



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A ATUAÇÃO DO PPCP NOS DIFERENTES TIPOS DE  
SISTEMAS PRODUTIVOS – UMA ABORDAGEM À SUA  
ADAPTAÇÃO E FERRAMENTAS MAIS UTILIZADAS**

*Sigmar Miranda dos Santos*

**TCC-EP-2014**

**MARINGÁ**  
**PARANÁ – BRASIL**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A ATUAÇÃO DO PPCP NOS DIFERENTES TIPOS DE  
SISTEMAS PRODUTIVOS – UMA ABORDAGEM À SUA  
ADAPTAÇÃO E FERRAMENTAS MAIS UTILIZADAS**

*Sigmar Miranda dos Santos*

**TCC-EP-2014**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientadora: Prof. Me. Francielle Cristina Fenerich

**MARINGÁ**  
**PARANÁ – BRASIL**

**2014**

## Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais Aparecido e Marina  
a meu irmão Mayson  
e a minha noiva Ariadne.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que eu tivesse capacidade, sabedoria, saúde, determinação e dedicação para correr atrás dos meus sonhos. E principalmente por colocar em meu caminho pessoas maravilhosas que tornaram essa caminhada muito mais prazerosa e agradável.

Aos meus pais Aparecido e Marina que sempre me incentivaram a lutar, ser persistente e me apoiaram principalmente nos momentos de fraqueza. Essa conquista é dedicada especialmente a eles, principais responsáveis por eu ter me tornado a pessoa que sou hoje.

Ao meu irmão Mayson que sempre me admirou e me considera um exemplo a ser seguido, fazendo com que eu me esforçasse ainda mais para alcançar meus objetivos.

A minha noiva Ariadne a quem devo a iniciativa de ter ingressado no curso de Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá, o qual eu não tinha conhecimento, e que sempre me apoiou e me motivou durante o decorrer dessa jornada.

A Prof<sup>o</sup> Me. Francielle Cristina Fenerich que orientou meu trabalho me instruindo e coordenando as atividades, mas também permitiu absoluta liberdade no desenvolvimento garantindo a autenticidade do meu trabalho.

A todos os professores da Universidade Estadual de Maringá que fizeram parte da minha graduação, contribuindo cada um com uma parcela do conhecimento adquirido durante o curso. Agradeço a essas pessoas que são incumbidas dessa nobre profissão, responsáveis pelo desenvolvimento e perpetuação do progresso de uma sociedade.

A todos os amigos e companheiros que compartilharam ótimos momentos de amizade e troca de experiências durante os anos vividos na faculdade.

A todas as pessoas que responderam o questionário proposto, ou que ajudaram a divulgá-lo possibilitando dados reais para a pesquisa.

Aquele que pergunta,  
pode ser um tolo por cinco minutos.  
Aquele que deixa de perguntar,  
será um tolo para o resto da vida.

Provérbio Chinês.

## Resumo

Este trabalho apresenta a atuação do PPCP em diferentes tipos de Sistemas Produtivos levando em consideração as suas particularidades como: volume de produção, variedade de itens produzidos, flexibilidade de processos, nível de automatização, tamanhos de *lead times*, fluxo de informações etc. Em função disso, o PPCP é abordado desde as razões do seu surgimento nas atividades produtivas do Ser Humano, desenvolvimento até os dias atuais, importância das suas atribuições no mundo corporativo e quais são as técnicas mais utilizadas pelos profissionais da área de PPCP do Brasil. As principais características analisadas são a respeito dos Sistemas de Coordenação de Ordens e Sistemas produtivos, para isso este trabalho apresenta um questionário que foi divulgado na internet em redes sociais profissionais da área de PPCP do Brasil, no total foram obtidas 38 respostas. Também são apresentados alguns estudos de caso da atuação do PPCP em cada tipo de sistema produtivo.

**Palavras chave:** PPCP, Sistemas de Produção, Sistemas de Coordenação de Ordens.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE QUADROS E TABELAS .....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Justificativa .....	15
1.2 Definição e delimitação do problema.....	15
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo Geral .....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Histórico do PPCP.....	16
2.2 O PPCP na atualidade.....	20
2.3 O fluxo de informações e o PPCP.....	21
2.4 Principais Atividades Realizadas pelo PPCP.....	22
2.4.1 Planejamento da Capacidade.....	25
2.4.2 Previsão da Demanda.....	26
2.4.3 Plano de Produção .....	28
2.4.4 Plano Mestre de Produção.....	29
2.4.5 Programação da Produção.....	30
2.4.6 Sequenciamento da Produção.....	30
2.4.7 Emissão e Liberação de Ordens de Produção .....	32
2.4.8 Acompanhamento e Controle da Produção.....	34
2.5 Os Sistemas de Produção.....	34
2.6 A Relação do PPCP com os Sistemas Produtivos.....	36
2.7 Sistemas de Coordenação de Ordens.....	38
2.7.1 Sistema de Programação por Contrato .....	39
2.7.2 Sistema de Alocação de Carga por Encomenda.....	39
2.7.3 Sistema de Revisão Contínua.....	39
2.7.4 Sistema de Revisão Periódica .....	40
2.7.5 Sistema Kanban.....	40
2.7.6 Sistema CONWIP CNE .....	41
2.7.7 Sistema de Estoque Base .....	41
2.7.8 PBC.....	42

2.7.9 MRP II .....	42
2.7.10 OPT .....	43
2.7.11 Sistema de Controle MaxMin .....	43
2.7.12 Sistema CONWIP H .....	44
2.7.13 Sistema Kanban H .....	44
2.7.14 Sistema DBR .....	44
2.7.15 Sistema DEWIP .....	45
2.7.16 Sistema LOOR .....	46
2.7.17 Sistema POLCA .....	46
3. METODOLOGIA .....	48
3.1 Questionário .....	50
4. ESTUDOS DE CASO .....	54
4.1 O PPCP nos Processos Contínuos .....	54
4.2 O PPCP nos Processos de Produção em Massa .....	55
4.3 O PPCP nos Processos Repetitivos por Lote .....	56
4.4 O PPCP nos Processos Sob Encomenda ou Projeto .....	57
4.5 O PPCP em Serviços .....	59
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	61
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	72
REFERÊNCIAS .....	74

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Gráfico de Gantt.....	19
Figura 2: Fluxo de informações e o PCP.....	22
Figura 3: Níveis das Atividades do PPCP.....	24
Figura 4: Planejamento Mestre de Produção.....	29
Figura 5: PERT/CPM.....	32
Figura 6: Ordem de Produção.....	33

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Características dos sistemas de produção.....	35
Tabela 1: Tipo de Sistema Produtivo Utilizado.....	61
Tabela 2: Período de Planejamento Longo Prazo.....	62
Tabela 3: Período de Planejamento Médio Prazo.....	62
Tabela 4: Período de Planejamento Curto Prazo .....	63
Tabela 5: SCO's nos Sistemas Repetitivos em Lotes .....	63
Tabela 6: SCO's nos Sistemas Sob Encomenda ou Projeto.....	64
Tabela 7: SCO's nos Sistemas de Processo Contínuo .....	64
Tabela 8: Técnicas utilizadas no Planejamento da Capacidade. ....	65
Tabela 9: Capacidade Considerada no Planejamento Estratégico .....	66
Tabela 10: Capacidade considerada no Plano Mestre de Produção.....	67
Tabela 11: Capacidade considerada na Programação da Produção.....	67
Tabela 12: Técnicas de Previsão da Demanda .....	68
Tabela 13: Recursos utilizados no Plano de Produção para se adequar a demanda real. ....	69
Tabela 14: Critério de Sequenciamento. ....	70

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CCT	Corte Carregamento e Transporte
CNE	Controlado pelo Nível de Estoque
CONWIP	<i>Constant Work in Process</i>
CPM	<i>Critica Path Method</i>
DBR	<i>Drum Buffer Rope</i>
DEWIP	<i>Decentralized Work in Process</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FIFO	<i>First In First Out</i>
ICR	Índice Crítico
IFA	Índice de Falta
IFO	Índice de Folga
IPI	Índice de Prioridade
IRR	Índice de Remoção de Restrição
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LOOR	<i>Load Oriented Order Release</i>
MDE	Menor Data de Entrega
MOD	Mão de Obra Direta
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
MRPII	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
MTP	Menor Tempo de Processamento
OP	Ordem de Produção
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PBC	<i>Period Batch Control</i>
PEPS	Primeiro que Entra Primeiro que Sai
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMP	Plano Mestre de Produção
POLCA	<i>Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization</i>
PPC	Percentual de Planejamento Comprido
PPCP	Planejamento Programação e Controle da Produção
PSEM	Programação Semanal de Equipamentos e Máquinas
PSS	Programação Semanal de Serviços

QRM	<i>Quick-Response Manufacturing</i>
SCO	Sistema de Coordenação de Ordens
SPDL/PU2	Seleção de Processos e Dimensionamento de Lotes para Produção em Usinas
TL	Tamanho de Lotes
VAC	Velocidade de Atravessamento Constante

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial as atividades de manufatura e produção têm se tornado cada vez mais complexas, ocorreu uma grande expansão dos mercados em escala global, tanto em relação ao consumo quanto em relação ao surgimento de concorrentes, havendo então uma busca incessante de melhores índices eficiência nos sistemas produtivos como fator de diferenciação.

Quando a produção era executada em regime de artesanato, cabia ao artesão estabelecer como e quando fazer cada operação para resultar no produto acabado. “Pode-se dizer que a programação da produção era feita pela própria pessoa que executa o trabalho, em bases completamente informais” (ZACCARELLI, 1979, p. 1). A partir do desenvolvimento da indústria, o volume de produção aumentou em grandes proporções, ocorreu à especialização do trabalho e a departamentalização com funcionários que sabiam fazer apenas uma parte do processo produtivo e um pequeno número de operações. Neste cenário era necessária uma comunicação eficiente entre os departamentos produtivos para que se soubesse o que, quanto e quando produzir e quais os materiais necessários para tal. Essas atividades deveriam ser incumbidas a alguém ou a algum departamento específico (ZACCARELLI, 1979).

É nesse contexto que surge o conceito do PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção) como um setor de apoio para a coordenação e integração dos demais setores da fábrica, responsável por formular planos para atingir as metas estabelecidas pela diretoria utilizando da melhor forma possível os recursos disponíveis (humanos, físicos, financeiros etc) (TUBINO, 2007).

Entretanto, a diversidade de tipos de indústria e de sistemas produtivos torna a atuação do PPCP um pouco particular a cada caso, algumas funções podem ser de grande importância em um tipo de indústria, enquanto que são inexistentes ou pouco relevantes em outros. “Na prática, raramente encontramos em duas fábricas distintas um mesmo sistema de PCP” (ZACCARELLI, 1979, p. 11).

Segundo Tubino (2007), as atividades do PPCP são exercidas nos três níveis de hierárquicos de um sistema produtivo, atua no *Planejamento Estratégico da Produção* no nível estratégico,

desenvolve o *Plano Mestre de Produção* no nível tático e finalmente no nível operacional define a *Programação da Produção* e executa o *Acompanhamento e Controle da Produção*. “Apesar de as atividades desenvolvidas pelo PCP serem basicamente estas quatro citadas, o grau de complexidade de cada uma delas dependerá do tipo de sistema produtivo dentro do qual o PCP está agindo” (TUBINO, 2007, p. 4).

“Diferenças nos tipos de produção realizados em uma fábrica afetam a complexidade do controle da produção e dos tipos dos métodos de controle que devem ser usados” (BURBIDGE, 1978, p. 31).

Segundo Fernandes e Filho (2007), existem Sistemas de Coordenação de Ordens adequados para diferentes características de sistemas produtivos. Essa denominação é um acréscimo na classificação anteriormente feita por Burbidge (1990) que chamava esses sistemas de *ordering systems*.

Também não se pode esquecer de que atualmente as funções do PPCP têm grande aplicação ao setor de serviços, o que torna ainda mais particular a sua atuação.

No presente trabalho, busca-se mostrar a adaptação do PPCP frente aos diferentes tipos de sistemas produtivos sejam eles de bens ou serviços, e mostrar quais as ferramentas mais importantes e mais utilizadas para a melhor prática do PPCP em cada situação. Também servir de base às pessoas que desejam entender melhor, seja para fins acadêmicos ou profissionais, sobre a importância do PPCP e o seu funcionamento.

## **1.1 Justificativa**

Devido às grandes diferenças nas atividades dos sistemas produtivos como: volume de produção demandado pelo mercado, variedade de itens a serem produzidos, tamanho *do lead time* produtivo, custos etc., existe a necessidade da atuação de um PPCP eficiente e adequado para se alcançar os resultados almejados pela empresa.

Uma boa gestão do PPCP é fundamental para que os recursos disponíveis em uma organização, seja ela de bens ou de serviços, sejam utilizados de forma otimizada garantindo lucratividade, essencial para a existência de uma empresa. Assim a organização pode ter mais recursos financeiros para investimentos aumentando possibilidades de crescimento e ocupação de uma posição de destaque frente aos concorrentes proporcionando um diferencial competitivo. Porém, essa boa gestão depende de como o PPCP está alinhado com o tipo de sistema produtivo no qual a empresa atua.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

Muitas pessoas que estudam sobre a produção nas instituições de ensino superior, ou mesmo aquelas que trabalham em sistemas produtivos sejam eles de bens ou de serviços, normalmente têm uma ideia muito superficial sobre as atribuições do PPCP e qual a sua real importância dentro das organizações. As pessoas relacionadas ao setor de vendas veem o PPCP como um setor que regula quando, quanto e para quem é produzido, impedindo que a quantidade de vendas seja maior, quando na verdade está buscando trabalhar dentro da capacidade de produção com os recursos disponíveis. As pessoas relacionadas ao chão de fábrica veem o PPCP como um setor que dita as regras e busca esgotar ao máximo o esforço dos trabalhadores, quando na verdade busca atingir um bom nível de produtividade para que os custos de produção sejam mínimos garantindo que o produto oferecido tenha margem de lucro e preço aceitável no mercado.

A finalidade deste trabalho é proporcionar um maior entendimento sobre as atribuições do PPCP e sua importância dentro das organizações, mostrar quais as maiores dificuldades enfrentadas e a sua adaptação frente aos diferentes sistemas produtivos, bem como evidenciar quais as ferramentas mais importantes para cada caso.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Comparar a atuação do PPCP frente aos diferentes tipos de sistemas produtivos e as ferramentas mais utilizadas para a sua adaptação a cada um deles.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Definir o que é o PPCP e quais as suas atividades básicas;
- Mostrar quais os tipos de sistemas produtivos e suas diferenças;
- Mostrar a diferente atuação do PPCP em cada tipo de sistema produtivo;
- Identificar e evidenciar quais são as ferramentas mais importantes e mais utilizadas para cada caso;
- Mostrar os diferentes tipos de Sistemas de Coordenação de Ordens.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Histórico do PPCP**

No início da Revolução Industrial, as atividades de manufatura ainda eram trilhadas sobre a base do artesanato. Os artesãos que antes trabalhavam independentemente passaram a trabalhar em grandes galpões, mas ainda faziam a produção do produto do início ao fim, esses decidiam por si próprio o que, quanto e quando seria produzido. Como o processo produtivo não era sistêmico, cada artesão trabalhava conforme o seu ritmo, pois o sequenciamento de atividades era realizado apenas por ele mesmo, não havendo necessidade de passar por outras pessoas ou outros setores. O artesão era um profissional altamente qualificado e podia realizar a produção de um determinado produto desde o início até o fim (ZACCARELLI, 1979).

No decorrer das fases posteriores da Revolução Industrial, como o objetivo era o lucro, cada vez mais foi necessário aumentar a produtividade, e a medida inicial tomada foi o aumento das jornadas de trabalho. Porém percebeu-se que depois de certa quantidade de horas extras os trabalhadores não produziam com a mesma eficiência nos dias posteriores a grandes jornadas.

A partir daí uma nova alternativa para o aumento da produtividade foi desenvolvida, sendo conhecida como Divisão do Trabalho, o fundamento principal deste conceito está no fato de que as atividades realizadas para a fabricação de um produto poderiam ser divididas em etapas, onde cada trabalhador realizava apenas uma ou um grupo de tarefas. Desta forma, o trabalhador repetia inúmeras vezes a mesma operação de modo que ele se tornava especialista naquela atividade podendo alcançar índices de produtividade muito maiores do que antes da divisão do trabalho. Nasce assim a forma Sistêmica de Produção, pois durante o ciclo de fabricação, o produto passava por diversas etapas divididas agora realizadas por pessoas distintas e não apenas por um único indivíduo. Assim, os trabalhadores ficaram especializados em realizar determinadas tarefas, porém ocorreu também a desqualificação desses profissionais já que com o decorrer do tempo eles já não eram mais capazes de fabricar tal produto do início ao fim. Nesse cenário, já era preciso que houvesse um maior planejamento e organização das atividades (MELO; DARCOLETO, 2011 *apud* MARX).

Posteriormente, quando não foi mais possível dividir as tarefas entre os operadores, a alternativa para o aumento da produtividade nas fábricas veio através da ciência com o desenvolvimento de maquinarias (inicialmente no setor têxtil) capazes de realizar tarefas com uma produtividade muito maior do que vários trabalhadores juntos, sendo apenas necessários alguns indivíduos para operar essas máquinas. Dessa forma a especialização do trabalho foi sendo direcionada para as máquinas e os trabalhadores foram ficando cada vez mais desqualificados no que se diz respeito à fabricação integral de um determinado produto, fato que se agravou com o lançamento de novos produtos cada vez mais complexos exigindo processamentos diferentes do que anteriormente (MELO; DARCOLETO, 2011 *apud* MARX).

Cada vez mais era necessário que houvesse uma coordenação entre as diversas etapas de fabricação para que fosse possível alcançar maior produtividade e utilização dos recursos disponíveis.

No tempo de Taylor quem fazia a coordenação do trabalho era o chefe de seção. Mas essa tarefa ocupava quase todo o seu dia, não lhe sobrando tempo para cuidar da eficiência e da qualidade do trabalho. Taylor propôs então a separação das atribuições: as tarefas de acompanhar o trabalho operário, tendo em vista a eficiência e qualidade, caberiam ao chefe; e a coordenação do trabalho ficaria a cargo de um grupo de assessores (CONTADOR *et al*, 2004, p. 239).

Segundo Contador *et al* (2004) esse tipo de organização administrativa proposta por Taylor ficou conhecida como sistema funcional e dividiu as funções de estudo e preparação em quatro:

- Encarregado de ordens de serviço – atuava estabelecendo o fluxo de materiais, peças, equipamentos, ferramentas e tudo mais o que fosse necessário para a realização do trabalho;
- Encarregado de fichas de instrução – responsável por transmitir aos funcionários instruções sobre os detalhes dos processos de fabricação de cada produto;
- Encarregado do tempo e custo da mão-de-obra – responsável por determinar, registrar e controlar o tempo e o custo da execução das tarefas, também era incumbido de apontar aos funcionários as suas falhas;
- Encarregado da disciplina – responsável pelo recrutamento, seleção, admissão e demissão dos funcionários, também era incumbido de zelar pela disciplina fazendo com que as normas da organização fossem cumpridas.

“Com a instituição dos três primeiros grupos, Taylor criava o que mais tarde passaria a ser chamado de programação e controle da produção” (CONTADOR *et al*, 2004, p. 240). Porém essas novas atividades que surgiram dentro das organizações precisavam de ferramentas e técnicas adequadas para que fosse possível realizar um bom trabalho de coordenação da produção. Uma dessas técnicas foi desenvolvida por Henry Gantt, consiste de um gráfico (Gráfico de Gantt) onde é possível representar tempo e trabalho num mesmo eixo, permitindo além de programar cargas de trabalho para os recursos, fazer uma comparação entre o programado e o executado, possibilitando uma forma de análise para tomadas de decisões e ações corretivas (CONTADOR *et al*, 2004).

Como as atividades dentro de um sistema produtivo se tornaram cada vez mais complexas com um grande número de operações, e ordens de fabricação concorrendo pelo uso do mesmo recurso, com o Gráfico de Gantt (Figura 1) foi possível visualizar de uma forma relativamente simples os níveis de utilização de máquinas e setores, possibilitando aumentar a eficiência da fábrica.

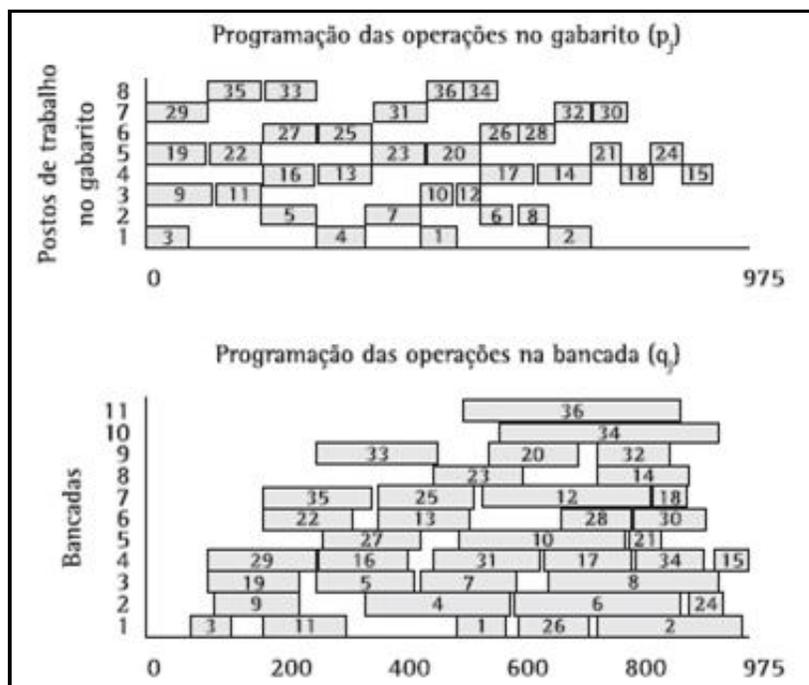


Figura 1: Gráfico de Gantt.

Fonte: Silva, Morabito e Yanasse (2014).

## 2.2 O PPCP na atualidade

Anteriormente as atividades dos PCP eram muito manuais, várias atividades eram realizadas através do preenchimento de planilhas, desenho de gráficos, uso de painéis e quadros de programação etc. Após a década de 70 com o desenvolvimento da informática, iniciou-se o uso de computadores nas grandes corporações, porém isso ainda era muito caro. A partir da década de 80 com o barateamento dos computadores, estes começaram a ser utilizados ainda para áreas específicas como: contabilidade, rotinas administrativas etc. Porém, como os produtos produzidos foram ficando mais complexos, os métodos de fabricação foram sendo otimizados continuamente, era necessária uma troca de informações muito mais rápida e eficiente no que diz respeito à produção, sendo a partir daí a informática também sendo difundida para o Departamento de PPCP (SPRAKEL, 1999).

As primeiras atividades informatizadas foram relacionadas ao MRP (*Material Requirements Planning* – Planejamento das Necessidades de Materiais) que consistiam em planejamento das necessidades de materiais para cada período levando em consideração a quantidade e o momento em que estes deveriam estar disponíveis para a produção de forma a minimizar a formação de estoques (SPRAKEL, 1999).

Posteriormente a informatização foi mais adiante com o uso do MRPII (*Manufacturing Resources Planning* – Planejamento dos Recursos de Manufatura) levando em consideração não apenas os materiais, mas também os demais recursos da fábrica como máquinas, equipamentos, mão-de-obra etc (SPRAKEL, 1999).

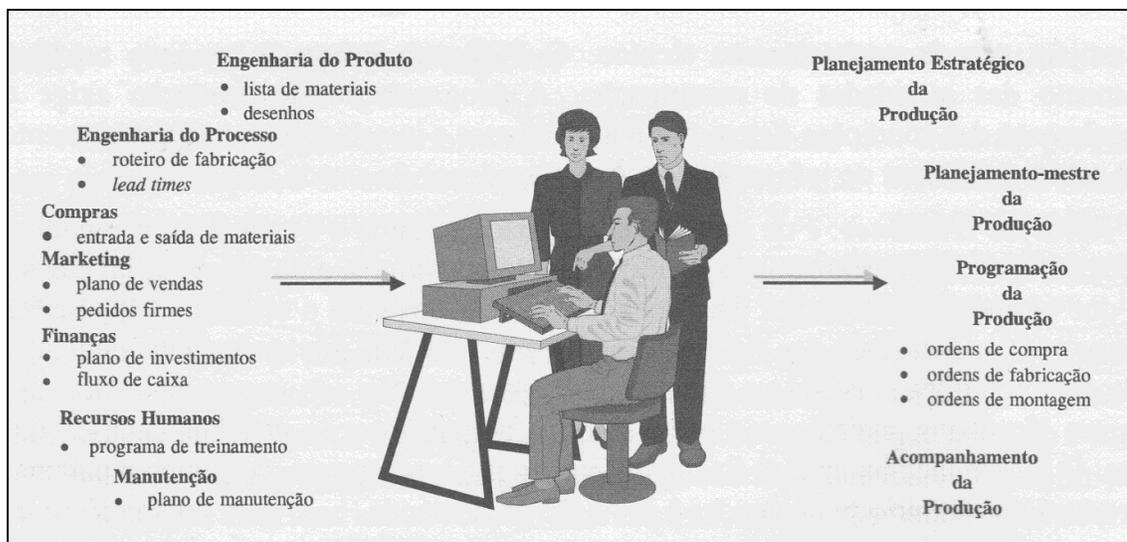
Atualmente o que mais se encontra nas organizações são os Sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planejamento dos Recursos Empresariais) que são Sistemas Integrados de Gestão Empresarial que integram todos os dados e processos de uma organização em um único sistema como: Produção, Compras, Vendas, Financeiro, Contabilidade, Estoques etc (SPRAKEL, 1999).

Algumas empresas além de fazer essa integração da organização como um todo através do ERP também pode agregar informações com fornecedores e clientes através de uma rede de relacionamento via web, permitindo um acompanhamento de toda a cadeia produtiva (SPRAKEL, 1999).

### **2.3 O fluxo de informações e o PPCP**

Para Tubino (2007) o PPCP é responsável por atividades em diferentes horizontes de tempo dentro de uma organização. No longo prazo é responsável por fazer o Planejamento Estratégico da Produção definindo um Plano de Produção para a empresa segundo estimativas de vendas e disponibilidade de recursos dentro de um grande horizonte de tempo, no médio prazo é incumbido de elaborar o Planejamento Mestre da Produção período a período com base nas previsões de vendas de médio prazo, desdobrado através do Plano de Produção segundo as capacidades pré-estabelecidas. Por fim no curto prazo é responsável por realizar a Programação da Produção alocando cargas de trabalho aos recursos disponíveis na fábrica e realizando o Acompanhamento e Controle da Produção coletando e analisando dados para garantir a eficiência da fábrica alcançando índices desejados de produtividade.

Mas sendo o PPCP uma função de apoio dentro da organização, para que este possa realizar a coordenação dos recursos produtivos e alcançar os planos estabelecidos para os três níveis de horizontes de tempo, é necessário que haja um fluxo eficiente de informações com os demais setores da fábrica. Da Engenharia do Produto são necessárias informações referentes ao desenho técnico, ficha do produto contendo os materiais utilizados e suas respectivas quantidades. Da Engenharia de Processo são necessárias as sequências de operações de fabricação dos produtos e os roteiros de fabricação com seus respectivos lead times, também. Do Departamento de Vendas devem-se saber informações sobre previsões de vendas, pedidos firmes em carteira etc. Quanto ao departamento de compras é preciso saber informações relacionadas a estoques, fornecedores, prazos de entrega de matéria-prima. Do Recursos Humanos é necessário saber informações sobre a disponibilidade de mão-de-obra para contratação, demissão, treinamento de novos colaboradores, períodos de férias etc. Como podemos ver, o PPCP relaciona-se diretamente com praticamente todos os setores de uma organização e depende dessas informações para poder tomar as decisões pertinentes à coordenação da fábrica como um todo (Figura 2). Este processo é muito importante para que todos os setores da empresa estejam funcionando em harmonia não podendo haver desencontros e atrasos no fluxo de informações (TUBINO 2007).



**Figura 2: Fluxo de informações e o PCP.**

**Fonte: Tubino (2006).**

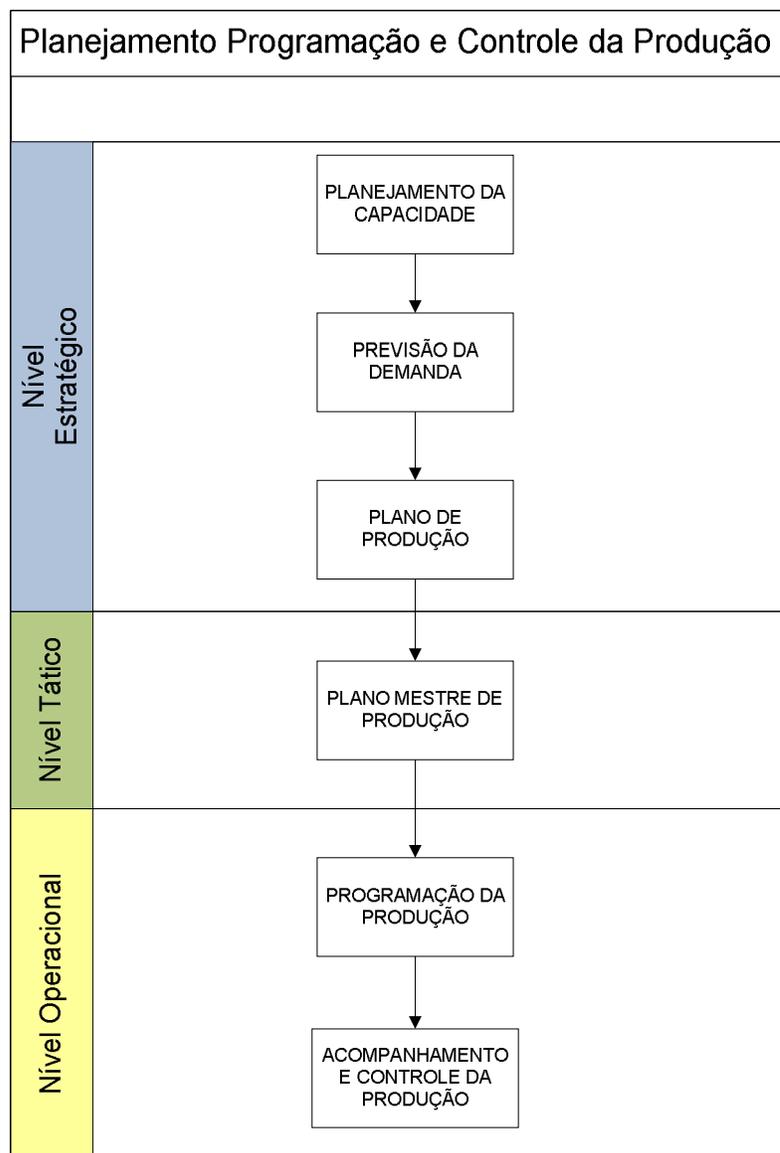
## 2.4 Principais Atividades Realizadas pelo PPCP

Segundo Contador *et al* (2004) uma das principais funções do PPCP é suportar a alta administração com informações confiáveis para que estes possam tomar decisões estratégicas, por isso as decisões tomadas pelo PPCP devem seguir as diretrizes estabelecidas pelos níveis estratégicos da organização desdobrando-as para os níveis tático e operacional. Algumas das atividades gerenciais essenciais que devem ser suportadas pelos Sistemas de Planejamento e Controle de Produção são:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade – para atender ao mercado com níveis de serviço compatíveis com as necessidades competitivas da organização, caso a organização esteja com uma capacidade produtiva muito maior ou muito menor à realidade do mercado, isso implicará em custos de longo prazo para a empresa;
- Planejar a aquisição dos materiais comprados – para que cheguem à produção nos momentos e quantidades certas evitando interrupções (em causa de falta de materiais) implicando em ociosidade e custos de horas paradas ou recursos financeiros empatados (em caso de excesso de estoques) que poderiam ser utilizados para outras finalidades como pagamento de fornecedores, folha de pagamento e até mesmo novos investimentos para a empresa;

- Planejar níveis apropriados de estoques de materiais – para garantir que incertezas no processo afetem minimamente o nível de serviço de forma que os outputs gerados pela fábrica estejam dentro dos limites aceitáveis de eficiência;
- Programar atividades de produção – para evitar a dispersão desnecessária de esforços, alocação de carga para os recursos para que não fiquem ociosos e nem sobrecarregados influenciando diretamente na confiabilidade dos prazos de entrega dos pedidos;
- Ser capaz de saber sobre a situação corrente das pessoas, equipamentos e materiais – a respeito de materiais, ordens de fabricação ou serviços dentro outros recursos da fábrica, para poder comunicar-se adequadamente com clientes e fornecedores;
- Ser capaz de reagir eficazmente – agilidade para reprogramação se necessário caso ocorram variações significativas;
- Ser capaz de prometer prazos com precisão – para garantir confiabilidade do sistema produtivo e a imagem da empresa para com os clientes;
- Prover informações a outras funções – contribuindo para que as funções possam ser integradas e coerentes.

Conforme foi dito anteriormente, as atividades do PPCP são realizadas com base no desdobramento das decisões tomadas pela alta administração. Na Figura 3 é mostrado de forma resumida o processo desse desdobramento, cada uma dessas etapas será apresentada posteriormente de forma mais detalhada juntamente com as principais técnicas e ferramentas.



**Figura 3: Níveis das Atividades do PPCP.**

**Fonte: Adaptado de Tubino (2007).**

### 2.4.1 Planejamento da Capacidade

Capacidade refere-se ao limite superior ou teto de carga que uma unidade operacional pode suportar [...] Permite aos gerentes quantificar as possibilidades de produção em termos de *inputs* ou *outputs* (STEVENSON, 2001, P.156). Normalmente as decisões relacionadas à capacidade das instalações (longo prazo) são tomadas diretamente pela alta administração quando se quer abrir uma empresa, ampliar a capacidade instalada ou ainda a abertura de uma nova filial. Visando oportunidades de negócio essas decisões são tomadas com base em uma série de informações e técnicas como: Programação Linear, Elementos de Estatística, Teoria da Decisão ou ainda por métodos informais.

Porém em alguns casos o PPCP é responsável por planejar a capacidade produtiva de médio e curto prazo. “Em alguns casos, as escolhas de capacidade são feitas com baixíssima frequência; em outros, são feitas regularmente, como parte de um processo contínuo” (STEVENSON, 2001, P.156). Um exemplo disso é quando uma empresa que trabalha com alimentos perecíveis enfrenta oscilações de demanda durante certos períodos, não sendo possível nivelar a produção formando estoques para os períodos de maior demanda. Outro exemplo disso é quando uma empresa de confecção trabalha com duas famílias de produtos diferentes, uma para verão e outra para inverno, no qual determinadas células de produção fabricam produtos específicos, em determinadas épocas é necessário aumentar a capacidade de uma e reduzir ou outra e vice-versa. Outras alternativas para esse tipo de problema seriam a contratação de funcionários temporários, uso de horas extras, terceirização de produção, locação de equipamentos de terceiros, operação em dois ou mais turnos etc.

Na etapa de planejamento da capacidade, por ser uma técnica de apoio à tomada de decisão, para que não aconteçam equívocos primeiramente é necessário saber qual o tipo de capacidade será utilizada como referência, Peinaldo e Graeml (2007) citam que há quatro tipos de capacidade de produção:

- Capacidade instalada – medida ideal considerando o volume máximo de produção que uma unidade produtora pode alcançar trabalhando ininterruptamente (em regime *full time*), ou seja, 24 horas por dia todos os dias da semana e do mês sem considerar nenhuma perda. È uma medida hipotética, mas muito importante para tomada de decisões de nível estratégico;

- Capacidade disponível – volume máximo de produção que pode ser alcançado correspondendo ao período de jornada de trabalho sem considerar nenhuma perda. Pode-se estabelecer um índice percentual chamado grau de disponibilidade para medir a relação entre a capacidade disponível e a capacidade instalada;

$$\text{Grau de disponibilidade} = \frac{\text{Capacidade disponível}}{\text{Capacidade instalada}} \quad \text{Eq (1)}$$

- Capacidade efetiva – corresponde à capacidade disponível considerando-se as perdas planejadas (*setup* de máquinas, manutenções preventivas, troca de turnos etc). Pode-se estabelecer um índice percentual chamado grau de utilização para medir a relação entre a capacidade disponível e a capacidade efetiva;

$$\text{Grau de utilização} = \frac{\text{Capacidade efetiva}}{\text{Capacidade disponível}} \quad \text{Eq (2)}$$

- Capacidade realizada – considera-se também as perdas não planejadas (falta de matéria-prima, falta de funcionários, paradas para manutenções corretivas etc). Para medir a relação entre a capacidade realizada e a capacidade efetiva, utilizamos o índice de eficiência.

$$\text{Índice de eficiência} = \frac{\text{Capacidade realizada}}{\text{Capacidade efetiva}} \quad \text{Eq (3)}$$

#### 2.4.2 Previsão da Demanda

A alta administração também elabora um Plano de Vendas para atender à capacidade instalada, para isso mobiliza a Gerência de Vendas juntamente com suas equipes estabelecendo metas a serem alcançadas. O que pode ocorrer é que na realidade podem acontecer variações, pode ser que o volume de vendas para um determinado produto seja maior ou menor para determinados períodos, daí a necessidade de se fazer previsões de demanda tentando antecipar-se às necessidades dos clientes. Os principais fatores levados em

consideração na previsão de demanda são: disponibilidade de dados e horizonte de tempo. Dois princípios básicos com relação a previsão são: presumir que as mesmas causas que estiveram presentes no passado, continuarão influenciando a demanda no futuro e segundo que as previsões não conduzem a resultados perfeitos, devendo-se apenas buscar minimizar o erro (MOREIRA, 2012).

Os métodos de previsão podem ser **qualitativos** (baseados no julgamento e na experiência de pessoas com grande vivência no mercado em questão como: executivos de várias áreas, consultores, vendedores e pesquisas junto ao consumidor) quando há ausência de dados ou não confiabilidade dos mesmos, ou podem ser **quantitativos** quando são utilizados modelos matemáticos, são divididos em causais e séries temporais (MOREIRA, 2012). Segundo Tubino (2007) alguns dos modelos quantitativos são: média móvel – com hipótese de permanência de valores anteriores aproximados; média móvel ponderada – atribuindo pesos maiores aos resultados mais recentes; média exponencial móvel – pesos distribuídos de forma decrescente no tempo. Além disso, podem ser incluídos índices de sazonalidade e tendência.

Segundo Moreira (2012) os métodos causais são desenvolvidos utilizando-se ferramentas de regressão linear, já quando se utiliza de séries temporais para realizar a previsão da demanda é necessário que sejam observados alguns efeitos associados como:

- Tendência – tendência relacionada ao crescimento ou decrescimento da demanda com o tempo;
- Sazonalidade – característica que muitas mercadorias assumem comportamentos semelhantes em determinados períodos de tempo como: inverno e verão, safra e entressafra;
- Ciclo de negócios – flutuações econômicas de ordem geral como por exemplo liberação de crédito pelo governo ou a redução de impostos para determinadas linhas de produtos ou ainda taxas de câmbio no caso de comércio exterior;
- Variações irregulares – variações devidas a causas não identificadas, ocorrendo no curto ou curtíssimo prazo de tempo.

Os métodos qualitativos e causais parecem adaptar-se melhor às previsões de médio e longo prazo, enquanto a análise de séries temporais, particularmente pelos métodos das médias, parecem adequar-se mais a previsões de curto prazo (MOREIRA, 2012, p. 322).

É importante também fazer um monitoramento constante se o modelo de previsão de demanda está adequado, pois é possível que a partir de certo momento comece a surgir uma discrepância muito grande entre os valores reais e os previstos, isso é feito através do uso de medidas e controle de erros em previsões e indicadores de adequação (MOREIRA, 2012).

### **2.4.3 Plano de Produção**

Segundo Tubino (2007) o Plano de Produção é um plano de longo prazo elaborado para direcionar os recursos produtivos para as estratégias escolhidas pela alta administração. Esse planejamento é feito para um período normalmente de um a dois anos à frente analisado em períodos de meses ou trimestres, servindo de base no nível tático para o Plano Mestre de Produção. Pelo grande horizonte de tempo está mais propício a incertezas podendo ser necessário um replanejamento caso uma variável importante do plano sofra alterações significativas. Podem ser utilizadas simulações para criar cenários para possibilitar a escolha do melhor plano.

Para a elaboração de um bom Plano de Produção primeiramente deve-se conhecer os recursos produtivos de cada setor da empresa para o período analisado e suas respectivas possibilidades de alterações na capacidade de produção. Depois se deve analisar para cada família de produtos o fluxo da demanda prevista buscando equilibrar a capacidade produtiva com o volume de vendas esperado para o período (TUBINO, 2007).

A fim de tentar manter o equilíbrio é possível que sejam aplicadas políticas para alterar a capacidade produtiva ou para alterar a demanda, como promoções para estimular a demanda ou aumento de preços para reduzir; não muito utilizada por que pode estimular a perda de mercado para concorrentes. Também se pode utilizar da estratégia de produzir para abastecer estoques em períodos de baixa demanda para que sejam consumidos posteriormente em períodos de alta demanda (TUBINO, 2007).

Em algumas empresas o Plano de Produção deve ser previamente aprovado pela alta administração da empresa para poder ser efetivado (CONTADOR *et al*, 2004).

#### 2.4.4 Plano Mestre de Produção

O Plano Mestre de Produção (PMP) se dá através do desdobramento do Plano de Produção para períodos de médio prazo, especificando a quantidade produzida para cada produto para os próximos períodos de programação. “A partir daí a empresa passa a assumir compromissos de montagem de produtos acabados [...] faz a conexão entre o planejamento estratégico e as atividades operacionais da produção” (TUBINO, 2007, p. 51). São gerados vários PMP’s diferentes, a alternativa que for mais viável é aprovada e aplicada.

O PMP já trata os produtos de forma individual diferentemente do Plano de Produção que trata os produtos como famílias. Os períodos de tempo analisados também são menores normalmente semanas ou no máximo meses, os intervalos são determinados de acordo com a velocidade de fabricação. Ao final da elaboração do PMP outros setores da empresa também fazem suas programações para os períodos seguintes como: Financeiro poderá elaborar um plano de necessidade de capital, Vendas expectativas de datas prováveis de entregas de pedidos, Compras negociação de preços e entregas com fornecedores, Recursos Humanos sobre a necessidade de contratação e treinamento de novos colaboradores (TUBINO, 2007).

Como o mesmo produto pode ter diversas variações como cores e itens opcionais, o PMP para alguns casos é feito em níveis mais baixos como produtos intermediários, posteriormente é feita então uma programação de montagem final. O PMP deve levar em consideração a demanda esperada, e o estoque disponível como no exemplo da figura 4.

SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda		10	10	10	10	15	15	15	20	20
Disponível		20	10	0	0	0	0	0	0	0
PMP		0	0	10	10	15	15	15	20	20
Em mãos	30									

**Figura 4: Planejamento Mestre de Produção.**

**Fonte: Blog da qualidade**

### 2.4.5 Programação da Produção

Para Stevenson (2001) a atividade de programação da produção está relacionada ao momento oportuno ou *timing* para a utilização de um determinado recurso produtivo. Segundo Moreira (2012) as atividades de programação envolvem a distribuição de cargas operacionais aos centros de trabalho e determinação da ordem com que as tarefas serão realizadas. É preciso programar a utilização de mão-de-obra, materiais adquiridos externamente, máquinas, equipamentos, manutenções etc procurando alcançar ao máximo bons níveis de utilização dos equipamentos e instalações. “Como resultado da programação da produção, são emitidas ordens de compra [...], ordens de fabricação [...], ordens de montagem [...]” (TUBINO, 2007, p. 63).

### 2.4.6 Sequenciamento da Produção

Segundo Stevenson (2001) quando os centros de produção estão sobrecarregados a ordem de processamento é muito importante, normalmente essas tarefas poderão passar por um período de espera sendo necessário então elaborar um sequenciamento para que essas sejam produzidas. Além disso, como um produto pode passar por várias etapas dentro até o final da produção, algumas delas podem demandar mais tempo do que outras causando períodos ociosos em equipamentos ou máquinas por espera do término de processamento de atividades anteriores, fazendo com que os índices de produtividade sejam baixos. O sequenciamento deve ser escolhido segundo um critério, Stevenson (2001) e Tubino (2007) citam alguns deles como segue abaixo:

- FIFO – (*First In First Out* – ou PEPS primeiro que entra primeiro que sai) - as tarefas são realizadas segundo a ordem de chegada;
- MTP – (Menor Tempo de Processamento) – tarefas mais curtas são realizadas primeiro;
- MDE – (Menor Data de Entrega) - lotes processados de acordo com os menores prazos de entrega;
- IPI – (Índice de Prioridade) - pedidos urgentes ou de clientes especiais são atendidos primeiro.

- ICR – (Índice Crítico) – lotes processados de acordo com o menor valor de:

$$\text{Índice Crítico} = \frac{(\text{data de entrega} - \text{data atual})}{\text{tempo de processamento}} \quad \text{Eq (4)}$$

- IFO – (Índice de Folga) – lotes processados de acordo com o menor valor de:

$$\text{IFO} = \frac{(\text{data de entrega} - \sum \text{tempo de processamento restante})}{\text{número de operações restante}} \quad \text{Eq (5)}$$

- IFA – (Índice de Falta) – lotes processados de acordo com o menor valor de:

$$\text{Índice de Falta} = \frac{\text{quantidade em estoque}}{\text{taxa de demanda}} \quad \text{Eq (6)}$$

- PERT/CPM – (*Program Evaluation and Review Technique* – Técnica de Avaliação e Revisão de Programas) e (*Critical Path Method* – Método do Caminho Crítico) são muito utilizados em sequenciamentos de atividades em projetos e utilizam uma visualização gráfica (Figura 5) que facilita o entendimento. O objetivo é garantir que a data final do projeto seja cumprida dentro do prazo limite através do cumprimento de diversas etapas durante o projeto. Deve-se atentar para a dependência entre tarefas, duração das mesmas, período de início e término de atividades, possíveis folgas entre as mesmas, e determinação do caminho crítico. Este último é crucial para o cumprimento do prazo global do projeto em si.

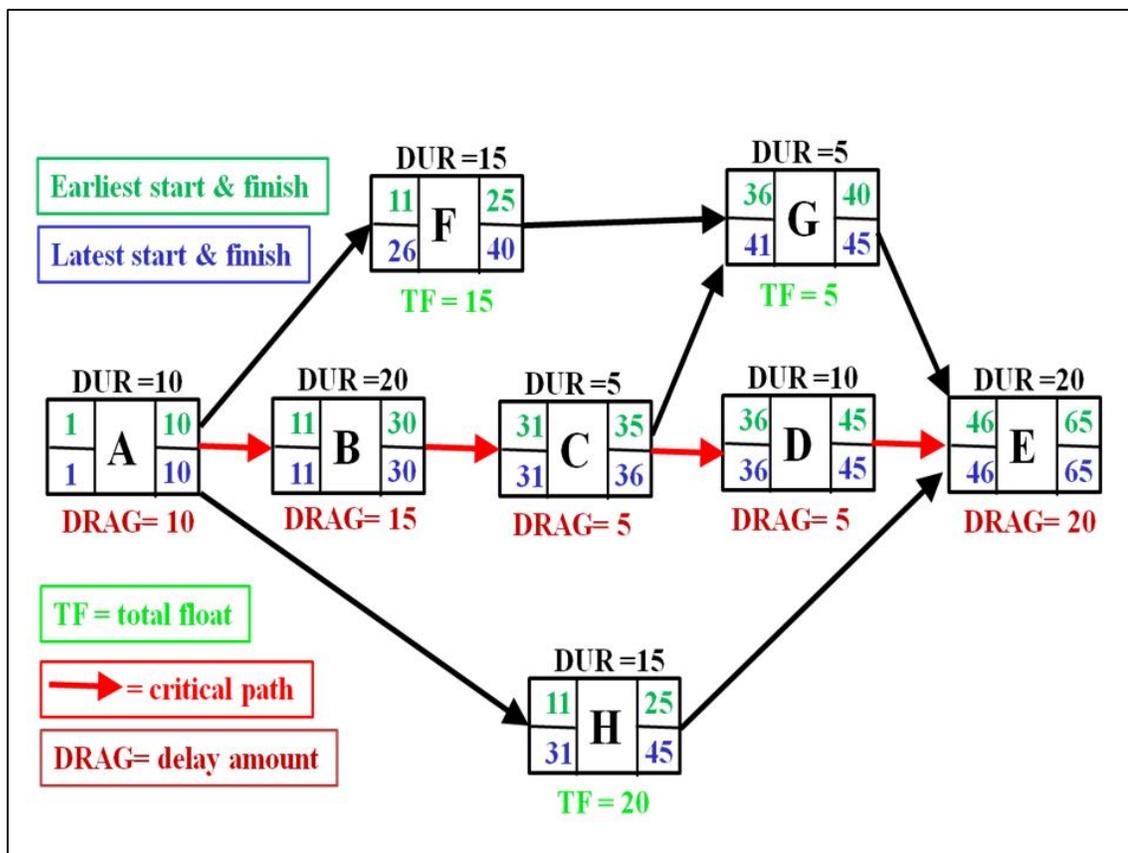


Figura 5: PERT/CPM.

Fonte: Boundless.

#### 2.4.7 Emissão e Liberação de Ordens de Produção

Após o sequenciamento estar definido, O PPCP emite as chamadas Ordens de Produção (OP), é a última atividade da programação do PCP, antes do início da produção propriamente dita, Os setores da produção só podem iniciar suas atividades após autorização do PPCP através da liberação dessas ordens. Em uma Ordem de Produção, contém várias informações para a sua fabricação como: número da OP, data de emissão, produto a ser fabricado, quantidade, prazo para início e término das mesmas, observações específicas etc (TUBINO, 2007, p.162).

* * PRODUCTION ORDER * *					PAGE: 1
<b>CO: 001079 LOT:</b>		<b>STYLE: 1012</b>		<b>CUST: AAA</b>	
<b>DATE: 07/06/2007</b>				<b>P.O.#:</b>	
<b>FACTORY: HOUSE</b>				<b>DELIVERY: 07/06/2007</b>	
<b>DESCRIPTION:</b> STANDARD TEE-SHIRT TUBULAR (NO SIDE SEAMS). SHORTER SLEEVE THAN STANDARD (3"). <b>QUALITY:</b> CHECK NECK AND HEMS CAREFULLY FOR NEEDLE HOLES AND DROPPED STITCHES. <b>FABRIC/TRIM:</b> SIZED/TUBULAR BODY GOODS - ONE-SIZE TUBE RIB FOR NECK AND CUFFS <b>CUTTING:</b> BE SURE TO ALLOW FOR RELAXATION AFTER SPREADING.  <b>SEWING:</b> USE ONLY NEW BALL-POINT NEEDLES.  <b>FINISHING:</b> SEE CUSTOM INSTRUCTIONS - EVERY ORDER PACKAGES DIFFERENTLY. <b>PACKAGING:</b> USE GENERIC PACKAGE FOR STOCK ORDERS ONLY. ALL OTHERS ARE CUSTOM PACKS OF SOME KIND.					
SIZE SML MED LRG XL 2XL <span style="float: right;"><b>Total</b></span> WHT: 10 20 30 20 10 <span style="float: right;">90</span>					
COMPONENT	MATERIAL	DESCRIPTION	COLOR	REFERENCE	
BODY	J51836-18	18" TUBULAR COTTON 8 OZ	WHITE	18" / 8 OZ	
BODY	J51836-20	20" TUBULAR COTTON 8 OZ	WHITE	20" / 8 OZ	
BODY	J51836-22	22" TUBULAR COTTON 8 OZ	WHITE	22" / 8 OZ	
BODY	J51836-24	24" TUBULAR COTTON 8 OZ	WHITE	24" / 8 OZ	
NECK/CUFF	R51836-30	TUBULAR CTN RIB - 10 OZ	WHITE	TUBULAR RIB	
	HANG10	10" HANGERS		10" PLASTIC	
	POLYBAG	30" POLY BAGS ON ROLLS		CLEAR BAGS	
SEQ	OP CODE	DESCRIPTION			
1	010003	CLOSE SHORT SLEEVES			
2	020001	JOIN FIRST SHOULDER			
3	030001	BIND T-SHIRT COLLAR			
4	020002	CLOSE 2ND SHOULDER			
5	040001	SET T-SHIRT SLEEVES			
6	080001	HEM T-SHIRT BOTTOM			
7	090001	INSPECT T-SHIRT			
8	999	* * INVENTORY CONTROL * *			

Figura 6: Ordem de Produção.

Fonte: Visual AS AP.

## **2.4.8 Acompanhamento e Controle da Produção**

Segundo Contador *et al* (2004) a atividade de Controle da Produção é necessária para que as atividades não se desviem das condições predeterminadas e para isso é fundamental que se tenha um padrão de comparação entre o real e o previsto, caso aconteçam desvios devem ser tomadas medidas para fazer com que as atividades voltem a normalidade.

Segundo Tubino (2000) deve-se fazer o acompanhamento e controle da produção para garantir que as atividades planejadas para o período programado sejam cumpridas. Na prática acontecem vários desvios entre o programado e o executado que afetam diretamente no desempenho da produção, para minimizar as consequências desses desvios é necessário que os problemas sejam identificados rapidamente, isso só é possível se houver um rápido *feedback* de informações. Essas informações são coletadas através de indicadores de desempenho como: índice de utilização de máquinas, utilização mão-de-obra, índice de horas paradas, OP's entregues em atraso etc. A partir daí busca-se identificar quais as causas dos possíveis desvios e agir corretivamente para que as atividades voltem à normalidade. Os indicadores também são usados posteriormente para preparação de relatórios de análise de desempenho que servirão como base para os próximos planejamentos e programações, como também apoiar na tomada de decisão para melhorias no processo produtivo.

## **2.5 Os Sistemas de Produção**

Segundo Tubino (2007) os sistemas de produção podem estar relacionados com a geração de bens (quando o produto é algo tangível, ou seja, físico) ou de serviços (quando o produto é algo intangível podendo apenas ser sentido, ou seja, experiências vivenciadas pelos clientes). Na prática a maioria das empresas acaba participando nas duas situações, produzindo simultaneamente bens e serviços. Mas para entender as complexidades das funções do PPCP, as classificações mais significativas dos sistemas produtivos estão relacionadas com o grau de padronização dos produtos e com o volume demandado pelo mercado, mas principalmente da forma como os sistemas são organizados para atender à demanda.

Tubino (1999, 2007) classifica os sistemas produtivos em:

- Sistemas Contínuos – Existe alta uniformidade na produção e demanda favorecendo a automatização. Normalmente é feito um investimento muito grande em instalações,

máquinas etc, o que torna o processo pouco flexível, mas torna o custo do produto muito baixo o que justifica a massificação. Nessa categoria estão empresas do ramo de petróleo, alimentos e produtos químicos;

- **Sistemas em Massa** – Como nos sistemas contínuos, a produção também é em larga escala de produtos altamente padronizados, porém estes não são passíveis de grande automatização. Enquadram-se nessa categoria empresas automobilísticas, grandes confecções têxteis e abatedouros;
- **Sistemas Repetitivos em Lotes** – Caracteriza-se pela produção em volume médio, o sistema deve ser relativamente flexível para atender as flutuações de demanda, não há um alto grau de padronização dos produtos, o que também desfavorece a automatização. Enquadram-se nessa categoria empresas do ramo moveleiro, fornecedores da cadeia de eletrodomésticos etc;
- **Sistemas Sob Encomenda** – Caracteriza-se por uma baixa demanda, praticamente não existe padronização entre os produtos, pois normalmente são individuais. É comum o produto ter prazo específico para entrega e caso o mesmo não seja cumprido, a aplicação de multas estabelecidas em contratos. Sistemas como esses são encontrados em empresas de construção civil, fabricação de navios, usinas etc.

No Quadro 1 são mostradas as principais características dos diferentes tipos de sistemas de produção.

	<b>Contínuo</b>	<b>Repetitivo em Massa</b>	<b>Repetitivo em Lotes</b>	<b>Por Projeto / encomenda</b>
<b>Volume de produção</b>	Alto	Alto	Médio	Baixo
<b>Variedade de produtos</b>	Pequena	Média	Grande	Pequena
<b>Flexibilidade</b>	Baixa	Média	Alta	Alta
<b>Qualificação da MOD</b>	Baixa	Média	Alta	Alta
<b>Layout</b>	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
<b>Capacidade ociosa</b>	Baixa	Baixa	Média	Alta
<b>Lead times</b>	Baixo	Baixo	Média	Alto
<b>Fluxo de informações</b>	Baixo	Médio	Alto	Alto
<b>Produtos</b>	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Quadro 1: Características dos sistemas de produção. Fonte: Tubino (2006).

## 2.6 A Relação do PPCP com os Sistemas Produtivos

Conforme citado na seção 2.5, cada tipo de sistema produtivo tem suas particularidades. Slack (1997) enfatiza que as atividades de planejamento e controle são significativamente afetadas pela posição variedade-volume de uma operação produtiva. Alta variedade e baixo volume implicam em pouca ou nenhuma padronização de diferentes produtos, por outro lado quando o volume é alto e a variedade é baixa, os consumidores esperam respostas extremamente rápidas aos seus requisitos para os produtos.

Para Burbidge (1978) os principais fatores que podem afetar a complexidade do trabalho do PCP são:

- Projeto do produto – relacionado ao grau de padronização dos produtos, quanto menos padronizado o controle da produção é mais difícil;
- Volume de produção – Normalmente o controle da produção é mais eficiente com altos do que com baixos volumes de produção, pois o trabalho necessário para planejar dirigir e controlar é o mesmo;
- Variedade de produtos, componentes e materiais utilizados – Se há uma variedade muito grande de itens que devem se planejados, o controle da produção será muito mais complexo.

A classificação dos sistemas de produção, principalmente em função do fluxo do produto, reveste-se de grande utilidade na classificação de uma grande variedade de técnicas de planejamento e gestão da produção. É assim possível discriminar grupos de técnicas e outras ferramentas gerenciais em função do particular tipo de sistema [...]. (MOREIRA, 2012, p. 9).

Gaither e Frazier (2004) classificam os tipos de sistemas de planejamento e controle da produção em quatro tipos:

1. Sistemas de Estoque de Reserva – ênfases em manutenção de estoques para sustentar a produção, muitos produtos são produzidos de antemão e armazenados no estoque de produtos acabados;
2. Sistemas de Empurrar – uso de informações sobre clientes, fornecedores e produção para administrar o fluxo de materiais. Lotes de matérias-primas são planejados para chegar a fábrica aproximadamente no prazo necessário, montagens e submontagens dos produtos são realizadas nas proximidades do prazo de embarque para o cliente;
3. Sistemas de Puxar – ênfase em redução de níveis de estoques em cada etapa de produção, somente após definido o programa é determinado o que se deve produzir. Olha-se para a etapa de produção seguinte e determina-se o que e quanto é necessário produzir;
4. Concentrados em Gargalos – Quando operações, máquinas ou etapas de produção têm menos capacidade do que outras. Os recursos são alocados e balanceados conforme o gargalo.

Em sistemas contínuos, devido ao grande volume produzido não é necessária uma programação de curto prazo e de sequenciamento de ordens. O PMP (Plano Mestre de Produção) normalmente é utilizado para calcular a necessidade de materiais. Já nos sistemas em massa, o foco principal do PPCP é administrar a logística de abastecimento de matérias-primas (interna e externa) e o sequenciamento de volumes a serem produzidos. Para os sistemas repetitivos em lotes, o foco do PPCP está na Programação da Produção, buscando organizar o sequenciamento das ordens de produção em cada grupo de recursos ou centros de trabalho. Nos sistemas sob encomenda, o PPCP deve garantir que a empresa cumpra com os prazos de conclusão do produto, baseia-se no conceito de capacidade finita trabalhando com um calendário de carregamento de recursos (gráfico de Gantt) (TUBINO, 2007).

A forma escolhida de classificação dos sistemas de PCP seguida neste trabalho é a classificação segundo Fernandes e Filho (2007). Burbidge (1990) classificava os sistemas de produção em *ordering systems*, Fernandes e Filho (2007) propuseram uma nova denominação para estes sistemas sendo chamada de Sistemas de Coordenação de Ordens (SCO) e ainda acrescentaram uma nova categoria, a dos sistemas híbridos. Os SCO serão descritos mais detalhadamente na seção 2.7.

## 2.7 Sistemas de Coordenação de Ordens

Segundo Fernandes e Filho (2007) *apud* Burbidge (1990), os SCO (Sistemas de Coordenação de Ordens - também conhecidos como estratégias de manufatura) são classificados em três tipos: A) sistemas de fazer de acordo com o pedido; B) sistemas de estoque controlado; e C) sistemas de fluxo controlado. Fernandes e Filho (2007) identificaram em sua pesquisa 17 SCO diferentes e ainda propuseram um quarto grupo, o dos sistemas híbridos que contém simultaneamente características dos sistemas de estoque controlado e fluxo controlado. A classificação proposta ficou da seguinte forma:

- Grupo A – Sistemas de pedido controlado – onde é impossível manter estoques de produtos acabados. Este grupo é dividido em: a) sistema de programação por contrato; e b) sistemas de alocação de carga por encomenda.
- Grupo B – Sistemas controlados pelo nível de estoque (CNE) – as decisões são baseadas no nível do estoque, puxando a produção. Este grupo é dividido em: a) sistema de revisão contínua; b) sistema de revisão periódica; c) sistema Kanban CNE; e d) sistema CONWIP CNE.
- Grupo C – Sistemas de fluxo programado – baseados na transformação das necessidades do programa mestre de produção em necessidades de componentes. O fluxo de informações segue a mesma direção do fluxo de materiais, ou seja, a produção é empurrada. Está dividido em: a) sistema de estoque base; b) PBC (*period batch control*); c) MRP; e d) OPT (*optimized production technology*).
- Grupo D – Sistemas híbridos – possuem características dos grupos B e C. Está dividido em: a) sistema de controle MaxMin; b) sistema CONWIP H; c) sistema Kanban H; d) sistema DBR (*drum buffer rope*, tambor-pulmão-corda); e) sistema DEWIP (*decentralized work in process*); f) sistema LOOR (*load oriented order release*); e g) sistema POLCA (*paired-cell overlapping loops of cards with authorization*).

A seguir, as características dos diferentes tipos de SCO serão mostradas mais detalhadamente.

### **2.7.1 Sistema de Programação por Contrato**

Este tipo de sistema é muito adequado para produtos complexos normalmente feitos sob encomenda de acordo com projetos especiais. Os contratos definem detalhadamente todas as atividades desde o projeto, obtenção de materiais, datas de entrega ou término de cada etapa de forma que a data final de entrega da “encomenda” acordada no contrato seja devidamente cumprida respeitando também os limites de recursos financeiros. A elaboração de cronogramas para planejamento e acompanhamento da execução das tarefas é muito importante, sendo comum o uso de técnicas como: PERT (*program evaluation and review technique*) e CPM (*critical path method*) (FERNANDES; FILHO, 2007 *apud* BURBIDGE, 1988 e ZACARELLI, 1987).

### **2.7.2 Sistema de Alocação de Carga por Encomenda**

Método aplicado à sistemas de produção não repetitivos, como a demanda é sob encomenda, as necessidades dos clientes são imprevisíveis sendo impossível ter produtos finais em estoque. Neste modelo os pedidos dos clientes são reemitidos para a os setores produtivos na forma de ordens de fabricação ou serviço, compras e requisições de equipamentos. Como cada encomenda é diferente, a principal dificuldade é dimensionar adequadamente a carga de trabalho para cada setor produtivo, deve-se dar atenção àqueles mais críticos para que sejam atendidos os prazos de entrega, um gráfico de Gantt com a alocação de carga pode ser muito útil nesses casos (FERNANDES; FILHO, 2007 *apud* BURBIDGE, 1988 e ZACARELLI, 1987).

### **2.7.3 Sistema de Revisão Contínua**

Este tipo de sistema trabalha emitindo ordens de fabricação de determinados produtos sempre que o nível de estoque destes cai abaixo de um determinado valor pré-estabelecido. Este modelo também é muito utilizado para itens de demanda independente e itens que são comprados de terceiros (FERNANDES; FILHO, 2007 *apud* BURBIDGE, 1975). Para casos em que a demanda é flutuante podendo apresentar erros de previsão o sistema de revisão contínua é mais eficiente que o MRP (FERNANDES; FILHO, 2007 *apud* JACOBS;

WHYBARK, 1992). Também se pode dizer que este sistema é mais adequado produção realizada em lotes (FERNANDES; FILHO, 2007 apud JONSON e MATTSON, 2003).

#### **2.7.4 Sistema de Revisão Periódica**

Neste sistema as ordens são emitidas em intervalos constantes de tempo (por exemplo: semanal, mensal), a quantidade solicitada de cada item corresponde a um valor X de referência para o período menos a quantidade disponível em estoque. É muito útil quando é necessário adquirir itens num mesmo período de tempo, normalmente de um mesmo fornecedor (FERNANDES; FILHO, 2007).

#### **2.7.5 Sistema Kanban**

Segundo Fernandes e Filho (2007), o sistema Kanban foi originalmente criado pela Toyota, consiste num sistema em que os níveis de estoque são controlados por método visual através de cartões para cada produto (podendo ser de cartão duplo ou com um único cartão de ordem de produção). O operador decide o que e quanto deve ser produzido segundo as prioridades (definidas pela cor do cartão: verde – nível de estoque bom não sendo necessário produzir; amarelo – nível de estoque em alerta sendo necessário produzir, mas não com urgência; vermelho – nível de estoque baixo sendo necessário produzir com urgência). A partir daí, o operador pega os materiais necessários dos setores anteriores atualizando também os cartões Kanban de matérias-primas e sub-montagens. Esses cartões podem assumir diversas formas como: etiquetas, placas, painéis eletrônicos etc (FERNANDES, 2007 apud BOSE; RAO, 1998). O Kanban é muito bem aplicável em ambientes com baixa variedade de itens, e demanda relativamente estável, ou seja, sistemas de produção em massa e repetitivos (FERNANDES; FILHO, 2007 apud MACCARTHY; FERNANDES, 2000).

### **2.7.6 Sistema CONWIP CNE**

Segundo Fernandes e Filho (2007) o CONWIP (*constant work in process*) significa trabalho constante em processo e foi introduzido por Spearman (1990), neste modelo o estoque em processo é igual ao número de contenedores na linha de produção.

Após o último estágio, o conteúdo do contenedor vai para o estoque juntamente com o cartão (ordem) e o contenedor volta vazio e sem cartão para o primeiro estágio. Quando há consumo de tal conteúdo, o cartão vai para o backlog (lista de pedidos em carteira). Havendo contenedor disponível e cartão e cartão na backlog list, o operador começa a processar o primeiro cartão da lista (FERNANDES; FILHO, 2007 p. 341).

Estes cartões seguem juntamente com os contenedores já abastecidos de matéria prima até o último estágio de fabricação, contêm informações sobre a ordem de produção a ser fabricada (o que, quanto produzir, material necessário etc) (FERNANDES; FILHO, 2007). O CONWIP CNE é um tipo de sistema puxado e é adequado para linhas de produção uniforme e com fluxo estável, mas com uma variedade de produtos maior que a do Kanban (FERNANDES; FILHO, 2007 apud SIPPER; BULFIN, 1997).

### **2.7.7 Sistema de Estoque Base**

É um tipo de sistema empurrado, pois as ordens chegam aos setores e a produção é encaminhada para os próximos estágios. O departamento de PCP emite ordens de fabricação e ordens de compra para os demais setores de produção, os lotes são definidos conforme o programa mestre de produção (realizado conforme previsões baseadas em períodos anteriores) somado a uma quantidade que se deseja ter em estoque no final do período (Fernandes, 2007). Este tipo de sistema é muito adequado a ambientes onde praticamente não exista sazonalidade da demanda e exista um grande número de produtos (FERNANDES; FILHO, 2007 apud BURBIDGE, 1988).

### 2.7.8 PBC

Segundo Fernandes e Filho (2007) no sistema PBC (*period batch control*) o plano mestre de produção (elaborado a partir de pedidos em carteira ou de uma previsão de vendas) é definido para ciclos de tamanhos iguais, devendo indicar quais as quantidades a serem produzidas dentro de cada um deles, posteriormente são atribuídos tempos para as etapas dos processos. Os ciclos são divididos em períodos, portanto cada etapa de fabricação (ex: receber matéria-prima, produzir, montar) não pode ter o tempo maior do que um período. Os ciclos normalmente são curtos tornando o sistema mais flexível a alterações na demanda, por essa razão o PBC é muito adequado a ambientes repetitivos e semi-repetitivos. Como os tempos de processamento de todos os produtos não podem exceder um período e os tempos de set-ups devem ser muito baixos, é interessante que se utilize o *layout* celular para atenuar essas limitações.

### 2.7.9 MRP II

O MRP II (*manufacturing resource planning*), ou planejamento dos recursos de manufatura, é uma evolução do antigo MRP (*material requirements planning*) que levava em consideração as necessidades de materiais, atualmente os MRP's são os SCO's mais utilizados no mundo, seu princípio básico é o cálculo de necessidades (recursos de manufatura em geral: materiais, pessoas etc; calculados a partir das necessidades dos produtos finais) de forma a cumprir os prazos de entrega dos pedidos com a mínima formação de estoques, planejando compras e produção para que estes ocorram exatamente nas quantidades necessárias e nos momentos necessários. Consiste nas seguintes etapas: compra de materiais, fabricação de componentes, montagem dos produtos. Cada etapa deve respeitar religiosamente o seu cronograma de forma a não afetar as operações seguintes (CORRÊA; GIANESI, 2007). A sua grande vantagem é a possibilidade de ser aplicado em ambientes com grandes variedades de produtos (sistemas não repetitivos) e de estrutura complexa, porém requer grandes investimentos para a sua implantação e sendo um sistema de capacidade infinita não trata de forma adequada a programação no curto prazo (FERNANDES; FILHO, 2007).

### 2.7.10 OPT

O OPT (*optimized production technology*), ou tecnologia de produção otimizada é baseado na Teoria das Restrições que diz que a fluxo de produção é determinado pelos gargalos, dessa forma a programação deve ser realizada com base na capacidade do gargalo e os demais setores devem respeitar esse fluxo podendo ter capacidade ociosa, com a finalidade de reduzir a quantidade de estoque em processo (CORRÊA; GIANESI, 2007). O OPT é adequado para sistemas semi-repetitivos (FERNANDES; FILHO, 2007 p. 343 apud MACCARTHY; FERNANDES, 2000). Corrêa e Gianesi (2007) citam que os princípios básicos do OPT são:

- Balanceie o fluxo e não a capacidade;
- A utilização de um recurso não-gargalo é determinada por outra restrição do sistema (por exemplo, um gargalo);
- Uma hora ganha num recurso gargalo é uma hora ganha para o sistema global;
- Uma hora ganha num recurso não gargalo é apenas uma ilusão;

### 2.7.11 Sistema de Controle MaxMin

“O sistema de controle MaxMin é um sistema baseado em registros de estoques [...] o fornecimento de materiais deve ser feito em intervalos regulares para cobrir uma necessidade fixa por período de tempo pré-determinado (BIANCO, 2008 p. 47)”. Sua principal função é manter níveis adequados de estoque amenizando oscilações na cadeia de suprimentos e na demanda (Bianco, 2008 *apud* Burbidge, 1983). Possui três etapas básicas:

- Definição dos programas de necessidades – consiste na explosão de um plano mestre de produção para cada item;
- Definição de um estoque de reserva para cada item – estabelecimento de níveis de segurança de estoques com a finalidade de prevenir faltas de materiais;
- Definição dos limites de estoque – definição de limites máximos e mínimos de estoque para cada item com a finalidade de proteger o sistema produtivo contra oscilações inesperadas na demanda;
- Emissão de ordens – são utilizadas como requisições de compras, é feito um programa de compras e os fornecedores entregam as quantidades necessárias periodicamente

segundo um histórico de consumo, exceto se o nível máximo de estoque for alcançado. Essa técnica também pode ser utilizada entre os setores internos da fábrica em processos que fornecem itens para outros;

- Registros de Estoques – registros para controlar a movimentação e saldo em estoque.

O sistema MaxMin é híbrido porque utiliza um plano mestre de produção, mas são os níveis de estoque que puxam a produção (Fernandes; Filho, 2007).

#### **2.7.12 Sistema CONWIP H**

Este sistema é bastante parecido com o CONWIP CNE, exceto que a lista de cartões gerada não é estabelecida pela regra FIFO, mas sim pelo departamento de PPCP a partir da explosão do programa mestre de produção. Esse SCO é bastante adequado a sistemas repetitivos, permitindo uma maior variedade de produtos e de itens opcionais do que no Kanban H e no CONWIP CNE. Também tem melhor desempenho em situações onde a demanda é flutuante e os tempos de *setup* não são tão pequenos (FERNANDES; FILHO, 2007).

#### **2.7.13 Sistema Kanban H**

O Kanban híbrido, apesar de ser um sistema onde a produção é puxada, o último estágio é programado via um programa mestre de produção (normalmente apenas montagem final) emitido por um departamento de PPCP central. Nesta categoria estão inclusos os sistemas Kanban H de duplo cartão, Kanban H somente com cartão de ordem de produção e Kanban H somente com cartão de requisição (FERNANDES; FILHO, 2007).

#### **2.7.14 Sistema DBR**

O sistema DBR (*Drum-Buffer-Rope* ou Tambor-Pulmão-Corda) como o OPT, também é baseado na Teoria das Restrições. Nesse sistema a programação segue o ritmo (*Drum* “Batida do Tambor”) segundo o recurso restritivo do sistema, ou seja, o gargalo de forma a atingir o fluxo máximo deste. Para garantir que o nível de utilização do gargalo seja máximo, é

necessário que o fluxo esteja protegido contra possíveis incertezas (falta de materiais, quebras de máquina etc), isso é feito através da formação de um estoque por tempo de segurança (*Buffer* – “Pulmão”). Os gargalos controlam também os estoques ao longo do processo produtivo, isto é obtido através do *Rope* (Corda) que liga o estoque criado pelo “tempo de segurança” à operação inicial do sistema produtivo (CORRÊA; GIANESI, 2007).

### 2.7.15 Sistema DEWIP

Segundo Fernandes e Filho (2007) o sistema DEWIP (*decentralized work in process*) é bastante adequado a ambientes *job shop* com grandes variedades de produtos (não-repetitivos) buscando atingir *lead times* muito pequenos e confiáveis. Nesses sistemas a produção acontece em pequenas quantidades de acordo com determinadas especificações dos clientes. É um tipo de controle descentralizado porque a variável principal WIP (estoque em processo) é estabelecida por meio de ciclos de controle entre as próprias estações de trabalho. O DEWIP possui seis regras básicas:

- O operador deve pedir autorização para o centro de trabalho posterior antes de iniciar a produção de um item;
- O operador do centro de trabalho posterior decide autorizar ou não a produção do centro de trabalho anterior segundo um limite de WIP estabelecido;
- Caso haja autorização, o centro de trabalho anterior inicia suas atividades, caso contrário o operador deve pedir permissão a outros centros de trabalho à jusante;
- Após processada uma ordem o operador transporta os produtos para o próximo centro de trabalho, fazendo com que o nível de WIP do seu setor caia abaixo do nível estabelecido. Nesse caso o operador autoriza a produção de itens a centros de trabalho anteriores;
- Caso o centro de trabalho requisitante seja um recurso crítico, o operador deste pode autorizar a produção dos centros anteriores independentemente do nível de estoque;
- O PPCP central realiza a programação definindo as prioridades de produção, os centros de trabalho definem quando produzir.

### 2.7.16 Sistema LOOR

Segundo Fernandes e Filho (2007), no sistema LOOR (*load oriented order release*) uma carga limite é estabelecida para cada centro de trabalho e uma tarefa só é liberada se a carga de trabalho projetada (tarefas em processamento + tarefas a serem processadas) para o centro for menor que a carga limite. O planejamento é realizado em três níveis:

- Entrada das ordens e análise de capacidade de médio prazo – as OPs criadas ficam numa espécie de “banco de ordens” e são analisadas conforme os *lead times* e o datas de entrega;
- Liberação de ordens e análise de capacidade de curto prazo – as ordens com maior urgência são liberadas, as demais ficam aguardando um próximo ciclo. As OPs são selecionadas de acordo com um limite de carga para o centro de trabalho, limitando os níveis de estoque em processo;
- Sequenciamento da produção – é feita a programação das ordens que concorrem por um mesmo centro de trabalho, priorizadas conforme as datas de entrega.

O sistema LOOR é adequado a ambientes *job shop* (Fernandes; Filho, 2007 *apud* Graves *et al*, 1995) com alta variedade de itens e alta complexidade de fluxo de materiais (Fernandes; Filho, 2007 *apud* Lüdding *et al*, 2003).

### 2.7.17 Sistema POLCA

O sistema POLCA (*Paired-Cell Overlapping Loops of Cards with Authorization*) é um sistema híbrido puxado-empurrado, de sinalização por meio de cartões entre células de produção (Bianco, 2008 *apud* Stevenson *et al*, 2005). Funciona segundo a estratégia QRM (*Quick-Response Manufacturing*) que tem por objetivo a redução de *lead times* como vantagem competitiva (Fernandes; Filho, 2007). Suas características são:

- Liberações de materiais realizadas pelo PPCP via MRP;
- São utilizados cartões (cartão POLCA) para comunicar e controlar a movimentação de materiais entre as células;
- Os cartões utilizados referem-se a um par de células e não a um produto, isso garante que uma célula só trabalhe em uma tarefa para a qual a célula posterior tem capacidade disponível;

- O cartão permanece com a tarefa durante todo o percurso através das duas células retornando para a primeira quando o processo é finalizado pela segunda.

O sistema POLCA combina características de sistemas puxados e empurrados, e adequado a sistemas com alta variedade de produtos e itens com alta complexidade de fluxo de materiais (Fernandes; Filho, 2007).

### 3. METODOLOGIA

Segundo Gil (2010) em relação à sua finalidade (ou natureza), este trabalho caracteriza-se por uma pesquisa básica, onde se procura fazer um profundo estudo sobre o assunto em questão visando ampliar o conhecimento acumulado e preencher possíveis lacunas em áreas já estudadas. Quanto à abordagem, classifica-se por uma pesquisa qualitativa considerando que as conclusões a serem obtidas na comparação entre as ferramentas estudadas serão traduzidas em números, mas apenas para identificar quais são as mais utilizadas e quais as relações entre elas não correspondendo a uma amostra percentual de uma população específica. No que se refere aos objetivos, enquadra-se como uma pesquisa exploratória visando proporcionar maior familiaridade com o problema e torná-lo explícito. Como procedimento técnico, foi adotado o método de Pesquisa Bibliográfica, ou seja, elaborada com base em material já publicado podendo ser ele impresso ou digital. A ferramenta para a coleta de dados escolhida foi um questionário online elaborado através do Google Docs, sendo enviado a diversos profissionais da área de PPCP de várias empresas a fim de identificar quais são os tipos de sistemas de coordenação de ordens e ferramentas utilizadas, possibilitando assim relacionar essas técnicas aos tipos de sistemas produtivos.

Durante a fase de planejamento da pesquisa, quanto à escolha do tema Gil (2010) diz que deve ser algo que seja relevante para a sociedade, que esteja ao alcance do aluno com base nas experiências adquiridas e que haja disponibilidade de material para consulta. O tema foi escolhido com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá, e principalmente pelo estudo do trabalho desenvolvido por Tubino (2007) que aborda os diferentes tipos de sistemas produtivos e suas características. Diante de uma infinidade de tipos de empresa e atividades produtivas, ocorre que muitas vezes o PPCP é tratado de forma genérica, sendo difícil principalmente para pequenas organizações e àquelas em expansão saber como deve ser a forma mais adequada de atuação, muitas delas simplesmente adquirem pacotes de software de gestão e acham que todos os problemas serão resolvidos, a partir daí surgiu a indagação de como o PPCP atua nesses sistemas. O tema deste trabalho está diretamente ligado aos princípios básicos da Engenharia de Produção, levando em consideração que um bom PPCP é fundamental para que os recursos de uma empresa sejam utilizados de forma otimizada a fim de reduzir perdas e gerar lucros garantindo a existência da organização. Na segunda fase do planejamento foi

realizado um vasto levantamento bibliográfico de outros autores de livros e artigos disponíveis fisicamente e na internet que abordam o PPCP e características dos diferentes sistemas produtivos. Com o material obtido buscou-se fazer uma leitura de caráter exploratória, seletiva e analítica. Para otimizar o tempo a fim de atender os objetivos da pesquisa e proporcionar uma melhor qualidade no desenvolvimento do trabalho, foi feito um fichamento dos autores, obras, ideias e comentários para facilitar o processo de escrita das citações e referências.

Após o planejamento da pesquisa, as etapas do desenvolvimento deste trabalho foram seguidas também com base no modelo de Pesquisa Bibliográfica proposto por Gil (2010) e acrescentada pela formulação do questionário. As etapas foram as seguintes:

- a) Organização lógica do assunto – Organização das ideias com a finalidade de tornar o trabalho mais facilmente compreensível;
- b) Redação do texto – Escrita de forma gramaticalmente correta, clara e visualmente agradável;
- c) Elaboração do questionário – Elaboração de questões não tendenciosas, de fácil compreensão e objetivas que ajudassem a alcançar os objetivos do trabalho. Ao todo foram elaboradas quatorze questões levando em consideração desde a identificação da empresa, tipo de sistema produtivo utilizado, características de atuação do PPCP desde o nível estratégico até o operacional, e questões de avaliação do próprio questionário para se obter um *feedback* quanto a sua qualidade e coerência;
- d) Publicação do questionário – Com as questões já definidas, as mesmas foram transcritas para o Google Docs e publicadas em páginas redes sociais de caráter profissional em que os membros são atuantes na área de PPCP, assim o questionário pôde ser respondido por pessoas de diversas empresas;
- e) Análise dos dados – Os dados coletados foram analisados de forma analítica fazendo um cruzamento das informações respondidas a fim de se identificar as características de atuação do PPCP em cada sistema produtivo;
- f) Conclusão – Redação explicativa e objetiva sobre as conclusões obtidas através da análise dos dados confrontando com o conteúdo citado no trabalho, elaboração de gráficos e tabelas para facilitar a compreensão.

### 3.1 Questionário

Como citado na seção 3, o questionário foi elaborado com a finalidade de identificar as características do PCP em diferentes sistemas produtivos. Para isso as questões de 4 a 12 foram elaboradas para fazer um cruzamento de dados com a questão 3 (Tipo de sistema produtivo utilizado), também levou-se em consideração técnicas utilizadas em todos os níveis (estratégico, tático e operacional) de atuação do PCP. Assim foram formuladas 14 questões de pesquisa:

**Questão 1:** Nome da empresa. (Questão de resposta opcional)

**Questão 2:** Quantidade de funcionários.

- A) Até 50;
- B) De 50 a 100;
- C) De 100 a 500;
- D) De 500 a 1000;
- E) Mais de 1000.

**Questão 3:** Tipo de sistema produtivo utilizado:

- A) Processo Contínuo (ex: usinas, refinarias etc);
- B) Produção em Massa (ex: automobilísticas, abatedouros etc);
- C) Repetitivo em Lotes (ex: confecções, fornecedores de peças etc);
- D) Sob Encomenda ou Projeto (ex: construtoras, estaleiros etc);
- E) Prestação de Serviços (ex: restaurantes, hotéis etc).

**Questão 4:** Características do sistema produtivo:

	Baixo	Médio	Alto
A) Volume de produção.			
B) Variedade de produtos.			
C) Flexibilidade nos processos.			
D) Qualificação da mão de obra.			
E) Nível de automatização.			
F) Lead times.			
G) Fluxo de informações.			

**Questão 5:** Período de Planejamento do PPCP.

Prazo/Período	Diário	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual	Maior que anual
A) Curto							
B) Médio							
C) Longo							

**Questão 6:** Tipo de Sistema de PCP utilizado, com relação ao SCO (Sistema de Coordenação de Ordens).

- A) Tipo A - Sistema de Programação por Contrato;
- B) Tipo A - Sistema de Alocação de Carga por Encomenda;
- C) Tipo B - Sistema de Revisão Contínua;
- D) Tipo B - Sistema de Revisão Periódica;
- E) Tipo B - Sistema CONWIP CNE (*constant work in process*);
- F) Tipo B - Sistema KANBAN;
- G) Tipo C - Sistema de Estoque Base;
- H) Tipo C - PBC (*period batch control*);
- I) Tipo C - MRP (*material requirements planning*);
- J) Tipo C - MRPII (*manufacturing requirements planning*);
- K) Tipo C - OPT (*optimized production technology*);
- L) Tipo D - Sistema de Controle MaxMin;
- M) Tipo D - Sistema CONWIP H (CONWIP Híbrido);
- N) Tipo D - Sistema KANBAN H (KANBAN Híbrido);
- O) Tipo D - Sistema DBR (*drum buffer rope*);
- P) Tipo D - Sistema DEWIP (*decentralized work in process*);
- Q) Tipo D - Sistema LOOR (*load oriented order release*);
- R) Tipo D - Sistema POLCA (*paired-cell overlapping loops of cards with authorization*).

**Questão 7:** Técnicas e características importantes no planejamento da capacidade produtiva.

- A) Programação linear;
- B) Elementos de estatística;
- C) Teoria da decisão;
- D) Métodos informais;
- E) Outros. (Alternativa de resposta aberta).

**Questão 8:** Tipo de capacidade produtiva considerada nas etapas de:

	Capacidade Instalada	Capacidade Efetiva	Capacidade disponível	Capacidade realizada
A) Planejamento estratégico;				
B) Plano mestre de produção;				
C) Programação da produção.				

**Questão 9:** Técnicas e características importantes na previsão da demanda.

- A) Nenhum (somente com pedidos firmes em carteira);
- B) Qualitativa (baseada no julgamento e na experiência das pessoas, ausência de dados disponíveis);
- C) Média móvel (hipótese de permanência de valores anteriores aproximados);
- D) Média móvel ponderada (atribuindo pesos maiores aos resultados mais recentes);
- E) Média exponencial móvel (pesos distribuídos de forma exponencial decrescente no tempo);
- F) Com índices de sazonalidade (flutuações semelhantes em determinados períodos de tempo);
- G) Com índices de tendência (expectativa de crescimento ou decrescimento no horizonte de tempo);
- H) Ciclos de negócios (flutuações econômicas de ordem geral como: taxa de câmbio, incentivos fiscais, liberação de crédito pelo governo).
- I) Outros. (Alternativa de resposta aberta).

**Questão 10:** Tendo a capacidade produtiva e a previsão de demanda já definidas, quais os recursos utilizados no Plano de Produção se tal demanda for maior ou menor do que a capacidade?

- A) Banco de horas (aumento ou redução de jornadas);
- B) Horas extras;
- C) Turnos extras;
- D) Terceirização;
- E) Mão de obra temporária;
- F) Antecipação de férias;

- G) Aumento ou redução no quadro de funcionários;
- H) Locação de equipamentos e máquinas.
- I) Outro. (Alternativa de resposta aberta).

**Questão 11:** Técnicas e critérios utilizados para o sequenciamento das ordens de produção/serviço.

- A) PEPS (Primeiro que Entra Primeiro que Sai);
- B) MTP (Menor Tempo de Processamento);
- C) MDE (Menor Data de Entrega);
- D) ICR (Índice crítico -  $[data\ entrega - data\ atual] / tempo\ de\ processamento$ );
- E) IFO (Índice de folga -  $[data\ entrega - \sum\ tempo\ de\ processamento\ restante] / n^\circ\ de\ opera\c{c}\~{o}es\ restante$ );
- F) IPI (Índice de Prioridade - por cliente ou produto específico);
- G) IFA (Índice de Falta - de acordo com o menor valor em estoque por demanda);
- H) Regra de Johnson;
- I) PERT/CPM (Rede ou diagrama de tarefas com o tempo de execução - caminho crítico);
- J) Outro. (Alternativa de resposta aberta).

**Questão 12:** Quais os principais indicadores de desempenho utilizados? (Questão de resposta aberta).

**Questão 13:** O questionário proposto é claro e de fácil compreensão?

- A) Sim;
- B) Não.

**Questão 14:** Você tem alguma sugestão de melhoria para o questionário? (Questão de resposta aberta).

## 4. ESTUDOS DE CASO

### 4.1 O PPCP nos Processos Contínuos

O estudo de caso citado para os Sistemas de Processos Contínuos é o artigo de Paiva e Morabito (2007) sobre a atuação do PCP em usinas de açúcar e álcool, apresenta um modelo de Programação Linear utilizado no Planejamento Agregado, de forma a aumentar a rentabilidade da usina levando em consideração uma série de restrições do sistema. O PCP nesse ramo deve de negócio deve decidir sobre o planejamento de colheita da cana, programação de transporte, distribuição e armazenagem de açúcar e álcool, programação da reforma dos canaviais etc. Para que essas atividades sejam realizadas, primeiramente é necessário que seja feito um Plano de Produção, já que em uma usina podem ser fabricados vários produtos e subprodutos (ex: álcool hidratado, álcool anidro, álcool neutro etc) que concorrem pela utilização de um mesmo recurso, devendo ser levadas em consideração as suas respectivas capacidades. Esse Plano é feito através da Programação Linear com auxílio de uma ferramenta computacional, no estudo de caso foi utilizada a ferramenta CPLEX.

As usinas são classificadas em quatro tipos em função da sua estratégia de comercialização:

- a) Usinas autônomas não diversificadas – pequena variedade de produtos e comercialização independente;
- b) Usinas autônomas diversificadas – grande variedade de produtos e comercialização independente;
- c) Usinas cooperadas não diversificadas – pequena variedade de produtos e comercialização por meio de *pools* e cooperativas;
- d) Usinas cooperadas diversificadas - grande variedade de produtos e comercialização por meio de *pools* e cooperativas.

Nas usinas cooperadas, os compromissos de entrega e prazos são definidos de acordo com metas estabelecidas pela cooperativa. Já para as empresas autônomas, essa relação é feita diretamente com o mercado, devendo cumprir prazos de entrega, sob o risco de sofrerem penalidades.

O processo de produção de açúcar, álcool e subprodutos pode ser dividido em três etapas básicas: etapa agrícola, etapa CCT (Corte Carregamento e Transporte) e etapa industrial. Esta última corresponde ao foco do estudo de caso.

Foi proposta a utilização do modelo de Seleção de Processos e Dimensionamento de Lotes para Produção em Usinas (segunda versão), denominado SPDL/PU2. Nele são definidas as quantidades de cada item a ser produzida em cada período, as demandas dos produtos são fixadas ao longo do horizonte de tempo, cada produto pode ser produzido por processos alternativos (o custo depende de cada processo), e diferentes produtos podem concorrer por um mesmo recurso.

O modelo matemático é bastante complexo e não será apresentado neste trabalho, caso o leitor tenha interesse em mais detalhes, ver o artigo de Paiva e Morabito. O modelo leva em consideração diversos itens de custo agrupados como, custos agrícolas, custos industriais etc buscando maximizar a função objetivo Z (margem de contribuição agroindustrial). Este modelo também possui várias restrições como: total de cana disponível, quantidade de cana transportada, restrição de fluxo de caixa etc.

O estudo verificou que na usina em que foi aplicada a proposta, com o uso do SPDL/PU2 era possível um aumento de 7,11% na margem de contribuição total em relação à ferramenta que era utilizada no momento, levando a um aumento de 669 mil unidades monetárias durante uma safra.

#### **4.2 O PPCP nos Processos de Produção em Massa**

O estudo de caso apresentado para os Sistemas de Produção em Massa é o artigo de Garcia; Bertuol e Toneti (2006) sobre a gestão logística integrada ao sistema de planejamento e controle da produção (PCP) na cadeia de carne de frango, este artigo aborda o caso de duas empresas desse ramo de negócio.

Os abatedouros são caracterizados pelo alto volume de produção, porém é difícil automatizar alguns processos que normalmente são realizados de forma manual. O estoque de matéria-prima (frango vivo) é localizado em aviários de várias propriedades rurais de produtores que

são integrados da empresa responsável pelo beneficiamento da carne, o frango leva cerca de 45 dias até estar apto para o abate e os aviários devem passar por um período de “descanso” até que possam receber novos frangos para engorda, por isso é muito importante que o PCP leve em consideração a capacidade de fornecimento dos aviários. Além disso, por se tratar de uma carga viva, em razão do risco de morte e lesões nas aves, deve-se levar em consideração a distância e o tempo de transporte do frango até o abatedouro, fazendo com que o estoque de segurança do frigorífico seja de apenas algumas horas (média de duas horas), por isso é fundamental que o PCP trabalhe de forma integrada com a logística de abastecimento, ou que normalmente seja responsável por este setor. O principal objetivo é fazer com que o abatedouro trabalhe com o maior nível de capacidade possível (medido através do número de aves abatidas por dia), portanto o PCP não é responsável apenas pelas áreas de produção, mas também deve programar desde o início da criação e engorda de frangos até os cronogramas de cargas de fornecimento para atender a demanda do abatedouro.

#### **4.3 O PPCP nos Processos Repetitivos por Lote**

O estudo de caso apresentado para este tipo de Sistema é o artigo de Nóbrega e Villar (2003), sobre a utilização da ferramenta VAC (Velocidade de Atravessamento Constante) no PCP de uma indústria de confecção. O VAC é uma técnica desenvolvida por Caetano Caruso e Nélio Dias especialmente para esse ramo de negócio, utiliza de princípios de balanceamento de Fluxo, JIT e Teoria das Restrições. É muito adequado para indústrias de confecções, pois garante alto fluxo e produtividade sem perder a flexibilidade dos processos.

Nas indústrias de confecção, pela variedade de modelos que são produzidos, é interessante que seja utilizada a estrutura de *layout* celular (ou mini-fábricas) onde cada uma é responsável por produzir um grupo de produtos, elas devem ser relativamente flexíveis quanto à troca de máquinas e modificações nos postos de trabalho devido ao setup entre ordens de produção de produtos diferentes. No Sistema VAC, a célula produtiva é formada por um líder de turma, um montador de carrinho (ou montador de lotes) e operadores.

O princípio básico do VAC está no balanceamento de fluxo produtivo por carga de operações, primeiramente é realizado um estudo de tempos para cada modelo, observando o roteiro de operações e os devidos tempos em cada etapa de produção, o valor observado é acrescido de

uma tolerância e definido como padrão. Este tempo será utilizado para a formação de tamanhos de lotes (carrinhos) de 30 minutos por quantidades de peças a serem produzidas. Por exemplo, se um produto leva 9 minutos para ser fabricado e a célula que irá produzi-lo possui 8 funcionários, o cálculo do tamanho do lote será da seguinte forma:

$$TL = (N^{\circ} \text{ de operadores} * 30 \text{ minutos}) / \text{tempo padrão} \quad Eq (7)$$

$$TL = 8 * 30 / 9,00 = 26,7 \rightarrow TL = 26 \text{ peças} \quad Eq (8)$$

Sempre que uma ordem de produção chega para ser produzida, o líder de setor divide os operadores da célula em times de produção, onde cada grupo é responsável por fazer uma parte do roteiro de fabricação. O tamanho do time deve ser balanceado para que o tempo das atividades seja o mais próximo possível de 30 minutos, para garantir o fluxo de produção. Então o montador de carrinhos monta o lote com exatamente a quantidade de peças estabelecidas. Entre os times da célula, existem painéis onde o líder anota informações gerais da produção, desde a sequência de operações até o desempenho atual do time. Dessa forma, a eficiência da célula pode ser otimizada e caso ocorram desvios, o líder de setor pode fazer correções rapidamente para garantir o fluxo. No decorrer da produção, cada time deve ter dois carrinhos, um sendo processado e outro de reserva para absorver possíveis variações de fluxo entre o time.

Com o uso do Sistema VAC, a empresa citada no estudo de caso conseguiu aumentar a eficiência de produção de 30% para 76%, o que é um resultado bastante significativo. Além disso, proporciona uma grande versatilidade quanto à produção de vários modelos e possibilidade de polivalência dos profissionais.

#### **4.4 O PPCP nos Processos Sob Encomenda ou Projeto**

O estudo de caso citado para os Processos Sob Encomenda ou Projeto é o artigo de Costa; Neto e Matos (2010) de título “Planejamento e controle da produção: estudo sobre a implantação em uma empresa construtora cearense a partir da filosofia da produção enxuta”. O artigo cita as dificuldades do PCP na construção civil como: informalidade no planejamento e controle das tarefas, incertezas em estipular prazos, paradas de produção por falta de

materiais etc. Também aborda a utilização dos conceitos de produção enxuta aplicadas a construção civil, com uma visão baseada no fluxo dos processos e não somente nos prazos a serem cumpridos, baseados nos gráficos de Gantt ou PERT/CPM.

Através dos estudos realizados em uma das obras da empresa, observou-se que o PCP trabalhava realizando um planejamento de longo prazo (cerca de 2 a 3 anos) utilizando de ferramentas como: gráfico de Gantt, linha de balanço e cronograma de grandes compras. Também realizava um planejamento de curto prazo (cerca de uma semana) englobando aquisição de materiais, insumos serviços necessários para esse período de tempo, utilizava de técnicas como: Programação Semanal de Serviços (PSS) e o principal indicador analisado era o Percentual de Planejamento Comprido (PPC). Porém, verificou-se que durante o processo produtivo aconteciam diversas paradas por falta de materiais e equipamentos simples, isso influenciava negativamente na produtividade e acontecia porque no planejamento de longo prazo eram considerados apenas os itens de maior importância e com maior valor monetário. Portanto, havia um *gap* muito grande entre os planejamentos de longo prazo e de curto prazo, era necessário estabelecer um planejamento de médio prazo com a participação dos membros envolvidos no canteiro de obras.

A solução proposta foi de inserir um modelo para análise das causas para a não realização de tarefas, tudo isso sendo trabalhado em conjunto com os indicadores PPC e PSEM. Percebeu-se que os problemas ocorridos deveriam ser prevenidos antecipadamente em um planejamento de médio prazo, também foram estabelecidos planejamentos a respeito de lotes de produção e tamanhos de equipes para a execução de tarefas e foi estabelecida a criação de um documento chamado diagrama de ciclo que determinava o tempo de duração das atividades, o principal objetivo era garantir o fluxo dos processos de trabalho e não visando apenas os prazos de conclusão de tarefas. Essas mudanças permitiram maior detalhamento das atividades e melhor previsibilidade nos prazos de execução das mesmas. Também foi criado um novo indicador chamado Índice de Remoção de Restrição (IRR) para avaliar o desempenho das ações tomadas no médio prazo, este valor era calculado pelo quociente entre o número de restrições removidas pelo número de restrições identificadas para a semana, para as restrições que não eram removidas foram geradas listas para que fossem analisadas e tomar medidas para evitar a reincidência em novos planejamentos. Durante a aplicação dessas novas medidas, percebeu-se que gradualmente o IRR foi reduzindo e o índice PPC passou a oscilar em valores acima de 80%. Para gerar maior transparência e visibilidade a todos os envolvidos na obra, foi criado

um calendário mensal da obra, contendo várias informações de interesse comum como: rotinas diárias, datas de recebimento de materiais e insumos, informações referentes à segurança no trabalho etc. Com os resultados obtidos nas mudanças do PCP da obra, a empresa decidiu por aplicar as melhorias também em outras obras em andamento e nos próximos empreendimentos da organização.

#### **4.5 O PPCP em Serviços**

O estudo de caso citado é um artigo de Cardoso e Erdmann (2010) sobre a atuação do PCP no Hospital Universitário de Florianópolis, apesar de não ter um departamento específico para esse fim, é mostrado como um hospital também necessita das atividades realizadas pelo PCP. O fato é que o caso citado é muito diferente de um sistema produtivo comum, pois, os pacientes (“produtos”) normalmente permanecem estáticos, enquanto os recursos (pessoas e equipamentos se deslocam). Além disso, cada paciente apresenta um serviço específico a ser realizado, ou seja, cada caso é particular não havendo possibilidade de prever as atividades.

Como não há possibilidade de fazer uma previsão de demanda por serviço específico, é necessário ao menos fazer uma previsão do número de atendimentos por um determinado período. Assim é possível realizar um planejamento de capacidade (pessoas, equipamentos, materiais), por exemplo, sabe-se que a média mensal é de 7000 atendimentos nos meses normais e de 10000 em meses de pico, são atendidos cerca de 7 pacientes por enfermeiro/hora e 5 pacientes por médico/hora nos meses normais. Os atendimentos são divididos em pronto-atendimento e emergência, dos quais este último representa 5% dos serviços.

Quanto às necessidades de materiais, os pedidos de aquisição são passados ao setor de compras diretamente pelos enfermeiros, as estimativas de consumo são estabelecidas com base na percepção do cotidiano. Além disso, existe uma dificuldade de comunicação entre o setor de compras e os enfermeiros, ocasionando erros nos itens e nas quantidades de compradas. Nesse caso, seria interessante que houvesse uma catalogação dos materiais e um controle de estoques estabelecendo níveis mínimos para evitar falta de materiais (por exemplo um Kanban).

A respeito da Programação da Produção, são realizados agendamentos de salas de cirurgias, salas e equipamentos de exames. Dessa forma, é possível maximizar a utilização desses recursos proporcionando um melhor nível de serviço. Quanto ao sequenciamento e à liberação da produção, é realizada uma priorização quanto ao nível de urgência do atendimento quando o paciente chega.

Como pode-se ver, as atividades de Planejamento Programação e Controle também são importantes no setor de serviços, infelizmente ainda é uma área pouco explorada, mas que também necessita de uma gestão eficiente de utilização de recursos.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O questionário foi publicado durante os meses de agosto e setembro de 2014 em um grupo de uma rede social de profissionais de PCP com mais de 4900 membros. No total foram obtidas 38 respostas, ou seja, menos de 1% da quantidade de pessoas. Portanto, não é possível afirmar que os resultados obtidos no questionário sejam rigorosamente tendência entre os profissionais da área de PPCP, mas pode-se obter uma noção das práticas utilizadas.

Para facilitar a visualização dos resultados, os agrupamentos de dados com os valores mais expressivos serão destacados em amarelo.

Na tabela 1 é possível verificar que 84,2% das respostas são referentes aos tipos de Sistemas Repetitivo em Lotes e Sob Encomenda ou Projeto, supõe-se que o maior campo de trabalho para os profissionais da área de PPCP sejam esses dois, já que nesses sistemas há mais incertezas nos processos e existe um menor grau de automatização, diferentemente dos sistemas Contínuos e em Massa. Porém, verifica-se que há uma carência de atuação nos três demais tipos (Obs: não houve nenhuma resposta para Sistemas de Prestação de Serviços), isso pode representar um potencial de aplicação do PPCP nesses setores, principalmente para empresas de consultoria.

**Tabela 1: Tipo de Sistema Produtivo Utilizado**

<b>Tipo de Sistema Produtivo</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Repetitivo em Lotes	22	57,9%
Sob Encomenda ou Projeto	10	26,3%
Processo Contínuo	5	13,2%
Produção em Massa	1	2,6%
Prestação de Serviços	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>38</b>	<b>100,0%</b>

**Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.**

Quanto ao período de Planejamento de Longo prazo, percebe-se que o horizonte de tempo é maior nos Sistemas de Processo Contínuo e de Produção em Massa (Tabela 2), isso se deve ao fato de haver um menor grau de incertezas, já que nesses sistemas a variedade de produtos é pequena e a demanda é relativamente estável.

**Tabela 2: Período de Planejamento Longo Prazo**

Período	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Mensal	9	41,0%	4	40,0%	1	20,0%	0	0,0%
Anual	4	18,2%	2	20,0%	2	40,0%	0	0,0%
Trimestral	4	18,2%	2	20,0%	0	0,0%	1	100,0%
Semestral	3	13,6%	0	0,0%	1	20,0%	0	0,0%
Semanal	1	4,5%	1	10,0%	1	20,0%	0	0,0%
Maior que Anual	1	4,5%	1	10,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>22</b>	<b>100,0%</b>	<b>10</b>	<b>100,0%</b>	<b>5</b>	<b>100,0%</b>	<b>1</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Para o Planejamento de Médio Prazo, há uma tendência de que esteja na faixa do período mensal, independentemente do tipo de sistema de produção utilizado, o período semanal também se destaca, mas é menos representativo (Tabela 3). Esse planejamento com certa antecedência é importante, pois alterações de última hora podem causar perdas de produtividade implicando em maiores custos de produção.

**Tabela 3: Período de Planejamento Médio Prazo**

Período	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Mensal	12	54,5%	5	50,0%	2	40,0%	1	100,0%
Semanal	9	41,0%	5	50,0%	3	60,0%	0	0,0%
Semestral	1	4,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>22</b>	<b>100,00%</b>	<b>10</b>	<b>100,00%</b>	<b>5</b>	<b>100,00%</b>	<b>1</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Já no quesito Planejamento de Curto Prazo, a opção diária foi a mais utilizada para todos os tipos de Sistemas Produtivos (Tabela 4). Nesse período devem ser planejadas atividades de menor impacto na produção, ou devem ser feitos apenas ajustes em possíveis desvios.

**Tabela 4: Período de Planejamento Curto Prazo**

Período	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Diário	14	63,7%	7	70,0%	3	60,0%	1	100,0%
Semanal	7	31,8%	3	30,0%	2	40,0%	0	0,0%
Mensal	1	4,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>22</b>	<b>100,0%</b>	<b>10</b>	<b>100,0%</b>	<b>5</b>	<b>100,0%</b>	<b>1</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

A respeito dos SCO's as respostas foram agrupadas por tipo de Sistema Produtivo como apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7. Percebe-se que para Sistemas Repetitivos em Lotes, ainda há uma grande utilização de Sistemas do tipo MRP e MRPII, seguido por Sistema de Alocação de Carga por Encomenda (Tabela 5). Supõe-se que como citam Fernandes e Filho (2007) pela sua vantagem de adaptação a ambientes com grande variedade de produtos, ou talvez por ser a prática mais difundida ou mesmo o desconhecimento de outros SCO's.

**Tabela 5: SCO's nos Sistemas Repetitivos em Lotes**

SCO	Total	%
Tipo C - MRP	6	27,27%
Tipo C - MRPII	4	18,18%
Tipo A - Sistema de Alocação de Carga por Encomenda	4	18,18%
Tipo B - Sistema de Revisão Contínua	2	9,09%
Tipo A - Sistema de Programação por Contrato	2	9,09%
Tipo C - Sistema de Estoque Base	2	9,09%
Tipo B - Sistema KANBAN	1	4,55%
Tipo B - Sistema de Revisão Periódica	1	4,55%
<b>Total Geral</b>	<b>22</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Para os Sistemas Sob Encomenda ou Projeto, surpreendentemente também houve uma maior participação do MRP, seguidos de Programação por Contrato e Alocação de Carga por Encomenda (Tabela 6), que segundo a literatura são os SCO's mais adequados a esses casos.

**Tabela 6: SCO's nos Sistemas Sob Encomenda ou Projeto**

SCO	Total	%
Tipo C – MRP	3	30,00%
Tipo A - Sistema de Programação por Contrato	2	20,00%
Tipo A - Sistema de Alocação de Carga por Encomenda	2	20,00%
Tipo C - MRPII (manufacturing requirements planning)	1	10,00%
Tipo D - Sistema CONWIP H (CONWIP Híbrido)	1	10,00%
Tipo B - Sistema de Revisão Contínua	1	10,00%
<b>Total Geral</b>	<b>10</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Para Sistemas de Processo Contínuo, percebeu-se uma maior participação de Sistemas do Grupo B, ou seja, controlados pelo nível de estoque (Tabela 7). Isso se justifica pelo maior nível de automatização desses sistemas e pouca variedade de produtos, sendo apenas necessário manter estoques suficientes para manter as capacidades máximas de funcionamento dos equipamentos e das instalações.

**Tabela 7: SCO's nos Sistemas de Processo Contínuo**

SCO	Total	%
Tipo C – MRP	1	20,00%
Tipo A - Sistema de Alocação de Carga por Encomenda	1	20,00%
Tipo C - OPT	1	20,00%
Tipo B - Sistema de Revisão Contínua	1	20,00%
Tipo B - Sistema de Revisão Periódica	1	20,00%
<b>Total Geral</b>	<b>5</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

A única resposta para Sistemas em Massa disse trabalhar com Sistema de Revisão Periódica, ou seja, também um Sistema do Grupo B (CNE).

A respeito da questão nº 7 (Técnicas e características importantes no planejamento da capacidade), era possível responder mais do que uma alternativa, portanto algumas das respostas foram combinações de mais do que uma delas, os resultados foram representados como uma somatória do número de vezes que cada alternativa foi citada. Para os processos Repetitivos em Lotes os Métodos Informais e Elementos de Estatística representaram respectivamente 31,25% e 28,13% das respostas (Tabela 8), para os Sob Encomenda ou Projeto 27,78% citaram Programação Linear e 22,22% Métodos Informais (Tabela 8). Para os Processos Contínuos não houve predominância de técnicas, exceto que ninguém citou Teoria da Decisão (Tabela 8).

**Tabela 8: Técnicas utilizadas no Planejamento da Capacidade.**

Técnica	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo	
	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Métodos Informais	10	31,25%	4	22,22%	2	33,33%
Elementos de Estatística	9	28,13%	3	16,67%	2	33,33%
Teoria da Decisão	7	21,88%	3	16,67%	0	0,0%
Programação Linear	6	18,75%	5	27,77%	2	33,33%
OUTROS	0	0,0%	3	16,67%	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Nos Sistemas Sob Encomenda ou Projeto, na opção outros (resposta aberta) foram citados: KPI histórico, Homem.Hora / Tonelada e *Lead Time* de Entrega.

Para o tipo de Sistema de Produção em Massa, a única resposta cita que utiliza de forma combinada Programação Linear, Estatística e Teoria da Decisão.

Percebe-se que na maioria dos Sistemas, os Métodos Informais são utilizados de forma combinada com outras técnicas, o que indica bastante credibilidade em julgamentos baseados na experiência das pessoas. Porém, esses métodos devem ser utilizados apenas para dar um norte no uso de outras técnicas, dado que erros durante o Planejamento da Capacidade implicam em efeitos de longo prazo para as empresas, principalmente custos.

Sobre o quesito Capacidade no Planejamento Estratégico, a maioria das respostas concentra-se nos níveis máximos de capacidade, ou seja, instalada e disponível (Tabela 8). Exceto o tipo de Produção em Massa, que afirmou utilizar a capacidade realizada em todos os níveis de planejamento (Tabelas 9, 10 e 11).

**Tabela 9: Capacidade Considerada no Planejamento Estratégico**

Capacidade	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Instalada	7	31,8%	5	50,0%	3	60,0%	0	0,0%
Disponível	8	36,4%	2	20,0%	2	40,0%	0	0,0%
Efetiva	5	22,7%	2	20,0%	0	0,0%	0	0,0%
Realizada	2	9,1%	1	10,0%	0	0,0%	1	100,0%
<b>Total Geral</b>	<b>22</b>	<b>100,0%</b>	<b>10</b>	<b>100,0%</b>	<b>5</b>	<b>100,0%</b>	<b>1</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Para os demais níveis de planejamento, a maioria utiliza a capacidade disponível (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10: Capacidade considerada no Plano Mestre de Produção.

Capacidade	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Instalada	5	22,7%	2	20,0%	1	20,0%	0	0,0%
Disponível	6	27,3%	5	50,0%	3	60,0%	0	0,0%
Efetiva	9	41,0%	2	20,0%	1	20,0%	0	0,0%
Realizada	2	9,0%	1	10,0%	0	0,0%	1	100,0%
<b>Total Geral</b>	<b>22</b>	<b>100,0%</b>	<b>10</b>	<b>100,0%</b>	<b>5</b>	<b>100,0%</b>	<b>1</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Tabela 11: Capacidade considerada na Programação da Produção.

Capacidade	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Instalada	3	13,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Disponível	10	45,5%	7	70,0%	3	60,0%	0	0,0%
Efetiva	4	18,2%	0	0,0%	2	40,0%	0	0,0%
Realizada	5	22,7%	3	30,0%	0	0,0%	1	100,0%
<b>Total Geral</b>	<b>22</b>	<b>100,0%</b>	<b>10</b>	<b>100,0%</b>	<b>5</b>	<b>100,0%</b>	<b>1</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

Analisando de forma geral sobre as capacidades consideradas nos diferentes níveis de planejamento, percebe-se que a maioria faz os cálculos de forma equivocada, pois, no planejamento estratégico, o correto seria utilizar a capacidade disponível e nos demais níveis o correto seria utilizar a capacidade efetiva. O fato é que na prática, a produção nunca será capaz de atingir em 100% os níveis de capacidade instalada e capacidade disponível, a consequência desse planejamento equivocado (principalmente o uso da capacidade instalada) é que no momento de medir a eficiência da produção, a empresa aparentemente alcançará índices muito baixos e dificilmente será capaz de atingir as metas estabelecidas. Outro fator de grande impacto é que se a capacidade de produção é calculada de maneira errônea, é bastante provável que os custos de produção estejam também sendo calculados de maneira errada.

De acordo com a Tabela 12, as técnicas qualitativas de previsão de demanda são bastante expressivas em todos os Tipos de Sistemas, exceto o de Produção em Massa. Para o tipo Repetitivo em Lotes, a Sazonalidade aparece em maior número, seguida pela técnica Tendência, já que nesses sistemas existe maior variação na demanda. Já para o tipo Sob Encomenda, 35,3% disseram não trabalhar com previsão de demanda. Nos Processos Contínuos a Média Móvel Ponderada é bastante utilizada, o que já era de se esperar já que nesses tipos de sistema não existe muita variação de demanda. Para os Sistemas em Massa, tanto Sazonalidade quanto Tendência e Ciclos de Negócios são técnicas importantes nessa etapa. Percebe-se que muitas empresas (principalmente do tipo Sob Encomenda ou Projeto) não utilizam nenhuma técnica de previsão de demanda, neste tipo de sistema em especial se deve ao fato de o cliente customizar o produto sendo impossível de prever a demanda, já nos Processos Contínuos e Repetitivos em Lotes, supõe-se que nessas respostas obtidas não se utilize nenhuma técnica pelo fato de a demanda ser relativamente estável.

**Tabela 12: Técnicas de Previsão da Demanda**

Técnica	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Sazonalidade	14	30,4%	0	0,0%	0	0,0%	1	33,3%
Qualitativa	7	15,2%	4	23,5%	2	33,3%	0	0,0%
Nenhum	4	8,7%	6	35,3%	1	16,6%	0	0,0%
Tendência	7	15,2%	2	11,8%	0	0,0%	1	33,3%
Média Móvel Ponderada	5	10,9%	2	11,8%	2	33,3%	0	0,0%
Ciclos de Negócios	5	10,9%	1	5,9%	0	0,0%	1	33,3%
Média Móvel	3	6,5%	1	5,9%	0	0,0%	0	0,0%
Budget	0	0,0%	1	5,9%	1	16,6%	0	0,0%
Média Exp. Móvel	1	2,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>46</b>	<b>100,0%</b>	<b>17</b>	<b>100,0%</b>	<b>6</b>	<b>100,0%</b>	<b>3</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

De acordo com a Tabela 13, no geral a Hora-extra é um dos recursos mais utilizados para atender disparidades entre o Plano de Produção e a Previsão da Demanda. Nos Sistemas Repetitivos em Lotes, esse recurso é seguido pela Variação no Quadro de Funcionários e pela Terceirização. Nos Sistemas Sob Encomenda, destacam-se variação no quadro de funcionários e utilização de bancos de horas. Para os Processos Contínuos existe maior utilização de Banco de Horas e Antecipação de Férias. Já na Produção em Massa o uso de Turnos Extras. A respeito das horas extras, a grande utilização se deve pelo fato de representar o menor custo e menor impacto no longo prazo, já que outras alternativas como turnos extras tem um custo muito maior. No caso de alteração no quadro de funcionários, deve-se ter bastante cautela, pois os custos com contratação e demissão também são relativamente altos, e no caso dos bancos de horas, o problema é que a empresa assume um compromisso de longo prazo, normalmente um ano estabelecido por contrato, acarretando em acúmulo de créditos ou débitos de horas para os funcionários.

**Tabela 13: Recursos utilizados no Plano de Produção para se adequar a demanda real.**

Recurso	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
Horas extras	18	24,3%	5	15,2%	3	23,1%	1	50,0%
Aum. ou Red. Funcionários	12	16,2%	6	18,2%	2	15,4%	0	0,0%
Terceirização	13	17,6%	5	15,2%	1	7,7%	0	0,0%
Banco de horas	9	12,2%	6	18,2%	3	23,1%	0	0,0%
Antecipação de Férias	5	6,8%	4	12,1%	3	23,1%	0	0,0%
Mão de obra Temporária	8	10,8%	3	9,1%	0	0,0%	0	0,0%
Turnos extras	6	8,1%	3	9,1%	0	0,0%	1	50,0%
Loc. de Equip. e Máquinas	3	4,0%	1	3,0%	1	7,7%	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>74</b>	<b>100,0%</b>	<b>33</b>	<b>100,0%</b>	<b>13</b>	<b>100,0%</b>	<b>2</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

A respeito dos critérios de sequenciamento, percebe-se que de forma geral o índice de prioridade e o de menor data de entrega são as técnicas mais utilizadas (Tabela 14). O problema é que a utilização do IPI, principalmente, pode prejudicar a programação da produção, pois deve-se atentar para realizar o menor número de *setups* possível de forma a aumentar os índices de produtividade, isso indica que os departamentos comerciais ainda têm grande influência também sobre os setores produtivos, fazendo com que estes muitas vezes trabalhem “apagando incêndios”. O IPI deve ser utilizado com cautela para que não sejam feitas alterações de última hora na programação, ou que ocasionem excesso de *setups* de máquinas devido a execução de OP’s de diferentes produtos.

**Tabela 14: Critério de Sequenciamento.**

Critério	Repetitivo em Lotes		Sob Encomenda ou Projeto		Processo Contínuo		Produção em Massa	
	QT	%	QT	%	QT	%	QT	%
IPI	12	28,6%	6	27,3%	1	20,0%	0	0,0%
MDE	8	19,0%	7	31,8%	1	20,0%	1	33,3%
ICR	5	11,9%	5	22,7%	1	20,0%	0	0,0%
PEPS	8	19,0%	1	4,5%	1	20,0%	1	33,3%
MTP	4	9,5%	2	9,1%	1	20,0%	0	0,0%
PERT/CPM	2	4,8%	1	4,5%	0	0,0%	0	0,0%
IFA	2	4,8%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
IFO	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	33,3%
DUE DATE	1	2,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Total Geral</b>	<b>42</b>	<b>100,0%</b>	<b>22</b>	<b>100,0%</b>	<b>5</b>	<b>100,0%</b>	<b>3</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados coletados no questionário.

A respeito da questão nº 12 sobre os principais indicadores de desempenho; por ser uma questão aberta não houve correlação de dados, cada empresa possui índices particulares, alguns dos mais citados foram: índice de produtividade, produção planejada X produção realizada, produtividade por nº de funcionários, atraso de entregas etc. É importante que cada empresa identifique quais são os pontos críticos dentro do processo produtivo para que sejam elaborados indicadores objetivos e eficazes na medição do desempenho de suas atividades.

Quanto à avaliação do questionário com relação à clareza e facilidade de compreensão, 78,9% responderam que sim e 21,1% que não. Das respostas negativas, algumas citaram que o questionário tem muitos termos técnicos e que seria de difícil compreensão para pessoas que não possuem curso superior, o que é um pouco comum no mercado de trabalho já que vários profissionais atuam no setor com base na experiência prática adquirida. Supõe-se que foram obtidas poucas respostas pelo desconhecimento de algumas áreas específicas do assunto abordado e pelo próprio caráter técnico do questionário. No entanto, outro participante respondeu que achou o questionário muito simples e com poucas questões. Uma das respostas sugeriu que os resultados fossem compartilhados com os participantes, o que mostra também um interesse em saber como outros profissionais de PPCP trabalham.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa bibliográfica realizada foi possível perceber que o Homem desde a antiguidade, mesmo que de maneira informal, sempre realizou um planejamento, organização e controle das suas atividades produtivas. Esse planejamento foi se desenvolvendo cada vez mais conforme as atividades de produção foram se tornando mais complexas até chegar aos sistemas de PPCP atuais, sendo de grande importância dentro das organizações para que as mesmas alcancem bons níveis de produtividade e utilização de recursos. Outro ponto importante é que o PPCP atua nos três níveis de planejamento e as decisões tomadas podem impactar diretamente no desempenho da empresa como um todo. Para que as atividades desse setor sejam efetivas, o mesmo recebe e envia informações para vários setores da empresa, sendo necessário um fluxo bastante eficiente. Também foi possível compreender que cada tipo de Sistema de Produção possui características diferentes que devem ser respeitadas também na atuação do PPCP, e que existem vários tipos de SCO's que podem ser adequadas a determinados tipos de Sistemas. Em relação aos SCO's, foi a principal dificuldade em achar material disponível na literatura, dado que vários autores citavam apenas um ou alguns modelos de sistema, o trabalho de Fernandes e Filho 2007 foi fundamental para o levantamento dessas informações já que agrupou vários tipos de SCO's mostrando a diferença entre eles.

Sobre o questionário, uma grande dificuldade foi em desenvolver um modelo com questões que fossem objetivas para levantar as informações almejadas para este trabalho, outra dificuldade encontrada foi em convencer as pessoas para que o respondessem já que era um questionário cheio de termos técnicos e alguns deles provavelmente ainda desconhecidos por muitos. Verificou-se que grande parte dos profissionais de PPCP se concentram nos tipos de Sistemas Repetitivos em Lotes e nos Sistemas Sob Encomenda ou Projeto, o que indica que há um grande potencial de estudo e desenvolvimento de novas técnicas de PPCP ou mesmo adequação das já existentes para os tipos de Sistemas menos citados no questionário, principalmente no setor de serviços. Também verificou-se que ainda o MRP e o MRPII são os modelos de SCO's mais utilizados nos Sistemas Repetitivos em Lotes e nos Sistemas Sob encomenda ou Projeto, não é possível identificar se esses são os modelos mais adequados ou se há desconhecimento dos outros SCO's pelos profissionais da área de PPCP. Já para os

Sistemas de Processo Contínuo e de Produção em Massa foram predominantes os de Revisão Contínua e Revisão Periódica, como esperado.

Sobre o horizonte de planejamento de longo prazo verificou-se que o período é maior nos Sistemas de Processo Contínuo e Produção em Massa, já para o planejamento de médio e curto prazo esses valores são mais aproximados.

Verificou-se que há semelhanças nas características de recursos utilizados no plano de produção e sequenciamento entre os Sistemas Repetitivos em Lotes e Sistemas Sob Encomenda ou Projeto, e semelhanças entre os Processos Contínuos e Produção em Massa.

Através dos estudos de caso apresentados é possível afirmar que as atuações do PPCP são fundamentais para que as empresas alcancem bons resultados e sejam competitivas independentemente do tipo de Sistema Produtivo utilizado. Fullmann (2010) citou a importância do papel dos Engenheiros para que os produtos das empresas brasileiras se tornem competitivos no mercado nacional e internacional, é uma pena que o Brasil se destaque majoritariamente pela exportação de *commodities*\*. Desta forma também o profissional da área de PPCP (atribuição de um Engenheiro de Produção) é fundamental para que as organizações alcancem melhores índices de produtividade possibilitando menores custos de produção, garantindo maior competitividade dos produtos das empresas brasileiras no mercado.

Através do trabalho desenvolvido, é possível ter uma visão geral de como o PPCP trabalha dentro das organizações e qual é a sua importância dentro delas, e proporcionar uma compreensão das características dos diferentes sistemas de produção e adaptação do PPCP frente aos mesmos com o uso de técnicas adequadas. Também pode estimular futuras pesquisas que consigam atingir uma maior proporção de profissionais da área a nível nacional e internacional, ou até mesmo realizar pesquisas mais aprofundadas para cada tipo de sistema de produção em especial (ou mesmo para determinados nichos de mercado) especialmente no caso da prestação de serviços, onde se percebe uma carência de atuação das atividades do PPCP.

## REFERÊNCIAS

BIANCO, Vinícius Soares Del. Sistema de coordenação de ordens de produção baseado na estratégia Bata de manufatura, 2008. Disponível em: < [http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde\\_arquivos/1/TDE-2008-04-17T11:48:38Z-1795/Publico/1731.pdf](http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/1/TDE-2008-04-17T11:48:38Z-1795/Publico/1731.pdf) >. Acesso em 27 jul. 2014.

BLOG DA QUALIDADE. Registro de um plano mestre de produção, 2012. Disponível em < <http://www.blogdaqualidade.com.br/plano-mestre-de-producao-pmp/> >. 28 set 2014.

BOUNDLESS. CPM/PERT. Disponível em < <https://www.boundless.com/management/textbooks/boundless-management-textbook/control-8/financial-and-project-management-tools-of-control-64/cpm-pert-324-4024/> >. 28 set 2014.

BURBIDGE, John L.. Planejamento e controle da produção. Tradução Luiz Henrique da Silva Cruz. Atlas, 1983. Título original: The principles of production control.

CARDOSO, Janaína Gularte; ERDMANN, Rolf Hermann. Planejamento e controle da produção na gestão de serviços: o caso do hospital universitário de Florianópolis, 2000. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001\\_TR14\\_0887.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR14_0887.pdf) >. Acesso em 13 jul. 2014.

CONTADOR, José Celso *et al.* Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

COSTA, George Silva; NETO, José de Paula Barros; MATOS, Paulo Rogério F. Planejamento e controle da produção: estudo sobre a implantação em uma empresa construtora cearense a partir da filosofia da produção enxuta, 2010. Disponível em < [http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg6/anais/t10\\_0265\\_1234.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg6/anais/t10_0265_1234.pdf) >. Acesso em 3 de out. 2014.

FERNANDES, Flávio César Faria; FILHO, Moacir Godinho. Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v14n2/10.pdf> >. Acesso em 27 jul. 2014.

FULLMANN, Claudiney. \*Palestra “O trabalho – mais resultados com menos esforço/custos” proferida no IV Simpósio Maringaense de Engenharia de Produção, na Universidade Estadual de Maringá em 28 de setembro de 2010.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. Administração da produção e operações 8. Ed. Tradução José Carlos Barbosa dos Santos. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Título original: Product and operation management.

GARCIA, Flávia Morini; BERTUOL, Thatyane Isabella; TONETI, André Augusto de C. A gestão logística integrada ao sistema de planejamento e controle da produção (PCP) na cadeia de frango, nas empresas A e B, na região noroeste do Paraná, 2006. Disponível em < [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/264.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/264.pdf) >. Acesso em 28 set. 2014.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa, 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MELO, Alessandro de; DARCOLETO, Carina Alves da Silva. A (de)formação do trabalhador em “O Capital”: subsídios ao debate contemporâneo, 2011. Disponível em < [https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CFEQFjAI&url=http%3A%2F%2Fwww.portal.fae.ufmg.br%2Fsimposionete\\_old2%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FARTIGO%2520SIMP%25C3%2593SIO%2520UFMG\\_1.doc&ei=PiI4VPLCD8zKggSP4ILQBQ&usg=AFQjCNEGahMyXRSpGF-S7iFVZr9wAzUEQ&bvm=bv.77161500,d.eXY](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CFEQFjAI&url=http%3A%2F%2Fwww.portal.fae.ufmg.br%2Fsimposionete_old2%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FARTIGO%2520SIMP%25C3%2593SIO%2520UFMG_1.doc&ei=PiI4VPLCD8zKggSP4ILQBQ&usg=AFQjCNEGahMyXRSpGF-S7iFVZr9wAzUEQ&bvm=bv.77161500,d.eXY) >. Acesso em 26 abr. 2014.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações, 2. Ed. Revisada e ampliada. Brasil: Cengage Learning, 2012.

NÓBREGA, Mariana Moura; VILLAR, Antonio de Mello. O Sistema VAC como ferramenta de PCP em confecções: estudo de caso, 2003. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003\\_tr0101\\_0821.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0101_0821.pdf) >. Acesso em 26 set. 2014.

PAIVA, Rafael Piatti Oititica de; MORABITO, Reinaldo. Um modelo de otimização para o planejamento agregado da produção em usinas de açúcar e álcool, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v14n1/03.pdf> >. Acesso em 16 abr. 2014.

PEINANDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

SLACK, Nigel et al. Administração da produção. Tradução Ailton Bomfim Brandão. São Paulo: Atlas, 1997. Título Original: Operations management.

SILVA, Bruno Jensen Virginio; MORABITO, Reinaldo; YANASSE, Horacio Hideki. Programação da produção de gabaritos de montagem com restrições de adjacência na indústria aeronáutica, 2011. Disponível em: < [http://www.scielo.br/pdf/prod/v21n4/AOP\\_T6\\_0006\\_0209.pdf](http://www.scielo.br/pdf/prod/v21n4/AOP_T6_0006_0209.pdf) >. Acesso em 4 mai. 2014.

SPRAKEL, Eurico Barreto; FILHO, Cosmo Severiano. A evolução dos sistemas de PCP sob a ótica da engenharia de produção, 1999. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0654.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0654.PDF) >. Acesso em 26 abr. 2014.

STEVENSON, William J. Administração das operações de produção. 6. Ed. Tradução Roger D. Frankel. Revisão técnica Dagoberto Lorenzetti. Rio de Janeiro: LTC, 2001. Título Original: Production operations management.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas, 2006.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

VISUAL AS AP. 07prodord. Disponível em < <http://visualasap.com/images/07prodord.jpg> >. Acesso em 28 set 2014.

ZACCARELLI, Sérgio Baptista. Programação e controle da produção, 5. ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1979.