sistema de PPCP	Operação do Sistema de PPCP	Objetivos de Desenvolvimento do Sistema de PPCP	Tecnologia de Informação	Sistema de Informações	Manutenção do Sistema de PPCP	Melhoria do Sistema de PPCP	Organização e Recursos Humanos	Treinamento
1. Responsabilidade da Administração	✓		✓					✓	
2. Sistema da Qualidade					✓				
3. Análise Crítica de Contrato	☒				☒				
4. Controle de Projeto	✓				✓				
5. Controle de Documentos e de Dados				✓	✓	✓			
6. Aquisição	☒				☒				
7. Controle de Produto Fornecido pelo Cliente					✓				
8. Identificação e Rastreabilidade de Produto	✓				✓				
9. Controle de Processo				✓	✓				
10. Inspeção e Ensaio					✓				
11. Controle de Equipamentos de Inspeção...					✓				
12. Situação da Inspeção e Ensaio					✓				
13. Controle de Produto Não-Conforme					✓				
14. Ação Corretiva e Ação Preventiva							●		
15. Manuseio, Armazenamento, Embalagem...	☒				☒	☒			
16. Controle de Registros da Qualidade					✓				
17. Auditorias Internas da Qualidade						●			
18. Treinamento								✓	●
19. Serviços Associados					✓				
20. Técnicas Estatísticas									

Legenda:

- ✓ O requisito do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP pode apresentar uma interface com o requisito do Sistema da Qualidade ISO 9001.
- ☒ O requisito do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP pode demandar uma adaptação ou uma complementação no requisito do Sistema da Qualidade ISO 9001.
- O requisito do Modelo de Gestão do Sistema de PPCP pode ser inserido no requisito do Sistema da Qualidade ISO 9001.

Analisando-se o quadro verifica-se que no Modelo de Gestão do Sistema de PPCP são adotados três requisitos equivalentes aos do sistema ISO 9001 — ação corretiva e ação preventiva; auditorias internas da qualidade; e treinamento —, é proposta a adaptação ou a complementação de outros três requisitos — análise crítica de contrato; aquisição; e manuseio, armazenamento, embalagem, preservação e entrega —, bem como são sugeridos requisitos específicos para o Sistema de PPCP. Dessa forma, pode-se afirmar que o Modelo de Gestão do Sistema de PPCP é complementar ao Sistema da Qualidade ISO 9001. Assim, uma empresa pode tanto implantá-lo como uma extensão do seu Sistema da Qualidade quanto adotá-lo isoladamente. A figura 9 ilustra esse raciocínio.

COMENTÁRIOS SOBRE A APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Os requisitos propostos para o Modelo de Gestão do Sistema de PPCP, bem como a metodologia de gestão

adotada, devem ser adaptados e implantados segundo as características particulares de cada empresa. Por outro lado, vale a pena reforçar que a implantação e a manutenção desse modelo de gestão — particularmente com relação à elaboração dos procedimentos do sistema e à realização das respectivas auditorias — exigem determinado consumo de tempo e recursos da empresa. Assim, é fundamental que a adoção do modelo proposto seja realizada de maneira racional e prática.

CONCLUSÕES

O Modelo de Gestão do Sistema de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) pode ser definido como o conjunto dos fatores organizacionais, decisórios e informacionais que suportam a gestão do processo de planejamento, programação e controle da produção das empresas. Ele foi formulado a partir do sexto estágio do MISPEM — Modelo de Integração do Sistema de PPCP à Estratégia de Manufatura — proposto por Pedroso (1996)

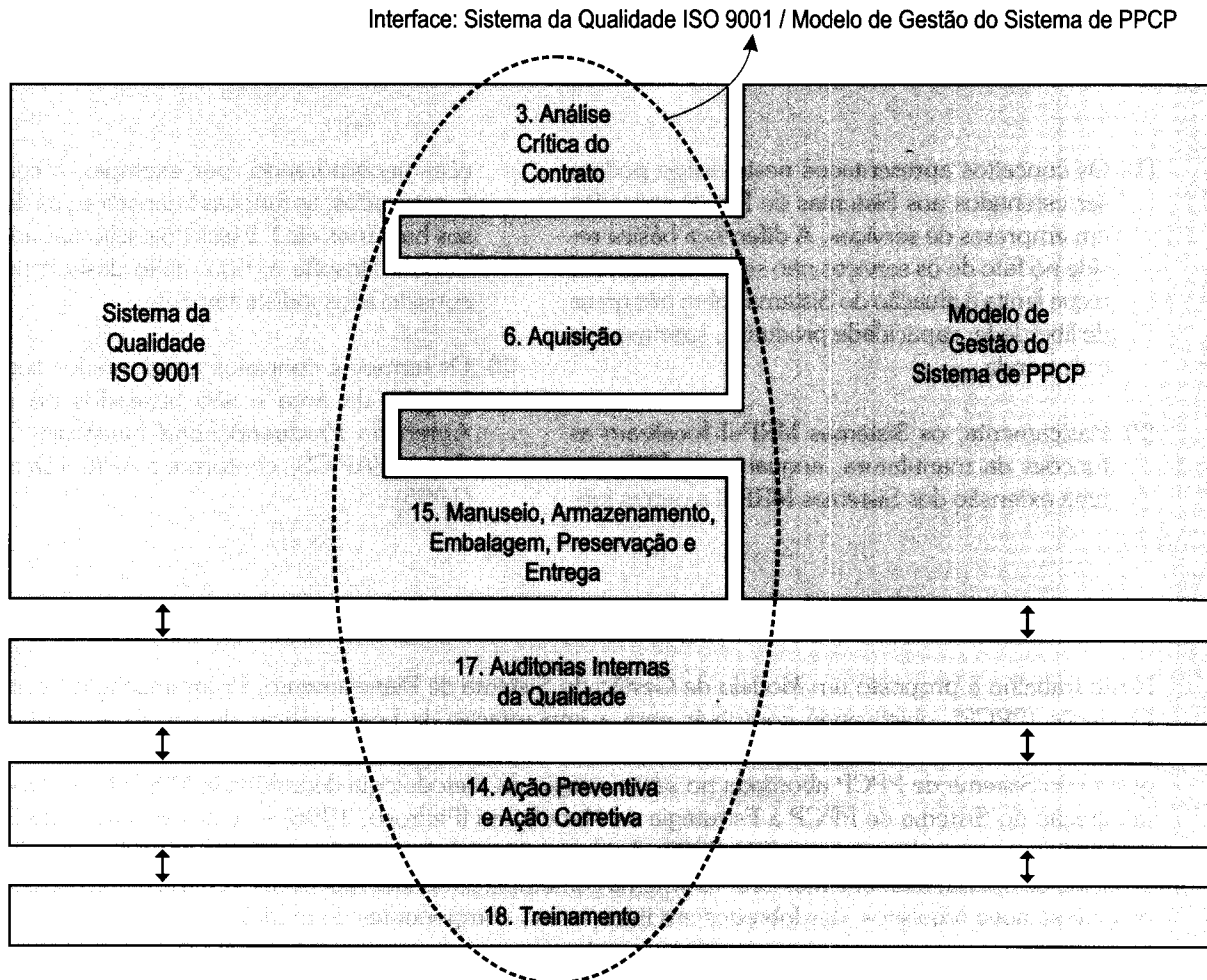


Figura 9: Interface entre o Modelo de Gestão do Sistema de PPCP e o Sistema da Qualidade ISO 9001

e dos requisitos do Sistema da Qualidade segundo a norma ISO 9001. A principal hipótese adotada pelo modelo considera que o processo de operar, manter e melhorar o Sistema de PPCP contempla atividades repetitivas. Essa hipótese é reforçada pela crescente adoção de soluções de planejamento e programação da produção consideradas como padronizadas, como os Sistemas ERP/MRP-II, a metodologia *Kanban* e os Sistemas Avançados de PPCP.

Os objetivos principais do modelo proposto são: contribuir para a implantação de boas práticas de gestão em Sistemas de PPCP e suportar a manutenção e a melhoria de Sistemas de PPCP implantados. Tais objetivos são aderentes à atual situação brasileira, na qual se percebe muitas empresas em estágio inicial de maturidade dos respectivos Sistemas de PPCP e outras em estágios mais avançados, porém com relativa dificuldade em manter esses patamares ao longo do tempo.

O modelo é composto por nove requisitos: políticas do sistema; operação do sistema; objetivos de desempenho do sistema; tecnologia de informação; sistema de informações; manutenção do sistema; melhoria do sistema; organização e recursos humanos; treinamento. Re-

quisitos esses desdobrados em itens. A adoção desses requisitos e respectivos itens por parte das empresas merece uma adaptação às características particulares de cada uma delas.

A implantação e a manutenção do modelo proposto, particularmente no que diz respeito à elaboração dos procedimentos e à realização de auditorias, demandam determinado consumo de tempo e recursos por parte da empresa. A partir desse fato, pode-se argumentar sobre a validade da utilização do modelo em empresas inseridas em ambientes bastante dinâmicos. Neste caso, o autor deste artigo considera que deve ser enfatizado o reprojeto do Sistema de PPCP, na concepção e na implantação de sistemas mais flexíveis, e utilizado o modelo proposto para gerenciar e manter essa flexibilidade.

Cabe ainda destacar que o modelo proposto ainda carece de possíveis melhorias e de validação empírica. Tal aspecto estimula a aplicação prática, bem como as valiosas contribuições que outros autores possam adicionar ao seu desenvolvimento — possivelmente propondo outra estruturação dos requisitos e de seus respectivos itens ou detalhando a descrição dos mesmos. ♦

NOTAS

- (1) Os conceitos apresentados neste artigo podem ser estendidos aos Sistemas de PPCP aplicados em empresas de serviços. A diferença básica reside no fato de os serviços não serem estocáveis, o que limita a atuação do Sistema sobre três graus de liberdade: capacidade produtiva, suprimentos e demanda.
- (2) Basicamente, os Sistemas MRP-II focalizam as funções da manufatura, enquanto os ERP são uma extensão dos Sistemas MRP-II a outras fun-

ções (incorporando, por exemplo, a cadeia de suprimentos, as funções financeiras, as de recursos humanos etc.). Esses dois sistemas adotam a mesma filosofia e, no âmbito deste artigo, são considerados indistintamente.

- (3) Os termos e conceitos apresentados seguem o **jargão** da área e são baseados no padrão *American Production and Inventory Control Society (APICS)*, conforme o *APICS Dictionary* (1995).

RESUMO

Neste trabalho é proposto um Modelo de Gestão do Sistema de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), objetivando contribuir para a implantação de boas práticas de gestão em Sistemas de PPCP e suportar a manutenção e a melhoria desses sistemas quando implantados. O modelo é baseado na gestão do Sistema de PPCP abordada no sexto estágio da metodologia denominada MISPEM — Modelo de Integração do Sistema de PPCP à Estratégia de Manufatura (Pedrosa, 1996) — e nos requisitos do Sistema da Qualidade segundo a norma ISO 9001. A idéia principal do modelo reside na consideração de que o processo de operar, manter e melhorar tal sistema contempla atividades repetitivas. A partir dessa consideração, propõe-se nove requisitos, desdobrados em itens, como componentes do modelo.

Palavras-chave: sistema de planejamento, programação e controle da produção; sistema da qualidade ISO 9001; gestão do sistema de PPCP.

ABSTRACT

In this article is proposed a model of manufacturing planning, scheduling and control (MPSC) management system. The proposed model aims to contribute for implementing manufacturing planning, scheduling and control best practices and to maintain and improve the actual MPSC system of companies. This model is based on the sixth stage of a methodology called MISPEM — A Model for Integration the Manufacturing Planning, Scheduling and Control System to the Manufacturing Strategy of Companies (Pedroso, 1996) — and the ISO 9001 Quality Systems requirements. The main concept of the MPSC management system proposed is that the process of managing, maintaining and improving this system deals with repetitive tasks. Regarding this assumption, the author proposes nine requirements and some following itens as the components of the model.

Uniterms: manufacturing planning, scheduling and control system; ISO 9001 quality system; manufacturing planning, scheduling and control management system.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTER, S. *Information systems: a management perspective*. Reading, MA., Addison-Wesley, 1992.
- APICS Dictionary, 8th ed. Falls Church, American Production and Inventory Control Society, 1995.
- BANERJEE, S.K.; KOUROUKLIS, A.P.; PENMAN, J. Manufacturing planning and control decision model: a design methodology. *International Journal of Production Economics*, v.34, n.3, p.283-292, 1994.
- BERRY, W.L. & HILL, T. Linking systems to strategy. *International Journal of Operations and Production Management*, v.12, n.10, p.3-15, 1992.
- BHATTACHARYA, A.K. & COLEMAN, J.L. Linking manufacturing strategy to the design of a customized hybrid production control system. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, v.7, n.2, p.134-141, 1994.
- DALE, B.G. Quality management systems. In: DALE, B.G. (ed.). *Managing quality*. New York, Prentice-Hall, 1994.
- KRUPP, J.A.G. Fundamentals of materials management systems. *Production and Inventory Management Journal*, v.38, n.2, p.37-41, 1997.
- LOVEJOY, W.S. Integrated operations: a proposal for operations management teaching and research. ANNUAL MEETING OF THE PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT SOCIETY, 7, 1996. *Proceeding*. Indianápolis, Indiana, Mar.30/Apr.2, 1996.
- MALHOTRA, M.K.; STEELE, D.C.; GROVER, V. Important strategic and tactical manufacturing issues in the 1990's. *Decision Sciences*, v.25, n.2, p.189-214, 1994.
- MATHER, H. *Competitive manufacturing*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1988.
- MAULL, R.; HUGHES, D.; CHILDE, S.; WESTON, N.; TRANFIELD, D; SMITH, S. A methodology for the design and implementation of resilient CAPM systems. *International Journal of Operations and Production Management*, v.10, n.9, p.27-36, 1990.
- NBR ISO 8402/1994. Gestão da qualidade e garantia da qualidade — terminologia. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.
- NBR ISO 9001/1994. Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.
- PEDROSO, M.C. *MISPEM: modelo de integração do sistema de PPCP à estratégia de manufatura*. São Paulo, 1996. 418 p. Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- PEDROSO M.C. & CORRÊA, H.L. Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica? *Revista de Administração de Empresas*, v.36, n.4, out./dez. 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. *Operations management*. London, Pitman, 1995.
- VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C. *Manufacturing planning and control systems*, 3rd ed. Homewood, Richard D. Irwin, 1992.
- WALLACE, T.F. *MRP-II making it happen: the implementers' guide to success with manufacturing resource planning*, 2nd ed. Essex, Junction, Oliver Wight, 1990.