

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Implementação do Planejamento e Controle da Produção  
(PCP) em uma indústria de artefatos de papelão**

*Carlos Eduardo Ramos Bettio*

**TCC-EP-17-2008**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

**Implementação do Planejamento e Controle da Produção  
(PCP) em uma indústria de artefatos de papelão**

*Carlos Eduardo Ramos Bettio*

**TCC-EP-32-2008**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof.<sup>(a)</sup>: Maria de Lourdes Santiago Luz

**Maringá - Paraná  
2008**

**Carlos Eduardo Ramos Bettio**

**Implementação do Planejamento e Controle da Produção (PCP) em  
uma indústria de artefatos de papelão**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Maria de Lourdes Santiago Luz  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof<sup>a</sup>. Nononon Nonono  
Departamento de Informática, CTC

Maringá, setembro de 2008

## RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi pesquisar, apresentar e implantar as principais etapas do Planejamento e Controle da Produção (PCP). Tendo como objetivos específicos a execução da previsão da demanda, a manutenção de estoques e o seqüenciamento das ordens de produção, que depois de formalizados contribuíram para a redução de custos. Para atingir estes objetivos foi realizado um estudo de caso em uma empresa que fabrica artefatos de papelão na cidade de Maringá/PR. O período do estudo de caso compreendeu de janeiro de 2007 até setembro de 2008. Como resultados alcançados obtiveram-se redução do índice de falta de matéria-prima, redução do número de horas extras realizadas e redução de custos.

**Palavras-chave:** Planejamento e Controle da Produção. Fábrica de artefatos de papelão. Custos.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	01
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	02
1.3 OBJETIVOS.....	02
1.3.1 <i>Objetivo geral</i> .....	02
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	02
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>03</b>
2.1 TIPOS DE SISTEMAS PRODUTIVOS.....	05
2.2 PREVISÃO DA DEMANDA.....	06
2.2.1 <i>Técnicas de previsão</i> .....	07
2.2.2 <i>Manutenção do modelo</i> .....	11
2.3 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA PRODUÇÃO.....	12
2.3.1 <i>Plano de produção</i> .....	13
2.4 PLANEJAMENTO-MESTRE DA PRODUÇÃO.....	14
2.4.1 <i>Plano-mestre de produção</i> .....	15
2.5 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	15
2.5.1 <i>Administração de estoques</i> .....	17
2.5.2 <i>Sequenciamento</i> .....	21
2.5.3 <i>Liberação e emissão de ordens</i> .....	24
2.6 ACOMPANHAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	24
<b>3 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>25</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	25
3.2 DEMANDA DE ESTUDO.....	25
3.3 METODOLOGIA.....	26
3.4 IMPLANTAÇÃO.....	27
3.4.1 <i>Previsão da demanda</i> .....	27
3.4.2 <i>Montagem do plano de produção</i> .....	28
3.4.3 <i>Montagem do plano-mestre de produção</i> .....	36
3.4.4 <i>Programação da produção</i> .....	42
3.4.5 <i>Acompanhamento e controle da produção</i> .....	47
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE A - MODELO DE PEDIDO DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE B - DEMANDA PELO PRODUTO NO ANO DE 2007 .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE C - PLANO DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE D - PLANO-MESTRE DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE E - SEQUENCIAMENTO.....</b>	<b>56</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: O SISTEMA DE PCP NA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	4
FIGURA 2: DINÂMICA DE CÁLCULO DA NECESSIDADE LÍQUIDA E LIBERAÇÃO DE ORDENS.....	21
FIGURA 3: DEMANDA AGREGADA PELOS PRODUTOS NO ANO DE 2007 .....	27
FIGURA 4: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO .....	29
FIGURA 5: CAPACIDADE DE PRODUÇÃO PREVISTA E ATUAL DO ACABAMENTO DE CONE .....	35
FIGURA 6: CAPACIDADE DE PRODUÇÃO PREVISTA E ATUAL DA MOLDAGEM DO FORMATO .....	35
FIGURA 7: CAPACIDADE DE PRODUÇÃO PREVISTA E ATUAL DA FORMATAÇÃO DE PAPEL .....	35
FIGURA 8: CARREGAMENTO SEMANAL EM HORAS NO PROCESSO DE ACABAMENTO DO CONE .....	40
FIGURA 9: CARREGAMENTO SEMANAL EM HORAS NO PROCESSO DE MOLDAGEM DO FORMATO.....	40
FIGURA 10: CARREGAMENTO SEMANAL EM HORAS NO PROCESSO DE FORMATAÇÃO DE PAPEL .....	41
FIGURA 11: ACOMPANHAMENTO DA INCIDÊNCIA DE FALTA DE MATERIAL.....	47
QUADRO 1: ENTRADAS PARA O PLANO DE PRODUÇÃO.....	14
QUADRO 2: REGRAS DE SEQUENCIAMENTO.....	23
QUADRO 3: PLANEJAMENTO DE CARGA DOS PROCESSOS.....	36
QUADRO 4: CARREGAMENTO CONSOLIDADO DOS PROCESSOS .....	41

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 : NÍVEL DE SERVIÇO EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE DESVIOS-PADRÕES.....	19
TABELA 2 : PREVISÃO DA DEMANDA PARA O PRODUTO.....	28
TABELA 3 : CAPACIDADE PRODUTIVA .....	30
TABELA 4 : INFORMAÇÕES DE PRODUÇÃO .....	30
TABELA 5 : INFORMAÇÕES DE CUSTOS .....	31
TABELA 6 : PRODUÇÃO PLANEJADA PARA CADA PROCESSO.....	33
TABELA 7 : CARGAS DIÁRIA DE TRABALHO.....	34
TABELA 8 : CARREGAMENTO EM HORAS PARA CADA PROCESSO REFERENTE A CATEGORIA A .....	38
TABELA 9 : CARREGAMENTO EM HORAS PARA CADA PROCESSO REFERENTE A CATEGORIA B.....	38
TABELA 10 : CARREGAMENTO EM HORAS PARA CADA PROCESSO REFERENTE A CATEGORIA C.....	39
TABELA 11 : CARREGAMENTO EM HORAS PARA CADA PROCESSO REFERENTE A CATEGORIA D.....	39
TABELA 12 : CÁLCULO DO TAMANHO DOS LOTES DE REPOSIÇÃO .....	43
TABELA 13 : PEDIDOS DE PRODUÇÃO DO MÊS DE JANEIRO DE 2008 .....	45
TABELA 14 : CARREGAMENTO DOS RECURSOS EM HORAS .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Controle Estatístico de Processos
CPM	<i>Critical Path Method</i>
MAD	<i>Mean Absolute Deviation</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMP	Planejamento-Mestre da Produção



# 1 INTRODUÇÃO

A busca da competitividade por parte das empresas colocou o sistema de planejamento e controle da produção (PCP) como uma área de decisão prioritária para os executivos nos anos 90 (PEDROSO e CORRÊA, 1996).

Essa área torna-se relevante quando se objetiva reduzir os custos associados aos estoques, ao nível de utilização, variação da capacidade produtiva e melhorar o nível de serviço percebido pelo cliente em termos de uma maior velocidade de entrega, uma melhor pontualidade nos prazos acordados e um aumento de flexibilidade em relação às variações da demanda e dos recursos produtivos.

As empresas de bens ou serviços que não adaptarem seus sistemas produtivos para a melhoria contínua da produtividade não terão espaço no processo de globalização. A velha estratégia da produção em massa derivada da noção de economia de escala, já não é mais válida. Hoje as empresas devem possuir um sistema flexível de produção com rapidez no projeto e implantação de novos produtos, com baixos *lead time* e estoques no atendimento das necessidades dos clientes. A forma como se planejam, programam e controlam esses sistemas produtivos tem função primordial nesse contexto (TUBINO, 1999). Logo, implica que as empresas que não implantarem o sistema de PCP poderão estar comprometendo a sua sobrevivência por não disporem de elementos de competitividade.

## 1.1 Justificativa

O propósito deste trabalho será abordar uma área de grande importância na Engenharia de Produção, o PCP, realizando a sua implementação, no intuito de aplicar na prática os conhecimentos desenvolvidos teoricamente na universidade.

A experiência profissional vivenciada diariamente na área de PCP na indústria a qual vem sendo realizado o estudo de caso, foi preponderante na determinação do estudo de caso com a aplicação dos conceitos teóricos e ferramentas eficazes no auxílio do PCP.

Espera-se através do estudo realizado contribuir, posteriormente, com os acadêmicos que necessitarem de uma visão prática da aplicação das etapas do PCP, no intuito de consolidar o estudo teórico aplicado nas universidades.

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

O problema que essa pesquisa se propõe a resolver, é a implementação prática do PCP em uma indústria que produz artefatos de papelão. Esta indústria fornece embalagens para o setor têxtil (fiações, tecelagens, etc.). O estudo foi iniciado no ano de 2007, quando as primeiras práticas de PCP se iniciaram, e dando-se continuidade no ano de 2008. A empresa exerce as suas atividades nesse ramo há aproximadamente 15 anos, estando fisicamente situada em um bairro industrial na cidade de Maringá no estado do Paraná.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

O principal objetivo desse trabalho será implementar o PCP em uma empresa que produz artefatos de papelão, através de uma metodologia bem definida.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Para que seja implementado o PCP será necessário:

- a) prever demanda;
- b) controlar estoques;
- c) dimensionar recursos;
- d) planejar qualidade;
- e) planejar manutenção;
- f) apurar e reduzir custos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Tubino (1999), em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação de recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. No conjunto de funções dos sistemas de produção descritos, essas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Acompanhando a idéia de Tubino (1999), Martins e Laugeni (2006), complementam que o sistema de PCP é uma área de decisão da manufatura, cujo objetivo corresponde tanto ao planejamento como ao controle dos recursos do processo produtivo a fim de gerar bens e serviços.

Zaccarelli (1979), coloca que o PCP também é um sistema de transformação de informações, pois recebe informações sobre estoques existentes, vendas previstas, linha de produtos, modo de produzir, capacidade produtiva. O PCP tem como incumbência transformar essas informações em ordens de fabricação.

Burbidge (1983), ressalta que o sistema de PCP corresponde a uma função da administração, que vai desde o planejamento até o gerenciamento e controle do suprimento de materiais e atividades de processo de uma empresa, a fim de que produtos específicos sejam produzidos por métodos específicos para atender o programa de vendas preestabelecido.

Complementando, Corrêa et al.(1997), atribui ao sistema de PCP a responsabilidade de informar corretamente, portanto, a situação corrente dos recursos – o que envolve pessoas, equipamentos, instalações, materiais – e das ordens – de compra e de produção -, além de ser capaz de reagir de forma eficaz.

Portanto, o sistema de PCP é um sistema de informações relacionado à estratégia de manufatura e apóia a tomada de decisões táticas e operacionais, referente às questões (CORRÊA et al, 1997):

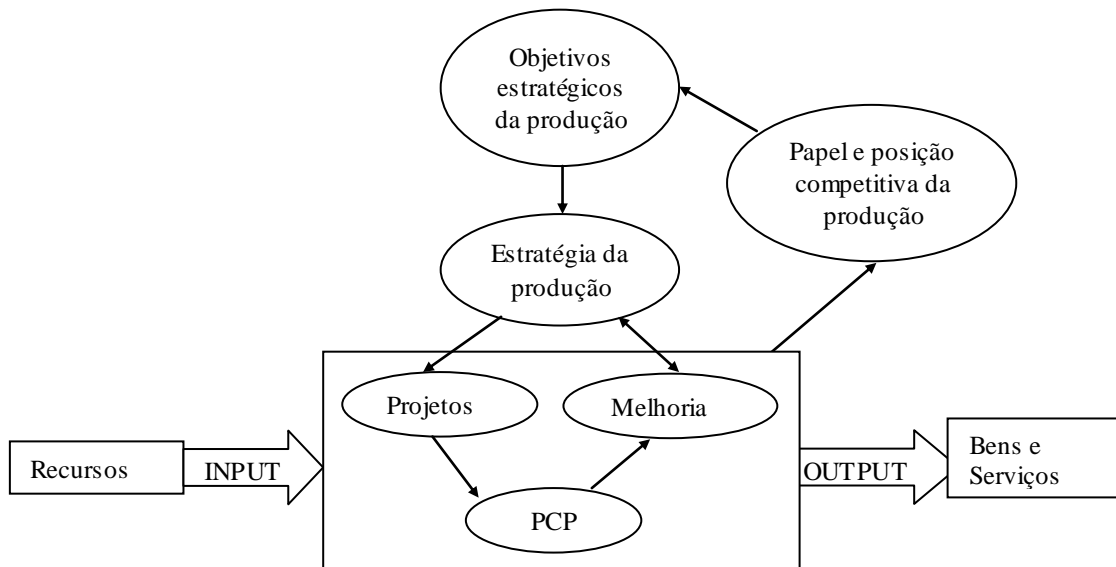
- a) o que produzir e comprar;
- b) quanto produzir e comprar;

- c) quando produzir e comprar;
- d) com que recursos produzir.

A partir do enfoque apresentado por esses autores, conclui-se que a responsabilidade do PCP dentro de uma organização é: buscar atender a demanda dos clientes, planejando e controlando os recursos disponíveis destinados à produção.

Conforme Tubino (2007), PCP é um departamento ligado à diretoria industrial, que tem como função gerenciar os dados e tomar decisões referentes às atividades que serão executadas. A complexidade das atividades desenvolvidas pelo PCP está diretamente relacionada ao tipo de sistema produtivo existente na empresa.

Slack et al.(1997), ao tratar do engajamento do PCP dentro das atividades de administração da produção propõe o sistema esquematizado na Figura 1.



**Figura 1: O sistema de PCP na administração da produção.**

Para que os prazos possam ser cumpridos, a empresa necessitará planejar o sistema produtivo. Este planejamento é dividido em três categorias, que são classificadas levando-se em consideração o horizonte de tempo a ser planejado: longo, médio e curto prazo.

Em longo prazo (meses ou trimestres), é realizado o planejamento estratégico da produção, que tem como resultado o plano de produção. Seu principal objetivo é prever a capacidade de produção, com base na previsão da demanda.

Em seguida em médio prazo (semanas), passa-se para o nível tático, onde será gerado o plano-mestre de produção (PMP), que visa atender ao Plano de Produção previamente estabelecido. O PMP define a tática mais adequada para utilizar a capacidade de produção de forma eficiente.

Finalmente em curto prazo (dias), passa-se ao nível operacional. Onde será executado o programa de produção, restando somente a possibilidade de operacionalizar a tática definida no PMP, onde mudanças de última hora não são desejáveis.

## **2.1. Tipos de Sistemas Produtivos**

Segundo Tubino (2007) a primeira forma de se classificar os sistemas produtivos é verificando se o mesmo é uma manufatura de bens ou um prestador de serviços. Cabe ressaltar que as diferenças encontradas entre esses dois tipos de sistemas produtivos não estão nas atividades que o PCP deverá realizar mais sim no modo como essas atividades serão executadas. A primeira diferença está no fato de a manufatura de bens terem seu foco no produto e a prestação de serviços focalizarem a ação. A segunda diferença diz respeito à prestação de serviços serem intangíveis e os bens tangíveis, o que acarreta que os serviços não podem ser previamente produzidos e estocados. A última diferença existente é que a prestação de serviços deve ocorrer na presença do cliente, já a manufatura de bens não precisa da presença do mesmo.

A segunda maneira de classificação enfoca a padronização dos produtos e o volume de produção demandado. Os tipos de sistemas produtivos podem ser classificados como contínuos (quando não existe diferenciação entre os produtos) e discretos (quando podem ser separados em lotes ou unidades):

- a) sistemas contínuos;
- b) sistemas em massa;
- c) sistemas em lotes;
- d) sistemas sob encomenda.

Sistemas contínuos são caracterizados pela alta uniformidade dos produtos e dos processos produtivos, tornando-os interdependentes, justificando altos investimentos em automatização.

Nesse tipo de sistema existe baixa flexibilidade para mudanças, sendo que para isto altos investimentos devem ser injetados. O sistema de PCP tem a incumbência de administrar a logística de abastecimento de matéria prima e a distribuir produto acabado.

Sistemas em massa são empregados na produção em larga escala, geralmente com demanda estável, possibilitando a montagem de uma estrutura produtiva especializada e pouco flexível. Em relação aos produtos acabados só é encontrada variação em nível de montagem final. O sistema de PCP deve administrar a logística de abastecimento de matéria prima e dos supermercados (estoque em processo) junto aos fornecedores internos e externos e distribuição do produto acabado.

Sistemas em lotes caracterizam-se pela produção de um volume médio de bens divididos em lotes. A estrutura produtiva deve ser relativamente flexível com o objetivo de atender diferentes tipos e pedidos dos clientes, e também as variações da demanda. O foco do sistema de PCP está na programação da produção, agindo no seqüenciamento das ordens de produção com o objetivo de reduzir estoques e *lead times* produtivo.

Sistemas sob encomenda têm como finalidade montar um sistema produtivo voltado para o atendimento de necessidades específicas dos clientes, caracterizado por demandas unitárias onde os prazo de entrega é previamente definido, o produto é desenvolvido com um alto nível de participação do cliente. O PCP inicialmente deverá negociar com o cliente o prazo de entrega. Para que os prazos sejam confiáveis o PCP deve dispor de um sistema de informações (um calendário do carregamento dos recursos). Geralmente emprega-se o gráfico de Gantt. Quando o produto possui tempos operacionais altos, o PCP é realizado através do conceito de rede, onde é aplicada uma técnica conhecida como PERT/CPM, que identifica o caminho crítico, com o objetivo de evitar atrasos.

## **2.2. Previsão da Demanda**

Tubino (2007) aponta que as previsões têm uma função muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produção, pois permitem que os administradores destes sistemas antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações.

Martins e Laugeni (2006) declaram que a previsão de vendas é importante para utilizar as máquinas de maneira adequada, para realizar a reposição dos materiais no momento e na

quantidade certa, e para que todas as demais atividades necessárias ao processo industrial sejam adequadamente programadas.

Tubino (2007) coloca que as previsões são usadas pelo PCP em dois momentos distintos: para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso deste sistema produtivo. No primeiro caso com previsões agregadas de longo prazo elaborando estrategicamente o plano de produção. No segundo caso com previsões detalhadas de médio e curto prazo para o PMP e programação da produção.

Para que o processo de previsão da demanda venha a ser realizado de uma maneira adequada, torna-se necessário que este processo seja dividido em etapas bem definidas as quais seguem a seqüência elaborada por Tubino (2007). Inicialmente, define-se o objetivo do modelo, com base no qual coletam-se e analisam-se os dados, seleciona-se a técnica de previsão mais apropriada e, como forma de *feedback*, monitoram-se e atualizam-se os parâmetros empregados no modelo através da análise do erro de previsão.

Entre as fases citadas, sem dúvida a de maior importância é a seleção da técnica a ser utilizada. De acordo com Tubino (2007) as técnicas de previsão podem ser subdivididas em dois grandes grupos: as técnicas qualitativas - baseadas na opinião e julgamento de pessoas-chave e quantitativas - onde são analisados os dados passados objetivamente, empregando-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura. Dentro das técnicas quantitativas, existem aquelas baseadas em séries temporais e outras baseadas em correlações. Sendo que algumas dessas técnicas estão descritas a seguir.

### **2.2.1 Técnicas de previsão**

Segundo Tubino (2007), as técnicas de previsão da demanda são aplicadas de acordo com o comportamento da demanda.

Quando o comportamento da demanda apresenta variação randômica, duas técnicas são indicadas: a média móvel e a média exponencial móvel.

Tubino (2007) coloca que a média móvel usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de previsão se substitui o dado mais antigo pelo mais recente. A média móvel pode ser obtida a partir da seguinte equação:

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} \quad (1)$$

Onde:

$Mn_n$  = média móvel de n períodos;

$Di$  = demanda ocorrida no período  $i$ ;

$n$  = número de períodos;

$i$  = índice do período ( $i=1,2,3,\dots$ ).

Em relação à média exponencial móvel, Tubino (2007), descreve que o peso de cada observação decresce no tempo em progressão geométrica, ou de forma exponencial. Em sua forma de apresentação mais simples, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação. A equação abaixo apresenta esta situação:

$$M_t = M_{t-1} + \alpha \times (D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (2)$$

Onde:

$M_t$  = previsão para o período  $t$ ;

$M_{t-1}$  = previsão para o período  $t-1$ ;

$\alpha$  = coeficiente de ponderação;

$D_{t-1}$  = demanda no período  $t-1$ .

O coeficiente de ponderação é fixado pelo analista em uma faixa que varia de 0 a 1. Quanto maior o seu valor, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a uma variação real da demanda.

Outra maneira como a demanda se comporta é quando a mesma apresenta tendência, duas técnicas são indicadas: equação linear para a tendência e ajustamento exponencial para a tendência.



De acordo com Tubino (2007), uma equação linear possui o formato da seguinte equação:

$$Y = a + b \times X \quad (3)$$

Onde:

Y = previsão da demanda para o período X;

a = ordenada à origem, ou intercessão no eixo dos Y;

b = coeficiente angular;

X = período (partindo de X=0) para a previsão.

Empregando-se os dados históricos da demanda, os coeficientes b e a podem ser obtidos através das equações abaixo:

$$b = \frac{n \times \sum XY - \sum X \times \sum Y}{n \times \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum Y - b \times \sum X}{n} \quad (5)$$

Onde:

n = número de períodos observados.

Tubino (2007) ainda coloca que uma variação da técnica da média exponencial móvel, chamada de ajustamento exponencial para tendência ou duplo ajustamento, pode ser empregada para tratar demandas que apresentarem tendência. O ajustamento exponencial para a tendência consiste em fazer a previsão baseada em dois fatores: a previsão da média exponencial móvel da demanda e uma estimativa exponencial para a tendência. As equações a seguir definem esses elementos:

$$P_{t+1} = M_t + T_t \quad (6)$$

$$M_t = P_t + \alpha_1 \times (P_t - P_{t-1}) \quad (7)$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha_2 \times (P_t - P_{t-1}) - T_{t-1} \quad (8)$$

Onde:

$P_{t+1}$  = previsão da demanda para o período  $t+1$ ;

$P_t$  = previsão da demanda para o período  $t$ ;

$P_{t-1}$  = previsão da demanda para o período  $t-1$ ;

$M_t$  = previsão da média exponencial móvel da demanda para o período  $t$ ;

$T_t$  = previsão da tendência exponencial móvel para o período  $t$ ;

$T_{t-1}$  = previsão da tendência exponencial móvel para o período  $t-1$ ;

$\alpha_1$  = coeficiente de ponderação da média;

$\alpha_2$  = coeficiente de ponderação da tendência;

$D_t$  = demanda do período  $t$ ;

O próximo comportamento da demanda ocorre quando a mesma apresenta sazonalidade, onde duas técnicas são indicadas: sazonalidade simples e sazonalidade com tendência.

Tubino (2007) coloca que no caso de sazonalidade simples, a técnica de previsão consiste em obter o índice de sazonalidade para cada um dos períodos da série e aplicá-lo em cima da previsão da média em cada um desses períodos. O índice de sazonalidade é obtido dividindo-se o valor da demanda no período pela média móvel centrada neste período. O período empregado para o cálculo da média móvel é o ciclo de sazonalidade.

Já no caso onde a demanda apresentar sazonalidade com tendência, Tubino (2007), apresenta os seguintes passos:

Primeiro, obter os índices de sazonalidade através da média móvel centrada. Retirar o componente de sazonalidade da série de dados históricos, dividindo-os pelos correspondentes índices de sazonalidade. Com esses dados, desenvolver uma equação que represente o componente de tendência. Finalmente com a equação da tendência fazer a previsão da demanda e multiplicá-la pelo índice de sazonalidade.

A última técnica apresentada é conhecida como previsão baseada em correlações que busca prever a demanda de um produto com base na previsão de outra variável que esteja relacionada com o produto.

Tubino (2007) aponta que o objetivo das previsões baseadas em correlações consiste em estabelecer uma equação que identifique o efeito da variável de previsão sobre a demanda do produto em análise. Neste caso, dois tipos de dados precisam ser levantados: o histórico da demanda do produto em questão (variável dependente) e o histórico da variável de previsão (variável independente). Com estes dados, através da técnica conhecida como regressão, pode-se estabelecer esta equação matemática.

$$Y = a + b \times X \quad (9)$$

Onde:

Y = previsão da demanda para o item dependente;

a = ordenada à origem, ou intercessão no eixo dos Y;

b= coeficiente angular;

X = valor da variável independente.

Os coeficientes podem ser obtidos pelas equações (4) e (5).

### **2.2.2 Manutenção do modelo**

A etapa de manutenção e monitoração do modelo, é realizada através de cálculos e acompanhamento do erro da previsão, que é a diferença que ocorre entre o valor real da demanda e o valor previsto pelo modelo para dado período (TUBINO, 2007).

Na mesma linha de pensamento Peinado e Graeml (2007), destacam que, as previsões não são perfeitas, sempre haverá um erro na previsão e, portanto, é fundamental que este erro seja medido, explicitado e avaliado. Quando as discrepâncias forem além do que se julga aceitável, é necessário apurar as razões e atribuir responsabilidades, com o intuito de melhorar no futuro. Isto, infelizmente, raramente é feito nas empresas brasileiras.

Tubino (2007), ainda coloca que considerando que o modelo de previsão de demanda é um processo que gera resultados mensuráveis (demanda real) com desvios (erros) do padrão esperado (demanda prevista), pode-se aplicar também o Controle Estatístico de Processos (CEP) com uma ferramenta mais apurada de monitoração do modelo de previsão da demanda, sendo que os limites superior e inferior do gráfico de controle, normalmente, correspondem a quatro *MAD* (*Mean Absolute Deviation*), que equivalem a três desvios padrões, para cima ou para baixo. A equação para o cálculo do valor do *MAD* é:

$$r = \frac{\sum |D_{ATUAL} - D_{PREVISTA}|}{n} \quad (10)$$

Onde:

$D_{ATUAL}$  = demanda ocorrida no período;

$D_{PREVISTA}$  = demanda prevista no período;

$n$  = número de períodos.

A cada nova previsão, o erro deverá ser plotado no gráfico de controle, e caso exceda esses limites, ações corretivas deverão ser tomadas.

### 2.3. Planejamento Estratégico da Produção

Tubino (2007) aponta, que o planejamento estratégico busca maximizar os resultados das operações e minimizar os riscos nas tomadas de decisões das empresas.

Conforme Amer e Bain (*apud* ANDRADE, 2007), o planejamento estratégico ou de longo prazo envolve um esforço empresarial para monitorar, entender e adaptar-se às mudanças do ambiente a fim de estabelecer e manter uma posição competitiva favorável.

Para a realização do planejamento estratégico é fundamental a definição com clareza da missão e visão corporativa. Tubino (2007) coloca que, a missão e a visão corporativa são as bases sobre as quais a empresa está constituída, razão de sua existência. Fazem parte desta questão a definição clara de qual é o negocio atual, ou seja, sua missão, e qual deverá ser no futuro, ou seja, sua visão, bem como a filosofia gerencial da empresa para administrá-lo e expandi-lo no futuro.

A partir da definição da missão e visão corporativa pode-se iniciar a execução do planejamento estratégico através do seu primeiro nível conhecido como estratégia corporativa. Tubino (2007) relata que a estratégia corporativa define as áreas de negócios em que a empresa deverá atuar, e como ela deverá adquirir e priorizar os recursos corporativos no sentido de atender às reivindicações de cada unidade de negócios.

No segundo nível de planejamento, Tubino (2007) aponta a estratégia competitiva, ou estratégia da unidade de negócios, que propõem as bases nas quais os diferentes negócios da empresa irão competir no mercado, suas metas de desempenho e as estratégias que serão formuladas para as várias áreas funcionais do negócio, no sentido de suportar a competição e suportar tais metas.

Segundo Porter (1986), existem três abordagens estratégicas potencialmente exitosas para superar a concorrência: liderança em custos; diferenciação do produto ou serviço e enfoque.

O último nível no processo do planejamento estratégico consiste no detalhamento das estratégias funcionais. No âmbito da função produção encontra-se a estratégia de produção.

Tubino (2007) salienta que, uma estratégia produtiva consiste na definição de um conjunto de políticas, no âmbito da função de produção, que dá sustento à posição competitiva da unidade de negócios da empresa.

Hayes e Wheelwrite (*apud* FLEXA, 2005) destacam que uma boa estratégia de operações não é necessariamente aquela que busca a máxima eficiência operacional, mas é aquela que se mostra adequada para os objetivos do negócio, buscando consistência entre as capacidades organizacionais e suas políticas, para garantir a vantagem competitiva pretendida.

Cabe ressaltar que a estratégia de produção deverá estar complementando as estratégias formuladas por outras áreas da organização como marketing e finanças.

### **2.3.1. Plano de produção**

Deverá ser construído um plano de produção que esteja integrado ao planejamento estratégico definido pela empresa. De acordo com Tubino (2007) o plano de produção tem por meta direcionar os recursos produtivos para as estratégias escolhidas. O plano trabalha com informações agregadas de vendas e produção, normalmente com o agrupamento de produtos

em famílias afins. Os períodos de planejamento são compreendidos em meses ou trimestres, abrangendo um, ou mais anos a frente.

De acordo com o Quadro 1, pode-se verificar as principais informações de entrada para a montagem do plano de produção.

Informações	Descrição
Recursos	Equipamentos, instalações, força de trabalho, taxa de produção
Previsão da demanda	Demanda prevista para as famílias de itens
Políticas alternativas	Subcontratações, turnos extras, postergação de produção, estoques
Dados de custos	Produção normal, armazenagem, subcontratações, turno extra, etc

**Quadro 1 – Entradas para o plano de produção.**

**Fonte : Tubino (1999)**

Bremer e Lenza (2000), enfatizam que uma vez gerado o plano de produção, esse deve ser desagregado para os níveis inferiores de planejamento. Esses níveis inferiores de planejamento podem ser subfamílias de produtos, produtos finais, unidades fabris ou linhas de produção. A finalidade dessa atividade é distribuir as metas de produção para cada unidade representativa de produção.

#### **2.4. Planejamento-Mestre da Produção**

O planejamento-mestre da produção está encarregado de desmembrar os planos produtivos estratégicos de longo prazo em planos específicos de produtos acabados (bens ou serviços) para o médio prazo, no sentido de direcionar as etapas de programação e execução das atividades operacionais da empresa (montagem, fabricação e compras). A partir do planejamento-mestre da produção, a empresa passa a assumir compromissos de montagem dos produtos acabados, fabricação das partes manufaturadas internamente, e da compra dos itens e matérias-primas produzidos pelos fornecedores externos (TUBINO, 2007).

Bremer e Lenza (2000) colocam que o planejamento-mestre de produção é um planejamento da produção de curto/médio prazo, que considera os pedidos existentes e é realizado em função dos produtos finais e componentes críticos, e não mais em termos agregados como no plano agregado de produção. Porém o programa-mestre de produção deve respeitar e considerar as decisões tomadas no plano agregado de produção.

Tubino (2007) ainda coloca que, em termos de prazos, o planejamento-mestre da produção exerce duas funções básicas dentro da lógica do PCP. Uma relacionada à análise e validação da capacidade de médio prazo do sistema produtivo em atender à demanda futura, que desmembra a estratégia de produção em táticas de uso para o sistema produtivo montado (um *link* entre o longo e o médio prazo). E outra, implementando as quantidades de produtos acabados que deverão ser produzidas de forma a iniciar o processo de programação da produção (um *link* entre o médio e o curto prazo).

#### **2.4.1. Plano-mestre de produção**

De acordo com Tubino (2007) para facilitar o tratamento das informações e informatizar o sistema de cálculo das operações referentes à elaboração do PMP, empregam-se tabelas de dados com informações detalhadas, período a período, por item que será planejado. Nessas tabelas constam informações sobre a demanda prevista, o recebimento programado, os estoques em mãos projetados, a necessidade líquida e o plano-mestre de produção desse item para cada período futuro analisado.

Bremer e Lenza (2000) destacam que, as principais informações utilizadas nessas atividades são: pedidos em carteira, pedidos atrasados, capacidade disponível, produtos e lista de materiais, pedidos programados, entre outras. O programa mestre de produção permite a simulação de situações de planejamento de linha de montagem onde é possível medir a quantidade de estoque gerado, o número de pedidos atrasados, o custo médio do produto fabricado. Com base nessas simulações é escolhida a melhor programação dos pedidos da fábrica.

#### **2.5. Programação da Produção**

Com base no plano-mestre de produção e nos registros de controle de estoques, a programação da produção será encarregada de definir quanto e quando comprar, fabricar ou montar de cada item necessário à composição dos produtos acabados propostos pelo plano (TUBINO, 2007).

Peinado (2007) coloca que a programação da produção trata de um planejamento de curto prazo, normalmente expresso em semanas. Este planejamento é de nível operacional e especifica a produção diária dos produtos totalmente desagregados em suas mínimas

especificações de detalhes tais como cor, tensão, tipo, modelo, embalagem, etc. A produção diária geralmente ocorre de forma linear ao longo da semana. O planejamento da produção inclui o planejamento das necessidades de materiais, geralmente obtida por meio do MRP (*Material Requirement Planning*), o planejamento da produção em si, com a elaboração dos planos diários de produção, baseados nos lotes mínimos de produção, em função do tempo e número de *setups* que precisam ser feitos, alocação de cargas nas linhas de montagem e de pré-fabricação, além de outros fatores.

Bremer e Lenza (2000) entendem que, o processo de programação e controle da produção executa a gestão do nível mais detalhado do processo de gestão da produção. Está relacionado com a execução dos planos realizados nos processos anteriores. De modo geral, o processo de programação está relacionado com: o registro gerado pelo cálculo das necessidades de materiais, as ordens liberadas, o plano de capacidade, o roteiro de produção, o *status* da ordem, a performance do chão-de-fábrica.

Pedroso e Corrêa (2008) apontam que a programação da produção aborda o planejamento de curto prazo. Basicamente a programação da produção consiste em decidir quais atividades produtivas (ou ordens de trabalho) devem ser realizadas, quando (momento de início ou prioridade na fila) e com quais recursos (matérias-primas, máquinas, operadores, ferramentas, entre outros) para atender à demanda, informada ou através das decisões do plano mestre de produção ou diretamente da carteira de pedidos dos clientes. Este conjunto de decisões é dos mais complexos dentro da área de administração da produção.

Cabe ainda ressaltar as duas formas pelas quais as atividades de programação da produção são executadas: programação empurrada e programação puxada.

Segundo Tubino (2007), na programação empurrada durante o período congelado de programação, os postos de trabalho (fornecedores e clientes) receberão um conjunto de ordens sequenciadas para execução. Esta programação é dita empurrada porque cada posto de trabalho ao concluir uma ordem, está autorizado a “empurrar” a mesma para o posto seguinte, independentemente do que esteja acontecendo nos postos subsequentes, até que ela fique pronta.

Em relação à programação puxada, Tubino (2007), aponta que uma vez montados os supermercados para se abastecer, gera um disparo de uma ordem padrão (cartão *kanban*, por exemplo) para o fornecedor desse supermercado, que está autorizado a produzi-lo. Essa regra



do sistema puxado garante a função de seqüenciamento dentro do conceito *Just in time* da manufatura enxuta. A programação é chamada de “puxada” porque quem autoriza a produção é o cliente interno, que, ao retirar suas necessidades imediatas do supermercado, puxa um novo lote do fornecedor.

Em relação às atividades que são realizadas na programação da produção, Tubino (2007) classifica em três grupos: administração de estoques, o seqüenciamento e a emissão e liberação de ordens.

### 2.5.1. Administração de estoques

De acordo com Tubino (2007), a atividade de administração de estoques está encarregada de planejar e controlar os estoques dos itens comprados, fabricados e montados definindo os tamanhos dos lotes, a forma de reposição e os estoques de segurança do sistema.

A seguir estão listadas as principais funções da manutenção de estoques:

- a) garantir a independência entre etapas produtivas;
- b) permitir uma produção constante;
- c) possibilitar o uso de lotes econômicos;
- d) reduzir os *lead times* produtivos;
- e) como fator de segurança;
- f) para obter vantagem de preço.

A determinação do tamanho dos lotes de reposição é obtida da análise dos custos que estão envolvidos no sistema de reposição e de armazenagem dos itens. A idéia é desenvolver uma equação que represente esses custos e buscar o tamanho do lote de reposição, conhecido como “lote econômico”, que minimize os custos totais (TUBINO, 2007).

$$CT = CD + CP + CM \quad (11)$$

Onde:

CT = custo total;

CD = custo direto;

CP = custo de preparação;

CM = custo de manutenção.

De acordo com Tubino (2007), o ponto mínimo da curva de custo total pode ser obtido diretamente através da derivação da equação desta curva em relação à quantidade, igualando-se a zero e isolando-se essa variável.

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times A}{C \times I}} \quad (12)$$

Onde:

Q = tamanho do lote de reposição;

D = demanda do item para o período;

A = custo unitário de preparação;

C = custo unitário de compra ou fabricação;

I = taxa de encargos financeiros sobre os estoques.

Dentro da função de administração dos materiais, os estoques de segurança, quando empregados, são projetados para absorver as variações na demanda durante o tempo de ressurgimento, ou variações no próprio tempo de ressurgimento, dado que é apenas durante este período que os estoques podem acabar e causar problemas ao fluxo produtivo (TUBINO, 2007).

$$Q_s = Z \cdot \sigma \quad (13)$$

Onde:

Q<sub>s</sub> = estoque de segurança;

Z = número de desvios padrões;

σ = desvio padrão.

A partir da Tabela 1 da distribuição normal padronizada pode ser obtido o número de desvios padrões (Z) conforme o nível de serviço especificado.

**Tabela 1 – Nível de serviço em relação ao número de desvios-padrões.**

Nível de serviço	Z
80%	0,84
85%	1,03
90%	1,28
95%	1,64
99%	2,32
99,99%	3,09

**Fonte : Tubino (2007)**

Um modelo de controle de estoques tem a função de definir para um item um conjunto de regras que estabeleça o momento no qual a ordem desse item deve ser autorizada para reposição, (TUBINO, 2007).

Martins e Laugeni (2006), adotam o termo sistemas de gestão de estoques, e colocam que para a determinação de um sistema de gestão de materiais, devem ser respondidas duas perguntas: quando e quanto repor ?

Cabe ressaltar a existência de quatro modelos de controle de estoques:

- a) modelo baseado no ponto de pedido;
- b) modelo baseado nas revisões periódicas;
- c) modelo baseado no MRP;
- d) sistema *Kanban*.

Tubino (2007), coloca que, o modelo de controle de estoques por ponto de pedido consiste em estabelecer uma quantidade de itens em estoque, chamada de ponto de pedido ou de reposição, que quando atingida dá partida ao processo de reposição do item em uma quantidade pré-estabelecida.

A equação abaixo define a quantidade do ponto de pedido:

$$PP = d \times t + Qs \quad (14)$$

Onde:

PP = ponto de pedido;

d = demanda por unidade de tempo;

t = tempo de ressuprimento;

Qs = estoque de segurança.

O modelo de controle por revisões periódicas estabelece datas nas quais serão analisadas a demanda e as demais condições de estoques, para decidir pela reposição dos mesmos. O tempo entre cada revisão (tr) pode ser escolhido através da periodicidade econômica por exemplo, (TUBINO, 2007).

$$Q = d.(tr + t) - Qf - Qp + Qr + Qs \quad (15)$$

Onde:

tr = tempo ótimo entre revisões;

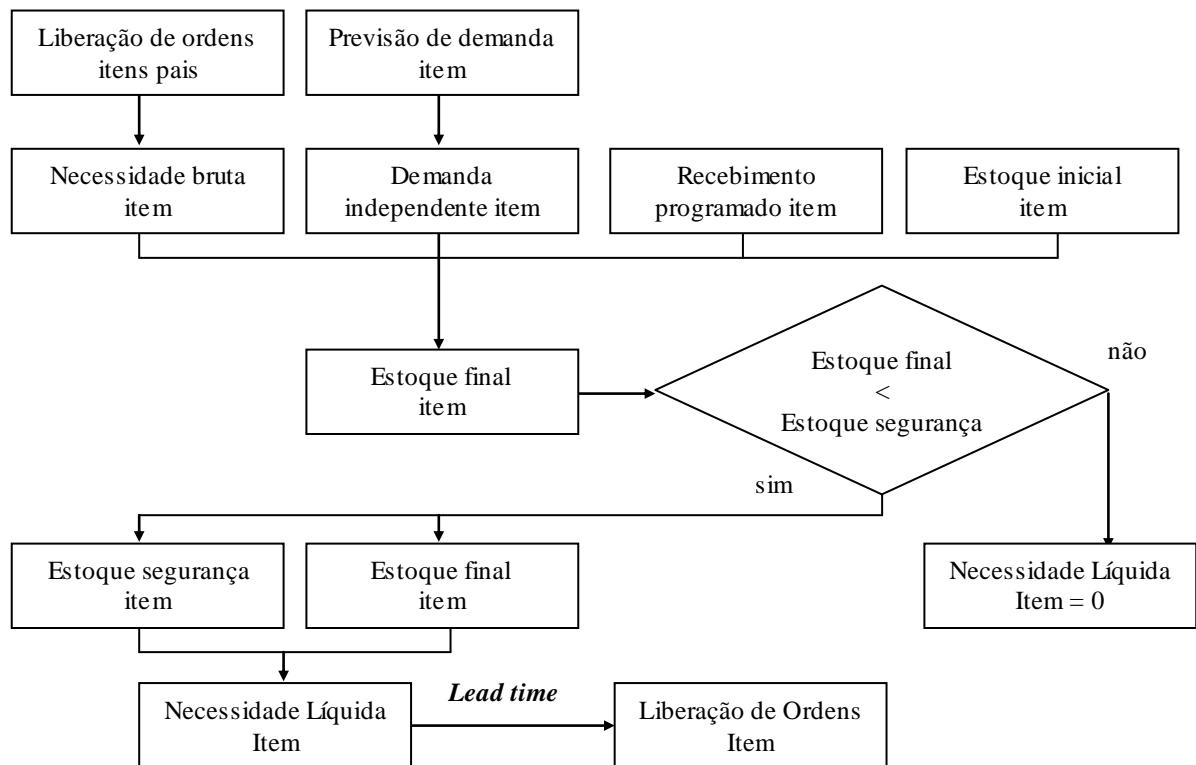
Qf = quantidade final em estoque;

Qp = quantidades pendentes;

Qr = demanda reprimida.

Conforme (Tubino, 2007) o modelo de controle de estoques pelo MRP considera a dependência da demanda que existe entre os itens componentes de produtos acabados no tempo. Ou seja, partindo-se das quantidades de produtos acabados a serem produzidas período a período, determinadas no plano-mestre, o sistema passa a calcular as necessidades brutas dos demais itens dependentes de acordo com a estrutura (ou árvore) do produto e o roteiro de fabricação e compras. Começa-se pelos componentes de nível superior e desce de nível até atingir às matérias-primas.

Tubino (2007) ainda elaborou uma dinâmica do cálculo da necessidade líquida e liberação de ordens, que está apresentada na Figura 2.



**Figura 2: Dinâmica de cálculo da necessidade líquida e liberação de ordens.**  
**Fonte: Tubino 2007**

O último modelo de controle de estoques é o sistema *kanban*, que é empregado em sistemas com lógica de programação puxada. Basicamente ele funciona com a montagem prévia pelo PCP de um estoque intermediário (supermercado) entre o fornecedor e o cliente, onde os itens são colocados em lotes padrões dentro de contenedores com sinalizações (cartões *kanban*). Uma vez que o cliente retire os itens de um contenedor para o consumo, esvaziando-o, ele coloca o cartão *kanban* na devida posição no quadro porta *kanban* e disponibiliza o contenedor vazio para reposição. Por seu turno, o fornecedor está autorizado a sempre que houver cartões no quadro, segundo regras de prioridade, pegar um cartão e providenciar sua reposição, recolocando o contenedor com o lote padrão e o cartão de volta ao supermercado, (TUBINO, 2007).

### 2.5.2. Sequenciamento

Dentro das atividades de programação da produção (curto prazo), após as atividades de administração de estoques, entram em ação as atividades de sequenciamento da programação da produção.

Segundo Prado (*apud* FLEXA, 2005), os objetivos do sequenciamento da produção são:

- a) otimização quanto à utilização dos recursos produtivos, reduzindo custos e estoques, a partir da definição de um algoritmo de seqüenciamento adequado;
- b) controle mais efetivo do chão de fábrica, através da comparação entre a programação proposta pelo seqüenciador e os apontamentos de produção;
- c) garantia dos prazos de entrega;
- d) redução do tempo total de produção;
- e) garantir a manutenção dos estoques em seu nível mínimo.

De acordo com Tubino (2007), as necessidades de fabricação e montagem precisam normalmente passar por um sistema produtivo com limitações de capacidade, e que, a adequação do programa gerado aos recursos disponíveis (máquinas, homens, instalações, etc.) é função do seqüenciamento.

Este seqüenciamento pode ser realizado de três formas:

- a) balanceamento de linha de montagem;
- b) seqüenciamento na produção de lotes;
- c) seqüenciamento de projetos.

Conforme Tubino (2007) o seqüenciamento em linhas de montagem tem por objetivo fazer com que os diferentes centros de trabalho encarregados da montagem das partes componentes do produto acabado tenham o mesmo ritmo, e que esse ritmo seja associado à demanda proveniente do PMP, razão pelo qual é chamado de balanceamento de linha.

O seqüenciamento na produção em lotes necessita ter em mãos um conjunto de ordens de fabricação a serem produzidas no período, devendo decidir pelo seqüenciamento dessas ordens em cima de duas questões centrais:

- a) a escolha da ordem a ser processada dentre uma lista de ordens de fabricação planejadas e;
- b) a escolha do recurso a ser usado dentre uma lista de recursos disponíveis no centro de trabalho.

Tubino (2007) aponta que as regras de seqüenciamento são heurísticas usadas para selecionar, a partir de informações sobre características dos itens ou lotes e/ou sobre o estado do sistema produtivo, qual dos lotes esperando na fila de um grupo de recursos terá prioridade de processamento, bem como qual recurso deste grupo será carregado com esta ordem. Geralmente as informações mais importantes estão relacionadas com o tempo de processamento (custos) e com a data de entrega (atendimento ao cliente), que podem ser estabelecidos tendo por base as informações dos produtos finais para os quais se destinam ou dos lotes programados individualmente.

As regras de seqüenciamento mais empregadas na prática estão apresentadas no Quadro 2.

Sigla	Especificação	Definição
PEPS	Primeira que entra primeira que sai	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso.
MTP	Menor tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso.
MDE	Menor data de entrega	Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega.
IPI	Índice de prioridade	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto.
ICR	Índice crítico	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $(\text{data de entrega} - \text{data atual}) / \text{tempo de processamento}$
IFO	Índice de folga	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\frac{\text{data de entrega} - \sum \text{tempo de processamento restante}}{\text{número de operações restante}}$
IFA	Índice de falta	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\text{quantidade em estoque} / \text{taxa de demanda}$ .

**Quadro 2 – Regras de seqüenciamento.**

**Fonte : Tubino (2007)**

O seqüenciamento por projetos busca seqüenciar as diferentes atividades do projeto, de forma que cada uma delas tenha seu início e conclusão encadeados com as demais atividades que estarão ocorrendo em seqüência e/ou paralelo com a mesma. A técnica mais empregada para planejar, seqüenciar e acompanhar projetos é a técnica conhecida como PERT/CPM.

### **2.5.3. Emissão e liberação de ordens**

Completando o ciclo das funções de programação da produção, aparece a atividade de liberação e emissão de ordens. Após a execução desta função entra na fase de produção propriamente dita.

De acordo com Tubino (2007), a emissão de ordens consiste na geração da documentação necessária para atender a um programa de produção, enquanto a liberação consiste na autorização para os respectivos setores darem início à execução das ordens. As ordens de compras seguem para o setor de compras providenciar os pedidos de compra junto aos fornecedores, enquanto as ordens de montagem e fabricação, uma vez emitidas, são gerenciadas pelo pessoal de PCP localizado junto ao chão de fábrica e, em geral, vão sendo liberadas à medida que as ordens em produção anteriormente liberadas vão sendo cumpridas.

### **2.6. Acompanhamento e Controle da Produção**

O objetivo do acompanhamento e controle da produção é fornecer uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios, sua magnitude e fornecendo subsídios para que os responsáveis pelas ações corretivas possam agir (TUBINO, 2007).

Segundo Bremer e Lenza (2000) as atividades de controle da produção visam monitorar o fluxo de trabalho e o consumo de materiais em função do tempo no chão-de-fábrica, bem como verificar se os componentes estão de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos. As atividades dessa fase do processo são responsáveis por promover o *feedback* de informações para os processos descritos anteriormente.



### **3 ESTUDO DE CASO**

#### **3.1. Caracterização da Empresa**

A empresa analisada atua na produção de embalagens de papelão, estando sua matriz localizada na cidade de Maringá/PR, e possuindo uma filial na cidade de Mandaguçu/PR. Dentro da cadeia de suprimentos a empresa situa-se entre as indústrias de papel (fornecedores) e indústrias têxteis (clientes). Para os seus clientes que estão distribuídos por grande parte do território nacional, fabrica produtos que permitem o acondicionamento de fios têxteis.

Neste estudo de caso, o escopo será dado à produção de cones de papelão. Este produto atende clientes que demandam quatro categorias do mesmo, as quais são diferenciadas entre si por atributos como medidas e acabamento final.

Cabe ressaltar que nesta empresa o sistema produtivo é classificado como híbrido, pois no início o processo é caracterizado pela produção em lotes das quatro categorias, o que permite a formação de estoques amortecedores, e ao final do mesmo norteado por um sistema sob-encomenda, onde o acabamento final só poderá ser realizado mediante a confirmação do cliente. Este hibridismo do sistema de produção proporciona uma maior complexidade ao sistema administrativo.

#### **3.2. Demanda de Estudo**

Em decorrência do crescimento no volume de vendas e conseqüente elevação da carteira de clientes, torna-se necessária a profissionalização da gestão da produção, justificando a implantação de um sistema de PCP, o qual busca atuar nas situações citadas a seguir:

- a) ajustar a capacidade produtiva para que se possa atender aos níveis de demanda dos produtos;
- b) formalizar um modelo de controle de estoques, evitando a ocorrência de falta de material;
- c) seqüenciar a produção de maneira a otimizar a utilização dos recursos produtivos.

### 3.3. Metodologia

A metodologia adotada para a implantação do PCP nesta empresa seguiu uma seqüência de atividades, conforme segue:

- a) previsão da demanda;
- b) montagem do plano de produção;
- c) montagem do plano-mestre de produção;
- d) programação da produção;
- e) acompanhamento e controle da produção.

Na fase de previsão da demanda, foi realizado um processo de coleta de dados tomando-se por base o histórico de vendas de períodos anteriores, utilizando-se dos pedidos de produção como fonte de informações. Um modelo do pedido de produção encontra-se no Apêndice A. Os dados coletados foram dispostos de maneira a caracterizar a demanda por cada categoria do produto em uma tabela que esta disponível no Apêndice B – gráfico da previsão da demanda.

Para a montagem do plano de produção foi utilizada a técnica informal de tentativa e erro, por ser a mais indicada em processos reais onde o número de variáveis é grande e também pelo fato de que em longo prazo estas variáveis tendem a sofrer alta variação. O formulário no qual foi montado o plano de produção pode ser visualizado no Apêndice C.

A montagem do plano-mestre de produção exigiu um formulário para cada categoria do produto, desmembrando-se os dados em períodos semanais. Este formulário está presente no Apêndice D.

Na fase de programação da produção, inicialmente procurou-se selecionar um modelo de controle de estoques que se adéque as características do sistema produtivo. Prosseguindo a atividade de programação da produção procurou-se escolher uma regra para determinar o seqüenciamento das ordens de produção. Por fim foi definido formalmente o método de emissão e liberação das ordens de produção.

A última etapa encarregou-se da realização do acompanhamento e controle da produção, verificando-se a viabilidade dos planos a partir dos resultados encontrados.

### 3.4. Implantação

Finalizada a etapa de coleta dos dados sobre a demanda pelo produto, o próximo passo foi dispor estes dados em um gráfico da demanda em função dos meses do ano no intuito de compreender o comportamento desta demanda, para que, posteriormente seja aplicado um modelo de previsão de demanda para os próximos períodos.

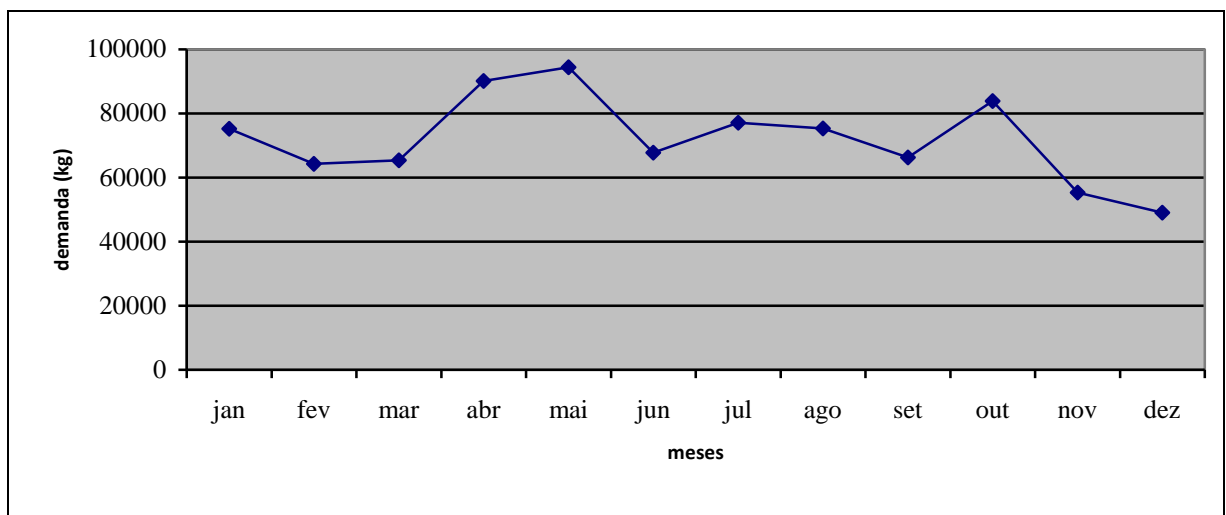


Figura 3: Demanda agregada pelos produtos no ano de 2007

A partir da Figura 3, pode-se concluir que a demanda pelo produto apresenta variação randômica e que ao final do ano também pode conter uma tendência de queda nas vendas. Sendo que esta tendência à queda só poderá vir a ser confirmada a partir da constatação do seu comportamento nos próximos períodos.

#### 3.4.1. Previsão da demanda

Depois de realizada a coleta e análise dos dados, o próximo passo será a decisão sobre qual a técnica de previsão de demanda utilizar. Como na análise dos dados constatou-se a presença de variação randômica, a técnica da média exponencial móvel foi escolhida para solucionar o problema de previsão de demanda. Como a técnica da média exponencial móvel necessita a escolha de um coeficiente de ponderação  $\alpha$ , foram realizados testes com três valores para  $\alpha$ . Sendo que, a escolha foi tomada para aquele coeficiente ao qual resulta um menor valor do erro acumulado.

Para o cálculo da média exponencial móvel, foi utilizada a equação (2):

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 2 – Previsão da demanda para o produto**

Meses	Demanda Real	Previsão ( $\alpha = 0,1$ )	Erro	Previsão ( $\alpha = 0,5$ )	Erro	Previsão ( $\alpha = 0,8$ )	Erro
Jan	75.204	75.204		75.204		75.204	
Fev	64.231	75.204	-10.973	75.204	-10.973	75.204	-10.973
Mar	65.390	74.107	-8.717	69.718	-4.238	66.426	-1.036
Abr	90.186	73.235	16.951	67.554	22632	65.597	24.589
Mai	94.410	74.930	19.480	78.870	15.540	82.268	9.142
Jun	67.714	76.878	-9.164	86.640	-18.926	92.582	-24.868
Jul	77.138	75.962	1.176	77.177	-39	72.688	4.450
Ago	75.276	76.079	-803	77.157	-1.881	76.248	-972
Set	66.920	75.999	-9.079	76.217	-9.227	75.470	-8.550
Out	83.919	75.091	8.828	71.568	12.351	68.630	-15.289
Nov	55.314	75.974	-20.660	77.744	-22.430	80.861	-25.547
Dez	49.024	73.908	-24.884	66.529	-17.505	60.423	-11.399
Erro acumulado			-37.845		-34.855		-29.875

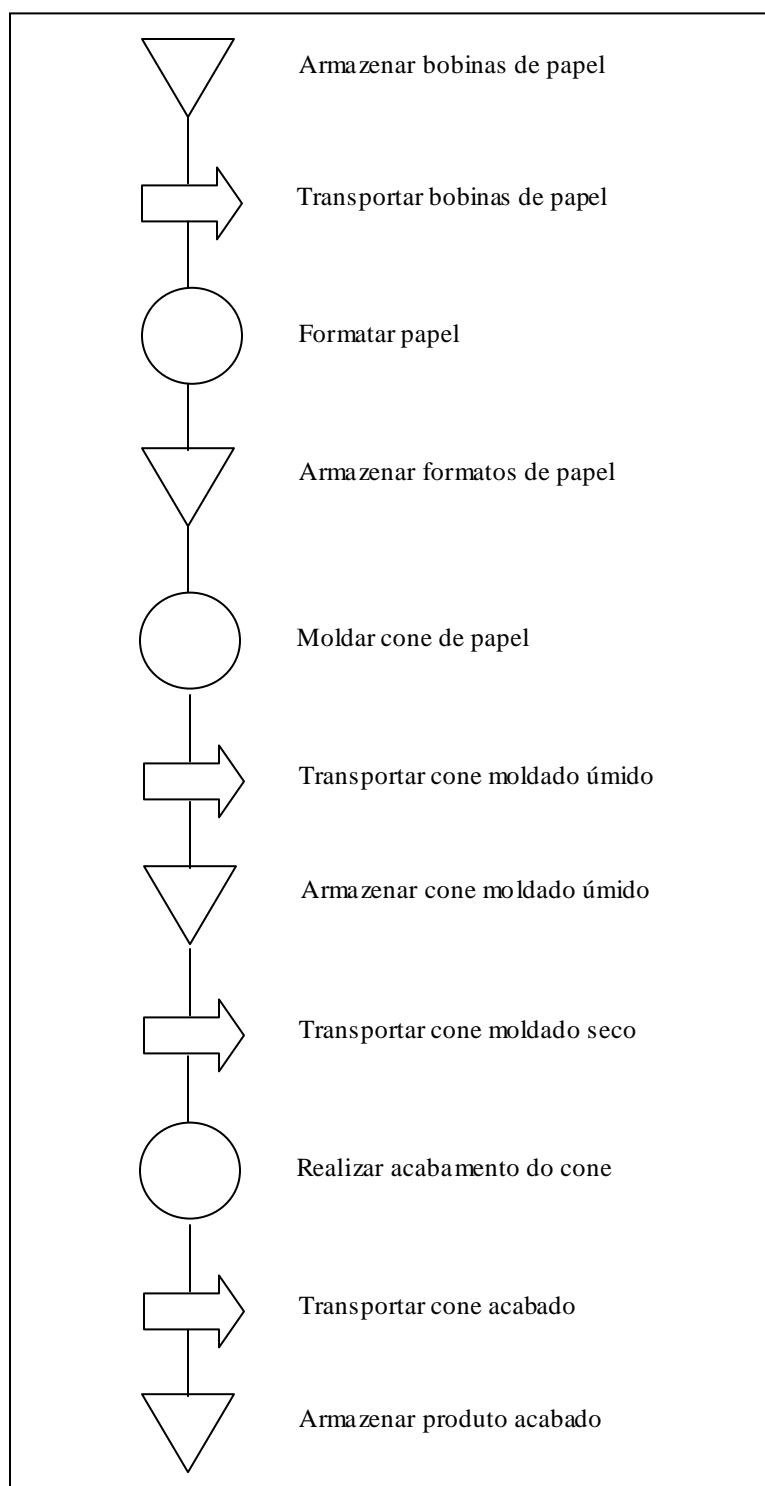
Após os cálculos realizados, pode-se perceber que o coeficiente de ponderação que resultará em um erro acumulado menor é igual a 0,8; pois os dados reagem mais rapidamente às mudanças. Logo adotar-se-á o modelo da média exponencial móvel para a previsão da demanda, com um coeficiente de ponderação igual a 0,8, que corresponde à última coluna da Tabela 2.

### 3.4.2. Montagem do plano de produção

Para a montagem deste plano de produção, as informações de produção e vendas estarão agregadas, ou seja, não haverá diferenciação por categorias do produto.

O período de planejamento será mensal abrangendo um ano à frente.

Na Figura 4 segue esquematizado o fluxograma do processo produtivo de cones de papelão, informando a seqüência em que as atividades acontecem.



**Figura 4: Fluxograma do processo produtivo**

Como pode ser visualizado na Figura 4, a empresa compra bobinas de papel de fornecedores externos e através do processo de formatação do papel as transforma em formatos de papel. Por sua vez os formatos de papel passam pelo processo de moldagem gerando cones úmidos.

Esses cones úmidos necessitam ser estocados por no mínimo 1 dia, para que tenha condições de receber acabamento. Finalizando o processo os cones já secos passam pelo processo de acabamento onde estarão prontos para serem enviados para os clientes.

Na Tabela 3 pode ser conferida a taxa de produção de cada processo, bem como a quantidade de máquinas disponíveis. Cabendo ressaltar que em um dia de trabalho preenche 8 horas produtivas.

**Tabela 3 – Capacidade produtiva**

Processo	Número de Funcionários	Taxa de produção (kg/dia)	Máquinas disponíveis
Formatação do papel	2	1.000	2
Moldagem do formato	2	512	3
Acabamento do cone	3	514	3

Portanto, de acordo com a demanda, ampliações ou reduções serão realizadas na capacidade produtiva. Para isto, máquinas podem ser ativadas (gerando contratações de funcionários), ou desativadas (gerando demissões de funcionários). Ou ainda um turno extra pode ser iniciado ou cancelado.

As demais informações de entrada para a montagem do plano de produção estão contidas nas Tabelas 4 e 5, e referem-se a valores a respeito do produto acabado. O item Recebimentos programados presente nesta tabela compreende ao recebimento de produtos produzidos pela filial, que também pertence à empresa.

Para dar suporte a montagem do plano de produção será utilizado como ferramenta de apoio o formulário presente no Apêndice C. A técnica utilizada para a montagem do plano de produção será a técnica informal de tentativa e erro.

**Tabela 4 – Informações da produção**

Informação	Valor
Estoque inicial	10.767 kg
Produção	514 kg / linha / dia
Recebimentos programados	2.114 kg / dia

**Tabela 5 – Informações de custos**

Descrição do custo	Valor
Custo de produção	\$ 2,19 / kg
Custo de produção em turno extra	\$ 3,00 / kg
Custo de produção da filial	\$ 1,80 / kg
Custo de estocagem	\$ 1,09 / kg / mês sobre o estoque médio
Custo de atrasos	\$ 10,00 / kg / mês
Custo de ampliação de uma linha	\$ 8.000 / linha de produção
Custo de redução de uma linha	\$ 10.400 / linha de produção

O formulário presente no Apêndice C tem em sua parte superior os 12 meses de planejamento do ano de 2008. Onde necessita a definição dos seguintes parâmetros, para cada período:

- a) demanda: valor previsto na etapa de previsão da demanda;
- b) produção normal: capacidade diária da linha de 514 kg, multiplicada pelo número de linhas ativas, multiplicado pelo número de dias produtivos do mês em questão;
- c) produção turno extra: quantidade exigida somente em casos extremos, também sendo um múltiplo de 514 kg;
- d) recebimentos: capacidade diária de 2.114 kg multiplicada pelo número de dias produtivos do respectivo mês;
- e) estoque inicial: quantidade em estoque em quilogramas no início do período;
- f) estoque final: quantidade em estoque em quilogramas no final do período;
- g) estoque médio: média entre o estoque inicial e estoque final;
- h) atrasos: quantidade em quilogramas de demanda reprimida;
- i) custo produção normal: valor da produção normal multiplicado pelo custo de produção de 1 kg em turno normal;
- j) custo produção turno extra: valor da produção em turno extra multiplicado pelo custo de produção de 1 kg em turno extra;

- k) custo produção recebimentos: valor de recebimentos multiplicado pelo custo de produção de 1 kg no processo produtivo da filial;
- l) custo estoques: valor do estoque médio no período multiplicado pelo valor do custo de estocagem;
- m) custo atrasos: quantidade de demanda reprimida multiplicado pelo valor do custo dos atrasos;
- n) custo de ampliação de uma linha: valor do custo de ampliação de uma linha de produção multiplicado pelo número de linhas de produção ativadas;
- o) custo de redução de uma linha: valor do custo de redução de uma linha de produção multiplicado pelo número de linhas de produção desativadas;
- p) total: somatório dos valores dos custos no período.

Para escolha do plano mais viável, foram estudadas duas alternativas de políticas de produção e estoques: na primeira, manter no mínimo um estoque de segurança de 10% da demanda, não atrasando entregas aos clientes. Na segunda alternativa não manter estoques de segurança, permitindo a ativação e desativação de linhas de produção de acordo com o comportamento da demanda.

Cabe ressaltar que se a produção em turno normal somada aos recebimentos programados não forem capazes de satisfazer as políticas, então a produção em turnos extras deverá ser programada.

Como pode ser conferido no Apêndice C o plano de produção utilizando a primeira alternativa, verifica-se que nos seis primeiros meses do ano foram programados quatro dias rodando um turno extra. Isto foi feito para que a política de manutenção de 10% de estoques de segurança pudesse ser satisfeita.

Por sua vez, no plano de produção utilizando a segunda alternativa, verifica-se que a capacidade produtiva foi programada para uma linha de produção nos meses de janeiro, abril, outubro e dezembro. Foi programada para duas linhas de produção nos meses de fevereiro, março, julho, agosto e setembro. E programada para três linhas de produção nos meses de maio, junho e novembro.



Comparando as duas alternativas logo se percebe que a que gerou um menor custo foi a alternativa B, ou seja, a segunda alternativa, de não manter estoques de segurança, a custa de mudanças repentinas na capacidade produtiva.

Portanto decide-se pela alternativa B, como o plano de produção adotado para a empresa.

A última atividade a ser realizada na montagem do plano de produção é a análise da capacidade produtiva. Na Tabela 3 podem-se conferir as taxas de produção em (kg/dia) para cada processo de produção.

Em seguida foram definidas as quantidades totais planejadas para serem produzidas em cada processo, em cada um dos meses. Estas informações estão dispostas na Tabela 6.

Inicialmente a produção para o processo de acabamento do cone, foi obtida através da soma a produção em turno normal e extra, localizada na alternativa (B) do Apêndice C.

Para os processos de moldagem do formato e formatação do papel, foram acrescentados 7% e 26% de perdas do processo respectivamente.

**Tabela 6 – Produção planejada para cada processo**

Mês	Acabamento de cone (kg)	Moldagem do formato (kg)	Formatação do papel (kg)
Janeiro	13.878	14.923	20.166
Fevereiro	26.728	28.740	38.838
Março	23.130	24.871	33.609
Abril	12.850	13.817	18.672
Maiο	37.779	40.623	54.896
Junho	41.634	44.768	60.497
Julho	25.700	27.634	37.343
Agosto	24.158	25.976	35.103
Setembro	24.672	26.529	35.850
Outubro	12.850	13.817	18.672
Novembro	33.924	36.477	49.293
Dezembro	12.336	13.265	17.926

Com o cruzamento dos dados da Tabela 3 e Tabela 6 pode-se obter a carga em dias para cada mês em cada processo. A Tabela 7 apresenta estes cálculos junto com a quantidade de dias disponíveis para cada um desses meses.

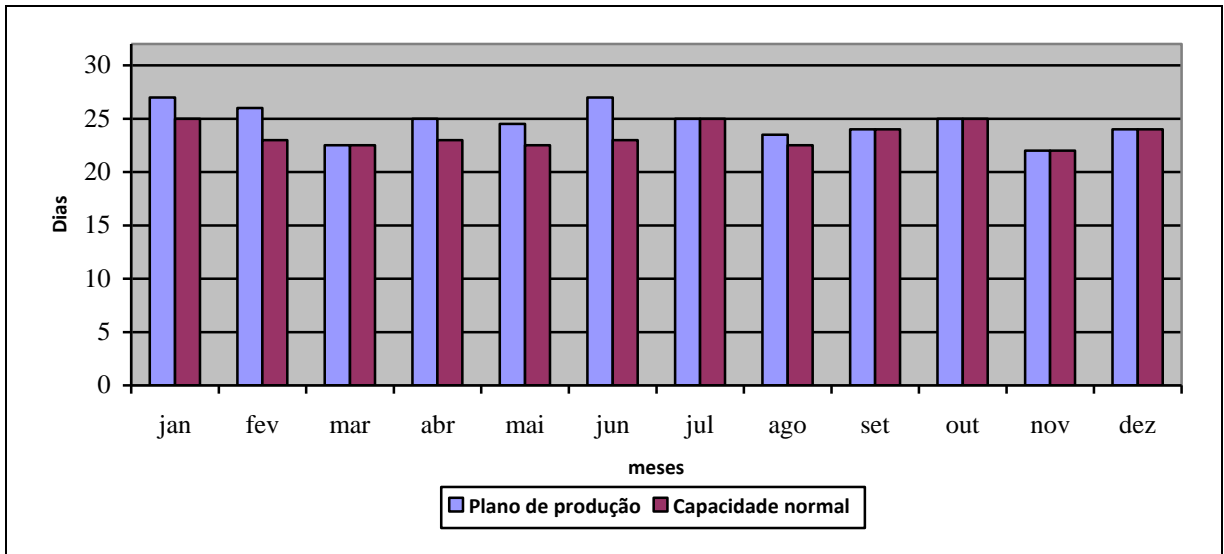
**Tabela 7 – Carga diária de trabalho**

Mês	Dias úteis	Acabamento de cone		Moldagem do formato		Formatação do papel	
		Máquinas	Carga (dias)	Máquinas	Carga (dias)	Máquinas	Carga (dias)
Janeiro	25	1	27	1	27	1	20
Fevereiro	23	2	26	2	26	2	19
Março	22,5	2	22	2	22	2	17
Abril	23	1	25	1	25	1	19
Maio	22,5	3	24	3	24	2	27
Junho	23	3	27	3	27	2	30
Julho	25	2	25	2	25	2	19
Agosto	22,5	2	23	2	23	2	18
Setembro	24	2	24	2	24	2	18
Outubro	25	1	25	1	25	1	19
Novembro	22	3	22	3	22	2	25
Dezembro	24	1	24	1	24	1	18

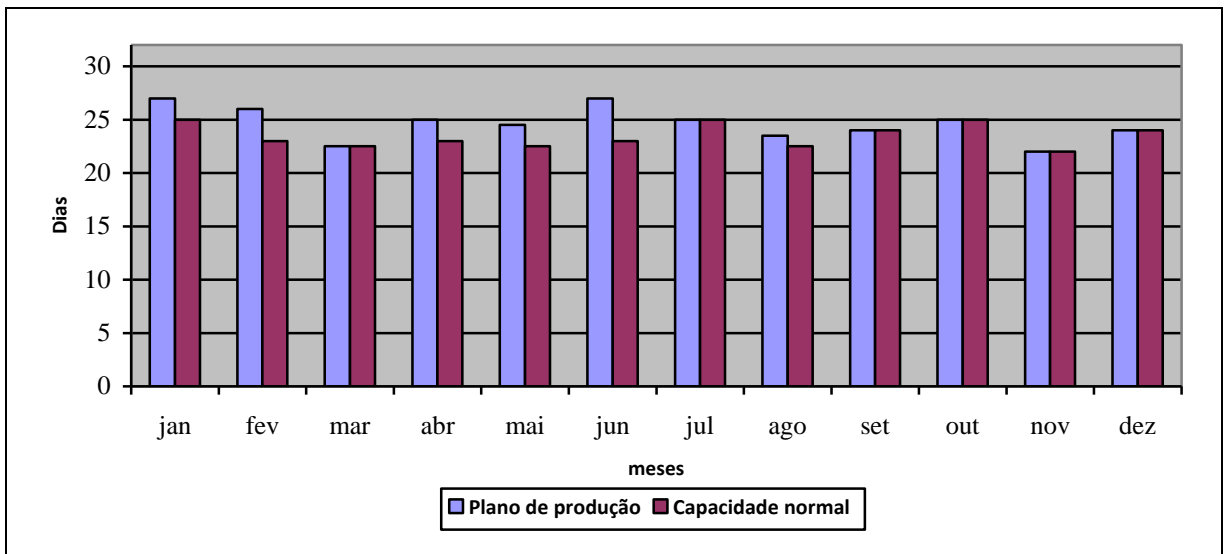
Nas Figuras 5, 6 e 7, pode-se defrontar a capacidade de produção prevista com a capacidade atual para os processos de acabamento do cone, moldagem do formato e formatação do papel respectivamente.

Diante dessas análises, constata-se que nos processos de acabamento de cone e moldagem do formato a capacidade planejada no plano de produção está superior do que a capacidade disponível. Logo, horas extras deverão ser realizadas para suplantar estas ligeiras diferenças.

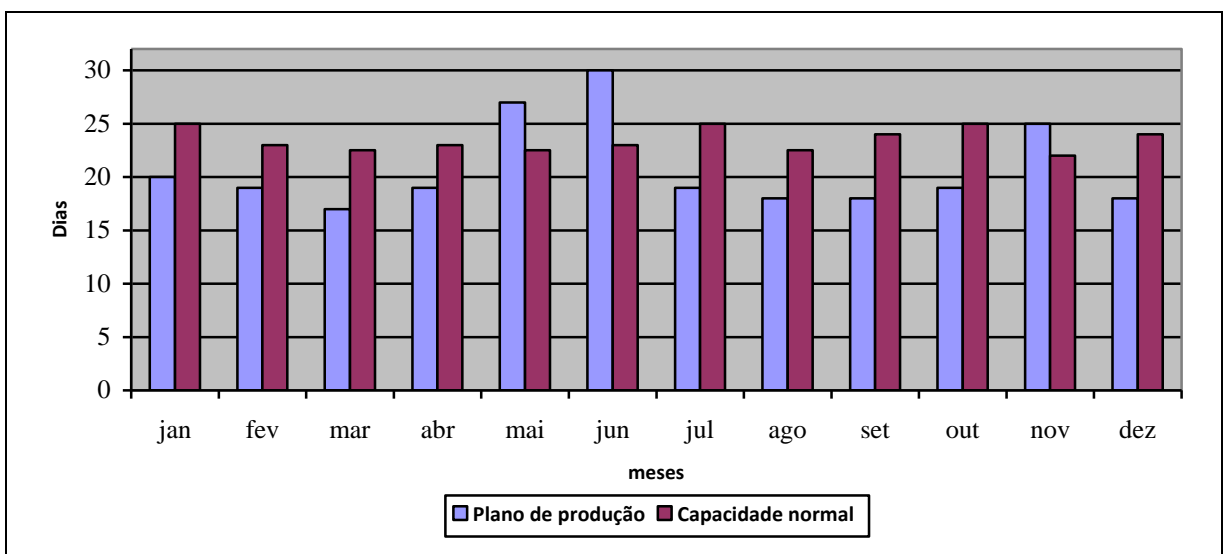
Já para o processo de formatação do papel, existem meses que deverão ser produzidos itens para estoque, para que em meses de alta demanda, a mesma seja atendida.



**Figura 5: Capacidade de produção prevista e atual do acabamento de cone**



**Figura 6: Capacidade de produção prevista e atual da moldagem do formato**



**Figura 7: Capacidade de produção prevista e atual da formatação de papel**

Os resultados obtidos do carregamento dos processos está presente no Quadro 3. Onde a carga máxima consiste em todas as máquinas operando durante todos os dias. A carga planejada leva em consideração apenas as máquinas programadas para produção. E o carregamento consiste no cálculo da porcentagem que cada processo utilizou de sua carga plena.

Processo	Carga máxima (dias)	Carga planejada (dias)	Carregamento (%)
Acabamento do cone	281,5	294,0	104
Moldagem do formato	281,5	294,0	104
Formatação do papel	281,5	249,0	88

**Quadro 3 – Planejamento de carga dos processos.**

Finalizada a montagem do plano de produção (longo prazo), e verificada sua viabilidade, deu-se início a montagem do plano-mestre de produção (médio prazo).

### **3.4.3. Montagem do plano-mestre de produção**

Para a montagem do plano-mestre de produção será utilizado como modelo o formulário disponível no Apêndice D.

No PMP serão tratadas as 4 categorias do produto, e o tempo de planejamento será semanal abrangendo dois meses à frente.

No formulário do plano-mestre de produção devem ser planejados semanalmente os seguintes itens:

- a) estoque de segurança: quantidade mínima em estoque (valor constante em todos os períodos);
- b) demanda: valor obtido a partir da previsão de demanda;
- c) recebimentos programados: refere-se a produção recebida da produção realizada na filial.

- d) estoques projetados: este valor é obtido da soma do estoque do período anterior, recebimentos programados e do PMP, subtraído da demanda;
- e) necessidade líquida: é a quantidade a ser produzida necessária para suprir a demanda;
- f) PMP: indica a quantidade que deverá ser produzida, para que não haja desfalque no estoque de segurança. Utiliza-se como parâmetro o valor gerado no item das necessidades líquidas.

Finalmente, para verificar se o plano-mestre de produção é viável, é realizada uma análise da capacidade produtiva, verificando a carga em horas que cada processo recebe a partir do PMP de cada uma das quatro categorias do produto. Os valores das taxas de produção, que servirão de base para o cálculo desse carregamento, estão disponíveis na Tabela 3.

A definição da quantidade (quilogramas) a ser produzida no processo de acabamento do cone corresponde ao valor definido no PMP. Para o processo de moldagem do formato, foi acrescido 7% decorrente das perdas do processo produtivo. Já para o processo de formatação do papel foi adicionado 26% de perda do processo produtivo.

Nos processos de acabamento de cone, moldagem do formato e formatação do papel, foi definido no Plano de Produção, a utilização de 1 máquina em janeiro (semana 1 até 5), e 2 máquinas em fevereiro (semana 6 até 9).

Para a execução do cálculo do carregamento em horas em cada semana, utilizou-se a Equação 16.

$$C = \frac{Q}{T \times N} \times 8 \quad (16)$$

Onde:

C = carregamento em horas;

Q = quantidade programada para produção;

T = taxa de produção em quilogramas/dia;

N = número de máquinas utilizadas.

**Tabela 8 – Carregamento em horas para cada processo referente à categoria A**

Período	Acabamento do cone		Moldagem do formato		Formatação do papel	
	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)
Semana 1	0	0	0	0	0	0
Semana 2	0	0	0	0	0	0
Semana 3	0	0	0	0	0	0
Semana 4	1.719	27	1.848	29	2.498	20
Semana 5	1.972	31	2.120	33	2.865	23
Semana 6	2.465	19	2.651	21	3.582	14
Semana 7	2.465	19	2.651	21	3.582	14
Semana 8	2.465	19	2.651	21	3.582	14
Semana 9	2.465	19	2.651	21	3.582	14

**Tabela 9 – Carregamento em horas para cada processo referente à categoria B**

Período	Acabamento do cone		Moldagem do formato		Formatação do papel	
	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)
Semana 1	0	0	0	0	0	0
Semana 2	1.137	18	1.223	19	1.652	13
Semana 3	2.868	45	3.084	48	4.167	33
Semana 4	2.868	45	3.084	48	4.167	33
Semana 5	2.868	45	3.084	48	4.167	33
Semana 6	3.585	28	3.855	30	5.209	21
Semana 7	3.585	28	3.855	30	5.209	21
Semana 8	3.585	28	3.855	30	5.209	21
Semana 9	3.585	28	3.855	30	5.209	21

**Tabela 10 – Carregamento em horas para cada processo referente à categoria C**

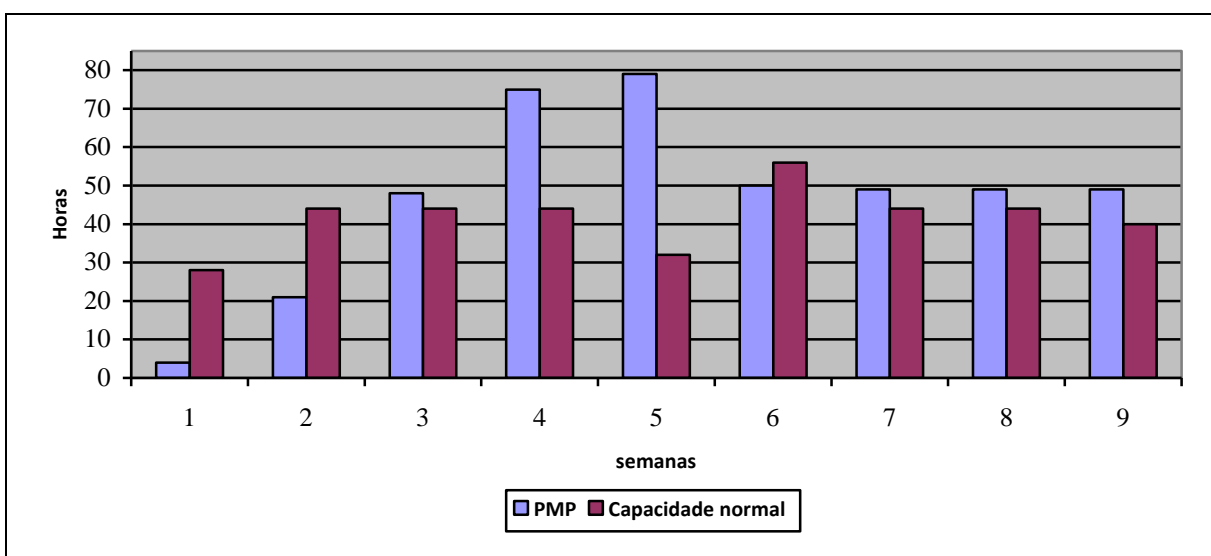
Período	Acabamento do cone		Moldagem do formato		Formatação do papel	
	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)
Semana 1	165	3	177	3	240	2
Semana 2	165	3	177	3	240	2
Semana 3	165	3	177	3	240	2
Semana 4	165	3	177	3	240	2
Semana 5	165	3	177	3	240	2
Semana 6	207	2	223	2	301	1
Semana 7	207	2	223	2	301	1
Semana 8	207	2	223	2	301	1
Semana 9	207	2	223	2	301	1

**Tabela 11 – Carregamento em horas para cada processo referente à categoria D**

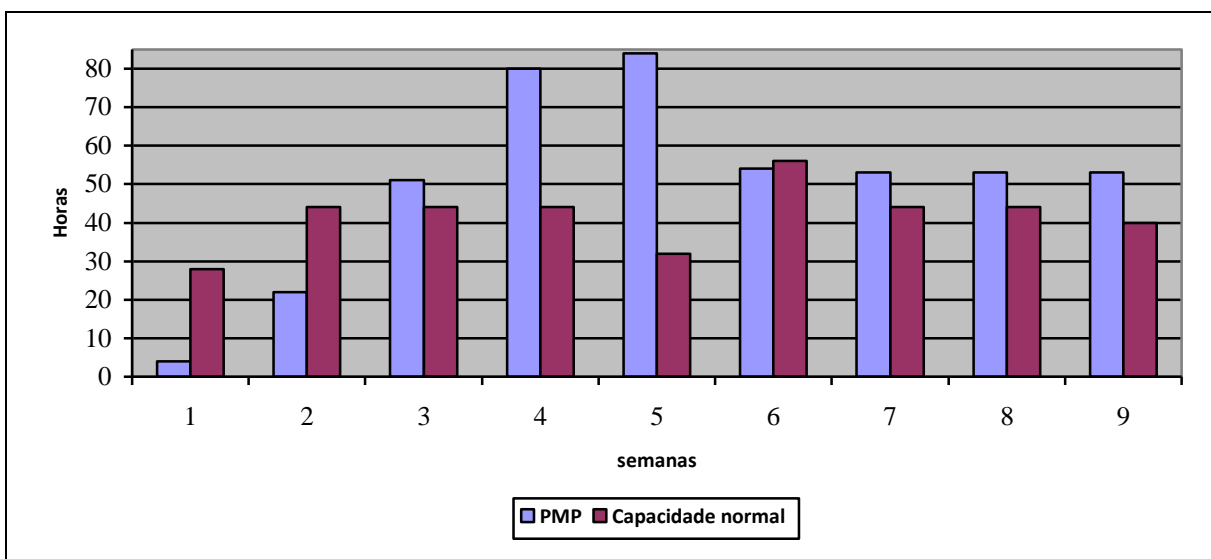
Período	Acabamento do cone		Moldagem do formato		Formatação do papel	
	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)	Quantidade (Kg)	Carga (H)
Semana 1	75	1	81	1	109	1
Semana 2	0	0	0	0	0	0
Semana 3	0	0	0	0	0	0
Semana 4	0	0	0	0	0	0
Semana 5	0	0	0	0	0	0
Semana 6	75	1	81	1	109	0
Semana 7	0	0	0	0	0	0
Semana 8	0	0	0	0	0	0
Semana 9	0	0	0	0	0	0

Depois de apurado o carregamento em horas dos processos para cada categoria, o próximo passo é consolidar esses valores. As Figuras 8, 9 e 10 ilustram os resultados para os processos de acabamento do cone, moldagem do formato e formatação do papel, respectivamente.

Ainda cabe esclarecer que em uma semana com 5,5 dias produtivos de 8 horas cada um, teremos uma semana de 44 horas. No entanto para efeito de facilitar o controle, algumas semanas aparecerão com mais ou menos dias. Isto foi feito com o objetivo de fechar o total de horas por mês. Por exemplo, as semanas 2,3,4,7,8 e 9 são normais 5,5 dias, porém a semana 1 possui menos dias (3,5) e a semana 6 possui mais dias (7).

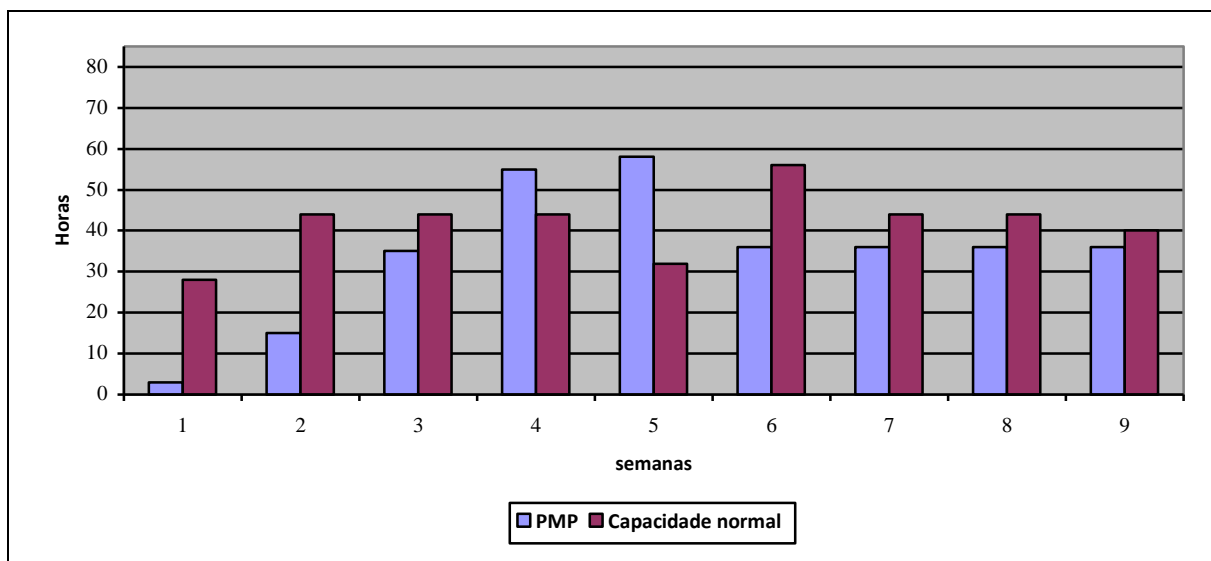


**Figura 8: Carregamento semanal em horas no processo de acabamento do cone**



**Figura 9: Carregamento semanal em horas no processo de moldagem do formato**





**Figura 10: Carregamento semanal em horas no processo de formatação do papel**

Os resultados obtidos do carregamento dos processos esta presente no Quadro 4.

O carregamento máximo (em horas), consiste no somatório de horas possíveis nestas 9 semanas, para a atividade produtiva. O carregamento planejado (em horas) decorre da quantidade de horas necessárias para que o processo cumpra o que foi planejado no PMP. E finalmente o carregamento percentual (%), corresponde a porcentagem de utilização dos processos.

Processo	Carregamento máximo (horas)	Carregamento planejado (horas)	Carregamento percentual (%)
Acabamento do cone	376	424	112
Moldagem do formato	376	424	112
Formatação do papel	376	310	82

**Quadro 4 – Carregamento consolidado dos processos.**

A partir do Quadro 4, percebe-se que nos processos de acabamento do cone e moldagem do formato, será necessária a realização de turno extra, conforme planejado anteriormente no plano de produção. Já para o processo de formatação do papel, tem-se capacidade suficiente para atender à demanda nos períodos analisados.

Finalizada a montagem do plano-mestre de produção (médio prazo), deu-se início a elaboração da programação da produção (curto prazo).

### 3.4.4. Programação da produção

A fase de programação da produção dividiu-se em três etapas: administração dos estoques, sequenciamento e emissão e liberação de ordens.

A etapa de administração dos estoques encarregou-se de planejar e controlar os estoques dos itens comprados (papel), decidindo o tamanho dos lotes de compra e a forma de reposição dos itens, realizou-se o cálculo do tamanho dos estoques de segurança, e por fim definiu-se o modelo de controle de estoques.

Neste sistema produtivo o estoque possui algumas vantagens, como: garantir a independência entre as etapas produtivas, reduzir os *lead times* produtivos e colocar segurança no sistema produtivo.

Para a definição do tamanho dos lotes de compra de papel, utilizou-se da seguinte equação:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times A}{C \times I}} \quad (12)$$

Onde:

Q = tamanho do lote de reposição;

D = demanda do item para o período;

A = custo unitário de preparação;

C = custo unitário de compra ou fabricação;

I = taxa de encargos financeiros sobre os estoques.

O tamanho do lote de reposição é calculado a partir da quantidade definida no plano de produção acrescentando o percentual de perdas existentes no processo produtivo (33%). O custo unitário de preparação é de \$ 800,00 por ordem de compra. O custo unitário de compra \$ 1,10 por quilograma. A taxa de encargos financeiros é 3% ao mês.

A Tabela 12 disponibiliza a lógica do cálculo do tamanho dos lotes de reposição, para cada mês, sendo este o lote que gera o menor custo.

**Tabela 12 – Cálculo do tamanho dos lotes de reposição**

Mês	Demanda (kg)	Perda do processo	Quantidade de papel (kg)	Tamanho do lote (kg)
Janeiro	13.878	33 %	20.714	10.022
Fevereiro	26.728	33 %	39.893	13.908
Março	23.130	33 %	34.523	12.938
Abril	12.850	33 %	19.180	9.643
Maio	37.779	33 %	56.387	16.535
Junho	41.614	33 %	62.111	17.354
Julho	25.700	33 %	38.359	13.638
Agosto	24.158	33 %	36.057	13.222
Setembro	24.672	33 %	36.824	13.362
Outubro	12.850	33 %	19.180	9.643
Novembro	33.924	33 %	50.633	15.668
Dezembro	12.336	33 %	18.412	9.448
Média	24.135	-	36.023	-

Depois de calculado o tamanho dos lotes de reposição, a segunda etapa da atividade de administração dos estoques consiste em projetar a quantidade do estoque de segurança.

Neste caso específico, foi considerado ideal trabalhar com um estoque de segurança de um mês, isto para garantir a produção, mesmo com possíveis atrasos no fornecimento (causado por variações no tempo de ressuprimento). E principalmente pelo fato de o papel necessitar de um tempo de maturação em estoque para melhor se adequar a sua aplicabilidade.

Logo, o tamanho do estoque de segurança adotado será a demanda mensal média por papel, de 36.023 quilogramas.

A última decisão dentro da atividade de administração dos estoques é a escolha do modelo de controle dos estoques.

O modelo de controle de estoque adotado é conhecido como modelo por ponto de pedido, onde primeiramente foi definido o ponto de pedido (PP)

Para isto foi definido o valor da demanda diária por papel 1.501 quilogramas, que resulta da divisão do valor da demanda média mensal de 36.023 quilogramas pela média de dias úteis por mês 24, que por sua vez é resultado da divisão do número total de dias 281,5 por 12 meses.

Também foi definido o tempo médio de ressuprimento de 7 dias úteis. Isto foi feito com uma consulta junto aos principais fornecedores de papel.

E finalmente, o tamanho estoque de segurança de 36.023 quilogramas, definido anteriormente, gerou o seguinte resultado:

$$PP = d \times t + Qs = 1.501 \times 7 + 36.023 = 46.530 \text{ kg}$$

Sendo assim, o ponto de pedido ocorre quando se atinge 46.530 quilogramas. Sempre que o estoque atingir esta quantidade um pedido de fornecimento de papel deve ser disparado. E sempre que o valor do estoque ultrapassar o valor do estoque de segurança, os desvios deverão ser avaliados.

Com esses procedimentos conseguimos formalizar um modelo de controle de estoques que reduz a probabilidade de falta de material, o que causaria transtornos a todo processo produtivo.

Finalizada a atividade de administração dos estoques, a próxima atividade compreende em definir o seqüenciamento da programação da produção.

Na etapa de seqüenciamento das ordens de produção foi definida uma regra conhecida como Menor Data de Entrega (MDE) onde os lotes serão processados de acordo com a menor data de entrega ao cliente.

A Tabela 13 relaciona os pedidos de produção já ordenados pela regra MDE, referentes ao mês de janeiro. Onde na primeira coluna tem-se o prazo de entrega ao cliente, na segunda coluna a descrição do pedido (onde OP significa ordem de produção, o número após o hífen enumera as ordens de produção em seqüência e a última letra indica qual o cliente está realizando o pedido). E a terceira coluna indica a quantidade em quilogramas solicitada pelo cliente no pedido de produção.

Cabe colocar que o valor demandado de 58.997, indica um desvio em relação a previsão da demanda de 75.204, confirmando a continuidade da hipótese inicial de que a demanda passa por um período de queda.

**Tabela 13 – Pedidos de produção do mês de janeiro de 2008**

Prazo	Pedido	Quantidade (kg)
04 / 01	OP-01J	4.087
08 / 01	OP-02J	4.598
08 / 01	OP-03E	2.907
09 / 01	OP-04B	454
11 / 01	OP-05J	4.598
15 / 01	OP-06J	5.095
14 / 01	OP-07D	1.533
15 / 01	OP-08E	2.730
16 / 01	OP-09J	4.087
16 / 01	OP-10B	303
19 / 01	OP-11G	4.536
21 / 01	OP-12J	4.598
22 / 01	OP-13E	2.487
24 / 01	OP-14J	4.087
24 / 01	OP-15E	1.896
25 / 01	OP-16B	303
26 / 01	OP-17J	4.598
26 / 01	OP-18J	2.541
30 / 01	OP-19C	3.539
	Total	58.997

A Tabela 14 informa como foi o carregamento que cada ordem de produção gerou em cada uma das duas alternativas de produção.

Nesta tabela o PCP poderá analisar combinações diferentes de carregamento, sempre buscando não ultrapassar o prazo de entrega estabelecido pelo cliente.

**Tabela 14 – Carregamento dos recursos em horas**

Pedido	Produção na Matriz carregamento (horas)	Produção na Filial carregamento (horas)	Alternativa escolhida
Taxa (kg/hora)	Alternativa A - 128,5	Alternativa B - 264,2	
OP-01J	32	15	B
OP-02J	36	17	B
OP-03E	23	11	A
OP-04B	4	2	A
OP-05J	36	17	B
OP-06J	40	19	B
OP-07D	12	6	A
OP-08E	21	10	A
OP-09J	32	15	B
OP-10B	2	1	A
OP-11G	35	17	A
OP-12J	36	17	B
OP-13E	19	9	A
OP-14J	32	15	B
OP-15E	15	7	A
OP-16B	2	1	A
OP-17J	36	17	B
OP-18J	20	10	B
OP-19C	28	13	A
Total	459	223	

Após definida a alocação de cada ordem de produção, o próximo passo é seqüenciar essas ordens, neste caso adotou-se utilizar o *software Microsoft Project 2007*. Este *software* permite dispor este seqüenciamento pelo gráfico de *Gantt*.

O resultado pode ser visualizado no apêndice E.

A última etapa da programação da produção é a emissão e liberação de ordens. Esta etapa consiste em autorizar os setores a darem início à execução das atividades. Para isto foram criados documentos que serão expedidos aos setores (ordens de compras ou fabricação) para

que estes possam dar início à produção de determinado item. Nestes documentos consta toda a descrição técnica do item, a quantidade que deverá ser produzida, e o prazo para a sua entrega. A medida que uma ordem é cumprida as novas ordens seqüenciadas são entregues ao setor.

### 3.4.5. Acompanhamento e controle da produção

Finalizando o ciclo de atividades do PCP, aparece a etapa de acompanhamento e controle da produção.

Nesta etapa deve ser realizado o acompanhamento da execução das ordens junto ao chão de fábrica, para que as mesmas sejam executadas do modo como foram planejadas.

Controles de produção foram elaborados para todos os setores do sistema produtivo. Nestes controles constam informações detalhando a produção executada diariamente. A partir destes controles o PCP pode confrontar o plano com o que foi realmente executado, identificando desvios, e a partir destes desvios planejam ações corretivas.

Um dos principais problemas que freqüentemente ocorria no sistema produtivo, era a ociosidade por falta de matéria-prima. Baseado nisso, foi criado um acompanhamento e controle da incidência de falta de suprimento de matéria-prima. A Figura 11 ilustra a situação.

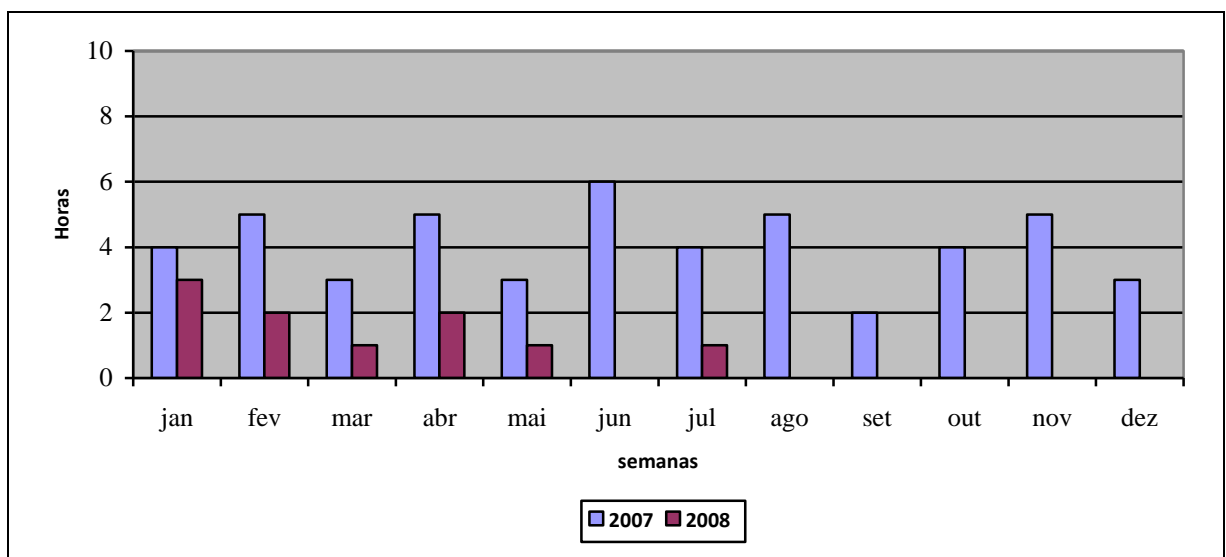


Figura 11: Acompanhamento da incidência de falta de material

A partir da Figura 11, pode-se perceber a rápida redução na incidência de falta de material. Após a utilização de sistemas de controles, a empresa pode-se preparar melhor para variações na demanda e com isso programar o sistema de suprimento de material.

## 4 CONCLUSÃO

Finalizada a etapa de implantação do PCP, pode-se averiguar que o objetivo principal do presente trabalho que é implementar o PCP a partir de uma metodologia bem definida foi alcançado. Sendo que o desafio de manter esta sistemática de PCP para os próximos períodos ainda esta por vir. Cabendo a empresa manter uma equipe capacitada a manter e aperfeiçoar este que foi o primeiro passo da implementação do PCP.

Em relação aos objetivos específicos verifica-se a implantação do processo de previsão de demanda pelo método da média exponencial móvel, o que permite a empresa antever possíveis problemas e assim planejar o sistema produtivo. A partir do processo de previsão de demanda foi possível alcançar outro objetivo que é dimensionar os recursos, ativando os recursos de modo a gerar o menor custo possível.

A adoção do modelo de controle de estoques de matéria prima por ponto de pedido, acabou com antigos problemas de paralisação da produção por falta de material que gerava muitas vezes mão de obra e maquinário ociosos.

Com um sistema produtivo planejado antecipadamente, outros dois objetivos podem ser executados sem muitas dificuldades, o planejamento da qualidade (de responsabilidade do departamento de controle da qualidade) e o planejamento de manutenções (realizado pela equipe de manutenção). Sendo que agora os departamentos de PCP, Controle de Qualidade e Manutenção, começaram a trabalhar em conjunto.

Conclui-se ao final que com os mesmos recursos em mãos antes e após a implantação do PCP, conseguiu-se uma redução no número de horas extras em 39,6%, redução do número de produtos produzidos para estoque 84,42%.

Após as constatações realizadas conclui-se a importância da implantação do PCP nas empresas e de sua manutenção.



## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J.H; Planejamento e controle da produção na pequena empresa: estudo de caso de fatores intervenientes no desempenho de um empreendimento metalúrgico da cidade de São Carlos-SP. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSCAR, São Carlos.

BREMER, C.F.; LENZA, R.P.: Desenvolvimento de um cenário para ensino de Gestão da Produção. São Carlos: Gestão e Produção, 2000.

BURBIDGE, J.L; Planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas, 1983.

CORRÊA, H.L; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP. São Paulo: Atlas, 1997.

FLEXA, R.G.C.; Estratégia de operações e planejamento e controle da produção: Um caso de reposicionamento na indústria de polipropileno. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P.; Administração da Produção: 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2006.

PEDROSO, M.C.; CORRÊA, H.L. Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica ?. Corrêa & Associados Estratégia de Manufatura e Serviços, São Paulo, vol.36, n.4, artigo 19, 1996. Disponível em: <[http://www.correa.com.br/biblioteca/artigos/A19\\_RAE\\_FGV\\_sistemas\\_de\\_programacao\\_da\\_producao.pdf](http://www.correa.com.br/biblioteca/artigos/A19_RAE_FGV_sistemas_de_programacao_da_producao.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2008.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços). Curitiba: UnicenP, 2007.

PORTER, M.; A estratégia competitiva, 7ª ed., Rio de Janeiro: Campus, 1986.

TUBINO, D.F; Manual de Planejamento e Controle da Produção: 2ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

TUBINO, D.F; Planejamento e Controle da Produção – Teoria e prática. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

ZACCARELLI, S.B.; Programação e controle da produção. São Paulo: Pioneira, 1979.

## APÊNDICE A – Modelo de Pedido de Produção

### ORDEM DE PRODUÇÃO

NOME DA EMPRESA

RUA: XYXYXYXYX. Nº: 01010101, BAIRRO: XYXYXYX

CIDADE: XYXYXYXYXYXYXYX, CEP: 54545454545, FONE: 0101010101

EMAIL: xyxyxy@xyxyxy.com.br

-----  
 PEDIDO.....: \_\_\_\_\_ EMISSÃO: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ ENTREGA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_

CLIENTE.....: \_\_\_\_\_  
 -----

ITEM	QUANTIDADE	UNIDADE	CAIXAS	DESCRIÇÃO
01	10.000	PEÇA	30	CATEGORIA X, DIÂMETRO Y, PESO W
02	2.000	PEÇA	5	CATEGORIA Y, DIÂMETRO X, PESO H
<b>TOTAL</b>	<b>12.000</b>		<b>35</b>	

SETOR.....: \_\_\_\_\_

ENCARREGADO.....: \_\_\_\_\_















## GLOSSÁRIO

Algoritmo	Uma seqüência não ambígua de instruções que é executada até que determinada condição se verifique.
Caminho crítico	Conjunto de tarefas vinculadas a uma ou mais tarefas que não tem margem de atraso.
Kanban	Cartão de sinalização que controla os fluxos de produção em uma indústria.
Lead time	Período entre o início de uma atividade produtiva e o seu término.
Manufatura enxuta	Sistema de produção que surgiu no Japão após a segunda guerra com o objetivo de aumentar a eficiência pela eliminação continua dos desperdícios.
Recurso gargalo	Em um sistema produtivo um recurso gargalo é aquele pelo qual o material não consegue fluir continuamente, formando estoques.

**Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção  
Av. Colombo 5790, Maringá-PR  
CEP 87020-900  
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**