



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
CAMPUS DE BAURU  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**MARCO ANTONIO ARGENTON**

**UM ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO  
PLANEJAMENTO AGREGADO EM UMA PEQUENA  
INDÚSTRIA MOVELEIRA PARA AQUISIÇÃO DE  
MATERIAIS.**

**BAURU-SP**

**2009**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
CAMPUS DE BAURU  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**MARCO ANTONIO ARGENTON**

**UM ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO  
PLANEJAMENTO AGREGADO EM UMA PEQUENA  
INDÚSTRIA MOVELEIRA PARA AQUISIÇÃO DE  
MATERIAIS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Bauru, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: **Prof. Dr. José de Souza Rodrigues**

**BAURU-SP**

**2009**

**MARCO ANTONIO ARGENTON**

**UM ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO AGREGADO EM UMA  
PEQUENA INDÚSTRIA MOVELEIRA PARA AQUISIÇÃO DE MATERIAIS.**

**Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Engenharia de Produção do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus de Bauru. Área de concentração: Gestão de Operações e Sistemas.**

**Bauru, \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.**

---

**Prof.Dr.Renato de Campus**

**Coordenador do Programa**

**Banca Examinadora**

---

**Prof.Dr.José de Souza Rodrigues**

**Orientador**

---

**Prof.Dr. Marcel Andreotti Musetti**

---

**Prof.Dr.Renato de Campos**

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho só se tornou possível graças à colaboração de muitas pessoas e particularmente gostaria de demonstrar essa gratidão à:

A minha esposa, Juliana, pelo seu incentivo, companheirismo e paciência.

Ao Prof. Dr. José de Souza Rodrigues, por sua orientação na realização deste trabalho.

A todos os colegas de trabalho, que de alguma forma contribuíram.

A todos os professores e amigos que tive o prazer de conhecer durante este período.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>07</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>08</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE FÓRMULAS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Origem do tema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Justificativa da pesquisa .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Objetivos da pesquisa .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.1. Objetivo geral.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Limitações do trabalho.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5. Contribuições científicas da pesquisa .....</b>	<b>17</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. PREVISÃO DE DEMANDA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3. MÉTODOS DE PREVISÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4. ERROS DE PREVISÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>2.5. Plano de produção .....</b>	<b>34</b>
<b>2.6. Programa-mestre de produção.....</b>	<b>37</b>
<b>2.6.1. Informações necessárias ao programa-mestre de produção.....</b>	<b>39</b>
<b>2.7. Programação da produção.....</b>	<b>40</b>
<b>2.8. ESTOQUES.....</b>	<b>42</b>
<b>2.8.1. ESTOQUE DE SEGURANÇA .....</b>	<b>47</b>
<b>2.9. MRP (Material Requirement Planning) .....</b>	<b>55</b>
<b>2.10. A ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS .....</b>	<b>59</b>
<b>2.11. COMPRAS .....</b>	<b>61</b>
<b>2.12. A PEQUENA EMPRESA E A GESTÃO DA PRODUÇÃO .....</b>	<b>63</b>

<b>3. MÉTODO DA PESQUISA .....</b>	<b>66</b>
<b>4. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
<b>4.1. O OBJETO DE ESTUDO .....</b>	<b>68</b>
<b>4.2. Previsão de vendas e planejamento de produção .....</b>	<b>68</b>
<b>4.3. Programação da produção e dos recursos.....</b>	<b>70</b>
<b>4.4. Previsão de demanda.....</b>	<b>71</b>
<b>4.5. Planejamento da produção e materiais.....</b>	<b>78</b>
<b>4.5.1. Determinação do estoque de segurança .....</b>	<b>94</b>
<b>4.5.1.1.Método da fórmula simples com atendimento de 90% .....</b>	<b>94</b>
<b>4.5.1.2.Método da porcentagem de consumo.....</b>	<b>94</b>
<b>4.5.1.3.Método do grau de atendimento definido de 95%.....</b>	<b>95</b>
<b>4.5.1.4.Método baseado no consumo médio por horas de produção e o tempo                     de reposição .....</b>	<b>96</b>
<b>4.5.1.5.Comparativo dos resultados dos métodos aplicados para cálculo do                     estoque de segurança .....</b>	<b>96</b>
<b>4.6. A nova ferramenta de compras .....</b>	<b>97</b>
<b>4.7. Previsão de vendas.....</b>	<b>100</b>
<b>4.8. Planejamento da produção .....</b>	<b>101</b>
<b>4.9. Resultados da nova ferramenta de compras .....</b>	<b>104</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>107</b>
<b>6. LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....</b>	<b>108</b>
<b>7. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....</b>	<b>109</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>110</b>

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1 – Planejamento-produção e programação do processo .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2 – Modelo geral da administração de produção .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3 – Comportamento dinâmico do processo de previsão.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4 – Etapas do modelo de previsão da demanda .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5 – Programa-mestre de produção no processo do MRP .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 6 – Fontes de informação para o programa-mestre de produção.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 7 – Programação da produção e horizontes de planejamento .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 8 – Sistema MRP .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 9 – Interação da administração de materiais com outras áreas das organizações .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 10 – Exemplificação do sistema de medição em horas.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 11 – Relatório de compras para itens freqüentes .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 12 – Relatório de compras para itens esporádicos .....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Aplicação de índices de sazonalidade .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 2 – Média dos resultados de cada ano .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 3 – Aumento e reduções trimestrais em relação à média .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 4 – Previsão para o ano 5.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 5 – Consumo total de cada ano .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabela 6 – Índices de sazonalidade .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabela 7 – Previsão para o ano 5.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabela 8 – Cálculo de erro médio e erro médio quadrático .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabela 9 – Estatística da demanda do item .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabela 10 – Valores de k em função do nível de serviço pretendido.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabela 11 – Estoque físico e saldo de pedidos .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabela 12 – Comparativo de produção entre unidades e horas .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabela 13 – Dados históricos de vendas em horas .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabela 14 – Comparativo de resultados dos modelos perante o resultado de 2006....</b>	<b>73</b>
<b>Tabela 15 – Comparativo de resultados dos modelos perante o resultado de 2006 retirando os resultados dos meses de junho, novembro e dezembro .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabela 16 – Previsão de vendas para 2007 .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabela 17 – Previsão mensal para 2007 .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabela 18 – Previsão total .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabela 19 – Planejamento diário da previsão total .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabela 20 – Planejamento de produção diária para o setor de extração / usinagem para os próximos 12 meses .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabela 21 – Planejamento de produção diária para o setor de montagem para os próximos 12 meses .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabela 22 – Planejamento de produção diária para o setor de acabamento para os próximos 12 meses .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabela 23 – Planejamento de produção para diária para o setor de embalagem para os próximos 12 meses .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabela 24 – Planejamento de materiais para o setor de extração 2007 .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabela 25 – Planejamento de materiais para o setor de montagem 2007.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabela 26 – Planejamento de materiais para o setor de acabamento 2007 .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabela 27 – Planejamento de materiais para o setor de embalagem 2007 .....</b>	<b>88</b>

<b>Tabela 28 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de extração .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabela 29 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de montagem.....</b>	<b>91</b>
<b>Tabela 30 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de acabamento .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabela 31 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de embalagem .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabela 32 – Dados para o método da porcentagem de consumo.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabela 33 – Dados para cálculo do estoque de segurança.....</b>	<b>95</b>
<b>Tabela 34 – Comparativo dos resultados obtidos para o estoque de segurança .....</b>	<b>96</b>
<b>Tabela 35 – Resultados obtidos em 2007 e comparados à previsão .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabela 36 – Relação previsão x entrada em produção .....</b>	<b>102</b>
<b>Tabela 37 – Comparativo entre entrada efetiva e capacidade de produção .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabela 38 – Comparativo entre previsão de consumo e consumo real .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabela 39 – Comparativo entre consumo real e valor de compras .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabela 40 – Comparativo entre compras realizadas em 2006 e 2007 .....</b>	<b>105</b>

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1 – Eficácia dos sistemas produtivos .....</b>	<b>36</b>
<b>Quadro 2 – Passos para proposta de desenvolvimento do estudo .....</b>	<b>67</b>
<b>Quadro 3 – Prazos médios a partir do pedido efetuado .....</b>	<b>79</b>
<b>Quadro 4 – Origem de consumo de cada família de matéria-prima .....</b>	<b>84</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 – Representação da movimentação de estoque .....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 2 - Modelo baseado nas revisões periódicas .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 3 – Identificação dos níveis de estoque.....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfico 4 – Distribuição acumulada da demanda .....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfico 5 – Distribuição normal.....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfico 6 - Diferenças de requisições .....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 7 - Diferenças de requisições .....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 8 - Diferenças de consumo médio mensal .....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 9 - Alteração de consumo e tempo de reposição.....</b>	<b>55</b>
<b>Gráfico 10 – Custos dos materiais em uma empresa industrial .....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE FÓRMULAS

<b>Fórmula da média móvel .....</b>	<b>26</b>
<b>Fórmula da média ponderada .....</b>	<b>27</b>
<b>Fórmula da suavização exponencial .....</b>	<b>28</b>
<b>Fórmula da média móvel centrada .....</b>	<b>29</b>
<b>Fórmula do índice de sazonalidade .....</b>	<b>30</b>
<b>Fórmula da previsão de demanda utilizando o modelo multiplicativo .....</b>	<b>33</b>
<b>Fórmula do ponto de pedido .....</b>	<b>45</b>
<b>Fórmula para cálculo do estoque de segurança com base na estatística de consumo .....</b>	<b>48</b>
<b>Fórmula para cálculo do estoque de segurança com base nos erros de previsão de demanda .....</b>	<b>50</b>
<b>Fórmula para cálculo do estoque de segurança considerando que a distribuição da demanda se aproxima de uma distribuição normal .....</b>	<b>51</b>
<b>Fórmula para cálculo do desvio-padrão da demanda durante o tempo de reposição .....</b>	<b>53</b>
<b>Fórmula para cálculo do estoque de segurança considerando que a distribuição da demanda se aproxima de uma distribuição normal projetando nível de serviço .....</b>	<b>53</b>
<b>Fórmula para cálculo do estoque de segurança levando em conta a variação do tempo de reposição e a variação da demanda .....</b>	<b>55</b>
<b>Fórmula para cálculo do estoque de segurança levando em conta apenas a variação da demanda .....</b>	<b>55</b>
<b>Fórmula para cálculo de consumo .....</b>	<b>84</b>

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de implantação do planejamento agregado para uma pequena indústria moveleira, onde através da análise de dados existentes foi possível definir e utilizar um modelo de previsão de vendas que proporcionou o desenvolvimento do planejamento agregado e permitiu a definição de produção para cada setor da empresa e também visualizar as necessidades de materiais e insumos. A implantação dessas melhorias tornou possível melhorar a função de compras, diminuir os níveis de estoque e aumentar a eficiência do planejamento e controle de produção. A proposição e construção do modelo partiram das necessidades percebidas pela empresa em melhorar o seu sistema de gerenciamento da produção para fazer frente ao seu crescimento, expresso por volumes sempre crescentes de venda e produção. Considerando as necessidades gerenciais e as características da empresa, um pequeno empreendimento industrial, foi proposto um modelo que atendesse a duas exigências que se contrapõem: melhoria do sistema de gerenciamento e controle da produção, especialmente compras, e simplicidade do modelo.

O modelo desenvolvido contempla os impactos causados pelas oscilações de vendas no setor produtivo e permite uma visualização ampla da programação de produção e consequentemente do consumo de materiais. O cenário criado por previsão de vendas é corrigido com os dados reais, proporcionando dados mais precisos e confiáveis aos setores envolvidos.

Palavras-chave: planejamento, materiais, previsão, estoques.

## ABSTRACT

This work presents a study of introduction of the projection collected for a small furniture industry, where through the analysis of existent data it was possible to define and to use a model of foresight of sales that provided the development of the collected projection and allowed the definition of production for each sector of the enterprise and also to visualize the necessities of materials and inputs. The introduction of these improvements returned possibly the function of purchases improved, to reduce the levels of stock and to increase the efficiency of the projection and control of production.

The proposition and construction of the model left from the necessities realized by the enterprise in improving his system of management of the production always to do in front of his growth expressed by growing volumes from sale and production. Considering the management necessities and the characteristics of the enterprise, a small industrial undertaking, there was proposed a model that was paying attention to two demands that are compared: improvement of the system of management and control of the production, specially you buy, and simplicity of the model.

The developed model contemplates the impacts caused by the oscillations of sales in the productive sector and allows a spacious visualization of the planning of production and consequently of the consumption of materials. The scenery created by foresight of sales is corrected by the real data, providing more precise and reliable data to the wrapped sectors.

Keywords: planning, materials, forecast, stocks.

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas a origem do tema escolhido, a forma de abordagem adotada na pesquisa, os objetivos, as justificativas e as limitações da pesquisa.

A administração de materiais é estratégica para as empresas, pois sendo o tema pertinente à área de planejamento e controle da produção (PCP), visa aumentar a eficiência (relação entre resultados e recursos empregados) e a eficácia (relação entre o que foi realizado e o que deveria ter sido feito) organizacional. Permite a obtenção de vantagens competitivas por meio da redução de custos, da redução dos investimentos em estoques, das melhorias nas condições de compras mediante negociações com os fornecedores e da satisfação de clientes e consumidores em relação aos produtos oferecidos pela empresa (GONÇALVES, 2004).

Dada à importância das diversas atividades internas e externas relacionadas com a produção, hoje se fala em administração de operações de produção, as quais envolvem a gestão dos recursos produtivos, das operações de obtenção e movimentação de materiais, do trabalho, do capital e das demais atividades relacionadas à produção (STEVENSON, 2001).

Evans (1997) propõe o modelo da figura 1 para a gestão da produção. Esta pesquisa focou as duas etapas iniciais do modelo, as previsões e o planejamento agregado de produção, pois, considerou-se o fato de a empresa não dispor de nenhum tipo de planejamento. Esta forma de abordar o problema a ser vencido pode ser entendida como um processo de implantação da gestão da produção em etapas, sendo elegidas as consideradas

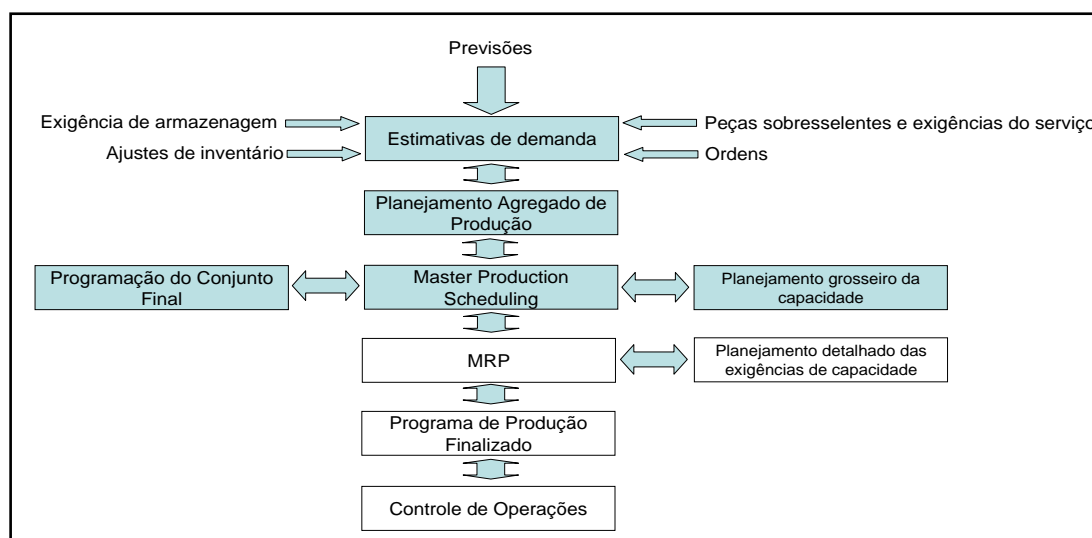


Figura 1 – Planejamento-produção e programação do processo.

Fonte: Adaptado de Evans (1997)

O estudo da implantação do modelo norteou este trabalho, o qual está organizado em 7 capítulos, descritos a seguir:

- O primeiro capítulo consiste da introdução e do detalhamento das características gerais da pesquisa.
- O segundo, da revisão bibliográfica, na qual é abordada a administração da produção, previsão de demanda, administração de materiais.
- O terceiro, da metodologia utilizada.
- O quarto, da apresentação empresa objeto do estudo dos dados analisados e resultados obtidos
- O quinto, da conclusão do trabalho.

Após a conclusão são apresentadas as limitações da pesquisa e as recomendações para pesquisas futuras.

### **1.1. Origem do tema**

A empresa objeto da pesquisa estava envolvida com o problema de conciliar crescimento com demandas gerenciais. Neste aspecto, esta pesquisa consistiu em encontrar respostas para as demandas da empresa conciliando teoria, orçamento reduzido e praticidade. O tema previsão da demanda e planejamento agregado emergiu de ambas as necessidades. A literatura mostra a importância da previsão como fornecedora de parâmetros fundamentais para o desenvolvimento do planejamento agregado. Ele é uma ferramenta essencial para o gerenciamento agregado das operações de produção e dos recursos de manufatura da empresa. Sob esta ótica, esta pesquisa limitou-se a definir o método de previsão a ser utilizado e desenvolver o planejamento agregado observando as particularidades do objeto de estudo.

### **1.2. Justificativa da pesquisa**

A realização da presente pesquisa se justifica baseando-se nos ganhos proporcionados pela implantação de um simples modelo de previsão de vendas que proporcionará o desenvolvimento do planejamento agregado e conseqüentemente permitirá uma melhor gestão dos materiais aumentando a eficiência do setor de compras. A pesquisa buscou entender a aplicação prática destes temas, considerando os resultados que poderiam ser obtidos e as carências do objeto de estudo. Partindo dos dados obtidos existentes na empresa e com a teoria pertinente foram realizados estudos, elaborados e testados modelos de

previsão e desenvolvidas ferramentas dentro da lógica de simplicidade e praticidade operacional. A pesquisa gerou um modelo de planejamento agregado sintético e funcional que, dentro do objeto de estudo, cumpriu os objetivos iniciais: criar a cultura do planejamento da produção com base em métodos de previsão sem, contudo, abranger toda a complexidade do processo gerencial em uma organização.

### **1.3. Objetivos da pesquisa**

#### **1.3.1. Objetivo geral**

Estudar a implantação do planejamento agregado na indústria moveleira de pequeno porte como estratégia de melhoria do fluxo de materiais e dos níveis de estoque.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Com base no modelo de planejamento da produção proposto por Evans (1997) e apresentado na figura 1, implantar as duas etapas iniciais, ou seja, definir o modelo de previsão e implantar o planejamento agregado da produção.

### **1.4. Limitações do trabalho**

Considerando as necessidades de aplicação prática do modelo desenvolvido, a pesquisa focou os aspectos operacionais da empresa e, por isso, a pesquisa restringiu-se a modelos mais simples e práticos em detrimento de modelos sofisticados e complexos. O modelo deve ser testado em outras empresas, se possível em contextos distintos.

### **1.5. Contribuições científicas da pesquisa**

A pesquisa teve como contribuição científica a construção de um modelo de gestão da produção baseado no modelo de Evans (1997), abrangendo as duas etapas iniciais. A principal contribuição da pesquisa foi aliar simplicidade, funcionalidade e operacionalidade do modelo. Graças a estas características o modelo contribuiu para a redução de problemas relacionados à produção e formação de uma cultura de planejamento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi construído com base nos modelos de Evans (1997) e Tubino (2007), sendo enfatizados os seguintes elementos apresentados nos modelos ou neles subentendidos:

- Administração da produção
- Previsão de demanda
- Métodos de previsão
- Erros de previsão
- Compras
- Administração de materiais
- Estoques
- MRP
- A pequena empresa e a gestão da produção

A administração da produção foi escolhida para integrar a revisão, pois trata dos temas gerais, envolvendo os conceitos de como solucionar os problemas relacionados à produção e as decisões administrativas a serem tomadas no curto, médio e longo prazos para solucioná-los. Envolve também aspectos estratégicos, táticos e operacionais da organização empresarial e a percepção de como a produção contribui com eles (STEVENSON, 2001; SLACK et al., 2002; TUBINO, 2007). Desta forma, espera-se apresentar o arcabouço do processo que envolve a administração da produção, no qual está contido o tema de pesquisa.

Já a previsão da demanda nos mostra a sua importância no dimensionamento de capacidades produtivas, gerenciamento de estoques, etc. A previsão é o ponto inicial para qualquer planejamento empresarial e principal informação para o planejamento da produção. Elaborada a previsão o PCP decidirá o que utilizar e o departamento de compras será o responsável em garantir o abastecimento de recursos para o setor produtivo, através de fontes adequadas, negociando valores e garantindo prazos de entrega.

A administração de materiais busca integrar a previsão de vendas até a entrega do produto ao cliente, interagindo com praticamente todas as áreas da empresa e constitui-se em uma fonte de lucro para empresa.

Gerenciar estoques é um dos grandes desafios administrativos. Calcular os estoques de segurança, estabelecer ponto de pedido, identificar tempos de ressuprimento são necessidades básicas para um gerenciamento eficiente. Os estoques são necessários para

vender ou suprir o processo produtivo e por isso definir a ferramenta de gestão de estoque é fundamental.

Um ponto importante da pesquisa é a abordagem do problema em uma pequena empresa. Tais empresas possuem características que as diferem das grandes empresas e influenciam diretamente no desenvolvimento de soluções para o contexto em questão.

## 2.1. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

A função produção é central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é única nem, necessariamente, a mais importante.

Quando se fala em administração da produção, implicitamente, está sendo posto em evidência também a gestão de operações, que se ocupa da atividade de gerenciamento estratégico dos recursos humanos, tecnológicos, informacionais e outros, de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços, visando atender a necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes. Além disso, deve também compatibilizar este objetivo com as necessidades de eficiência no uso dos recursos que os objetivos estratégicos da organização requerem (CORRÊA & CORRÊA, 2005).

Na figura 2, Slack et al.. (2002) apresenta um modelo geral da administração da produção.

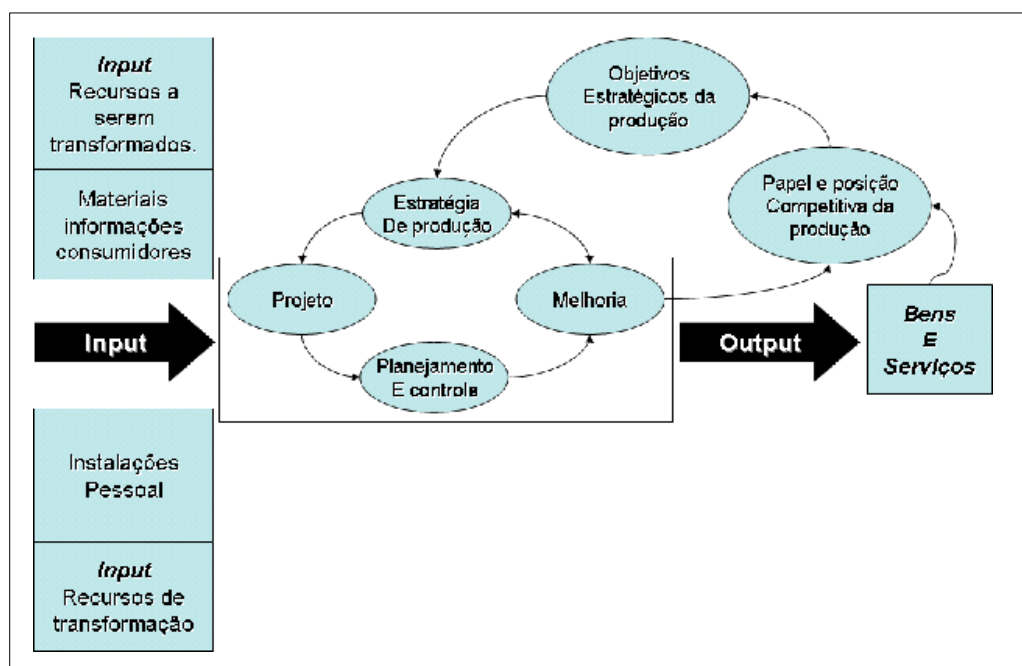


Figura 2 – Modelo geral da administração de produção.

Fonte: Adaptado de Slack et al... (2002).

Para Arnold (2006), algumas empresas fabricam poucos produtos diferentes, enquanto outras fabricam muitos produtos. Entretanto, cada uma utiliza diversos processos, maquinário, equipamentos, habilidades de trabalho e materiais. Para ser lucrativa, uma empresa deve organizar todos esses fatores para fabricar os produtos certos no tempo certo com nível de qualidade adequado e fazê-lo tão economicamente quanto possível. Isso constitui um problema complexo, sendo essencial ter-se um bom planejamento e controle de produção.

Um bom sistema de planejamento deve responder as seguintes questões:

- O que se pretende fabricar?
- O que é necessário para fabricá-lo?
  - O que a empresa possui?
  - De que a empresa precisa?

Seguindo a lógica apresentada na figura 1, o planejamento agregado sucede a previsão de vendas e fornece informações para o plano mestre de produção, que cria as condições para a elaboração do MRP. Em essência o plano de produção é o *output* do planejamento agregado (STEVENSON, 2001).

Várias informações são necessárias para se fazer um planejamento agregado eficaz. Primeiro, a demanda esperada precisa ser prevista, depois, os recursos de produção disponíveis ao longo do período de planejamento precisam ser conhecidos e, finalmente, a demanda por eles determinada (STEVENSON, 2001).

## **2.2. PREVISÃO DE DEMANDA**

No modelo de Evans (1997) a previsão constitui-se no passo inicial do planejamento. Antes de fazer os planos, deve-se fazer uma estimativa das condições futuras. Como são feitas as estimativas e com que precisão, é outro problema: mas não se pode fazer nada sem alguma forma de estimativa (ARNOLD, 2006).

Estimar a demanda inclui o dimensionamento das capacidades envolvidas com a definição de equipamentos, dos recursos financeiros, da disponibilidade de mão-de-obra e da quantidade de materiais necessários para a produção de bens e serviços (GONÇALVES, 2004).

Toda gestão de estoques depende da previsão. Ela estabelece estimativas futuras dos produtos indicando quando serão comprados pelos clientes (DIAS, 2006). A previsão é o

ponto de partida de todo planejamento empresarial, não é uma meta de vendas e sua precisão deve ser compatível com o custo de obtê-la.

As empresas, de uma ou de outra maneira, direcionam suas atividades para o rumo em que elas acham que o seu negócio andar . O rumo   normalmente traado em cima de previsões, sendo a previsão de demanda a principal delas. A previsão da demanda   base para o planejamento estratégico da produo, vendas e finanças das empresas. Partindo desse ponto, as empresas podem desenvolver os planos de capacidade, de fluxo de caixa, de vendas, de produo e estoques, de mão-de-obra, de compras etc. As previsões têm uma funo muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produo, pois permitem que os administradores destes sistemas antevejam o futuro e planejem adequadamente suas aoes (TUBINO, 2007).

A previsão de demanda é a principal informaao utilizada pelo PCP na elaborao de suas atividades. Previsão mal feita resulta em trabalho desperdiado desde o PCP até a última etapa produtiva. As empresas de pequeno e médio porte não possuem pessoal com uma especializao muito grande para as atividades, cabendo ao pessoal do PCP (normalmente o mesmo de vendas) a elaborao das previsões.

As previsões normalmente seguem padrões, conforme mostra a representaao esquemática fornecida por Dias (2006)   mostrada na figura 3.

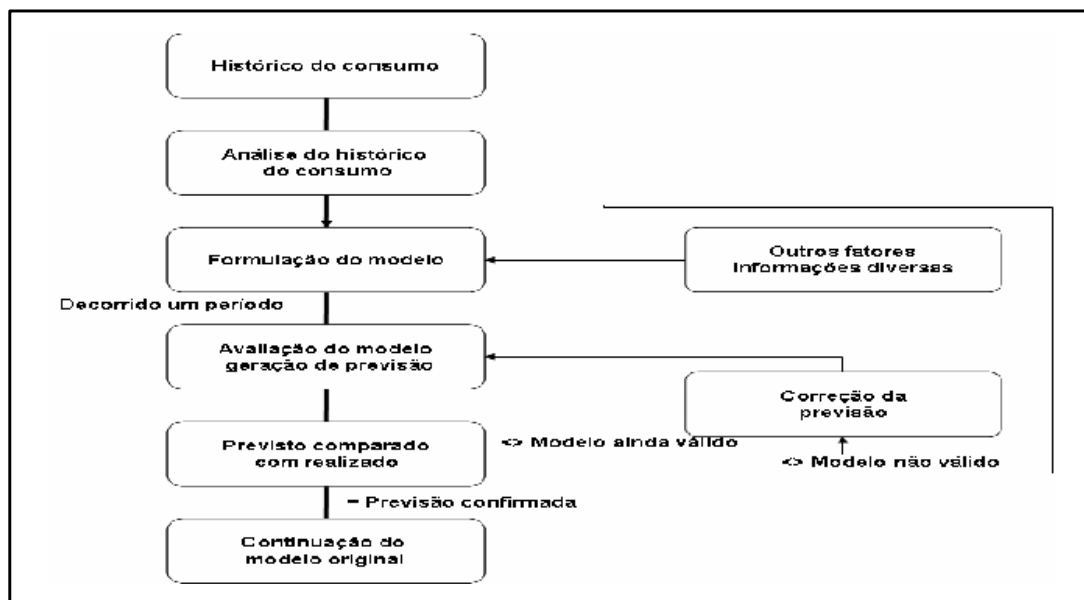


Figura 3 – Comportamento dinâmico do processo de previsão.

Fonte: Tubino (2007)

Se os dados históricos referentes à demanda são representados obedecendo a uma escala de tempo, o gráfico poderá indicar padrões de comportamento. Como um padrão é o formato geral de uma série temporal, embora alguns pontos possam não se comportar como o padrão, eles tendem a se agrupar em torno dele (ARNOLD, 2006).

Os formatos dos padrões de demanda podem mudar ao longo do tempo. Aqueles que conservam o mesmo formato se chamam estáveis e os outros dinâmicos. Quanto mais estável o padrão, mais fácil é elaborar a previsão (DIAS, 2006).

Além disso, a demanda de um produto é independente quando essa demanda não depende, ou não esta relacionada à demanda de outro produto, ou a demanda é dependente quando ela deriva da demanda de outro item ou segmento.

A demanda varia de um período para outro de acordo com quatro padrões: tendência, sazonalidade, variação aleatória e ciclo.

A tendência mostra o comportamento da demanda num intervalo de tempo, podendo ser linear, geométrica ou exponencial. As tendências podem apresentar variações ou ser constante.

Quando o padrão flutua dependendo da época do ano devido a um fato identificável diz-se que ele é sazonal. A sua sazonalidade pode ser anual, mensal, semanal e até diária.

Os fatores que afetam a demanda durante períodos específicos podem apresentar um comportamento aleatório, ou seja, a demanda tem características que não podem ser explicadas, pois se devem a fatores próprios dela.

A demanda apresenta também aumentos ou diminuições ondulatórias, reflexos da economia, conhecidos como ciclos.

Krajewski & Ritzman (2007) diz que embora algum tipo de estimativa da demanda seja necessário para os bens e serviços individuais produzidos por uma empresa, pode ser mais fácil prever a demanda total para grupos ou conjuntos e, então, derivar as previsões para os produtos e serviços individualmente. Da mesma forma, selecionar a unidade correta de medida (por exemplo, unidades de produto ou serviço ou máquinas-hora) para a previsão pode ser tão importante quanto escolher o melhor método.

As previsões devem ser feitas com base em quatro princípios fundamentais. Nenhuma previsão é perfeita, deve incluir estimativa de erro, as previsões são mais precisas para famílias e para períodos de tempo mais próximos. O entendimento deles é útil para que se faça uso eficaz das previsões. São simples e, até certo ponto, de senso-comum (ARNOLD, 2006).

Tubino (2007) propõe um modelo de previsão da demanda dividido em cinco etapas básicas, apresentadas na figura 4. Inicialmente, define-se o objetivo do modelo, com base no qual se coletam e analisam-se os dados, seleciona-se a técnica de previsão mais apropriada, calcula-se a previsão da demanda e, como forma de feedback, monitoram-se e atualizam-se os parâmetros empregados no modelo através da análise do erro de previsão.

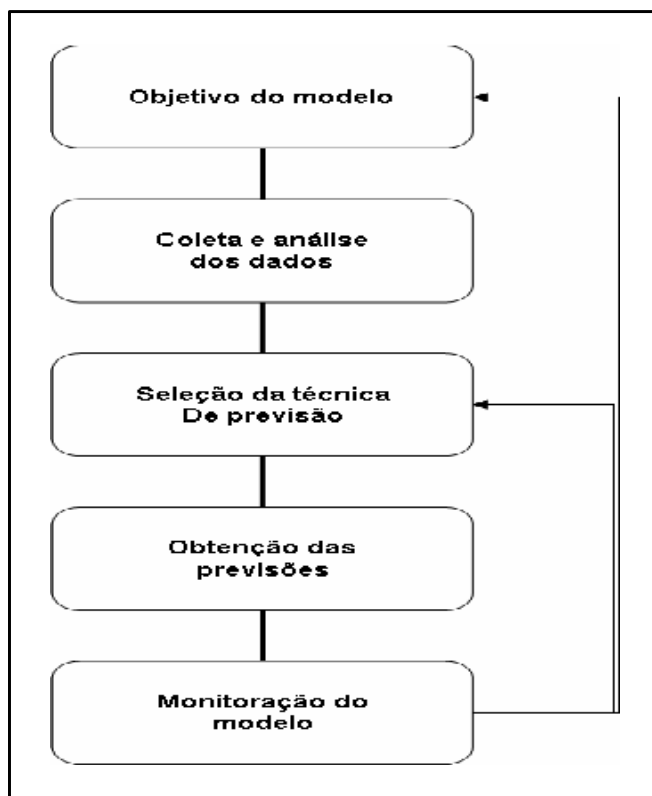


Figura 4 – Etapas do modelo de previsão da demanda.  
Fonte: Tubino (2007)

Para Tubino (2007), a primeira etapa consiste em definir a razão pela qual se necessita de previsões. Que produto (ou famílias de produtos) será previsto, com que grau de acuracidade e detalhe a previsão trabalhará, e que recursos estarão disponíveis para esta previsão. A sofisticação e o detalhamento do modelo dependem da importância relativa do produto (ou família de produtos) a ser previsto e do horizonte ao qual a previsão se destina. Itens poucos significativos podem ser previstos com maior margem de erro, empregando-se técnicas simples, assim como se admite margem de erro maior para previsões de longo prazo, empregando-se dados agregados de famílias de produtos.

Em geral as previsões se baseiam em dados históricos que são manipulados de alguma maneira, com a utilização de júris de especialistas (Método Delphi) ou de alguma

técnica estatística. Quanto mais dados históricos forem coletados e analisados, mais confiável será a técnica de previsão (ARNOLD, 2006).

A previsão só pode ter a qualidade dos dados em que se baseia. Arnold (2006) recomenda a adoção de três princípios de coleta de dados para que a previsão produza “bons dados”, ou seja, registrar os dados nos mesmos termos exigidos pela previsão, as circunstâncias relativas aos dados e a demanda separadamente para grupos de clientes diferentes.

Durante a escolha de uma técnica de previsão é necessário verificar se há dados históricos, se a empresa tem experiência passada com a aplicação técnica, se há disponibilidades de tempo para coletar, analisar e preparar os dados e a previsão e determinar o período de planejamento para o qual a previsão será feita.

Feita a coleta e análise de dados seleciona-se a técnica de previsão usando-se aquela que produz o menor erro. De maneira geral, existem técnicas qualitativas e quantitativas. Cada uma tem o seu campo de ação e aplicabilidade, pois existe uma técnica que seja adequada a todas as situações (TUBINO, 2007).

Ao se optar por uma, deve-se ponderar uma série de fatores, principalmente custo e acuracidade. Técnicas que levam a uma acuracidade maior são, normalmente, mais caras implicando em que deve ser avaliado o quanto se está disposto a gastar no modelo de previsão e quanto custa o erro decorrente de uma previsão inadequada. Nem sempre o modelo mais caro, ou o mais acurado, é o indicado. Normalmente, para questões estratégicas se está disposto a gastar mais (com técnicas qualitativas, por exemplo) e correr menores riscos, enquanto que para questões operacionais a situação é a inversa.

Definida a técnica de previsão e a aplicação dos dados passados para obtenção dos parâmetros necessários, podem se feitas as projeções futuras da demanda. Quanto maior for o horizonte pretendido, menor a confiabilidade da previsão (TUBINO, 2007).

À medida que os períodos para as quais as previsões forem feitas aproximam-se do ponto de execução, deve-se monitorar a extensão do erro entre a demanda real e a prevista para verificar se a técnica e os parâmetros empregados ainda são válidos. Em situações normais um ajuste nos parâmetros do modelo para que reflita as tendências mais recentes é suficiente. Em situações críticas, um estudo desde o primeiro passo pode incluir um novo exame dos dados e a escolha de uma nova técnica de previsão.

Tubino (2007) afirma que existe uma série de técnicas disponíveis, com diferenças substanciais entre elas. Contudo, antes de apresentar as principais, cabe descrever as características gerais que normalmente estão presentes em todas as técnicas de previsão.

Geralmente assume-se que as causas que influenciaram a demanda passada continuarão a agir no futuro, as previsões não são perfeitas, a acuracidade das previsões diminui com o aumento do período de tempo e a previsão para grupos de produtos é mais precisa do que para os produtos.

Os vários métodos de previsão podem ser classificados em três categorias: qualitativos, extrínsecos e intrínsecos.

Os métodos qualitativos são projeções baseadas no discernimento, na intuição e em opiniões informadas. Por sua natureza, são subjetivas. Essas técnicas são utilizadas para prever tendências gerais dos negócios e a demanda potencial de grandes famílias de produtos para um período prolongado de tempo. Como tal, são utilizadas principalmente pela alta administração. As previsões de produção e de estoques estão geralmente associadas à demanda de itens finais particulares, e as técnicas qualitativas são raramente adequadas nesse caso (ARNOLD, 2006).

Na tentativa de prever a demanda de um novo produto não existe histórico em que basear uma previsão. Nesses casos, as técnicas de pesquisa de mercado e de analogia histórica podem ser utilizadas. Há muitos outros métodos de previsão qualitativa. Um deles, chamado método Delphi, utiliza um grupo de peritos que dão suas opiniões sobre o que provavelmente acontecerá.

Os métodos baseados em indicadores externos relacionados à demanda dos produtos de uma empresa são conhecidos como extrínsecos. Exemplos desses dados são os inícios de construções, as taxas de nascimento e a renda disponível. A teoria subjacente é que a demanda de um grupo de produtos ou é indiretamente proporcional às atividades em outro campo, ou é relacionada a elas. As vendas de tijolos são proporcionais aos inícios de construções, enquanto que as vendas de pneus de automóveis são proporcionais ao consumo de gasolina, por exemplo.

O problema é encontrar um indicador que tenha relação com a demanda e, preferencialmente, a antecipe, ou seja, que ocorra antes da demanda. Por exemplo, o número de contratos de construção firmados em um período pode determinar o material para construção vendido no próximo período. Quando não é possível encontrar um indicador antecipado, pode ser possível utilizar um indicador não antecipado, para o qual o governo ou uma organização fazem previsões. Em certo sentido, trata-se de fazer uma previsão com base em outra previsão.

A previsão extrínseca é mais utilizada na previsão da demanda total dos produtos de uma empresa ou da demanda de famílias de produtos. Dessa forma, ela é utilizada com

mais freqüência no planejamento de negócios ou da produção do que na previsão de itens finais individuais.

Dados históricos são utilizados por métodos intrínsecos. Esses dados geralmente estão registrados na empresa e estão prontamente disponíveis. Esse método de previsão se baseia na suposição de que o que aconteceu no passado acontecerá no futuro, ou seja, o melhor guia para programações futuras é o que aconteceu no passado (ARNOLD, 2006).

Os métodos quantitativos se caracterizam, por apresentar inferências estatísticas a respeito da venda a ser prevista. Para que as inferências estatísticas apresentem resultados precisos, há necessidade de uma quantidade adequada de dados observados; por isso, estes métodos exigem um esforço de armazenamento de informação.

Vale dizer que para esses métodos possuem como base fundamental a observação, tratamento e análise de dados. Os métodos encontrados na literatura e mais simples, para atender a um dos objetivos desta pesquisa, serão apresentados e descritos no próximo tópico.

### 2.3. MÉTODOS DE PREVISÃO

Os métodos de previsão apresentados neste capítulo foram obtidos de Gonçalves (2004), Arnold (2006), Tubino (2007), Dias (2006), Chopra (2006), Corrêa & Corrêa (2005), Krajewski e Ritzman (2007). Os métodos de previsão são: a média móvel, a média móvel ponderada, o método da suavização exponencial com base na previsão ou consumo, sazonalidade, método do ajuste linear, método aditivo e método multiplicativo.

A palavra móvel significa movimento, visto que a tomada de valores para o cálculo de média varia em função do tempo (GONÇALVES, 2004).

Tubino (2007) diz 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 o dado mais antigo é substituído pelo mais recente. A média móvel é calculada conforme a equação (1).

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

Onde:

$Mm_n$  = média móvel de n períodos;

$Di$  = demanda ocorrida no período i;

n = número de períodos;

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

Esse modelo considera que as variações de demanda são relativamente pequenas e com isso terão pouca influência no cálculo do valor projetado.

Quanto maior o número de períodos utilizados para calcular a média simples, menor a sensibilidade do modelo às variações recentes da demanda, ou seja, caso a demanda se eleve rapidamente o modelo não irá refletir este comportamento e tenderá levar os gestores a subestimarem os valores a serem produzidos. Por outro lado, se houver uma queda acentuada da demanda no curto prazo, os gestores demorarão em reduzir o ritmo de produção, gerando estoques além do necessário.

A grande vantagem desse modelo é sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento. A média móvel fornece apenas a previsão para o período imediatamente posterior, sendo que para os períodos futuros começa a incorporar a própria previsão. O seu uso é recomendado em situações nas quais a demanda apresenta comportamento estável e o produto não é relevante (TUBINO, 2007).

Na utilização do método da média móvel, todos os dados históricos que o compõem têm o mesmo peso. No modelo da média ponderada, os dados históricos são tratados de acordo com um grau de importância. Cada um dos períodos incluídos no cálculo da média passa a ter um peso que corresponde a sua importância. Com o objetivo de refletir o comportamento da demanda mais recente associa-se os maiores pesos aos meses mais recentes (GONÇALVES, 2004).

O modelo de previsão baseado na média móvel ponderada apresentado por Gonçalves (2004) é calculado conforme a equação (2):

$$Mp = \frac{\sum_i^n WiDi}{\sum_i^n Wi} \quad (2)$$

Onde:

$Mp$  = média ponderada;

$Wi$  = peso no período ( $i$ )

$Di$  = consumo ocorrido no período  $i$ ;

$n$  = número de períodos;

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

A suavização exponencial fornece um modelo rotineiro para atualização regular de previsões. Funciona muito bem quando se está lidando com itens estáveis. Em geral, o modelo tem sido considerado satisfatório em previsões de curto prazo. Essa técnica não é satisfatória quando a demanda é baixa ou intermitente (ARNOLD, 2006).

A suavização exponencial detectará tendências, embora a previsão fique para trás em relação à demanda real se existir uma tendência definida.

Neste modelo, a previsão é obtida de acordo com a ponderação dada ao último período. Ele procura fazer a eliminação das situações exageradas que ocorreram em períodos anteriores, é simples de usar e necessita de poucos dados acumulados e é auto-adaptável, corrigindo-se constantemente de acordo com as mudanças dos volumes das vendas. A ponderação utilizada é denominada constante de suavização exponencial que tem o símbolo  $\alpha$  e pode variar de 0 a 1.

Na prática adota-se  $\alpha$  variando de 0,1 a 0,3 dependendo dos fatores que afetam a demanda. A expressão para este modelo pode ser observado na equação (3):

$$P = Ra \times \alpha + (1-\alpha) \times Pa \quad (3)$$

- Ra = Consumo real no período anterior

- Pa = Previsão do período anterior

-  $\alpha$  = Constante de suavização exponencial

No modelo de sazonalidade o primeiro passo é dispor de dados de pelo menos dois períodos que demonstrem comportamento sazonal. Ao plotar estes dados percebe-se facilmente que há períodos alternados de elevação e redução de consumo, caracterizando um ciclo de demanda.

Para Tubino (2006), a sazonalidade caracteriza-se pela ocorrência de variações, para cima e para baixo, a intervalos regulares nas séries temporais da demanda. Deve existir uma razão plausível para a ocorrência, e posterior repetição, dessas variações.

Conforme Gonçalves (2004) são considerados fenômenos sazonais aqueles que ocorrem regularmente de ano para ano, como, por exemplo, um aumento no consumo de um determinado produto em certo período.

O ritmo de uma variação sazonal é geralmente anual. Certos ciclos, porém, se apresentam de forma bastante freqüente, como, por exemplo, o aumento dos gastos em lazer que seguem um padrão semanal, em que normalmente há um aumento de consumo nas atividades de lazer nos finais de semana.

Pode-se dizer também que a sazonalidade representa flutuações periódicas que ocorrem em períodos, normalmente, de no máximo um ano. Essa sazonalidade está associada a variações climáticas, eventos e convenções sociais, por exemplo, páscoa, natal, dia das mães, etc.

O período sazonal poderá ter variações trimestrais, mensais, semanais, diárias, etc.

Os modelos de previsão com sazonalidade permitem melhor utilização dos recursos e disponibilização de produtos reduzindo custos e otimizando processos, com ganhos em eficiência e produtividade.

A forma mais simples de considerar a sazonalidade nas previsões da demanda consiste em empregar o último dado da demanda, no período sazonal em questão, e assumi-lo como previsão. Por exemplo, a demanda por casacos em julho deste ano seria igual à demanda de julho do ano passado. Se existir tendência, ela deverá ser adicionada, ou retirada, do valor obtido. Porém, a forma mais usual de inclusão da sazonalidade nas previsões da demanda consiste em obter o índice de sazonalidade para os diversos períodos, empregando a média móvel centrada, e aplicá-los sobre o valor médio (ou tendência) previsto.

No caso da sazonalidade a previsão consiste em obter o índice de sazonalidade para cada um dos períodos da série e aplicá-los 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 da sazonalidade. Quando se dispõe de dados suficientes, calculam-se vários índices para cada período e tira-se uma média (TUBINO, 2007).

Para o cálculo da previsão utilizando o modelo da sazonalidade usa-se as equações (4) e (5) e considerando um consumo para 24 períodos e média móvel centrada para o quinto período que pode variar de acordo com o ciclo sazonal e pode ser identificado analisando o comportamento da demanda.

$$MMC_5 = \frac{\sum_{i=1}^9 Di}{9} \quad (4)$$

Onde:

$MMC_5$  = Média móvel centrada para o período 5;

$Di$  = consumo ocorrido no período  $i$ ;

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

$$IS_5 = \frac{DR5}{MMC_5} \quad (5)$$

Onde:

$IS_5$  = Índice de sazonalidade para o período 5;

$DR5$  = Demanda real no período 5;

$MMC_5$  = Média móvel centrada para o período 5;

Após calcular o índice sazonal para cada período é preciso calcular o índice de sazonalidade médio para cada ciclo. Obtidos os índices de sazonalidade para os períodos de ciclo sazonal da série, a previsão da demanda com sazonalidade consiste em reaplicar o índice sazonal do período a ser previsto sobre a demanda média.

O método do ajuste linear, conhecido como análise de regressão, é uma técnica de modelagem para análise da relação entre uma variável chamada de dependente e uma ou mais variáveis denominadas independentes. O objetivo dessa técnica é identificar uma função que melhor descreva a relação entre essas variáveis de tal modo que, conhecendo os valores das variáveis independentes, seja possível, mediante modelagem, projetar o valor da variável dependente.

A técnica mais utilizada envolve o ajustamento de uma curva matemática usando as técnicas conhecidas como método dos mínimos quadrados. O conceito fundamental desse método leva a encontrar parâmetros de uma equação de tal sorte que a soma dos quadrados dos desvios entre os valores reais e os valores projetados, pela equação matemática também conhecida como equação de ajustamento, seja mínima.

Após a obtenção do resultado do ajuste linear, pode-se aplicar os índices de sazonalidade considerando períodos de três meses e realizando um ajuste de 10% a previsão. Os resultados obtidos podem ser observados na tabela 1..

Tabela 1 – Aplicação de índices de sazonalidade.

	Média Móvel Centrada	Índice de Sazonalidade	Previsão	Previsão (Sazonal)	Previsão (Corrigida)
1	1478		2035	2033	1738
2	1392	1494	2076	2138	1827
3	1613	1556	2116	2108	1802
4	1663	1702	2157	2155	1842
5	1830	1762	2198	2264	1935
6	1795	1675	2239	2230	1906
7	1401	1789	2279	2277	1946
8	2172	1879	2320	2390	2043
9	2066	2348	2361	2352	2010
10	2807	2269	2402	2399	2051
11	1934	1945	2442	2516	2150
12	1093		2483	2473	2114

O modelo aditivo é outra técnica de previsão aplicada a dados com comportamento sazonal. A técnica se resume a calcular a média trimestral em cada ano e, então, determinar as diferenças do consumo trimestral e respectiva média de cada ano. A média dos resultados dos últimos 4 anos pode ser vista na tabela 2

Tabela 2 – Média dos resultados de cada ano.

Trimestre	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
1	500	450	550	750
2	350	350	500	600
3	250	200	400	450
4	400	300	650	700
<i>Média</i>	375	325	525	625

Com base nos dados da tabela 2 determina-se os aumentos ou reduções trimestrais em relação à média, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Aumento e reduções trimestrais em relação à média.

Trimestre	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Média fator
1	125	125	25	125	100
2	-25	25	25	-25	0
3	-125	-125	-125	-225	-150
4	25	-25	125	75	50

A média dos valores tomada por trimestre está indicada na coluna “média fator”, tabela 3, que representa fatores aditivos de sazonalidade.

Para projetar a previsão para o ano seguinte, sabendo que as vendas de 3200 unidades, o que significa uma média de 800 unidades por trimestre, aplica-se os fatores médios da tabela 3 e que pode ser visto na tabela 4

Tabela 4 – Previsão para o ano 5.

Trimestre	Ano 5 Média	Ano 5 (Previsão)	Média fator
1	800	900	100
2	800	800	0
3	800	650	-150
4	800	850	50
<i>Total</i>	<i>3200</i>	<i>3200</i>	

Segundo Gonçalves (2004), o método de previsão de sazonalidade aditiva é pouco utilizado na prática, porque dificilmente um produto apresenta um efeito de sazonalidade que adicione ou subtraia valores a cada período.

O modelo multiplicativo também é aplicado a dados com comportamento sazonal. Os componentes multiplicativos ou fatores multiplicativos de sazonalidade resultam em obter um fator que deverá ser aplicado à previsão anual do produto.

O processo de obtenção dos índices multiplicativos de sazonalidade envolve cálculos que se assemelham bastante ao método descrito anteriormente. Nesse processo, o cálculo do índice multiplicativo envolve estabelecer em que percentual o consumo de um determinado trimestre é maior ou menor que o consumo médio trimestral calculado tomando o consumo anual dividido por quatro.

A utilização de componentes multiplicativos (índices) para as projeções com sazonalidade é mais vantajosa do que o modelo que utiliza componentes aditivos,

principalmente porque ele permite uma boa comparação da sazonalidade de vários produtos. Para esse fim, é importante criar um critério padronizado para o cálculo dos índices de sazonalidade ou componentes multiplicativos de sazonalidade, considerando, por exemplo, a variação percentual do consumo trimestral em relação ao consumo anual (GONÇALVES, 2004). O conjunto de dados de quatro anos é apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Consumo total de cada ano.

<b>Trimestre</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>
<b>1</b>	500	450	550	750
<b>2</b>	350	350	500	600
<b>3</b>	250	200	400	450
<b>4</b>	400	300	650	700
<b>TOTAL</b>	1500	1300	2100	2500

Na tabela 6 podem ser verificados os índices de sazonalidade calculados com base nos dados da tabela 5.

Tabela 6 – Índices de sazonalidade.

<b>Trimestre</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Média</b>
<b>1</b>	33%	35%	26%	30%	31%
<b>2</b>	23%	27%	24%	24%	25%
<b>3</b>	17%	15%	19%	18%	17%
<b>4</b>	27%	23%	31%	28%	27%
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Podem ser projetados os valores agora calculados com utilização dos índices de sazonalidade indicados na tabela 6.

Para o ano 5 podem ser projetados os valores sazonais utilizando a equação (6):

Projeção = média trimestral x índice de sazonalidade (6)

Projetando um aumento para 3200 unidade para o ano 5 tem-se os resultados apresentados na tabela 7.

Tabela 7 – Previsão para o ano 5.

	<b>1 trimestre</b>	<b>2 trimestre</b>	<b>3 trimestre</b>	<b>4 trimestre</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Ano 5</b>	993	785	553	870	3200

## 2.4. ERROS DE PREVISÃO

Os erros de previsão são a diferença entre a demanda real e a prevista. É sempre importante acompanhar dois tipos de erros de previsão: a “amplitude”, ou o “tamanho” dos erros e o chamado “viés” dos erros. Os vieses ocorrem quando os erros acontecem sistematicamente para apenas um lado ou quando as previsões são sistematicamente superdimensionadas ou subdimensionadas. Isso em geral ocorre por alguma causa identificável, ou seja, pela influência de alguma variável deixada fora do modelo de previsão cuja influencia singular está influenciando significativamente os erros de previsão (CORRÊA & CORRÊA, 2005).

São várias as formas possíveis de mensurar e acompanhar a amplitude dos erros de previsão. As mais populares são o erro médio absoluto e o erro médio quadrático.

A tabela 8 apresenta a aplicação do erro médio absoluto e do erro médio quadrático:

Tabela 8 – Cálculo de erro médio absoluto e erro médio quadrático.

Mês	Vendas Reais	Previsão Método 1	Previsão Método 2	Desvio Absoluto Método 1	Desvio Absoluto Método 2	Desvio Quadrático Método 1	Desvio Quadrático Método 2
1	154	150	150	4	4	16	16
2	114	150	153,2	36	39,2	1296	1536,64
3	165	146,8	121,8	18,2	43,2	331,24	1866,24
4	152	148,6	156,4	3,4	4,4	11,56	19,36
5	176	148,9	152,9	27,1	23,1	734,41	533,61
6	134	151,6	171,4	17,6	37,4	309,76	1398,76
<b>Desvio médio:</b>				<b>106,3</b>	<b>151,3</b>	<b>2698,97</b>	<b>5370,61</b>

Fonte: Adaptado de Corrêa & Corrêa (2005)

Os cálculos dos desvios são quase auto-explicativos. Os desvios absolutos são as diferenças entre previsão e vendas reais, mas em módulo. Os desvios quadráticos são os valores de desvios elevados ao quadrado. A linha de desvio médio traz os valores médios dos desvios absolutos e quadráticos.

## 2.5. Plano de produção

Com as informações originadas da previsão de demanda é possível iniciar o desenvolvimento do plano de produção agregada, conforme modelo de Evans (1997). O plano de produção trabalha com informações agregadas de vendas e produção, normalmente com o agrupamento de produtos em famílias. Os períodos de planejamento podem ser de meses ou

trimestres, abrangendo um, ou mais anos, para frente. Em nível tático, o plano de produção serve como base para o desenvolvimento do programa-mestre de produção, onde as informações serão desmembradas de forma a permitir o planejamento operacional do sistema produtivo (TUBINO, 2007).

Como o plano de produção trabalha com um horizonte de longo prazo, onde as incertezas são grandes, há necessidade de desenvolver uma dinâmica de re-planejamento que seja empregada sempre que uma variável importante do plano se alterar substancialmente. Nesse aspecto, as empresas desenvolvem sistemas informatizados, muitas vezes simples planilhas, para permitir a simulação e análise de alternativas de políticas produtivas de maneira a permitir a escolha da que melhor atenda aos critérios competitivos.

Há uma série de informações necessárias para a elaboração de um plano que atenda às políticas definidas para a área de produção. Inicialmente, os recursos produtivos para o período de planejamento analisado devem ser conhecidos para cada setor da empresa que entrar no plano, e a possibilidade de alterações potenciais na capacidade de produção, seja com a aquisição ou venda de equipamentos, sejam com alterações na política de mão-de-obra, ou ainda, com terceirizações. Padrões de consumo destes recursos, taxas de produtividade e tempos de *setups* por família de produto devem ser conhecidos (TUBINO, 2007).

Por sua vez, o fluxo da demanda previsto para o mesmo período deve ser também avaliado para cada família de produtos, visto que o plano de produção busca equilibrar a capacidade de produção com o nível de vendas esperado. As informações de receitas e custos permitirão avaliar as várias alternativas.

Ao se projetar um plano de produção, busca-se atender as necessidades dos clientes com um sistema produtivo eficaz, ou seja, que atenda aos critérios estratégicos da produção. Quanto mais equilibrada estiver a demanda com a produção, mais provavelmente o plano terá eficácia em atender a estes critérios. O quadro 1 mostra que sistemas produtivos em massa (em volume e variedade) têm custos fixos altos. Produzir à plena capacidade para reduzir custos fixos gera altos custos de manutenção de estoques não absorvidos pelo mercado. Entretanto, para atender a este mesmo mercado, um sistema produtivo sob encomenda (equipamentos pequenos e flexíveis), mesmo que multiplique sua capacidade de produção, terá custos variáveis altos em função da falta de foco em produtos demandados. Neste caso, um sistema montado de forma a trabalhar em lotes (equipamentos de médio porte e média flexibilidade) será mais eficaz no atendimento da demanda (TUBINO, 2007).

<b>Demanda</b>	<b>Sistemas de Produção</b>		
	<b>Contínuos / Em massa</b>	<b>Repetitivo Em lotes</b>	<b>Sob Encomenda</b>
<b>Grande volume</b>	Eficaz	Custos variáveis Altos	Custos variáveis Altos
<b>Baixa variedade</b>			
<b>Médio volume</b>	Custos fixos / Estoques altos	Eficaz	Custos variáveis Altos
<b>Média variedade</b>			
<b>Pequeno volume</b>	Custos fixos / Estoques altos	Custos fixos / Estoques altos	Eficaz
<b>Grande variedade</b>			

Quadro 1 – Eficácia dos sistemas produtivos.

Fonte: Tubino (2007).

A função do plano de produção é permitir que a diretoria anteveja estes problemas e aja de forma pró-ativa para minimizar seus efeitos no futuro. Existem algumas providências que podem ser planejadas para alterar tanto a demanda como a capacidade de produção para obter este equilíbrio. Com relação às ações que atuam sobre a demanda, podem-se considerar no plano de produção reduções de preços, promoções, ou alternativas para estimular a demanda nos períodos de baixa. A inclusão dos produtos novos ou a aceitação de pedidos especiais como forma de aproveitar ociosidades das instalações e reduzir os custos fixos deve ser avaliada. O aumento de preços visando conter a demanda dentro dos níveis de produção não é uma alternativa viável, pois em uma economia aberta sempre existirão outras empresas dispostas a atender aos clientes pelo preço do mercado e, além disto, com o aumento da margem de lucro do negócio se estará estimulando a entrada de concorrentes (TUBINO, 2007).

Ações que atuam sobre a capacidade de produção podem ser usadas para aumentar apenas a capacidade instalada atual, como planejar um segundo ou terceiro turno, ou terceirizar parte da produção. Algumas ações podem buscar a diminuição da capacidade instalada com a redução dos turnos ou a antecipações de férias, por exemplo. Quando um aumento da demanda se mostrar mais consistente, a expansão da capacidade instalada via compra de novos equipamentos deve ser avaliada. No sentido inverso, se a previsão da demanda estiver apontando um declínio, a capacidade instalada deve ser reduzida com a venda dos ativos no sentido de reduzir os custos fixos.

Ao serem traçados os rumos estratégicos da produção, quando se decide sobre um aumento ou redução da produção de forma a atender à demanda, Tubino (2007) diz que existem três grupos de alternativas básicas que poderão ser seguidas, cada uma delas com reflexos diferentes nos custos produtivos.

A primeira consiste em manter uma taxa de produção constante ou estratégia *level* - neste caso, independente das variações previstas na demanda, se mantém um plano de produção com níveis constantes. De janeiro a março se produzem e armazenam estoques, de março a setembro se consomem os estoques previstos, e de setembro a dezembro se volta a recompor os estoques. Essa alternativa privilegia a manutenção de um ritmo produtivo constante, fazendo com que os recursos produtivos trabalhem mais eficientemente. Em contrapartida, tem-se que carregar estoques cujos custos podem ser significativos, e até, muitas vezes pelas próprias características dos produtos fornecidos (perecíveis, vida útil curta, serviços etc.), pode se tornar inviável sua estocagem.

A segunda, em manter uma taxa de produção casada com a demanda ou estratégia *Chase* – Supondo que no início do período as vendas são baixas, a taxa de produção também é baixa, e na medida em que as vendas aumentam, a taxa de produção procura acompanhá-las. Com a estabilização das vendas, a produção fica estável e se modificará de acordo com o comportamento das vendas. Este plano de produção busca evitar estoques através da flexibilização da produção. Normalmente procura-se não variar em demasia os níveis de produção, visto que os custos de contratação e demissão de mão-de-obra, turnos extras, terceirizações, etc. são altos e devem ser empregados com cautela.

E a terceira, em variar a taxa de produção em patamares ou estratégia *híbrida* – Essa prática consiste na combinação das duas alternativas anteriores, em que se procura acompanhar a demanda alterando-se a taxa de produção para adequar volume de estoques, ritmo de produção e uso dos recursos produtivos.

## **2.6. Programa-mestre de produção**

O programa-mestre de produção coordena a demanda do mercado com os recursos internos da empresa de forma a programar taxas adequadas de produção de produtos finais, principalmente aqueles que têm sua demanda independente (CORRÊA & CORRÊA, 2005).

Este planejamento 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 de montar, fabricar e comprar (TUBINO, 2007). A partir do programa-mestre de 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.

O passo seguinte é o desenvolvimento do programa-mestre de produção. O programa-mestre é uma ferramenta de planejamento extremamente importante, que forma a base para a comunicação entre a área de vendas e a de produção (ARNOLD, 2006). É um elo vital no sistema de planejamento da produção, pois forma o elo entre o planejamento da produção e o que a produção realmente realizará, forma a base para o cálculo da capacidade e dos recursos necessários, orienta o MRP e mantém válidas as prioridades, pois ele é um plano de prioridades para a produção.

Enquanto o plano de produção lida com famílias de produtos, o programa-mestre de produção trabalha com itens finais. Divide o plano de produção em solicitações de itens individuais finais, em cada família, por data e quantidade. O plano de produção limita o programa-mestre, onde o total de itens não deve ser diferente do total que consta no plano de produção.

Os itens finais produzidos pela empresa são montados a partir de componentes e sub-componentes. Estes devem estar disponíveis nas quantidades certas e no tempo certo para dar suporte ao programa-mestre de produção. O MRP planeja a programação para esses componentes com base nas necessidades do planejamento.

O programa-mestre de produção fornece à função de vendas a informação de quanto pode ser prometido para os clientes e para quando. O departamento de vendas pode carregar a carteira de pedidos e acompanhar o que está disponível para promessa. É a fase mais importante do planejamento e controle de uma empresa. Constitui-se na principal entrada para o planejamento das necessidades de materiais (SLACK et al., 2002).

Na manufatura, o programa-mestre de produção contém uma declaração da quantidade e do momento em que os produtos finais devem ser produzidos; esse programa direciona toda operação em termos do que é montado, manufaturado e comprado. É à base do planejamento de utilização de mão-de-obra e equipamentos e determina o provisionamento de materiais e capital.

O programa-mestre de produção também pode ser utilizado em empresas de serviços. Por exemplo, num hospital há um programa-mestre de produção que indica quais cirurgias estão planejadas e para quando. Ele direciona o provisionamento de materiais para as cirurgias, assim como de instrumentos, sangue e acessórios. Também dirige a programação de pessoal para as cirurgias, incluindo anestésias, enfermeiras e cirurgiões. Na figura 5 pode ser visualizado o programa-mestre de produção como a principal fonte de entrada para o MRP.

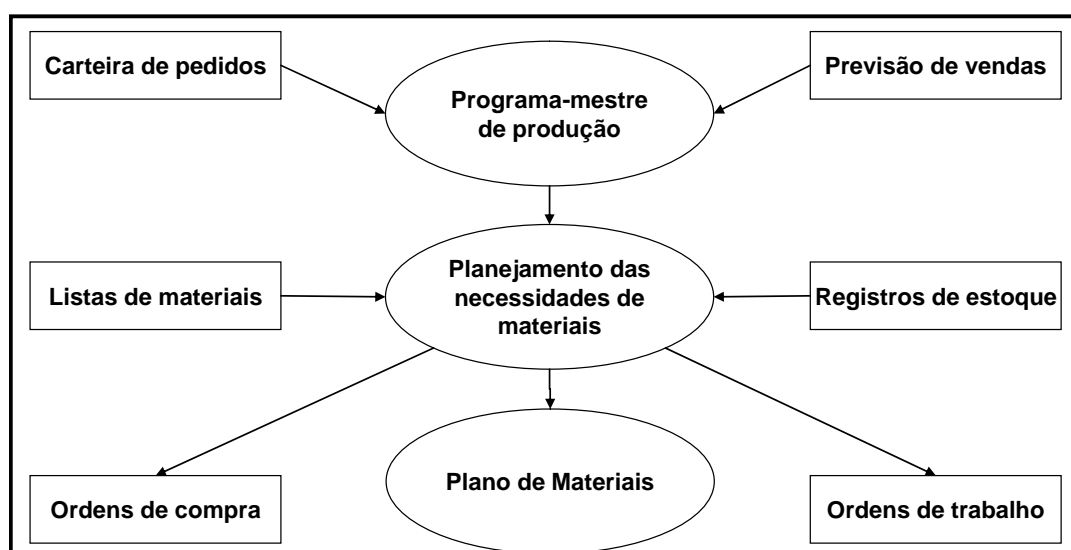


Figura 5 – Programa-mestre de produção no processo do MRP.  
Fonte: Adaptado de Tubino (2007).

### 2.6.1. Informações necessárias ao programa-mestre de produção

É importante que todas as fontes de demanda sejam consideradas quando o programa-mestre de produção é gerado. São geralmente os pequenos pedidos de última hora que geram distúrbios em todo o sistema de planejamento de uma empresa. Por exemplo, se uma empresa de máquinas escavadeiras planeja uma exibição de seus produtos e permite que uma equipe de projeto use seus estoques para construir dois modelos para exibição, provavelmente isso irá gerar falta de componentes de fábrica (se não gerar, é porque havia estoque em excesso, que não deveria estar lá). De forma similar são permitidas, o sistema de planejamento e controle precisa considerá-las (SLACK et al., 2002).

A figura 6 mostra as entradas que devem ser consideradas na geração do programa-mestre de produção.

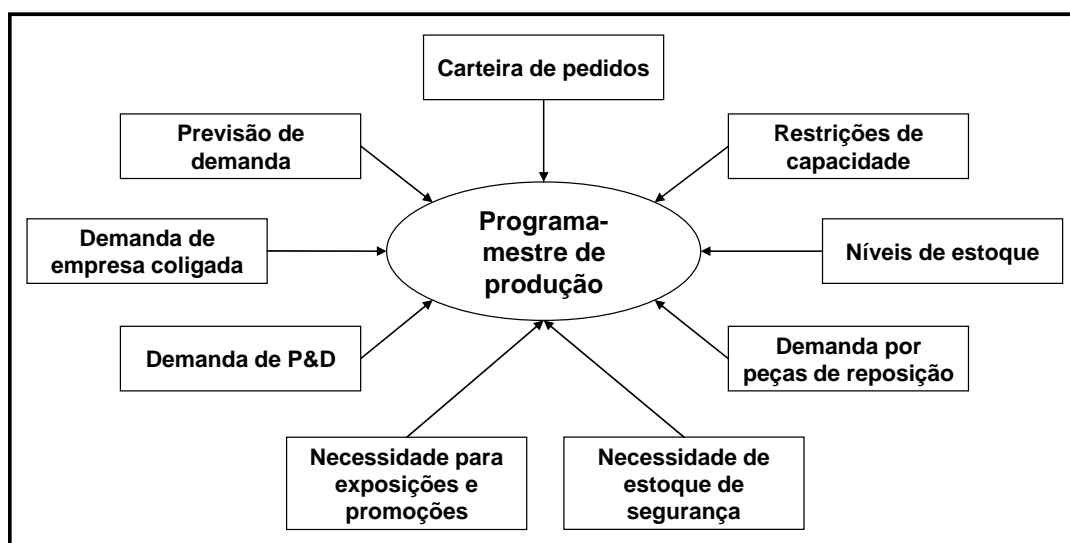


Figura 6 – Fontes de informação para o programa-mestre de produção.

Fonte: Adaptado de Tubino (2007).

O programa-mestre de produção é constituído de registros com escala de tempo que contém, para cada produto final, as informações de demanda e estoque disponível atual. Usando essa informação, o estoque disponível é projetado à frente no tempo. Quando não há estoque suficiente para satisfazer a demanda, quantidades de pedido são inseridas na linha do programa-mestre de produção (SLACK et al., 2002).

## 2.7. Programação da produção

Para Krajewski & Ritzman (2007), a programação de produção constitui-se de planos a curto prazo projetados para implementar o programa-mestre de produção. A programação de operações concentra-se na maneira de melhor utilizar a capacidade existente, levando em consideração restrições técnicas da produção.

Com base no programa-mestre de produção e nos registros de controle de estoques, a programação da produção está encarregada de definir quanto e quando comprar, fabricar ou montar de cada item necessário à composição dos produtos acabados propostos pelo plano. Nesse sentido, como resultado da programação da produção são emitidas ordens de compra para itens comprados, ordens de fabricação para itens fabricados internamente e ordens de montagem para submontagens intermediárias e montagem final dos produtos definidos no programa-mestre de produção (TUBINO, 2007).

Na hierarquia das funções do PCP, a programação da produção é a primeira dentro do nível operacional de curto prazo, fazendo com que as atividades produtivas sejam disparadas. A figura 5 ilustra esta seqüência de funções. Se o plano de produção de longo prazo providenciou os recursos necessários, e o programa-mestre de produção gerou um plano mestre de produção viável, não deverão ocorrer problemas de capacidade na execução do programa de produção, cabendo à programação da produção seqüenciar as emitidas no sentido de minimizar as *lead times* e estoques do sistema.

As atividades da programação da produção, apesar de serem desenvolvidas em simultâneo, podem ser divididas para efeito de estudo em três grupos: a administração de estoques, o sequenciamento e a emissão e liberação de ordens. A atividade de administrar os 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 atividade de sequenciamento busca gerar um programa de produção para os itens fabricados e montados que utilize inteligentemente os recursos disponíveis, promovendo produtos com qualidade e custos baixos. Já a emissão e a liberação de ordens implementará o programa de produção, expedindo a documentação necessária para o início das operações (compra, fabricação e montagem) e liberando-a quando os recursos estiverem disponíveis, normalmente em conjunto com a função de acompanhamento e controle da produção.

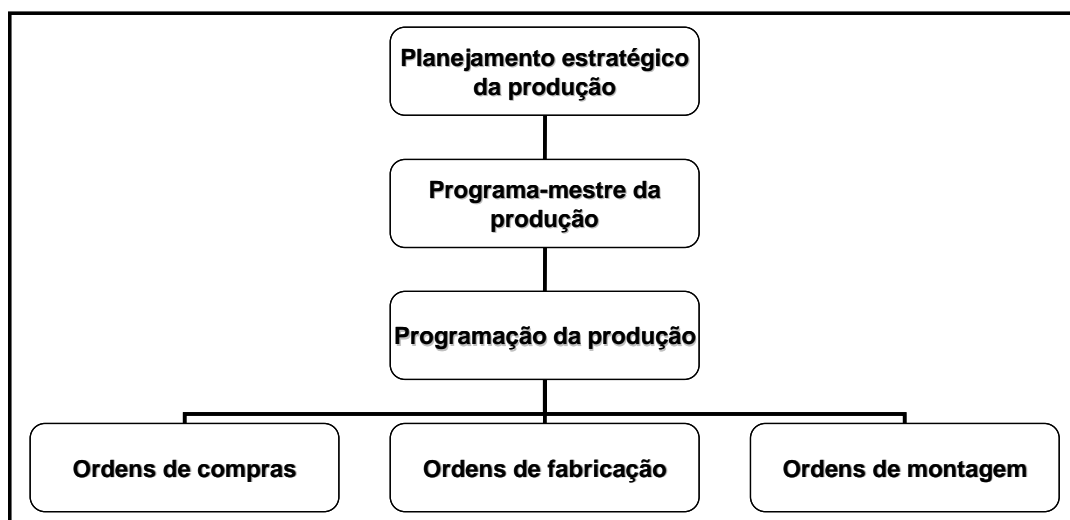


Figura 7 – Programação da produção e horizontes de planejamento.  
Fonte: Adaptado de Tubino (2007).

Uma diferença importante quando se fala em programação para o setor de serviços está no fato de que as operações de serviços não podem criar estoques para se proteger contra as incertezas da demanda. Uma segunda diferença é que, em operações de serviços, a

demanda muitas vezes é menos previsível. Os clientes podem decidir impulsivamente que desejam um hambúrguer, um corte de cabelo ou um conserto no encanamento. Portanto, a capacidade, muitas vezes sob a forma de funcionários, é fundamental para os prestadores de serviços.

## 2.8. ESTOQUES

Segundo Slack et al. (2002), estoque é definido como a acumulação de recursos materiais em um sistema de informação. Algumas vezes, o estoque também é usado para descrever qualquer recurso armazenado. São materiais e suprimentos que uma empresa ou instituição mantém, seja para vender ou para fornecer insumos ou suprimentos para o processo de produção. Todas as empresas e instituições precisam manter estoques. Frequentemente, os estoques constituem uma parte substancial dos ativos totais (ARNOLD, 2006).

Não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado na operação; ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa entre fornecimento e demanda. Se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca seria estocado (SLACK et al., 2002).

Os estoques são mantidos para melhorar o serviço ao cliente dando suporte à área de marketing, que ao criar demanda precisa de material disponível para concretizar vendas. Diminuir os custos que são tipicamente menores quando o produto é fabricado continuamente e em quantidades constantes. Oferece proteção contra incertezas na demanda e no tempo de entrega considerando o problema que advém dos sistemas logísticos quando tanto o comportamento de demanda dos clientes quanto o tempo de entrega dos fornecedores não são perfeitamente conhecidos, ou seja, para atender os clientes são necessários estoques de segurança. Protege contra contingências como greves, incêndios, inundações, instabilidades políticas e outras variáveis exógenas que podem criar problemas (BALLOU, 2006).

Segundo Dias (2006) os principais tipos de estoques encontrados em uma empresa industrial são: estoque de matérias-primas, estoque de produtos em processo, estoque de produtos acabados, estoques de materiais, estoques em trânsito e estoques em consignação.

Uma das questões mais importantes é saber quando emitir um pedido de reposição. Se o estoque não é repostado logo, haverá esvaziamento e perda potencial no atendimento ao cliente. Entretanto, o estoque pedido antes do necessário criará um acúmulo. O problema

então é como equilibrar os custos da manutenção de um estoque extra com os custos de um esvaziamento de estoque (ARNOLD, 2006).

Segundo Dias (2006), a representação (entrada e saída) de um item dentro de um sistema de estoque pode ser feita por um gráfico, em que a abscissa é o tempo decorrido (T), para o consumo, normalmente em meses, e a ordenada é a quantidade em unidades desta peça em estoque no intervalo do tempo T. este gráfico é chamado dente de serra, conforme gráfico mostrado no gráfico 1.

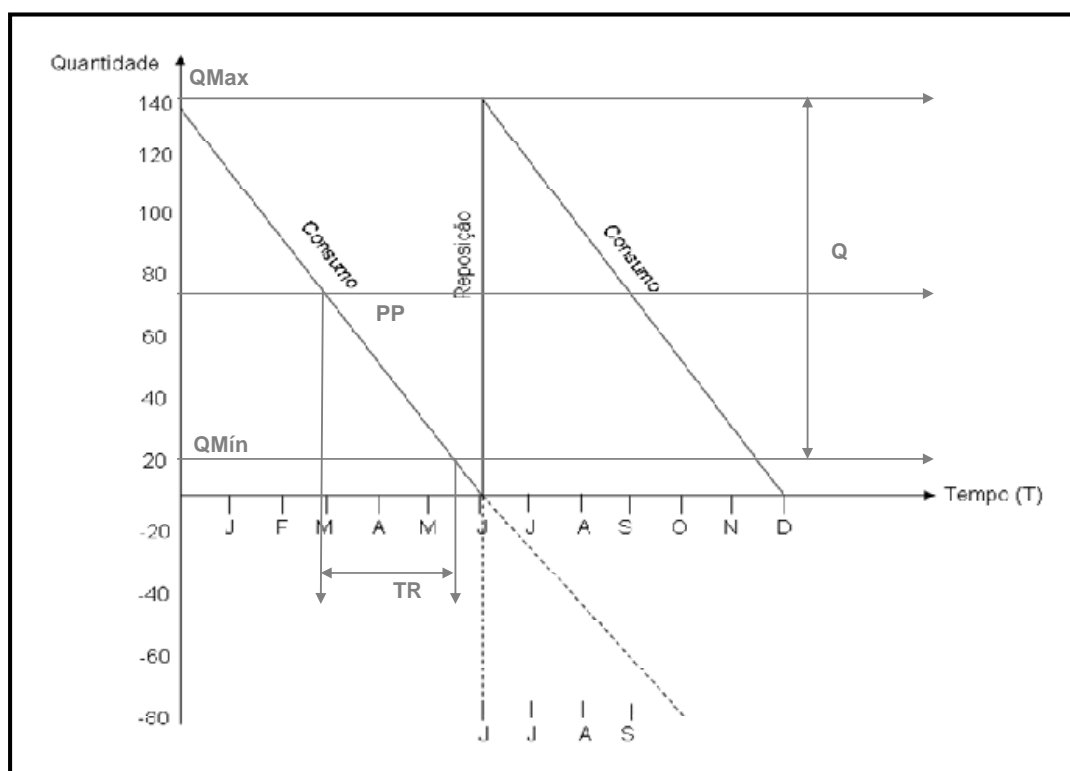


Gráfico 1 – Representação da movimentação de estoque.

Fonte: Adaptado de Dias (2006).

Como se vê, o estoque iniciou em 140 unidades, foi sendo consumido durante determinado tempo (janeiro a junho) até chegar a “zero” no mês de junho. Está sendo supondo que este consumo tenha sido igual e uniforme mensalmente. Imediatamente, quando esse estoque chegou a zero, deu entrada no almoxarifado uma quantidade de 140 unidades, fazendo com que ele retornasse a posição anterior. Este ciclo será competitivo e constante se não existir alteração de consumo durante o tempo T, não existirem falhas administrativas que provoquem uma falha ao solicitar compra, o fornecedor da peça nunca atrasar sua entrega e nenhuma entrega do fornecedor for rejeitada pelo controle de qualidade.

Como já se sabe, a prática mostra que estas quatro premissas citadas não ocorrem com frequência. Os consumos de matéria-prima, normalmente, são variáveis e não podemos confiar demais nos prazos de entrega dos fornecedores, pois existem falhas de operação, e sempre existira um risco de alguma remessa de material ser rejeitada parcial ou totalmente, mas ambas são suficientes para alterar o ciclo. Se estas ocorrências são normais, deve-se criar um sistema que absorva essas eventualidades, para diminuir o risco de ficarmos com o estoque zero durante algum período (DIAS, 2006). O gráfico 1 representa uma situação deste tipo.

Pode ser verificado pela linha pontilhada que durante os meses de julho, agosto e setembro o estoque esteve a zero e deixou de atender a uma quantidade de 80 peças que seria consumida durante este período.

Um sistema de gestão de estoque deverá ter como objetivo impedir esta ocorrência e com a solução mais econômica possível. Elevar, simplesmente, as quantidades de estoque não é solução adequada. Existem vários modelos que podem ser utilizados para controle dos estoques, neste trabalho foram abordados o modelo baseado no ponto de pedido, o modelo baseado nas revisões periódicas, modelo de máximos e mínimos e o MRP, que será abordado no próximo item do referencial teórico.

Determinar quando fazer um novo pedido de compra para reposição do item em estoque é um dos grandes problemas da administração de materiais. A quantidade em estoque que, quando atingida, deve acionar um novo processo de compra ou fabricação é chamada de ponto de pedido (FRANCISCHINI & GURGEL, 2002).

O ponto de pedido é um indicador, e, quando o estoque virtual alcançá-lo, deverá ser repostado o material, sendo que a quantidade de saldo em estoque suportaria o consumo durante o tempo de reposição.

Arnold (2006), diz que um pedido deve ser emitido quando ainda há estoque disponível suficiente para satisfazer a demanda do momento em que o pedido é emitido até que o novo estoque chegue (período que se chama *lead-time*).

Observa-se que o importante é a demanda durante o tempo de reposição. A única ocasião em que um esvaziamento de estoque é possível é durante o tempo de reposição. Se a demanda durante o tempo de reposição for maior que a esperada, haverá um esvaziamento de estoque, a não ser que seja mantido um estoque de segurança suficiente.

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

quantidade pré-estabelecida. Conforme se observa no gráfico 1, o estoque fica separado em duas partes pelo ponto de pedido (PP): uma superior usada para atender à demanda até a data da programação de um lote de reposição (Q), e uma inferior usada entre a data da programação e a data de recebimento do lote, ou seja, dentro do tempo de ressurgimento (TR).

A determinação da quantidade de estoque mantida no ponto de pedido deve ser suficiente para atender à demanda pelo item durante seu tempo de ressurgimento (TR), mais um nível de estoque de segurança ou reserva (QMín), que serve para absorver variações na demanda durante o tempo de ressurgimento e/ou variações no próprio tempo de ressurgimento. A equação (7) define a quantidade do ponto de pedido.

$$PP = D \times T + Qs \quad (7)$$

Onde:

PP = Ponto de pedido.

D = Demanda por unidade de tempo.

T = Tempo de ressurgimento.

Qs = Estoque de segurança.

Um dos elementos mais importantes para o gerenciamento dos níveis de estoque é saber o tempo de ressurgimento de cada item estocado. Francischini & Gurgel (2002) determina o tempo de ressurgimento do estoque como sendo o período entre a detecção de que o estoque de determinado item precisa ser repostado até a efetiva disponibilidade do item para consumo. Embora pareça simples, esse processo possui várias etapas, e o administrador de materiais deve assegurar-se de que os procedimentos serão cumpridos sem falhas como constatar a necessidade de reposição pelo almoxarifado, informar a área de compras da necessidade de reposição, contatar os fornecedores para obter as propostas de fornecimento por meio de cotações, licitações, etc., ou outro meio adequado, emitir o pedido de compra, cumprir o prazo de entrega pelo fornecedor: fabricação, separação e expedição do pedido feito, transportar o item comprado do fornecedor até o comprador, desembaraços alfandegários, quando necessários e realizar os procedimentos adequados de inspeção e ensaios pelo controle da qualidade, quando necessários.

Assim, o tempo de ressurgimento é a soma dos tempos de cada uma das etapas acima descritas.

Quanto mais demorado for este tempo, maior o nível do ponto de pedido e, maiores os estoques médios mantidos pelo sistema.

O modelo baseado nas revisões periódicas o material é repostado periodicamente em ciclos de tempo iguais, chamados períodos de revisão. A quantidade pedida será a necessidade da demanda do próximo período. Considera-se também um estoque mínimo ou de segurança e ele deve ser dimensionado de forma que previna o consumo acima do normal e os atrasos de entrega durante o período de revisão e o tempo de ressurgimento (DIAS, 2006). O modelo baseado em revisões periódicas pode ser visualizado através do gráfico 2.

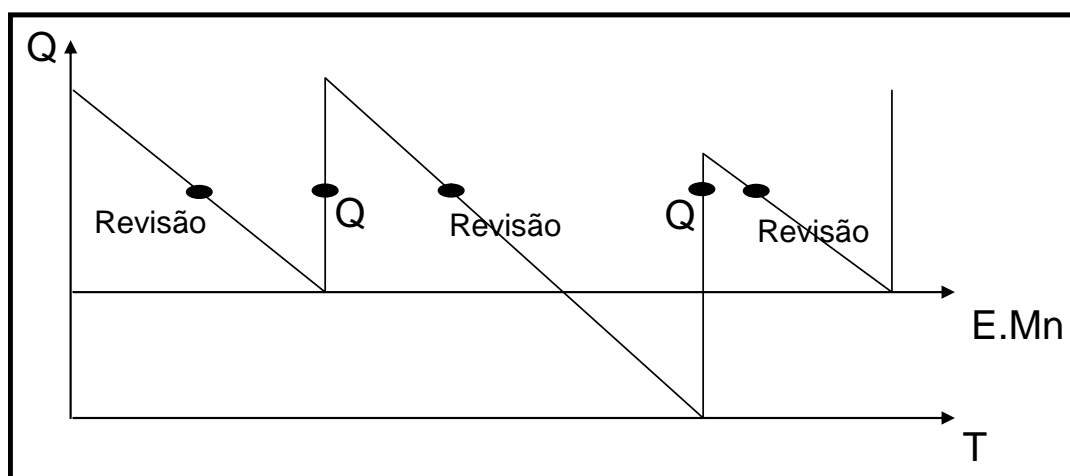


Gráfico 2: Modelo baseado nas revisões periódicas.

Fonte: Dias (2006)

As datas em que deverão ser realizadas as reposições de material são programadas, e os intervalos são iguais. A análise deverá ser feita considerando o estoque físico existente, o consumo no período, o tempo de reposição e o saldo de pedido no fornecedor do item. A dificuldade desse método é a determinação do período entre as revisões (DIAS, 2006).

Uma periodicidade baixa entre as revisões acarreta um estoque médio alto e como consequência um aumento no custo de estocagem.

Uma periodicidade alta entre as revisões acarreta um baixo estoque médio e como consequência um aumento no custo de pedido e risco de ruptura.

Segundo Dias (2006), para minimizar esses riscos devem ser calculadas revisões para cada material estocado ou para cada classe de materiais, de acordo com os objetivos operacionais e financeiros da empresa. A escolha de um calendário para as revisões é também de importância fundamental para definir o volume dos materiais a comprar, listar os itens de uso comum para serem processados simultaneamente, executar uma compra única e efetuar

compras e entregas programadas, optando pela determinação das periodicidades mais convenientes das necessidades.

Se o consumo exato do material num período determinado fosse conhecido, a dificuldade de determinar um ponto de pedido não existiria. Tais condições ideais são utópicas, porque o estoque estaria a zero assim que o material fosse recebido (DIAS, 2006).

Devido às dificuldades em determinar o consumo e as variações do tempo de reposição é que se usa o sistema de máximos e mínimos, também chamado de sistema de quantidades fixas. O sistema, basicamente, funciona da seguinte forma:

- Determinação dos consumos previstos para o item desejado;
- Fixação do período de consumo previsto em a;
- Cálculo do ponto de pedido em função do tempo de reposição do item pelo fornecedor;
- Cálculos dos estoques mínimos e máximos;
- Cálculos dos lotes de compra.

A representação gráfica do sistema de máximos e mínimos pode ser observada no gráfico 3.

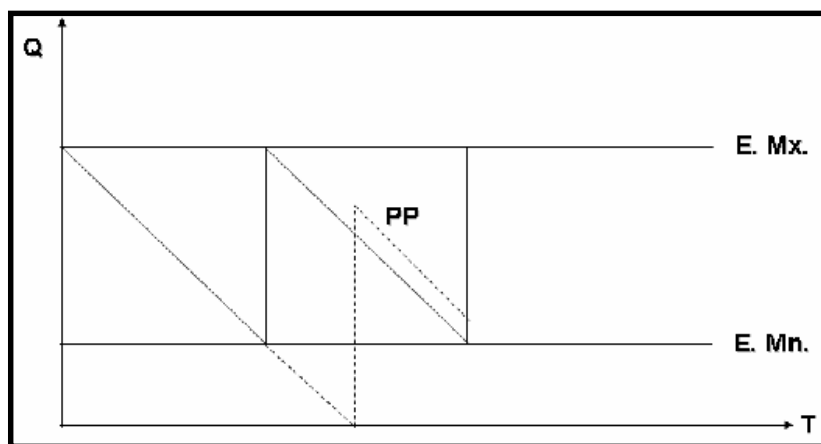


Gráfico 3 – Identificação dos níveis de estoque.

Fonte: Dias (2006).

### 2.8.1. ESTOQUE DE SEGURANÇA

O estoque de segurança objetiva proteger contra a incerteza na oferta e na demanda. A incerteza pode ocorrer de duas maneiras: incerteza de quantidade e incerteza de período de entrega. A incerteza de quantidade ocorre quando a quantidade de suprimento ou de demanda varia: por exemplo, se a demanda é maior ou menor que esperada em um determinado período. A incerteza do período de entrega ocorre quando o período de recebimento de oferta ou de demanda difere do que é esperado (ARNOLD, 2006).

Francischini & Gurgel (2004) define como incerteza ou falha a demora no procedimento do pedido de compra, ou seja, falhas nos sistemas de informações do almoxarifado ou da área de compras podem incorrer em demoras excessivas na expedição do pedido.

O estabelecimento de uma margem de segurança ou estoque de segurança é o risco que a empresa está disposta a assumir com relação à ocorrência de falta de estoque (DIAS, 2006).

Um grande desafio para os administradores é dimensionar o estoque de segurança, ou seja, determinar qual será quantidade a ser mantida como estoque de segurança. Existem várias formas para dimensioná-lo e neste trabalho vamos estudar o estoque de segurança dimensionado com base na estatística de consumo, o estoque de segurança dimensionado com base nos erros de previsão de demanda, o estoque de segurança dimensionado considerando que a distribuição da demanda se aproxima de uma distribuição normal e estoque de segurança levando em conta a variação do tempo de reposição e a variação da demanda.

Para Gonçalves (2004) o método mais simples para se determinar o estoque de segurança é o denominado método da porcentagem. Esse método simplesmente considera que o estoque adicional a ser utilizado como estoque de segurança é resultante da aplicação de um certo percentual, que varia entre 25% e 45% sobre a demanda média esperada. Esse fator reflete de certa forma a expectativa de aumento da taxa de demanda, especialmente durante o período entre reposições de estoque.

Voltando a fórmula,  $ES = D_{max} - D_{média}$ , uma correção adicional necessita ser introduzida. A posição do estoque começa a ficar crítica no exato momento em que é atingido um nível de estoque tal que se torna necessário emitir uma nova encomenda. Nesse instante, chamado ponto de pedido, o estoque de segurança tem por finalidade suprir eventuais oscilações de consumo durante o tempo de reposição. Assim, se a demanda considerada na determinação do estoque de segurança não refletiu esse período, faz-se necessário ajustar, então, o estoque de segurança calculado pela fórmula anterior.

A demanda máxima nada mais é do que a taxa de consumo máximo esperado durante o tempo de reposição (TR); logo, durante esse mesmo tempo, o estoque de segurança será determinado pela equação (8):

$$ES = (D_{max} - D_{média}) \times TR \quad (8)$$

Considerando-se um determinado item de estoque que tenha uma estatística de consumo nos últimos 562 dias com o perfil apresentado na tabela 9, e levando-se em conta que o tempo de reposição desse item é fixo e correspondente a dois meses, o que significa

dizer que serão necessários dois meses, desde o início do processo, para fazer uma nova encomenda e o item de estoque ser recebido no depósito e estar disponível para consumo.

Tabela 9 – Estatística da demanda do item.

Consumo Diário (A)	Número de dias de ocorrência (B)	A x B	Acumulado	(%)
350	6	2100	2100	1,50%
325	14	4550	6650	4,74%
300	48	14400	21050	15,00%
275	110	30250	51300	36,56%
250	201	50250	101550	72,37%
225	105	23625	125175	89,20%
200	60	12000	137175	97,76%
175	18	3150	140325	100,00%

Fonte: Gonçalves, 2004.

Por meio dos dados estatísticos disponíveis na tabela 9 é elaborada uma curva de frequência acumulada, apresentada na gráfico 4.

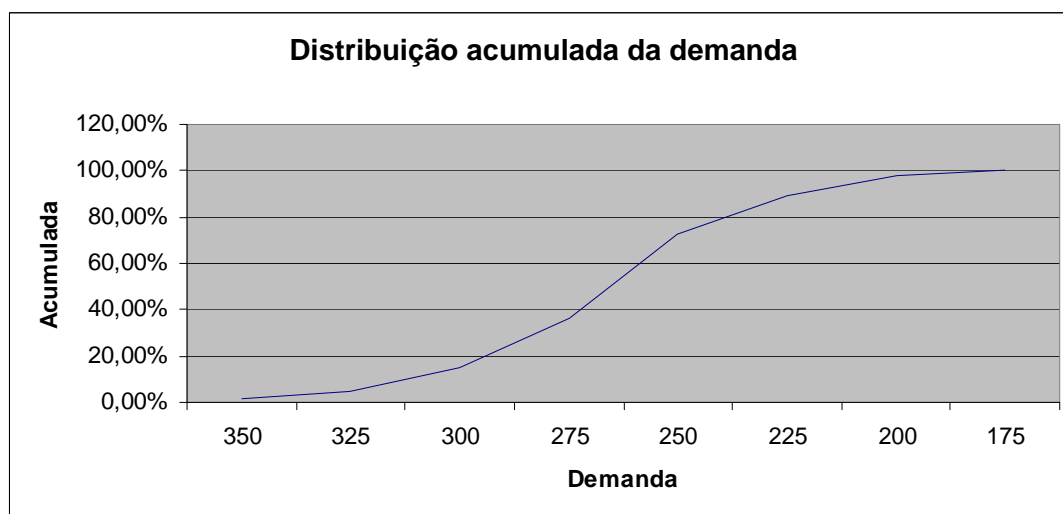


Gráfico 4 – Distribuição acumulada da demanda.

Fonte: Gonçalves, 2004.

Calculando a demanda média mensal é encontrada uma quantidade correspondente a 250 unidades por mês. Observando a curva anterior e analisando a tabela 9, pode-se verificar que uma demanda superior a 300 unidades tem uma probabilidade de ocorrer em 15% das vezes. Se for desejado atender no máximo a uma exigência de demanda de até 300 unidades por mês, está sendo assumido um risco de ser surpreendido com uma demanda

superior a 15%, ou seja, o objetivo de atender a uma demanda de até 300 unidades representa um nível de serviço associado de 85%.

Pode-se, então, afirmar que o estoque de segurança procurado será definido por:

$$ES = (D_{\max} - D_{\text{média}}) \times TR$$

$$ES = (300 - 250) \times 2$$

$$ES = 100 \text{ unidades}$$

O estoque de segurança será determinado pela equação (9):

$$ES = k \times \text{média dos erros absolutos} \quad (9)$$

Por exemplo, se for definido um nível de serviço de 95%, pode-se encontrar, munidos de uma tabela da distribuição normal, que essa decisão implicará um fator  $k = 1,65$ .

Logo, considerando que a média dos erros absolutos, foi de 20,25, o estoque de segurança procurado será igual a:

$$ES = 1,65 \times 20,25 = 33 \text{ veículos}$$

Nos casos em que a distribuição da demanda tem uma configuração semelhante à distribuição normal, também conhecida como curva de Gauss, leva-se em conta que o conjunto de dados históricos da demanda tem uma distribuição estatística semelhante a uma distribuição normal. Saber como os dados se concentram em torno de um valor médio significa dizer que estamos procurando que parcela desses dados históricos vai estar concentrada em torno de um valor médio. Essa concentração vai depender de um segundo parâmetro da distribuição normal, denominado desvio padrão. Quanto menor o desvio padrão, mais concentrados em torno de um valor médio estarão os dados históricos (GONÇALVES, 2004).

Examinando a tabela 9 e levando em conta a equação  $ES = (D_{\max} - D_{\text{média}}) \times TR$ , pode-se verificar que, na determinação do estoque de segurança de um item que tenha uma distribuição de demanda semelhante a uma distribuição normal de probabilidades, estar-se-á interessado em examinar o comportamento da demanda em situações em que ela seja superior a média o que significa dizer que há interesse em examinar tão-somente o lado direito da curva da distribuição normal, como mostra o gráfico 5.

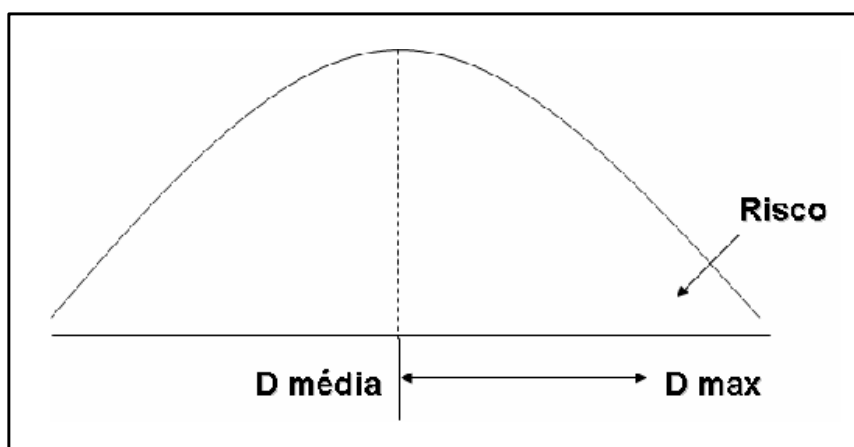


Gráfico 5 – Distribuição normal.  
Fonte: Gonçalves (2004).

Considerando a hipótese de a demanda ocorrer em níveis iguais ou inferiores a demanda média esperada, não haverá a menor necessidade de um estoque de segurança, visto que, nessa circunstância, não haverá problemas quanto ao atendimento da demanda. A preocupação está voltada para as situações em que a demanda é superior à média.

Nessa hipótese, deveremos decidir qual será o nível máximo de demanda que estaremos dispostos a atender, o que significa assumir um determinado risco de que a demanda ultrapasse esse limite.

Utilizar os métodos estatísticos, o conhecimento da demanda média e seu respectivo desvio padrão permite determinar os valores das demandas superiores a demanda média, conhecendo a probabilidade de ocorrência dessa demanda (GONÇALVES, 2004).

Assim, definido o nível de risco é possível calcular a demanda máxima com a equação 10.

$$D_{\max} = D_{\text{média}} + k \times S_d \quad (10)$$

Onde:

$k$  = fator de segurança em função do nível de risco a ser assumido

$S_d$  = desvio padrão da demanda

O valor da constante  $k$  pode ser obtido mediante consulta a uma tabela de distribuição normal em função do nível de risco assumido, área hachurada na curva normal.

Assim, o estoque de segurança, nesse caso, é a parcela adicional da demanda média que deve manter o objetivo de suprir a demanda durante um certo período. Este estoque adicional se reflete como uma taxa máxima de demanda que se está disposto a atender

(GONÇALVES, 2004). Na tabela 10 mostra os valores de k em função do nível de serviço pretendido.

Tabela 10 – Valores de k em função do nível de serviço pretendido.

Número de desvios	Nível de serviço (%)
-	50,00
0,25	60,00
0,53	70,00
0,84	80,00
1,04	85,00
1,28	90,00
1,65	95,00
1,75	96,00
1,88	97,00
2,06	98,00
2,33	99,00
3,10	99,90
3,62	99,99

Fonte: Gonçalves, 2004.

Seja um item de estoque que tenha uma demanda média de 1200 unidades por mês e um desvio padrão de 200 unidades por mês. Considerando que o risco que se pretende assumir seja de 5%, significa que está sendo projetado um nível de serviço de 95%. Nessas circunstâncias, verifica-se que um nível de serviço de 95% representa 1,65 desvio-padrão.

Com essas informações, pode ser concluído que a demanda máxima a ser atendida será de:

$$D_{\max} = 1200 + 1,65 \times 200$$

$$D_{\max} = 1530$$

Para Gonçalves (2004) levando-se em conta um nível de serviço de 95%, a demanda máxima que será atendida será de 1530 unidades.

Considerando que muitas vezes a demanda observada não é computada durante o tempo de reposição, a estatística traz a solução desse problema que permitindo determinar qual a demanda observada durante o tempo de reposição para que se possa definir adequadamente o tamanho do estoque de segurança, como mostra a equação (11),

$$S_{DTR} = S_D \times \sqrt{TR} \quad (11)$$

Consequentemente se atenua o peso que o tempo de reposição causaria no dimensionamento do estoque de segurança.

Assim, a estatística mostra que o desvio-padrão da demanda durante o tempo de reposição, que é exatamente aquele que importa para fins de dimensionamento do estoque de segurança, é calculado usando a equação,  $D_{max} = D_{média} + k \times S_d$ . Isso significa que, uma vez calculados a demanda média e o respectivo desvio-padrão, o desvio da demanda durante o tempo de reposição é calculado conforme Gonçalves (2004).

Continuando com o mesmo exemplo e supondo que o tempo de reposição seja de 12 dias, pode-se utilizar a equação anterior para calcular corretamente o estoque de segurança.

Primeiro, deve ser calculado qual é o desvio-padrão da demanda durante o tempo de reposição, ou seja:

$$S_{DTR} = 200 \times \sqrt{12/30} = 126,49 = 126$$

É importante observar que a demanda média foi calculada em uma taxa mensal e considerando que o tempo de reposição foi tomado em dias, é necessário fazer o correspondente ajuste, transformado-o em meses, razão pela qual, na fórmula anterior, o valor do desvio padrão foi dividido por 30 (considerando que 30 dias correspondem a um mês).

Com esse ajuste, o estoque de segurança procurado será determinado pela equação (12):

$$ES = k \times S_{DTR} \quad (12)$$

Logo, o estoque de segurança será igual a:

$$ES = 1,65 \times 126 = 208$$

Em todos os modelos de cálculos até agora apresentados não foi considerada qualquer modificação no consumo médio mensal nem variação do tempo de reposição. Se for considerado somente a alteração do consumo para maior e o tempo de reposição também para maior, ou seja, atrasos na entrega, um gráfico dente de serra apresenta as seguintes situações:

- Diferenças de requisições ao almoxarifado, mas com o mesmo consumo mensal como mostram os gráficos 6 e 7.

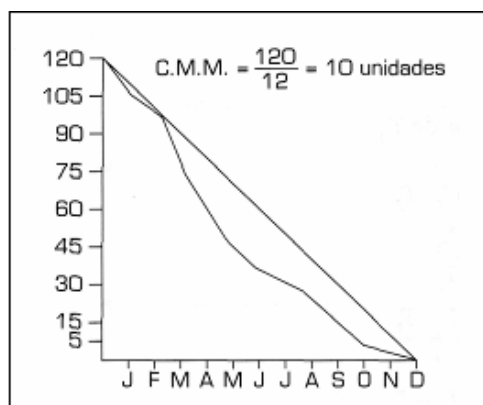


Gráfico 6: Diferenças de requisições.  
Fonte: Dias (2004).

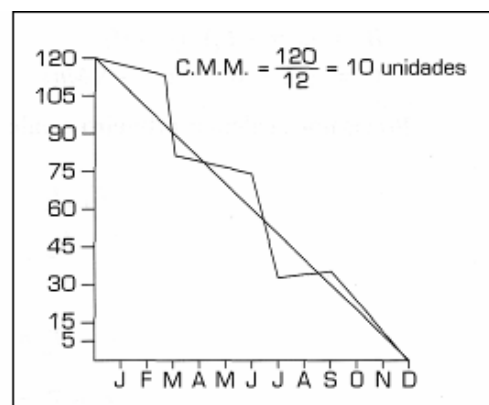


Gráfico 7: Diferenças de requisições.  
Fonte: Dias (2004).

- Diferenças do consumo médio mensal mostrado no gráfico 8.

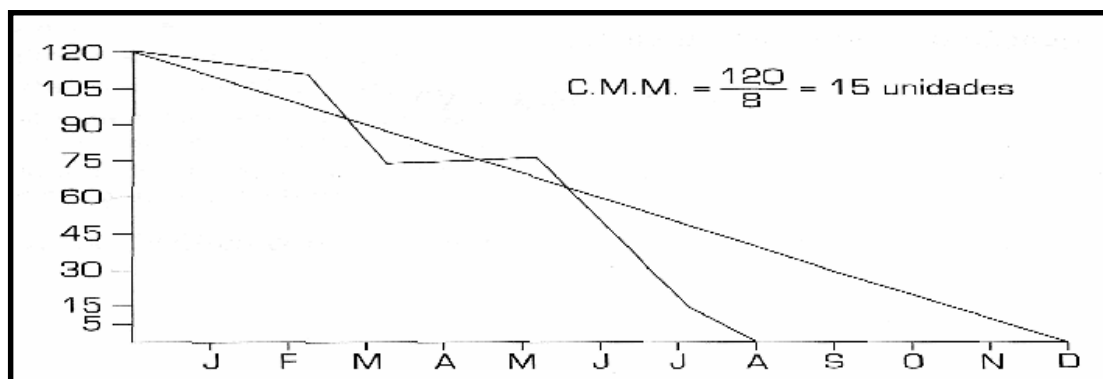


Gráfico 8: Diferenças de consumo médio mensal.  
Fonte: Dias (2004).

Observe que para a mesma quantidade consumida foram obtidos dois valores do Consumo Médio Mensal, ou seja, 10 unidade e 15 unidades; na demonstração dos gráficos 6 e 7, os Consumo Médio Mensal são iguais, embora com quantidades requisitadas diferentes. Nesse caso 2, as quantidades requisitadas são diferentes e em menor número.

Seja analisada, então, a situação vista o gráfico 8 que é exatamente quando o Consumo Médio Mensal aumenta.  $C_1$  é o Consumo Médio Mensal do caso 1 e  $C_2$  o Consumo Médio Mensal do caso 2 e assim tem-se o gráfico 9.

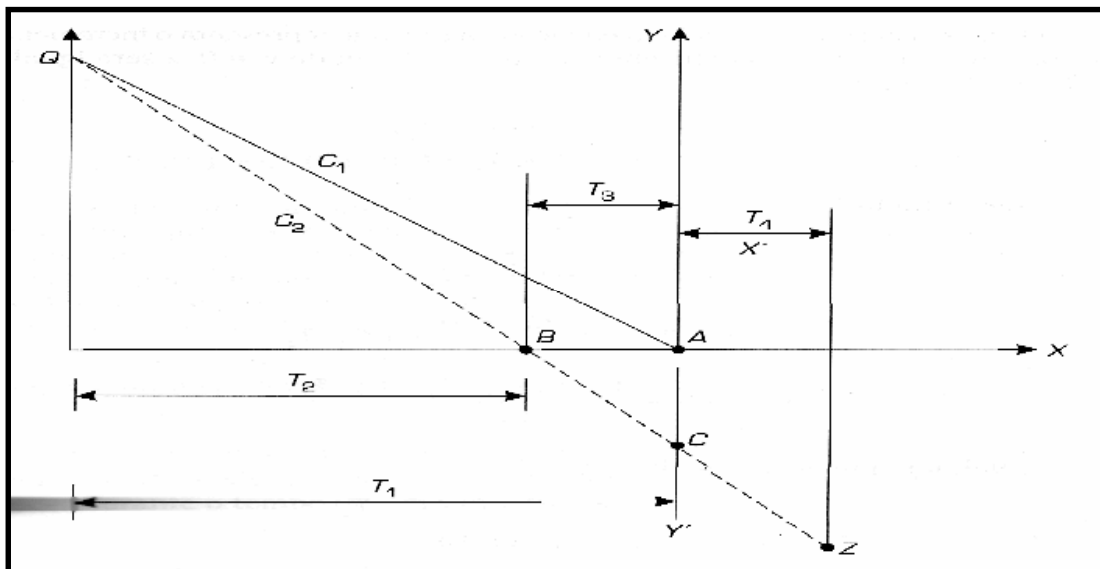


Gráfico 9: Alteração de consumo e tempo de reposição.

Fonte: Dias (2004).

A equação (13) apresenta o cálculo do estoque de segurança quando ocorre uma previsão de aumento de consumo numa previsão de atraso no tempo de reposição do material.

$$ES = T_1 \times (C_2 - C_1) + C_2 \times T_4 \quad (13)$$

Se o atraso no tempo de reposição TR ( $T_4$ ) não for considerado ou  $T_4 = 0$ , a equação (13) ficará como a equação (14).

$$ES = T_1 \times (C_2 - C_1) \quad (14)$$

## 2.9. MRP (Material Requirement Planning)

O MRP clássico se desenvolveu com foco na gestão com o intuito de auxiliar o planejamento e o controle da produção calculando as quantidades necessárias de cada material destinado à manufatura de um determinado produto e dos prazos em que esses materiais devem estar disponíveis para serem agregados ao produto final (GONÇALVES, 2004).

Na figura 8 podemos verificar a integração de um sistema MRP.

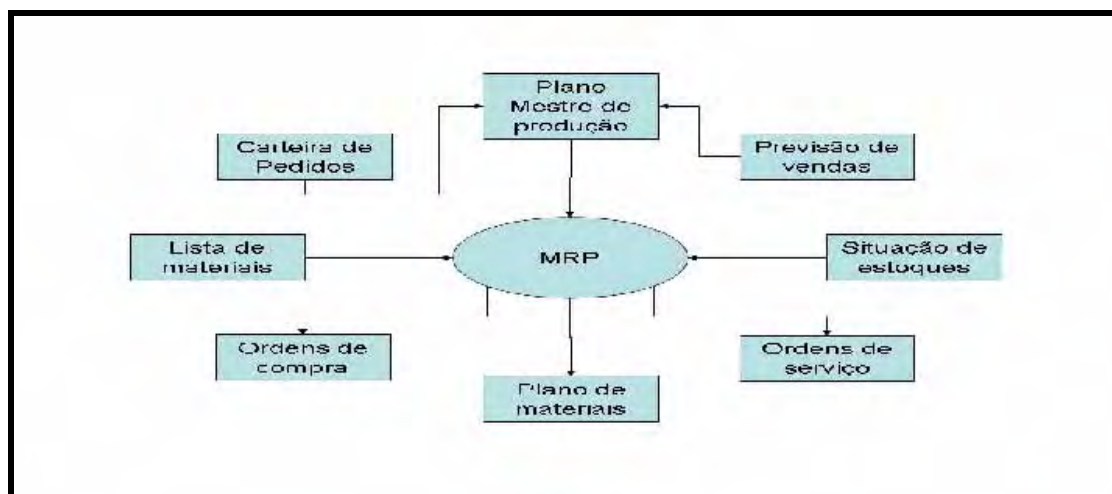


Figura 8 – Sistema MRP.

Fonte: Arnold (2006)

Os principais objetivos do MRP são:

- Determinar exigências, ou seja, o que encomendar, quanto encomendar, quando encomendar e para quando agendar a entrega.
- Manter as prioridades atualizadas, onde a oferta e a demanda sofrem variações diariamente pelos mais variados motivos e o MRP deve ser capaz de reconhecer as prioridades para manter os planos atualizados.

O MRP possui três insumos básicos:

- Programa-mestre de Produção: é através do programa-mestre de produção que se identifica o que vai ser produzido e seus respectivos prazos. Por meio dele o MRP é conduzido a fornecer os insumos iniciais para os itens necessários.
- Registros de estoques: para saber o que é necessário é importante saber quanto está disponível. O MRP precisa saber quanto está disponível, alocado ou em trânsito. Também precisa de informações como quantidade de pedidos, *lead-time*, estoques de segurança e refugos.
- Conta de Materiais: a conta de materiais também é conhecida como lista de materiais. Nessa lista estão contidos os registros dos materiais utilizados na fabricação dos produtos.

Para o pleno funcionamento do MRP existem algumas regras básicas que precisam ser seguidas e descritas da seguinte maneira :

- Especificação e alocação de exigências: é o processo de multiplicar as exigências pela quantidade de utilização e registrar as exigências adequadas por toda lista de materiais e também alocar as exigências detalhadas em seus períodos próprios, com base em seus respectivos *lead-times*.

- Exigências brutas e líquidas: levar em consideração o estoque disponível no cálculo das quantidades a serem produzidas ou compradas.

O objetivo do MRP é ter materiais disponíveis apenas quando necessário e não antes. Desse modo, um pedido não é normalmente liberado até chegar a data de sua liberação (ARNOLD, 2006).

Para reforçar o entendimento do MRP, é apresentado o exemplo de Dias (2006), considerando uma empresa que monta canetas segundo a estrutura abaixo:

Nível 0 - Caneta montada

Nível 1 - Corpo

Nível 2 - Carga

Nível 3 - Rebite plástico

Nível 4 - Tampa

Supondo que tenha havido um pedido de 500 canetas com entrega prevista para daqui a 28 semanas. Analisando a posição de estoque físico e o saldo de pedido, encontra-se a tabela 11:

Tabela 11 – Estoque físico e saldo de pedidos.

	<b>Estoque Físico</b>	<b>Saldo de Pedidos</b>	<b>TOTAL</b>
Corpo	10	20	30
Carga	20	30	50
Rebite Plástico	50	90	140
Tampa	40	60	100
Corpo com Carga	05		
Corpo com Rebite	10		

Fonte: Dias (2006).

### **Cálculo**

a) Corpos

Número de canetas necessárias - 500

Corpos disponíveis (30 + 15) - 45

Corpos necessários (bruto) - 500

Corpos necessários (líquido) - 455

b) Cargas

Número de canetas necessárias	- 500
Cargas disponíveis (50 + 05)	- 55
Cargas necessárias (bruto)	- <u>500</u>
Cargas necessárias (líquido)	- 445

## c) Rebites plásticos

Número de canetas necessárias	- 500
Rebites disponíveis (140 + 10)	- 150
Rebites necessários (bruto)	- <u>500</u>
Rebites necessários (líquido)	- 350

## d) Tampas

Número de canetas necessárias	- 500
Tampas disponíveis	- 100
Tampas necessárias (bruto)	- <u>500</u>
Tampas necessárias (líquido)	- 400

Os prazos de entrega de cada item componente são os seguintes:

Corpo	- 1 semana
Carga	- 2 semanas
Rebite	- 4 semanas
Tampa	- 5 semanas

Se as canetas precisam ser entregues ao cliente na semana 28, os cálculos devem considerar o tempo de reposição:

Entrega das 500 canetas	- Semana 28
Prazo de entrega do corpo	- Semana 01
Tempo de operação para montagem	- Semana 01
Emitir pedido para o corpo	- Semana 26
Completar a necessidade de carga	- Semana 26
Prazo de entrega da carga	- Semana 02
Emitir pedido para carga	- Semana 24
Completar a necessidade do rebite	- Semana 26
Prazo de entrega do rebite	- Semana 04

Completar a necessidade de tampa	- Semana 26
Prazo de entrega da tampa	- Semana 05
Emitir pedido para tampa	- Semana 21

## 2.10. A ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS

A administração de materiais é a função responsável pelo fluxo de materiais, a partir do fornecedor, passando pela produção e chegando até os clientes. Tem como principais objetivos maximizar a utilização dos recursos materiais e fornecer níveis de serviços aos consumidores.

Segundo Dias (2006), um sistema de materiais deve estabelecer uma integração desde a previsão de vendas, passando pelo programa-mestre de produção, até a produção e a entrega do produto final. Deve estar envolvido na alocação e no controle da maior parte dos principais recursos de uma empresa: fabricação, equipamentos, mão-de-obra e materiais.

A administração de materiais pode e deve ser uma fonte de lucro para a empresa. E ela somente pode ser lucrativa quando é capaz de integrar fornecedores, compras e produção de maneira articulada e sincronizada. É o que fazem as empresas bem-sucedidas em termos de gerenciamento da cadeia de fornecedores (CHIAVENATO, 2005).

O gráfico 10, com base em pesquisa publicada pela Gazeta Mercantil em 1991, mostra que mais de 50% dos custos de uma empresa industrial são representados pelos investimentos em materiais e serviços destinados ao andamento da produção.

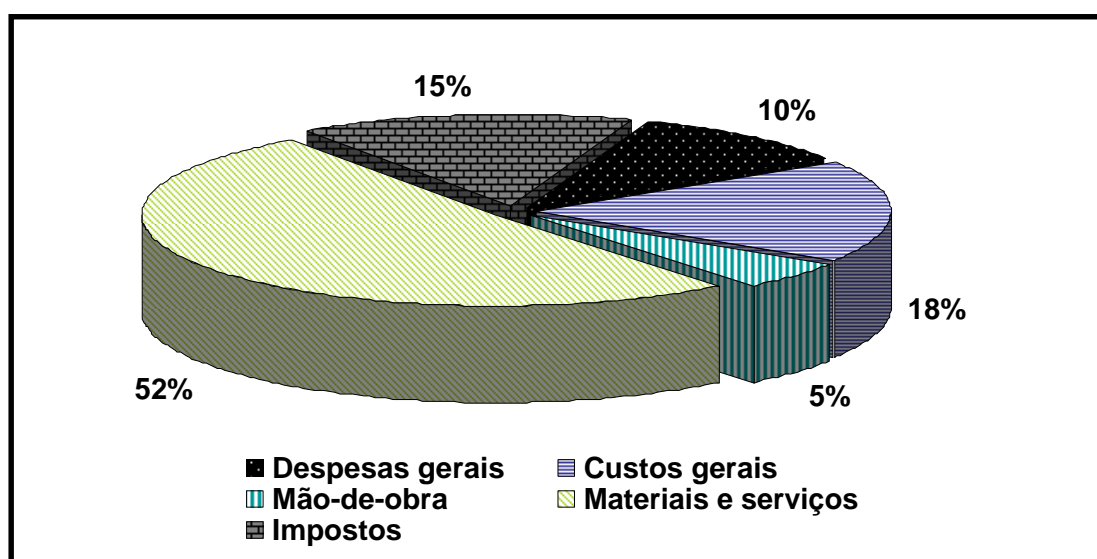


Gráfico 10 – Custos dos materiais em uma empresa industrial.

Fonte: Gonçalves (2004).

A administração de materiais possui uma interação muito grande com outras áreas das organizações. Essa interação pode ser observada na figura 9.

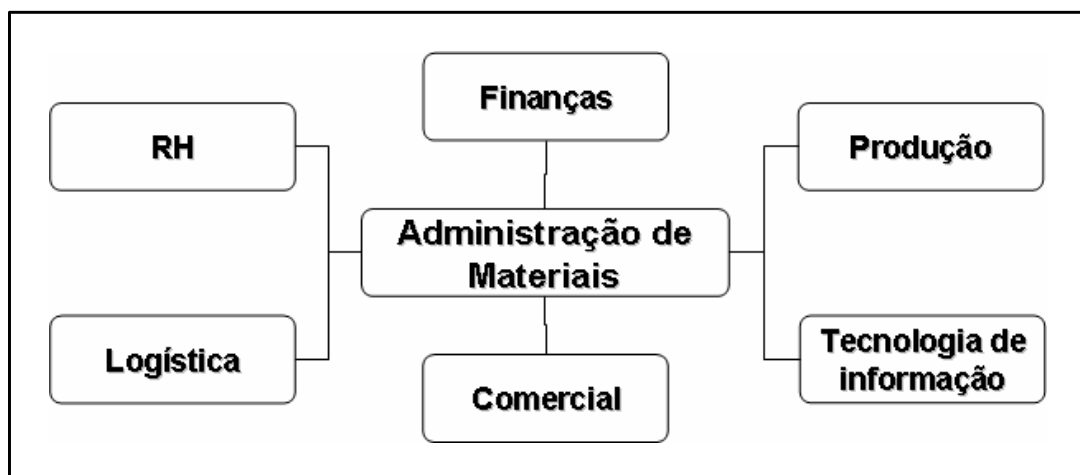


Figura 9 – Interação da administração de materiais com outras áreas das organizações.  
Fonte: Gonçalves (2004).

A administração de materiais interage com a áreas de finanças através dos recursos financeiros necessários para a aquisição de materiais necessários para produção de bens e serviços. Com a área de produção a interação acontece através das previsões de consumo insumos, matérias primas e componentes necessários à fabricação dos produtos que serão oferecidos aos clientes. A área comercial relaciona-se com a administração de materiais através da definição do volume de fabricação de produtos. O rh da empresa fornece o pessoal devidamente capacitado e treinado para os exercícios das funções da administração de materiais. A otimização dos processos de fornecimento de produtos acabados de acordo com as necessidades de clientes e consumidores estabelece o relacionamento com a área de logística. A tecnologia de informação é o elemento de apoio e manutenção de registros e informações envolvendo etapas do fluxo de suprimentos (GONÇALVES, 2004).

A gestão de materiais permite a obtenção de vantagens competitivas, redução de investimentos, melhores condições de compras e satisfação dos clientes (GONÇALVES, 2004).

## 2.11. COMPRAS

Compras é uma função ampla e, se realizada com eficiência, envolve todos os departamentos da empresa. Obter o material certo, nas quantidades certas, com a entrega correta (tempo e lugar), da fonte correta e no preço certo são todas funções de compras (ARNOLD, 2006).

As quantidades e a entrega de produtos acabados são estabelecidas pelas necessidades do mercado. No entanto, o planejamento e controle de produção deve decidir quando pedir as matérias-primas, de modo que a demanda do mercado possa ser atendida. O departamento de compras fica então responsável por colocar os pedidos e garantir que as mercadorias cheguem pontualmente através da localização de fontes adequadas de suprimentos e negociação de preços.

Para Martins (2006), a função compras é vista como parte integrante do gerenciamento da cadeia de suprimentos. Esta função compras diz respeito a todo complexo que envolve o processo de planejamento da aquisição, licitação, julgamento das propostas e fornecimento de materiais e serviços, bem como a contratação de fornecedores que abastecerão a empresa com os materiais e serviços utilizados. Todo esse complexo de atividades, mesclando diversos objetivos muitas vezes conflitantes, é dirigido a uma única finalidade: garantir que materiais e serviços exigidos sejam fornecidos nas quantidades corretas, com qualidade, no tempo desejado (GONÇALVES, 2004).

Arnold (2006), define a função compras como sendo responsável pelo estabelecimento do fluxo dos materiais, pelo *follow up* junto ao fornecedor, e pela agilização da entrega. Prazos de entrega não cumpridos podem criar sérias perturbações para os departamentos de produção e vendas, mas a função de compras pode reduzir o número de problemas para ambas as áreas e adicionar lucros.

Dias (2006) define os principais objetivos da função compras como sendo o de obter um fluxo contínuo de suprimentos a fim de atender aos programas de produção, coordenar esse fluxo de maneira que seja aplicado um mínimo de investimento que afete a operacionalidade da empresa, comprar materiais e insumos aos menores preços, obedecendo a padrões de quantidade e qualidade definidos e procurar sempre dentro de uma negociação justa e honrada as melhores condições para a empresa, principalmente em condições de pagamento.

Para satisfazer a esses objetivos, devem ser determinadas as especificações de compra: qualidade certa, quantidade certa e entrega certa (tempo e lugar), selecionado o

fornecedor (fonte certa), negociados os termos e condições de compra e emitido e administrado os pedidos de compra.

Arnold (2006) diz que o ciclo de compras consiste em a) receber e analisar as requisições de compra, b) selecionar fornecedores. Encontrar fornecedores potenciais, emitir solicitações para cotações, receber e analisar cotações, selecionar o fornecedor certo, c) determinar o preço correto, d) emitir pedidos de compra, e) fazer um acompanhamento para garantir que os prazos de entrega sejam cumpridos, f) receber e aceitar as mercadorias e g) aprovar a fatura para pagamento do fornecedor.

Em algumas organizações, a função compras abrange um leque maior de atividades como gerência de materiais, acompanhamento de contratos e controle das faturas de fornecimento de materiais para autorização de pagamentos (GONÇALVES, 2004).

Para Dias (2006), além das atividades típicas dentro da organização de compras, outras responsabilidades poderão ser partilhadas com outros setores, como a determinação do que fabricar ou comprar, padronização e simplificação, as especificações e substituições de materiais, os testes comparativos, o controle de estoques, seleção de equipamentos de produção e o controle dos programas de produção dependentes da disponibilidade de materiais.

As grandes empresas que possuem várias fábricas, o volume de operações de compra atinge quantidades consideravelmente altas. Nelas é preciso saber se todas as operações de compra da organização serão feitas em um ponto centralizado, ou em seções de compras separadas para cada fábrica.

A importância da função de compras já se tornou evidente e por isso se pode diferenciar a função do comprador atual e do primitivo “colocador de pedido”.

Atualmente, o comprador é um elemento experiente e sua função caracteriza-se com um das mais importantes da empresa. O padrão atual do comprador exige que ele tenha ótimas qualificações e esteja preparado para usá-las em todas as ocasiões, demonstre amplos conhecimentos sobre produtos, processos e fases de fabricação, esteja preparado para discutir em igual nível de conhecimento com os fornecedores, saiba ouvir atentamente os argumentos dos vendedores, analisá-los e agir sensatamente, identifique-se com a política e os padrões de ética definidos pela empresa e objetive negócios honestos e compensadores, sem que parem dúvidas quanto à dignidade daqueles que o conduziram.

Compradores de alto desempenho compram bem e eficientemente, atendem aos objetivos de lucros, uma vez que o departamento de compras é um centro de lucro (DIAS, 2006).

Um sistema de compras pode variar de acordo com a estrutura da empresa e das políticas por ela adotadas. A cada ano novas reformulações são implementadas nos sistemas de compras para poder comprar melhor e encorajar novos e eficientes fornecedores.

O sistema de compras a três cotações parte de um número mínimo de cotações para encorajar novos competidores.

Outra forma é o sistema de preço objetivo que utiliza o conhecimento prévio do preço e proporciona uma verificação dupla no sistema de cotações. Ajudar aos fornecedores a serem competitivos e garante ao comprador uma base para argumentações nas negociações.

Duas ou mais aprovações é o sistema em que no mínimo duas pessoas estão envolvidas em cada decisão da escolha do fornecedor. Estabelece uma defesa dos interesses da organização pela garantia do melhor julgamento.

A Documentação escrita possibilita o exame de cada fase da negociação, permite a revisão e estará sempre disponível junto ao processo de compra para esclarecer qualquer dúvida posterior.

Dias (2006) divide o sistema de compras em 4 partes.

A primeira, solicitação de compras, consiste em uma comunicação interna da empresa, caso não esteja sendo utilizado métodos como EDI (*Electronic Data Interchange*).

A segunda parte é a coleta de preços. É atividade de identificar os fornecedores e coletar os preços de seus produtos/serviços;

A terceira é o pedido de compra, ou seja, o resultado da seleção da melhor opção entre as oferecidas pelos fornecedores;

A última parte é o acompanhamento de compras que consiste na atividade de averiguar o “status” do pedido até o momento em que o material/serviço seja efetivamente entregue e dada por concluída a operação.

## **2.12. A PEQUENA EMPRESA E A GESTÃO DA PRODUÇÃO**

Para uma melhor definição do que é uma pequena empresa, devem ser levadas em conta as características destas empresas e seus problemas, que devem ser significativamente diferentes dos de uma grande empresa como a pequena participação no mercado, isto é, sua posição não é dominante em sua indústria, ser gerenciada pelos proprietários de forma familiar e não através de uma estrutura gerencial formalizada, ser independente no sentido de não fazer parte de uma grande corporação e de que a tomada de decisões por parte dos proprietários é livre de controle externo, possuir um número limitado

de empregados e grande parte do seu capital é provido pelo proprietário. Assim o capital e o gerenciamento de uma pequena empresa andam juntos, pois as decisões envolvem a utilização dos recursos e do capital do proprietário-gerente (SILVEIRA, 1996).

Para Silveira (1996), pequena empresa é aquela que independentemente gerenciada e possuída, sem interferência externa ou sem fazer parte de outra corporação, gerenciada de uma forma que reflete a personalidade do proprietário, é uma organização que possui poucos recursos econômicos, não tem uma posição dominante em sua indústria e depende mais de seu ambiente geográfico imediato - bancos, mercados locais.

Sistemas informais de controle, pequeno número de promoções possíveis, sem potencial para desenvolvimento da mão-de-obra, controle limitado do ambiente e recursos limitados para monitorá-lo, capacidade limitada de obter capital de instituições e tecnologia de processo limitada também são características das pequenas empresas.

Resumidamente podem ser citadas algumas características estrategicamente relevantes para pequenas empresas, que podem ser consideradas válidas também para o caso brasileiro, as quais são citadas por Van Hoorn (1979, p.85 citado por SILVEIRA, 1996).

Primeiro, as pequenas empresas têm um número comparativamente limitado de tipos de desempenho (produtos, tecnologias, serviços, *know-how*) que chegam a grupos específicos de clientes ou áreas geográficas. Isto implica que estas companhias geralmente possuem uma base comercial mais estreita e são, conseqüentemente, vulneráveis em caso de queda de negócios;

Segundo, oportunidades de diminuir o risco através do gerenciamento do portfólio raramente existem;

Terceiro, seus recursos e capacidades são comparativamente limitados, especialmente o capital é limitado (capacidade de empréstimo e capital de giro). Como resultado, as habilidades e informações para um adequado gerenciamento estratégico são usualmente insuficientes. Não somente o tamanho da companhia constitui uma barreira como também, freqüentemente, a atitude de gerenciamento adotada;

Quarto, os procedimentos administrativos necessários, técnicas e meios de avaliar a posição estratégica a intervalos regulares e controlá-la têm sido insuficientemente desenvolvidos. Como resultado, informação relevante para o planejamento estratégico (a respeito de mercado e os competidores e também de natureza financeira) não está disponível ou

não é segura. Conseqüentemente em companhias pequenas a natureza de informação estratégica é mais qualitativa do que quantitativa.

Quinto, a maior parte das pessoas foram treinadas no trabalho. Na maioria dos casos, os donos determinam a estratégia. Esta estratégia não é sistematizada nem explicitada. Isto também possui influência direta no segundo escalão, sobre suas possibilidades, deveres e métodos de trabalho, assim como na comunicação com a gerência;

Sexto, as posições de gerenciamento são freqüentemente ocupadas por parentes dos fundadores da companhia. Em comparação com companhias maiores, onde o poder é distribuído, decisões importantes de interesse da continuidade da companhia tendem ser influenciadas por outros fatores além de argumentos racionais. O caráter intra-familiar também implica que expansão de igualdade de capital crie grandes problemas. Isto intensifica as características mencionadas no ponto 2;

Em 1990, pesquisa realizada com 1000 empresas localizadas em todos os estados brasileiros e representativas de vários setores, revelou dificuldades enfrentadas por elas, relacionadas com o resultado final de sua produtividade. Destacamos aqui os resultados de interesse ao PCP: 40% não utilizavam planejamento da produção, 50% não utilizavam planejamento de vendas, 47% não utilizavam sistema de controle de estoques, 90% não utilizavam recursos de informática e 75% não utilizavam *layout* planejado (RAMOS & FONSECA, 1995).

Quando se conhece a realidade de uma MPE aqui no Brasil, o que se nota, salvo alguns bons exemplos, é que a situação hoje está muito pouco melhorada, com um pouco de destaque para a questão informatização. As empresas estão investindo neste ponto. As micros e pequenas empresas em geral estão tão preocupadas com o curto prazo, que não tem atenções para novas tecnologias ou processos. Devido à falta de dinheiro elas não podem investir em consultores e em treinamento, fator fundamental para implementação de mudanças e melhorias.

Como as grandes empresas, as pequenas empresas também necessitam de qualidade em suas informações para um bom PCP. Trabalhos desenvolvidos mostram que era possível suprir as necessidades de muitas empresas com pouco conhecimento computacional e recursos financeiros pequenos, introduzindo o uso de microcomputadores, mesmo sem possuir especialistas na área de sistemas de informação. Um sistema de PCP nada mais é do que um sistema de informação aplicado.

### 3. MÉTODO DA PESQUISA.

A pesquisa realizada foi exploratória e aplicada, uma vez que, nela, o investigador é movido pela necessidade de fazer conjecturas e elaborar modelos conceituais, num primeiro momento e aplicar os resultados obtidos, num segundo. A preocupação foi voltada para a elaboração de modelo que permitisse a sua aplicação imediata. Considerando aspectos como simplicidade, facilidade de implantação e custos, optou-se por utilizar somente as fases de previsão de demanda e planejamento agregado do método proposto por Evans (1997). Em seguida foi feito estudo da validade do modelo e sua aplicação. A primeira fase foi feita usando-se como parâmetro de validação do modelo de previsão e o estudo do erro médio quadrático, conforme Stevenson (2001). A segunda, por observação *in loco*.

A abordagem do problema foi quantitativa a partir de informações e procedimentos utilizados pela empresa. Tal abordagem considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.). Os resultados alcançados foram comparados utilizando tais recursos.

Os objetivos iniciais da pesquisa eram de caráter exploratório. Segundo Yin (1994), o estudo de caso é o método de investigação adequado para responder a questões como: “quais”, “como” e “por que”, sendo também útil para geração e construção de teorias em áreas em que poucos dados estão disponíveis. Segundo Cervo e Bervian (1983, p. 32), o estudo de caso é apropriado para estudar "um determinado grupo para examinar aspectos variados de sua vida".

A partir da estrutura de decisões proposta por Evans (1997) apresentada na figura 1, a pesquisa englobou apenas as fases de previsões e planejamento agregado, deixando para o futuro o planejamento-mestre de produção, MRP, programação da produção e o controle de operações. O desenvolvimento da pesquisa seguiu o roteiro que pode ser visualizado no quadro 2.

<b>Etapa 1</b>	<b>Etapa 2</b>	<b>Etapa 3</b>
<b>Previsão de demanda</b>	<b>Planejamento agregado</b>	<b>Ferramenta de compras</b>
1. Coletar informações	1. Estimar a produção para cada setor	1. Desenvolver relatórios para necessidades de compras
2. Selecionar o modelo a ser utilizado	2. Estimar o consumo de matérias-primas e insumos	
3. Elaborar a previsão	3. Determinar o estoque de segurança	
4. Criar um modelo para controle		

Quadro 2 – Passos para proposta de desenvolvimento do estudo.

Os dados para a pesquisa foram obtidos através do acesso direto ao banco de dados de informações da empresa pesquisada e o tratamento dos mesmos foi feito com o auxílio de ferramentas computacionais como planilhas eletrônicas, bancos de dados e processadores de textos.

Ao término da análise dos dados, foi elaborado um plano de melhorias que procurou organizar e dinamizar os processos, reduzir custos, etc. O plano foi implantado e após 12 meses os resultados obtidos foram comparados com os resultados existentes anteriores ao novo sistema. Esse comparativo foi extremamente importante para avaliação da eficiência do novo sistema.

O objeto de estudo desse trabalho foi atender algumas necessidades que uma pequena empresa possui. O estudo analisa e implementa ferramentas que atendem necessidades de redução e controle de materiais, com o objetivo de reduzir custos e tornar o planejamento de recursos e produção mais eficientes.

## **4. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS**

Nesta seção são apresentados o objeto de estudo, os cálculos com os métodos de previsão apresentados na revisão da literatura, o cálculo dos erros dos métodos, a escolha do método de previsão, o uso do mesmo e análise dos resultados gerados pela sua implantação.

### **4.1. O OBJETO DE ESTUDO**

O objeto de estudo desta pesquisa foi uma empresa localizada no estado de São Paulo e criada no ano de 2000 a partir da fusão de um escritório de decoração, localizado na capital paulista, e uma marcenaria localizada no interior do mesmo estado.

Atualmente a empresa possui 115 funcionários, sendo 90 diretamente ligados ao setor produtivo.

Os principais itens produzidos pela empresa são camas, criados-mudo, bicamas, cômodas, prateleiras e cabeceiras.

Madeiras, compensados, corredeiras, rodízios, puxadores, produtos de acabamento, abrasivos, adesivos, rábricas e lâminas de madeira são os principais grupos de matéria-prima e insumos utilizados.

A capacidade de produção é de aproximadamente 2160 horas/mês, quantidade definida pela capacidade do setor de montagem da empresa, setor esse considerado o recurso gargalo da fábrica.

### **4.2. Previsão de vendas e planejamento de produção**

A empresa não possuía nenhum modelo de previsão de vendas. A previsão existente sempre foi de aumento de faturamento bruto, sem levar em consideração qualquer aumento do volume produzido ou vendido e nem recursos consumidos por esse aumento. Essa previsão tinha como horizonte o ano seguinte, e os números eram estabelecidos através de “achismos”. Esse método também não estabelecia nenhum elo entre vendas e setores produtivos.

A empresa produz sob encomenda, iniciando o processo de produção de um determinado produto a partir de um pedido concretizado. As vendas são realizadas em um único ponto de venda localizado na capital do estado de São Paulo.

A produção da empresa é toda planejada, programada e medida em horas e não em produtos. Esse indicador foi desenvolvido há alguns anos para estabelecer padrões e dar pesos diferentes para produtos diferentes, ou seja, quando mediam a produção apontando quantos produtos havia sido produzido, pois uma prateleira tem o mesmo peso de uma cômoda e não se levava em consideração o tempo que cada uma consome, especialmente no recurso gargalo.

A tabela 12 mostra a diferença entre a medição em unidades produzidas e horas produzidas.

Tabela 12 – Comparativo de produção entre unidades e horas.

Família	2004		2005		2006	
	Horas	Unidades	Horas	Unidades	Horas	Unidades
Bicama	277	184	345	225	339	226
Cama	2525	583	2598	570	3110	705
Cômoda	797	94	931	106	764	87
Criado	2487	661	2407	635	2230	600
Outros	6320	1387	8283	1753	8601	1701
Prateleira	159	102	139	76	198	77
<b>Total:</b>	<b>12564</b>	<b>3011</b>	<b>14702</b>	<b>3365</b>	<b>15240</b>	<b>3396</b>

Na da tabela 12 pode-se visualizar o resultado de produção dos anos de 2004, 2005 e 2006 em unidades produzidas e horas. Em 2005 foram produzidas 3365 unidades, representando um aumento de 11,76% em unidades vendidas em relação ao ano de 2004. No mesmo ano de 2005 foram produzidas 14702 horas, representando um aumento de 17,02% em horas produzidas em relação ao ano de 2004. O que isso significa? Significa que o desempenho da empresa é medido em horas e não em unidades produzidas, devido a variação de horas consumidas por cada unidade produzida.

A figura 10 ilustra a diferença, em horas de unidades comercializadas e produzidas pela empresa.

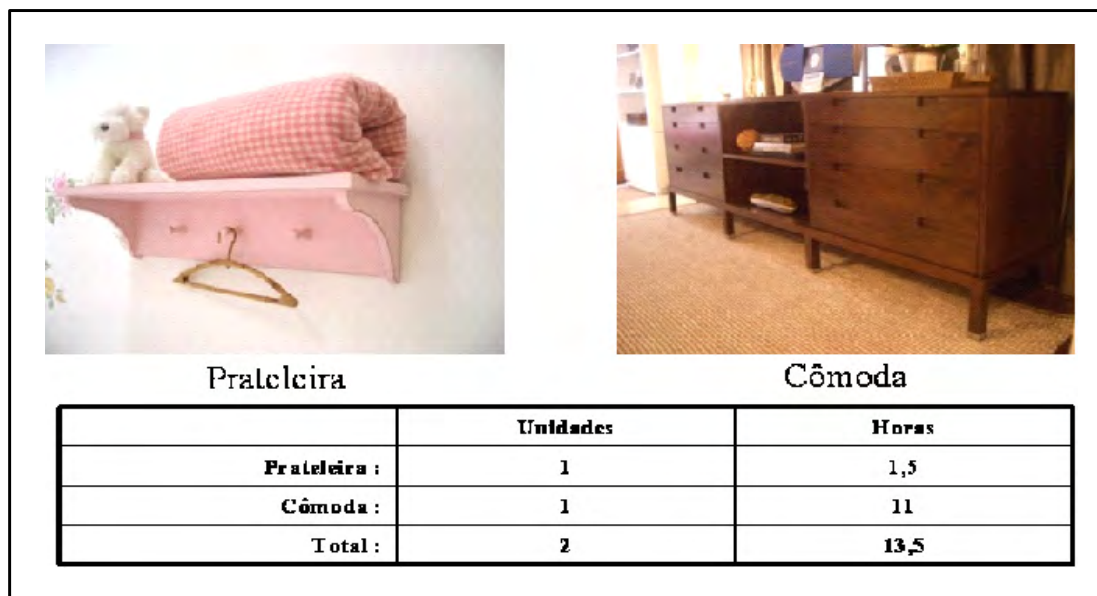


Figura 10 – Exemplificação do sistema de medição em horas.

Fonte: Argenton (2008).

#### 4.3. Programação da produção e dos recursos

A produção é programada diariamente a partir da chegada dos pedidos. Conforme os pedidos são processados e enviados ao PCP da empresa, os prazos eram fixados para verificação de informações, inserção de projetos e criação de listas de materiais. Então dava-se início ao processo de produção do produto vendido.

O *lead-time* de fabricação girava em torno dos 35 dias, permitindo assim, um horizonte de produção de máximo 35 dias. Esse horizonte não permitia uma visualização do consumo de recursos a serem utilizados para um prazo maior e não existia a possibilidade de se elaborar um planejamento agregado para períodos superiores ao mencionado.

Cada produto vendido e produzido é padronizado, mas admite pequenas alterações como alguns itens de acabamento e dimensões. Ele possui um projeto e uma lista de materiais diretos a serem utilizados. Os materiais são classificados nas seguintes famílias nas listas de materiais: madeira, compensados, ferragens, parafusos, componentes de fabricação, rábricas e lâminas. As outras famílias de materiais são tratadas como insumos e classificadas como gastos gerais de fabricação.

Durante a pesquisa constatou-se que mesmo cada produto tendo sua lista de materiais, vários itens apresentavam informações incorretas, como quantidade, por exemplo..

As quantidades de madeira e derivados de madeira (compensados, MDF, lâminas e rábricas) eram imprecisas.

Os materiais são serrados, desempenados, desengrossados e lixados e por isso as listas de materiais não apresentam, de maneira correta, a perda de material ocorrida durante o processo. Esse problema impedia o desenvolvimento da programação de materiais basear-se nas listas de materiais.

O sistema de reposição de matérias-primas e insumos baseava-se no consumo histórico dos últimos 3 meses do material e projetava a média desses últimos 3 meses como planejamento futuro de consumo. Esse planejamento gerava excesso de inventários, ou falta dos mesmos, devido a previsão não levar em consideração as oscilações de vendas.

#### **4.4. Previsão de demanda**

O principal objetivo do modelo de previsão desenvolvido foi criar parâmetros de planejamento para aquisição de matérias-primas e insumos. Com os dados de previsão os parâmetros para compras de materiais deixaram de ser alta administração da empresa sem qualquer recurso técnico de apoio e passaram a ser feitos com base na metodologia aqui apresentada. As previsões não são desdobradas em famílias de produtos, e sim a quantidade em quantidade de horas a serem utilizadas.

Seguindo o princípio de que as previsões devem seguir os mesmo itens controlados pela produção, os dados coletados foram as quantidades de horas vendidas nos últimos 3 anos (2004, 2005 e 2006), separados mensalmente, como podemos verificar através da tabela 13.

Tabela 13 – Dados históricos de vendas em horas.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<b>JAN</b>	1007,00	1477,50	1619,30
<b>FEV</b>	1431,50	1392,50	1538,00
<b>MAR</b>	1676,10	1616,00	1789,80
<b>ABR</b>	1269,25	1668,50	1525,00
<b>MAI</b>	1613,30	1828,00	2077,10
<b>JUN</b>	1500,30	1795,00	1204,00
<b>JUL</b>	1606,50	1399,00	1524,20
<b>AGO</b>	1945,50	2182,20	2472,00
<b>SET</b>	1990,50	2068,80	2194,50
<b>OUT</b>	2220,00	2806,90	2421,50
<b>NOV</b>	1854,10	1936,87	1062,00
<b>DEZ</b>	1340,95	1094,50	917,00
	<b>19455</b>	<b>21265,77</b>	<b>20344,40</b>

O processo de escolha do método de previsão usou os dados de 2006, os quais foram comparados com as projeções feitas pelos métodos. Foram avaliados os métodos da média móvel, média móvel ponderada, suavização exponencial, regressão linear e fatores multiplicativos de acordo com os modelos e equações apresentados no referencial teórico. O resultado da aplicação das técnicas de previsão podem ser visualizadas na tabela 14.

Tabela 14 – Comparativo de resultados dos modelos perante o resultado de 2006.

	MM	EMM	MMP	EMMP	SE1	ESE1	SE2	ESE2	IS	EIS	FM	EFM	Real 2006
Jan	1945	106059	1659	1600	1770	22801	1770	22801	1659	1600	1364	65025	1619
Fev	1657	14214	1516	477	1712	30276	1536	4	1744	42436	1554	256	1538
Mar	1565	50642	1493	88061	1648	20164	1421	136161	1720	4900	1808	324	1790
Abr	1722	38921	1529	12	1641	13456	1575	2500	1758	54289	1612	7569	1525
Mai	1648	183907	1515	316180	1645	186624	1645	186624	1847	52900	1892	34225	2077
Jun	1645	194600	1516	97176	1682	228484	1793	346921	1819	378225	1761	310249	1204
Jul	1672	21862	1518	42	1705	32761	1795	73441	1858	111556	1649	15625	1524
Ago	1655	667408	1516	913071	1644	685584	1479	986049	1950	272484	2267	42025	2472
Set	1657	289070	1517	460108	1749	198916	2033	26244	1919	76176	2227	1024	2195
Out	1661	578484	1517	819482	1813	370881	2059	131769	1958	215296	2762	115600	2422
Nov	1658	355143	1517	206732	2011	900601	2657	2544025	2053	982081	2072	1020100	1062
Dez	1659	550418	1517	359644	1996	1164241	2079	1350244	2018	1212201	1337	176400	917
	<b>20.145</b>	<b>3.050.727</b>	<b>18.328</b>	<b>3.262.584</b>	<b>21.016</b>	<b>3.854.789</b>	<b>21.842</b>	<b>5.806.783</b>	<b>22.303</b>	<b>3.404.144</b>	<b>22.305</b>	<b>1.788.422</b>	<b>20.345</b>
Percentual em relação aos totais	99,0%		90,1%		103,3%		107,4%		109,6%		109,6%		
Correlação	-0,08		-0,07		-0,52		-0,37		-0,03		0,71		

MM - Média móvel

MMP - Média móvel ponderada

SE1 – Suavização exponencial com base na previsão

EMM – Erro médio quadrático média móvel

EMMP – Erro médio quadrático média móvel ponderada

ESE1 – Erro médio quadrático suavização exponencial com base na previsão

SE2 – Suavização exponencial com base na previsão

IS – Índices de sazonalidade

FM – Fatores multiplicativos

ESE2 – Erro médio quadrático suavização exponencial com base na previsão

EIS – Erro médio quadrático índices de sazonalidade

EFM – Erro médio quadrático fatores multiplicativos

Todos os modelos obtiveram totais superiores ao resultado de 2006, ou seja, todas as previsões foram maiores que o resultado real de 2006, indicando que o retrospecto da empresa aponta para um crescimento da demanda. O modelo que mais se aproximou foi o dos fatores multiplicativos, por apresentar o menor erro.

No ano de 2006, fatores externos e internos influenciaram a demanda. Tais fatores foram:

- Copa do mundo de futebol, realizada na Alemanha, nos meses de Junho e Julho de 2006;
- Feriado de 20 de novembro, Dia da Consciência Negra, que devido a sua proximidade com outros feriados já existentes, 02 de novembro (finados) e 15 de novembro (Proclamação da Republica), provocaram êxodo da cidade de São Paulo, cidade onde se localiza o ponto de venda da empresa.
- Nos meses de novembro e dezembro iniciou-se uma renovação do quadro de vendedores, que de certa forma impactou no potencial de vendas da empresa.

Devido à influência desses fatores foram retirados do quadro comparativo os meses de junho, novembro e dezembro, e comparamos novamente os resultados, como mostra a tabela 15.

Tabela 15 – Comparativo de resultados dos modelos perante o resultado de 2006 retirando os resultados dos meses de junho, novembro e dezembro.

	MM	EMM	MMP	EMMP	SE1	ESE1	SE2	ESE2	IS	EIS	FM	EFM	Real 2006
Jan	1945	106059	1659	1600	1770	22801	1770	22801	1659	1600	1364	65025	1619
Fev	1657	14214	1516	477	1712	30276	1536	4	1744	42436	1554	256	1538
Mar	1565	50642	1493	88061	1648	20164	1421	136161	1720	4900	1808	324	1790
Abr	1722	38921	1529	12	1641	13456	1575	2500	1758	54289	1612	7569	1525
Mai	1648	183907	1515	316180	1645	186624	1645	186624	1847	52900	1892	34225	2077
Jul	1672	21862	1518	42	1705	32761	1795	73441	1858	111556	1649	15625	1524
Ago	1655	667408	1516	913071	1644	685584	1479	986049	1950	272484	2267	42025	2472
Set	1657	289070	1517	460108	1749	198916	2033	26244	1919	76176	2227	1024	2195
Out	1661	578484	1517	819482	1813	370881	2059	131769	1958	215296	2762	115600	2422
	<b>15.183</b>	<b>1.950.567</b>	<b>13.779</b>	<b>2.599.032</b>	<b>15.327</b>	<b>1.561.463</b>	<b>15.313</b>	<b>1.565.593</b>	<b>16.413</b>	<b>831.637</b>	<b>17.135</b>	<b>281.673</b>	<b>17.162</b>
Percentual em relação aos totais	<b>88,5%</b>		<b>80,3%</b>		<b>89,3%</b>		<b>89,2%</b>		<b>95,6%</b>		<b>99,8%</b>		
Correlação	<b>-0,31</b>		<b>-0,28</b>		<b>0,17</b>		<b>0,32</b>		<b>0,81</b>		<b>0,90</b>		

MM – Média móvel

MMP – Média móvel ponderada

SE1 – Suavização exponencial com base na previsão

EMM – Erro médio quadrático média móvel

EMMP – Erro médio quadrático média móvel ponderada

ESE1 – Erro médio quadrático suavização exponencial com base na previsão

SE2 – Suavização exponencial com base na previsão

IS – Índices de sazonalidade

FM – Fatores multiplicativos

ESE2 – Erro médio quadrático suavização exponencial com base na previsão

EIS – Erro médio quadrático índices de sazonalidade

EFM – Erro médio quadrático fatores multiplicativos

Após feitos os expurgos anteriormente mencionados, a tabela 15 mostra que o modelo que mais se aproximou dos resultados reais de 2006 foi o modelo que utiliza a técnica de fatores multiplicativos. O total final dos valores atingiu 99,8% em relação ao total real de 2006. O erro médio foi o menor entre todos os modelos e sua correlação foi positiva e também a maior de todos os modelos. Por esses motivos foi escolhido como modelo para ser utilizado na previsão para o ano de 2007.

Definido o modelo, a previsão para o ano de 2007 foi elaborada como mostra a tabela 16.



A empresa definiu como objetivo de vendas para o ano de 2007 um crescimento de 4,5% em relação ao ano de 2006, ou seja, atingir o mesmo resultado obtido no ano de 2005. Aplicou-se o modelo de previsão baseado em fatores multiplicativos e a previsão para o ano de 2007 ficou como mostra a tabela 17.

Tabela 17 – Previsão mensal para 2007.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Previsão	1427,97	1517,81	1768,31	1552,87	1920,19	1565,59	1902,58	2622,86	1523,26	2591,76	1693,17	1179,4

O modelo mostrado na tabela 16 serviu não somente para prever a demanda como também para monitorar os resultados e compará-los a previsão. O comparativo foi feito mensalmente, analisando cada mês ao resultado obtido, como também o resultado acumulado.

#### 4.5. Planejamento da produção e materiais

Com a definição da previsão de demanda foi possível desenvolver o planejamento de produção da empresa para um horizonte de 12 meses. Foi adicionado à previsão a reposição de mostruário. A previsão total pode ser vista na tabela 18.

Tabela 18 – Previsão total.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1833	1772	2101	1789	2013	1711	1917	2505	2312	2647	1810	1199

Outro dado importante para o planejamento da produção foi o cálculo do prazo médio, em dias corridos, que decorre entre o pedido efetuado e a entrada do produto em cada setor produtivo da empresa. Os prazos podem ser visualizados no quadro 4.

	<b>Extração Usinagem</b>	<b>Montagem</b>	<b>Acabamento</b>	<b>Embalagem</b>	<b>Entrega</b>
<b>Pedido efetuado</b>	8 dias	17 dias	21 dias	29 dias	35 dias

Quadro 3 – Prazos médios a partir do pedido efetuado.

Analisando os dados históricos de vendas da empresa foi possível perceber que 50% do volume vendido ocorre entre o primeiro e o vigésimo dia do mês e, os outros 50% nos últimos 10 dias do mês. Levando em consideração essa característica foi elaborado um planejamento de demanda diário, que pode ser visto na tabela 19.

Tabela 19 – Planejamento diário da previsão total.

<b>VENDAS 2007</b>																																	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>Total</b>	
<b>Jan</b>				54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	1833
<b>Fev</b>	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	68	68	68	68	68	68						68	68	68	68	68	68	68				1772
<b>Mar</b>	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	2101
<b>Abr</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	89	89	89	89	89	89	89	89	89		1789
<b>Mai</b>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	2013
<b>Jun</b>	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	86	86	86	86	86	86	86	86	86		1711
<b>Jul</b>	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	1917
<b>Ago</b>	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	2505
<b>Set</b>	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	116	116	116	116	116	116	116	116	116		2312
<b>Out</b>	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	2647
<b>Nov</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	91	91	91	91	91	91	91	91	91		1810
<b>Dez</b>	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60											1199
																																<b>TOTAL:</b>	<b>23609</b>

Partindo da previsão de demanda diária e dos prazos médios decorridos entre o pedido de venda e a entrada do produto em cada setor produtivo, foi elaborado um planejamento de produção diário. O planejamento de produção diário pode ser analisado nas tabelas 20, 21, 22 e 23.

Tabela 20 – Planejamento de produção diária para o setor de extração / usinagem para os próximos 12 meses.

EXTRAÇÃO / USINAGEM 2007																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total	
<b>Jan</b>								150	68	109	106	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	83	83	83	1599	
<b>Fev</b>	83	83	83	83	83	83	83	83	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	68	68	68	68	68	68	0	0	0	0				1961	
<b>Mar</b>	0	68	68	68	68	68	68	68	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	96	96	96	1814	
<b>Abr</b>	96	96	96	96	96	96	96	96	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	89	89		1837	
<b>Mai</b>	89	89	89	89	89	89	89	89	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	92	92	92	1997	
<b>Jun</b>	92	92	92	92	92	92	92	92	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	86	86		1759	
<b>Jul</b>	86	86	86	86	86	86	86	86	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	87	87	87	1904	
<b>Ago</b>	87	87	87	87	87	87	87	87	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	114	114	114	2291	
<b>Set</b>	114	114	114	114	114	114	114	114	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	116	116		2298	
<b>Out</b>	116	116	116	116	116	116	116	116	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	120	120	120	2609	
<b>Nov</b>	120	120	120	120	120	120	120	120	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	91	91		2049	
<b>Dez</b>	91	91	91	91	91	91	91	91	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60				1443	
																																<b>TOTAL:</b>	<b>23562</b>

Tabela 21 – Planejamento de produção diária para o setor de montagem para os próximos 12 meses.

MONTAGEM 2007																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
<b>Jan</b>								0	0	0	26	184	0	0	146	90	144	50	162	0	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	1393
<b>Fev</b>	54	54	54	54	54	54	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	2194
<b>Mar</b>	68	68	68	68	68	0	0	0	0	0	68	68	68	68	68	68	68	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	1553
<b>Abr</b>	53	53	53	53	53	53	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	1947
<b>Mai</b>	45	45	45	45	45	45	45	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	1912
<b>Jun</b>	50	50	50	50	50	50	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	1865
<b>Jul</b>	43	43	43	43	43	43	43	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	1826
<b>Ago</b>	48	48	48	48	48	48	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	2123
<b>Set</b>	63	63	63	63	63	63	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	2380
<b>Out</b>	58	58	58	58	58	58	58	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	2487
<b>Nov</b>	66	66	66	66	66	66	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	2309
<b>Dez</b>	45	45	45	45	45	45	45	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91															1222
																																<b>TOTAL: 23210</b>

Tabela 22 – Planejamento de produção diária para o setor de acabamento para os próximos 12 meses.

<b>ACABAMENTO 2007</b>													<b>Total</b>																					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>Total</b>		
<b>Jan</b>									56	95	126	136	0	0	100	59	89	112	85	0	0	114	112	86	54	54	54	54	54	54	54	54	1543	
<b>Fev</b>	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	2076	
<b>Mar</b>	89	89	89	68	68	68	68	68	68	0	0	0	0	0	68	68	68	68	68	68	68	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	1677	
<b>Abr</b>	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	1978	
<b>Mai</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	1890	
<b>Jun</b>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	1895	
<b>Jul</b>	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	1805
<b>Ago</b>	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	2064
<b>Set</b>	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	2399	
<b>Out</b>	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	2454	
<b>Nov</b>	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	2393	
<b>Dez</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91												1312	
																																	<b>TOTAL:</b>	<b>23485</b>

Tabela 23 – Planejamento de produção para diária para o setor de embalagem para os próximos 12 meses.

EMBALAGEM 2007													Total																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total	
<b>Jan</b>								51	84	86	57	86	0	0	92	115	92	67	70	0	0	104	71	98	118	112	60	60	60	60	60	1600	
<b>Fev</b>	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83				1750	
<b>Mar</b>	83	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	68	68	68	68	68	68	0	0	0	0	0	68	68	68	68	68	68	68	53	53	1960	
<b>Abr</b>	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	45		2041	
<b>Mai</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	50	50	1845	
<b>Jun</b>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	43		1955	
<b>Jul</b>	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	48	48	1764	
<b>Ago</b>	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	63	63	1946	
<b>Set</b>	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	58		2438	
<b>Out</b>	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	66	66	2387	
<b>Nov</b>	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	45		2560		
<b>Dez</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	91												950	
																																<b>TOTAL:</b>	<b>23195</b>

Os materiais e insumos utilizados pela empresa no seu processo produtivo são consumidos conforme a necessidade em cada setor. O quadro 4 mostra onde cada família de material e insumo é consumida.

<b>Extração/Usinagem</b>	<b>Montagem</b>	<b>Acabamento</b>	<b>Embalagem</b>
Adesivos	Abrasivos	Prod. Acabamento	Couro
Compensados	Componentes		Mat. Embalagem
Ferragens	Parafusos		
Lâminas			
Madeiras			
Puxadores			
Radicas			
Rodízios			

Quadro 4 – Origem de consumo de cada família de matéria-prima.

Sabendo-se onde cada família de matéria-prima será absorvida e, tendo-se em mãos o planejamento de produção para cada setor, foi elaborado o planejamento de materiais e insumos para o período de 12 meses do ano 2006, conforme equação (15).

$$Consumo = \frac{Quantidade}{Horas\_apontadas} * Previsão(horas) \quad (15)$$

O planejamento de materiais e insumos é mostrado nas tabelas 24, 25, 26 e 27.

Tabela 24 – Planejamento de materiais para o setor de extração 2007.

Extração:		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>Adesivos</b>	<b>Adesivos e colas:</b>	284	334	323	319	343	307	334	396	399	452	358	248	<b>4096</b>
<b>Compensados</b>	<b>Compensados e MDF</b>	1598	1883	1821	1797	1935	1732	1882	2231	2248	2545	2018	1399	<b>23088</b>
<b>Ferragens</b>	<b>Articulação</b>	10	11	11	11	12	10	11	13	13	15	12	8	<b>138</b>
	<b>Base</b>	10	12	11	11	12	11	12	14	14	16	13	9	<b>145</b>
	<b>Caixa</b>	943	1110	1074	1060	1141	1022	1110	1316	1326	1501	1190	825	<b>13618</b>
	<b>Cantoneira</b>	117	137	133	131	141	126	137	163	164	186	147	102	<b>1685</b>
	<b>Corrediça</b>	424	500	483	477	514	460	500	592	597	676	536	371	<b>6131</b>
	<b>Dobradiça</b>	88	104	100	99	107	95	104	123	124	140	111	77	<b>1271</b>
	<b>Engate</b>	71	83	81	79	86	77	83	99	99	113	89	62	<b>1021</b>
	<b>Outros</b>	805	949	917	906	975	873	948	1124	1133	1283	1017	705	<b>11634</b>
	<b>Pino</b>	885	1043	1008	995	1072	959	1042	1236	1245	1410	1117	775	<b>12787</b>
	<b>Pistão</b>	15	18	18	17	19	17	18	22	22	25	20	14	<b>224</b>
	<b>Sapata</b>	82	97	94	93	100	89	97	115	116	131	104	72	<b>1189</b>
	<b>Suporte</b>	224	264	256	252	272	243	264	313	316	357	283	196	<b>3242</b>
	<b>Tampa</b>	54	63	61	60	65	58	63	75	75	85	68	47	<b>775</b>
	<b>Tubo</b>	14	17	16	16	17	16	17	20	20	23	18	13	<b>209</b>
<b>Lâminas</b>	<b>Lâminas</b>	739	871	842	831	895	801	870	1032	1040	1177	933	647	<b>10680</b>
<b>Madeiras</b>	<b>Madeiras</b>	21	24	24	23	25	22	24	29	29	33	26	18	<b>298</b>
<b>Puxadores</b>	<b>Puxadores</b>	275	324	314	310	333	298	324	384	387	438	348	241	<b>3977</b>
<b>Rádicas</b>	<b>Rádicas</b>	7	8	8	7	8	7	8	9	9	10	8	6	<b>95</b>
<b>Rodízios</b>	<b>Rodízios</b>	306	361	349	345	371	332	361	428	431	488	387	268	<b>4428</b>

Tabela 25 – Planejamento de materiais para o setor de montagem 2007.

	<b>Montagem:</b>												<b>TOTAL</b>
	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Abrasivos</b>													
Esponja	106	161	120	145	142	140	138	157	177	185	173	90	1732
Lixa	1507	2281	1698	2056	2010	1983	1955	2236	2516	2627	2456	1282	24606
<b>Componentes</b>													
Acrílico	6	9	7	8	8	8	8	9	10	11	10	5	99
Balde	10	15	11	13	13	13	13	14	16	17	16	8	159
Cavilha	6292	9523	7093	8584	8393	8282	8164	9337	10506	10972	10256	5352	102754
Colméia	122	184	137	166	163	160	158	181	203	212	199	104	1990
Espelho	4	5	4	5	5	5	5	5	6	6	6	3	58
Outros	134	203	151	183	179	177	174	199	224	234	219	114	2191
Palha	24	36	27	32	31	31	31	35	39	41	38	20	384
Vidro	13	19	14	17	17	17	17	19	21	22	21	11	209
<b>Parafusos e Pregos</b>													
Bucha	242	366	273	330	323	318	314	359	404	422	394	206	3948
Grampo	157	237	177	214	209	206	203	233	262	273	256	133	2560
Parafuso	18253	27629	20577	24904	24351	24026	23686	27090	30479	31832	29755	15526	298109
Porca	826	1250	931	1127	1102	1087	1072	1226	1379	1441	1347	703	13492
Prego	4	7	5	6	6	6	6	6	7	8	7	4	71



Tabela 27 – Planejamento de materiais para o setor de embalagem 2007.

Material de embalagem	Embalagem:												TOTAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Bobina	24	26	29	30	27	29	26	29	36	35	38	14	344
Caixa de papelão	456	500	560	581	526	558	504	555	695	681	730	276	6622
Feltro	4110	4506	5039	5235	4738	5023	4541	4996	6257	6131	6579	2485	59640
Fita	271	297	332	345	312	331	299	329	413	404	434	164	3933
Papel	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	1	24
Saco	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	2	37
Tabuleiro	384	421	471	489	442	469	424	466	584	572	614	232	5569
Couro	283	310	347	361	326	346	313	344	431	422	453	171	4107

A partir das tabelas 24, 25, 26 e 27 e supondo um índice percentual de aumento de preços para materiais e insumos de 5,6%, foi estimado o uso recursos financeiros para aquisição de materiais e insumos em 2007. Este resultado pode visualizado nas tabelas 28, 29, 30 e 31.

Tabela 28 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de extração.

Extração:	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>Adesivos</b>	R\$ 208	R\$ 244	R\$ 236	R\$ 233	R\$ 251	R\$ 225	R\$ 244	R\$ 290	R\$ 292	R\$ 331	R\$ 262	R\$ 182	<b>R\$ 2.998</b>
<b>Compensados e MDF</b>	R\$ 3.506	R\$ 4.130	R\$ 3.993	R\$ 3.942	R\$ 4.245	R\$ 3.800	R\$ 4.128	R\$ 4.894	R\$ 4.931	R\$ 5.583	R\$ 4.426	R\$ 3.068	<b>R\$ 50.644</b>
<b>Ferragens</b>	R\$ 12	R\$ 14	R\$ 13	R\$ 13	R\$ 14	R\$ 12	R\$ 14	R\$ 16	R\$ 16	R\$ 18	R\$ 15	R\$ 10	<b>R\$ 166</b>
Base	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 5	R\$ 3	<b>R\$ 54</b>
Caixa	R\$ 147	R\$ 173	R\$ 168	R\$ 166	R\$ 178	R\$ 160	R\$ 173	R\$ 206	R\$ 207	R\$ 235	R\$ 186	R\$ 129	<b>R\$ 2.127</b>
Cantoneira	R\$ 15	R\$ 17	R\$ 17	R\$ 16	R\$ 18	R\$ 16	R\$ 17	R\$ 20	R\$ 21	R\$ 23	R\$ 18	R\$ 13	<b>R\$ 211</b>
Corrediça	R\$ 920	R\$ 1.084	R\$ 1.048	R\$ 1.035	R\$ 1.114	R\$ 998	R\$ 1.084	R\$ 1.285	R\$ 1.295	R\$ 1.466	R\$ 1.162	R\$ 805	<b>R\$ 13.296</b>
Dobradilha	R\$ 44	R\$ 52	R\$ 50	R\$ 50	R\$ 53	R\$ 48	R\$ 52	R\$ 61	R\$ 62	R\$ 70	R\$ 56	R\$ 39	<b>R\$ 636</b>
Engate	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 4	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 5	R\$ 3	<b>R\$ 55</b>
Outros	R\$ 218	R\$ 256	R\$ 248	R\$ 245	R\$ 264	R\$ 236	R\$ 256	R\$ 304	R\$ 306	R\$ 347	R\$ 275	R\$ 190	<b>R\$ 3.144</b>
Pino	R\$ 56	R\$ 65	R\$ 63	R\$ 62	R\$ 67	R\$ 60	R\$ 65	R\$ 78	R\$ 78	R\$ 88	R\$ 70	R\$ 49	<b>R\$ 802</b>
Pistão	R\$ 48	R\$ 57	R\$ 55	R\$ 54	R\$ 58	R\$ 52	R\$ 57	R\$ 67	R\$ 68	R\$ 77	R\$ 61	R\$ 42	<b>R\$ 696</b>
Sapata	R\$ 49	R\$ 57	R\$ 55	R\$ 55	R\$ 59	R\$ 53	R\$ 57	R\$ 68	R\$ 68	R\$ 77	R\$ 61	R\$ 42	<b>R\$ 702</b>
Suporte	R\$ 117	R\$ 138	R\$ 133	R\$ 131	R\$ 141	R\$ 127	R\$ 138	R\$ 163	R\$ 164	R\$ 186	R\$ 147	R\$ 102	<b>R\$ 1.688</b>
Tampa	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 2	R\$ 2	<b>R\$ 26</b>
Tubo	R\$ 13	R\$ 15	R\$ 14	R\$ 14	R\$ 15	R\$ 14	R\$ 15	R\$ 17	R\$ 18	R\$ 20	R\$ 16	R\$ 11	<b>R\$ 181</b>
<b>Lâminas</b>	R\$ 630	R\$ 743	R\$ 718	R\$ 709	R\$ 763	R\$ 683	R\$ 742	R\$ 880	R\$ 887	R\$ 1.004	R\$ 796	R\$ 552	<b>R\$ 9.108</b>
<b>Madeiras</b>	R\$ 3.225	R\$ 3.799	R\$ 3.673	R\$ 3.626	R\$ 3.904	R\$ 3.495	R\$ 3.797	R\$ 4.501	R\$ 4.536	R\$ 5.135	R\$ 4.071	R\$ 2.822	<b>R\$ 46.584</b>
<b>Puxadores</b>	R\$ 643	R\$ 757	R\$ 732	R\$ 723	R\$ 778	R\$ 697	R\$ 757	R\$ 897	R\$ 904	R\$ 1.024	R\$ 811	R\$ 562	<b>R\$ 9.284</b>
Rádicas	R\$ 51	R\$ 60	R\$ 58	R\$ 57	R\$ 61	R\$ 55	R\$ 60	R\$ 71	R\$ 71	R\$ 81	R\$ 64	R\$ 44	<b>R\$ 731</b>
<b>Rodízios</b>	R\$ 263	R\$ 310	R\$ 300	R\$ 296	R\$ 319	R\$ 285	R\$ 310	R\$ 368	R\$ 370	R\$ 419	R\$ 332	R\$ 230	<b>R\$ 3.803</b>

Tabela 29 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de montagem.

Montagem:	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>Abrasivos</b>													
Esponja	R\$ 40	R\$ 60	R\$ 45	R\$ 54	R\$ 53	R\$ 52	R\$ 51	R\$ 59	R\$ 66	R\$ 69	R\$ 65	R\$ 34	<b>R\$ 648</b>
Lixa	R\$ 285	R\$ 431	R\$ 321	R\$ 388	R\$ 380	R\$ 375	R\$ 369	R\$ 422	R\$ 475	R\$ 496	R\$ 464	R\$ 242	<b>R\$ 4.648</b>
<b>Componentes</b>													
Acrílico	R\$ 7	R\$ 11	R\$ 8	R\$ 10	R\$ 10	R\$ 9	R\$ 9	R\$ 11	R\$ 12	R\$ 13	R\$ 12	R\$ 6	<b>R\$ 117</b>
Balde	R\$ 4	R\$ 6	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 7	R\$ 7	R\$ 7	R\$ 3	<b>R\$ 67</b>
Cavilha	R\$ 19	R\$ 29	R\$ 22	R\$ 26	R\$ 26	R\$ 25	R\$ 25	R\$ 29	R\$ 32	R\$ 34	R\$ 31	R\$ 16	<b>R\$ 315</b>
Colméia	R\$ 26	R\$ 39	R\$ 29	R\$ 35	R\$ 34	R\$ 34	R\$ 33	R\$ 38	R\$ 43	R\$ 45	R\$ 42	R\$ 22	<b>R\$ 420</b>
Espelho	R\$ 41	R\$ 62	R\$ 46	R\$ 56	R\$ 54	R\$ 54	R\$ 53	R\$ 60	R\$ 68	R\$ 71	R\$ 66	R\$ 35	<b>R\$ 665</b>
Outros	R\$ 93	R\$ 141	R\$ 105	R\$ 127	R\$ 124	R\$ 123	R\$ 121	R\$ 138	R\$ 156	R\$ 163	R\$ 152	R\$ 79	<b>R\$ 1.523</b>
Palha	R\$ 111	R\$ 167	R\$ 125	R\$ 151	R\$ 147	R\$ 146	R\$ 143	R\$ 164	R\$ 185	R\$ 193	R\$ 180	R\$ 94	<b>R\$ 1.806</b>
Vidro	R\$ 63	R\$ 96	R\$ 71	R\$ 86	R\$ 84	R\$ 83	R\$ 82	R\$ 94	R\$ 106	R\$ 110	R\$ 103	R\$ 54	<b>R\$ 1.034</b>
<b>Parafusos e Pregos</b>													
Bucha	R\$ 7	R\$ 11	R\$ 8	R\$ 10	R\$ 10	R\$ 10	R\$ 10	R\$ 11	R\$ 12	R\$ 13	R\$ 12	R\$ 6	<b>R\$ 121</b>
Grampo	R\$ 7	R\$ 10	R\$ 8	R\$ 9	R\$ 9	R\$ 9	R\$ 9	R\$ 10	R\$ 12	R\$ 12	R\$ 11	R\$ 6	<b>R\$ 113</b>
Parafuso	R\$ 53	R\$ 80	R\$ 60	R\$ 72	R\$ 71	R\$ 70	R\$ 69	R\$ 79	R\$ 88	R\$ 92	R\$ 86	R\$ 45	<b>R\$ 864</b>
Porca	R\$ 15	R\$ 23	R\$ 17	R\$ 20	R\$ 20	R\$ 20	R\$ 19	R\$ 22	R\$ 25	R\$ 26	R\$ 24	R\$ 13	<b>R\$ 245</b>
Prego	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 3	<b>R\$ 58</b>

Tabela 30 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de acabamento.

Acabamento:	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>Produtos de Acabamento</b>													
Acuacolor	R\$ 9	R\$ 12	R\$ 10	R\$ 11	R\$ 11	R\$ 11	R\$ 10	R\$ 12	R\$ 14	R\$ 14	R\$ 14	R\$ 14	R\$ 135
Catalizador	R\$ 21	R\$ 28	R\$ 23	R\$ 27	R\$ 26	R\$ 26	R\$ 25	R\$ 28	R\$ 33	R\$ 33	R\$ 33	R\$ 33	R\$ 320
Esmalte	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 4	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 56
<b>FDP</b>	R\$ 112	R\$ 148	R\$ 123	R\$ 142	R\$ 135	R\$ 137	R\$ 131	R\$ 148	R\$ 173	R\$ 176	R\$ 173	R\$ 173	R\$ 1.693
<b>LAC</b>	R\$ 36	R\$ 47	R\$ 39	R\$ 45	R\$ 43	R\$ 44	R\$ 42	R\$ 47	R\$ 55	R\$ 56	R\$ 55	R\$ 55	R\$ 538
<b>LAT</b>	R\$ 10	R\$ 14	R\$ 11	R\$ 13	R\$ 13	R\$ 13	R\$ 12	R\$ 14	R\$ 16	R\$ 16	R\$ 16	R\$ 16	R\$ 156
<b>LBA e LBR</b>	R\$ 443	R\$ 581	R\$ 486	R\$ 560	R\$ 534	R\$ 539	R\$ 517	R\$ 583	R\$ 680	R\$ 695	R\$ 681	R\$ 681	R\$ 6.671
<b>LKR</b>	R\$ 430	R\$ 564	R\$ 472	R\$ 543	R\$ 518	R\$ 523	R\$ 501	R\$ 566	R\$ 660	R\$ 674	R\$ 661	R\$ 661	R\$ 6.472
<b>LNB</b>	R\$ 633	R\$ 830	R\$ 694	R\$ 800	R\$ 762	R\$ 770	R\$ 737	R\$ 833	R\$ 971	R\$ 992	R\$ 972	R\$ 972	R\$ 9.523
<b>LTC</b>	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0
<b>LZC</b>	R\$ 332	R\$ 436	R\$ 365	R\$ 420	R\$ 400	R\$ 404	R\$ 387	R\$ 437	R\$ 510	R\$ 521	R\$ 510	R\$ 510	R\$ 4.999
<b>Outros</b>	R\$ 431	R\$ 565	R\$ 473	R\$ 544	R\$ 518	R\$ 524	R\$ 502	R\$ 567	R\$ 660	R\$ 675	R\$ 662	R\$ 662	R\$ 6.480
<b>Seladora</b>	R\$ 28	R\$ 36	R\$ 30	R\$ 35	R\$ 33	R\$ 34	R\$ 32	R\$ 37	R\$ 43	R\$ 43	R\$ 43	R\$ 43	R\$ 417
<b>Tingidores e Tintas</b>	R\$ 51	R\$ 67	R\$ 56	R\$ 64	R\$ 61	R\$ 62	R\$ 59	R\$ 67	R\$ 78	R\$ 80	R\$ 78	R\$ 78	R\$ 766
<b>Verniz</b>	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 5	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 6	R\$ 7	R\$ 7	R\$ 7	R\$ 7	R\$ 72

Tabela 31 – Estimativa de gastos financeiros em materiais e insumos para o ano de 2007 no setor de embalagem.

	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Embalagem:</b>													
<b>Material de</b>	R\$ 188	R\$ 222	R\$ 214	R\$ 214	R\$ 212	R\$ 228	R\$ 204	R\$ 222	R\$ 263	R\$ 265	R\$ 300	R\$ 238	R\$ 2.719
<b>embalagem</b>	R\$ 583	R\$ 687	R\$ 664	R\$ 664	R\$ 655	R\$ 706	R\$ 632	R\$ 686	R\$ 814	R\$ 820	R\$ 928	R\$ 736	R\$ 8.421
<b>Feltro</b>	R\$ 42	R\$ 49	R\$ 48	R\$ 48	R\$ 47	R\$ 51	R\$ 45	R\$ 49	R\$ 59	R\$ 59	R\$ 67	R\$ 53	R\$ 606
<b>Fita</b>	R\$ 75	R\$ 88	R\$ 86	R\$ 86	R\$ 84	R\$ 91	R\$ 81	R\$ 88	R\$ 105	R\$ 106	R\$ 120	R\$ 95	R\$ 1.085
<b>Papel</b>	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 29
<b>Saco</b>	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 2	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 30
<b>Tabuleiro</b>	R\$ 7	R\$ 8	R\$ 8	R\$ 8	R\$ 8	R\$ 8	R\$ 7	R\$ 8	R\$ 10	R\$ 10	R\$ 11	R\$ 9	R\$ 100
<b>Couro</b>	R\$ 212	R\$ 250	R\$ 241	R\$ 241	R\$ 238	R\$ 257	R\$ 230	R\$ 250	R\$ 296	R\$ 298	R\$ 337	R\$ 268	R\$ 3.061

#### 4.5.1. Determinação do estoque de segurança

Para a determinação do estoque de segurança adequado para empresa, os estudos foram aplicados sobre a família de materiais dos compensados. A escolha se deve a importância da família no sistema produtivo da organização, por representar 40% do volume financeiro de compras anuais da empresa.

##### 4.5.1.1. Método da fórmula simples com atendimento de 90%

Estoque de segurança = Consumo médio mensal x k = 2065 m<sup>2</sup> x 0,9 = 1859 m<sup>2</sup>

##### 4.5.1.2. Método da porcentagem de consumo

Tabela 32 – Dados para o método da porcentagem de consumo.

A	B	C	D	E
Consumo Diário	Dias em que o consumo ocorreu	A x B	Acumulado	Percentual do Acumulado
610	1	610	610	2,7%
600	1	600	1210	5,4%
580	1	580	1790	8,0%
550	1	550	2340	10,5%
390	1	390	2730	12,2%
330	1	330	3060	13,7%
320	1	320	3380	15,1%
300	1	300	3680	16,5%
290	1	290	3970	17,8%
280	2	560	4530	20,3%
270	1	270	4800	21,5%
250	1	250	5050	22,6%
240	3	720	5770	25,9%
230	3	690	6460	28,9%
220	1	220	6680	29,9%
210	2	420	7100	31,8%
200	2	400	7500	33,6%
190	5	950	8450	37,9%
180	3	540	8990	40,3%
170	2	340	9330	41,8%
160	1	160	9490	42,5%
150	3	450	9940	44,5%
140	9	1260	11200	50,2%
130	5	650	11850	53,1%
120	8	960	12810	57,4%
110	5	550	13360	59,9%

100	10	1000	14360	64,3%
90	13	1170	15530	69,6%
80	15	1200	16730	75,0%
70	23	1610	18340	82,2%
60	24	1440	19780	88,6%
50	14	700	20480	91,8%
40	22	880	21360	95,7%
30	16	480	21840	97,8%
20	14	280	22120	99,1%
10	17	170	22290	99,9%
5	6	30	22320	100,0%

Um consumo superior a 550 m<sup>2</sup> por dia só ocorrerá em aproximadamente 10% das vezes. Considerando esta valor como o consumo máximo e 140 m<sup>2</sup> como consumo médio o estoque de segurança seria:

Estoque de segurança = (Consumo Máximo – Consumo Médio) x Tempo de Reposição

O Tempo de Reposição (dado do fabricante) para a família de compensados é de 7 dias, portanto o estoque de segurança para este caso será:

Estoque de segurança = (550 – 140) x 7 = 410 x 7 = 2870 m<sup>2</sup>

#### 4.5.1.3.Método do grau de atendimento definido de 95%

Tabela 33 – Dados para cálculo do estoque de segurança.

	(C-Cmd) <sup>2</sup>	
<b>Jan</b>	1411	94521
<b>Fev</b>	1420	89475
<b>Mar</b>	2185	217625
<b>Abr</b>	1772	2854
<b>Mai</b>	1885	27706
<b>Jun</b>	1606	12832
<b>Jul</b>	914	648001
<b>Ago</b>	2326	368428
<b>Set</b>	1803	7131
<b>Out</b>	2176	209295
<b>Nov</b>	1991	74310
<b>Dez</b>	1136	339961
<b>Total</b>	20626	2092137
<b>Consumo médio mensal:</b>	1719	
<b>Desvio padrão:</b>	436	

Estoque de segurança = Desvio padrão x k = 435,974 x 1,645 = 717,22 m<sup>2</sup>

#### 4.5.1.4.Método baseado no consumo médio por horas de produção e o tempo de reposição.

Consumo médio nos últimos 90 dias = 6195 m<sup>2</sup>

Produção em horas nos últimos 90 dias = 6322 horas

Consumo da família de compensados por horas de produção = 6195 / 6322 = 0,9799 m<sup>2</sup> / hora

Previsão de consumo em horas para o próximo período = 1500 horas

Dias de trabalho para o próximo período = 20 dias

Previsão de produção em horas por dia = 75 horas

Previsão de produção da família de compensados por dia = 75 horas x 0,9799 m<sup>2</sup>/h = 73,75 m<sup>2</sup>

Estoque de segurança para família de compensado = 73,75 m<sup>2</sup>/dia x tempo de reposição (7 dias) = 514 m<sup>2</sup>

#### 4.5.1.5.Comparativo dos resultados dos métodos aplicados para cálculo do estoque de segurança.

Tabela 34 – Comparativo dos resultados obtidos para o estoque de segurança.

Método	Resultado
Fórmula simples	1859 m <sup>2</sup>
Porcentagem de consumo	2870 m <sup>2</sup>
Grau de atendimento definido	717,22 m <sup>2</sup>
Consumo por horas e tempo de reposição	514 m <sup>2</sup>

Levando em consideração a praticidade do método e confiança nos tempo de reposição dos fornecedores, a empresa optou em adotar como cálculo do estoque de segurança o método do consumo por horas de produção e tempo de reposição. No caso em apreço, 514 m<sup>2</sup>

#### 4.6. A nova ferramenta de compras

Os materiais e insumos que a empresa consome foram divididos em 3 grupos:

1 – Itens freqüentes: os itens freqüentes são os pertencentes à família dos compensados, lâminas e rábricas, cujas informações não podem ser baseadas nas listas de materiais existentes. A compra desses materiais será calculada mediante consumo histórico e previsão de produção. Itens de outras famílias farão parte deste grupo superando o consumo mensal de 20 unidades por mês.

2 – Itens esporádicos: são itens utilizados em um único modelo ou em poucos modelos. São itens com baixo consumo (menos de 20 unidades por mês) e pertencentes à família dos componentes, ferragens, puxadores ou rodízios. A compra desses itens se baseará nas informações existentes na lista de materiais de cada produto.

3- Madeira: a madeira possui particularidades únicas como tempo de secagem, oportunidade de compra, etc. Para o trabalho realizado esse grupo não foi contemplado.

Para aquisição dos materiais um pequeno módulo foi desenvolvido e adicionado ao sistema de compras da empresa. Neste módulo foram desenvolvidos 2 relatórios, que a partir da análise das informações contidas no banco de dados, servirão como saída para as necessidades de compra para os grupos de itens freqüentes e itens esporádicos. Os relatórios são gerados automaticamente todos os dias.

Como dito anteriormente, a empresa optou em estocar os principais materiais utilizados no sistema de produção. O ponto de pedido será duas vezes o estoque de segurança. E a quantidade a ser comprada será o Consumo Médio Diário multiplicado pelo lead-time de entrega. Essa metodologia sugere uma reposição freqüente, ou seja, a cada chegada de material um novo pedido é emitido.

O relatório para itens freqüentes foi desenvolvido seguindo os passos a seguir:

- **1º passo :** Calcular o prazo médio de entrega ou lead-time (LT) médio de entrega;
- **2º passo :** Calcular o consumo médio diário (CMD) do item.
- Exemplo :   Compensado X
  - Consumo nos últimos 90 dias : 6000 m<sup>2</sup>
  - Produção em horas nos últimos 90 dias : 5500 horas
  - Consumo do compensado x em horas :  $6000 / 5500 = 1,09 \text{ m}^2 / \text{hora}$

- Previsão de consumo em horas para Janeiro : 1429 horas
- Dias de trabalhos previstos para o mês de Janeiro : 17 dias
- Consumo médio diário compensado x :  $1,09 \times 1429 / 17 = 91,7 \text{ m}^2 / \text{dia}$

- **3º passo :** O estoque de segurança foi estabelecido como sendo o consumo médio diário multiplicado pelo *lead-time* do fornecedor do produto. Portanto, no exemplo tem-se o seguinte estoque de segurança:

$$(ES) = (CMD * LT) = 7 * 91,7 \text{ m}^2 = \mathbf{641 \text{ m}^2}.$$

- **4º passo :** O ponto de pedido foi definido como o dobro do estoque de segurança.

$$(PP) = 2 \times (ES) = \mathbf{1282 \text{ m}^2}$$

- **5º passo :** Determinar o lote de compra;

$$LC = (CMD * LT) + (PP - ED) - PC$$

ED = estoque disponível

PC = pedidos colocados e não entregues

COMPRAS DE ITENS FREQUENTES								
31/1/2008								
<b>ABRASIVOS</b>								
CMD	VLU	ED	LT	ES	PC	Compra	VALOR TOTAL	
2749 LIXA RIFIMCND 0,12 X 2,20 GRÃO 80	1,0297	R\$ 14,51	0,0000	7	1,2076	0,0000	1,0000	R\$ 14,51
								<b>R\$ 14,51</b>
<b>ACESSÓRIO DE FABRICAÇÃO</b>								
CMD	VLU	ED	LT	ES	PC	Compra	VALOR TOTAL	
3936 FARINHA DE TRIGO	1,3360	R\$ 1,79	1,0000	7	2,3528	0,0000	2,0000	R\$ 3,53
2922 PINCEL TIGRE 16MM	1,1000	R\$ 0,93	1,0000	7	1,7500	0,0000	1,0000	R\$ 0,93
2015 PINCEL TIGRE 2MM 815 02/265	1,1680	R\$ 1,03	0,0000	7	1,1515	0,0000	3,0000	R\$ 5,73
								<b>R\$ 13,10</b>
<b>ADESIVOS</b>								
CMD	VLU	ED	LT	ES	PC	Compra	VALOR TOTAL	
2125 ADESIVO CASCAPLIE 10 KG RESINA UREÁ	1,7568	R\$ 6,85	10,0000	7	5,2975	0,0000	6,0000	R\$ 41,15
2139 ARALDITE HOBEY 10 MIN	1,1261	R\$ 13,22	1,0000	7	1,8630	0,0000	2,0000	R\$ 26,44
2140 ARALDITE PROFESSIONAL 24 HORAS	1,1682	R\$ 12,71	3,0000	7	1,1775	0,0000	1,0000	R\$ 12,71
								<b>R\$ 80,31</b>
<b>COMPENSADOS</b>								
CMD	VLU	ED	LT	ES	PC	Compra	VALOR TOTAL	
341 MDF 12	1,9088	R\$ 15,07	51,0000	7	41,5615	50,3250	44,0000	R\$ 560,07
371 MDF 30	1,1382	R\$ 40,54	20,0000	7	21,5321	40,2600	6,0000	R\$ 243,24
								<b>R\$ 903,24</b>

Figura 11 – Relatório de compras para itens frequentes.

O relatório para itens esporádicos foi desenvolvido com base nas informações das listas de materiais seguindo os critérios já mencionados acima.

COMPRA DE ITENS ESPORÁDICOS							
31/1/2008							
COMPONENTES							
	VLU	ED	IT	LCM	PC	Compra	VALOR TOTAL
122085 Aplique esterraco	R\$ 0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	R\$ 0,00
1311 TECIDO VVAIICO AZUL	R\$ 11,00	0,0000	0,0000	14,3018	0,0000	01,6322	R\$ 10.788,07
							<b>R\$ 10.788,07</b>
FERRAGENS							
	VLU	ED	IT	LCM	PC	Compra	VALOR TOTAL
4-03 CHAPA GALVANIZADA	R\$ 36,00	0,0014	0,0000	7,9776	1,2054	1,4002	R\$ 53,21
2-46 CORREDIÇA P/B/NDEJA S/PORTE T/EC/ADO-TTS 4	R\$ 45,95	0,0000	0,0000	4,0000	0,0000	2,0000	R\$ 59,90
							<b>R\$ 153,11</b>
PARAFUSOS							
	VLU	ED	IT	LCM	PC	Compra	VALOR TOTAL
122266 PARAFUSO UNIÃO NIQUELADO 30x36	R\$ 2,20	0,0000	0,0000	25,0000	0,0000	3,0000	R\$ 6,60
							<b>R\$ 6,60</b>
							<b>R\$ 10.947,78</b>

Figura 12 – Relatório de compras para itens esporádicos.

#### 4.7. Previsão de vendas

A tabela 34 mostra os resultados de 2007 comparados à previsão realizada para o mesmo ano.

Tabela 35 – Resultados obtidos em 2007 e comparados à previsão.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>Previsão:</b>	1428	1518	1768	1553	1920	1566	1576	2296	2176	2592	1693	1179
<b>Realizado:</b>	1631	1821	1468	1286	1736	1402	2097	1968	1750	2347	1825	1121
<b>Previsão Acumulada:</b>	1428	2946	4714	6267	8187	9753	11329	13625	15801	18393	20086	21266
<b>Realizado Acumulado:</b>	1631	3452	4920	6206	7942	9344	11441	13409	15159	17506	19331	20452
<b>ADERÊNCIA:</b>	114%	117%	104%	99%	97%	96%	101.00%	98.40%	95.90%	95.20%	96.20%	96.20%

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>Erro médio:</b>	41221	91924	90186	71220	33926	26762	271274	107879	181553	59907	17379	3411	996642
<b>Correlação:</b>	0.71												

O modelo desenvolvido atingiu 96,2%, ou seja, o resultado de vendas atingiu 96,2% do resultado previsto. Sua correlação foi positiva e alta, 0,71, e a soma dos erros foi de 996.642.

#### **4.8. Planejamento da produção**

A previsão de vendas proporcionou o planejamento de produção em um horizonte nunca antes contemplado pela empresa. Esse planejamento auxiliou a tomada de decisões referentes a férias, banco de horas e adequação de capacidade. Houve uma aderência de mais de 90% em relação ao previsto para o setor produtivo foi realizado. Os dados podem ser analisados na tabela 36.



A tabela 37 mostra um comparativo entre a capacidade dos setores e a entrada efetiva para produção nos mesmos.

Tabela 37 – Comparativo entre entrada efetiva e capacidade de produção.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>Extração:</b>												
<b>Entrada efetiva:</b>	1702	1278	2032	1855	1829	1895	1088	2423	1858	2396	2492	1340
<b>Capacidade:</b>	1547,1	1149,3	1767,8	1545,9	1830,5	1512,3	1653	1888,1	1419,6	1869,9	1744,7	971,72
<b>Montagem:</b>												
<b>Entrada efetiva:</b>	1818	1099	2055	2062	2055	1727	1035	2343	1939	2405	2450	1314
<b>Capacidade:</b>	1715,4	1429,5	1798,2	2109,4	2097,9	1811,8	1903	1880	1811,8	2097,9	1907,2	1430,4
<b>Acabamento:</b>												
<b>Entrada efetiva:</b>	1567	1273	2027	2078	2083	1639	1079	2343	1932	2385	2518	1363
<b>Capacidade:</b>	1641,9	1228,9	1930,3	1766,8	2013,3	1608,3	1780	1907,6	1566,5	1960,9	1895	1445,1
<b>Embalagem:</b>												
<b>Entrada efetiva:</b>	1571	1158	2193	1867	2090	1724	1223	1952	1900	2271	2085	1606
<b>Capacidade:</b>	1723,5	1160,1	2108,6	1669,2	1829,9	1752,3	1766	2087,8	1632,8	2140,7	2211,1	1621,5

#### 4.9. Resultados da nova ferramenta de compras

As compras passaram a se basear na previsão e o desenvolvimento dos relatórios para itens freqüentes e esporádicos permitiu que o abastecimento dos materiais não ficasse comprometido por um aumento inesperado da demanda.

O número de pedidos de compra realizados diminuiu 1% em relação ao ano de 2006.

Na tabela 38 pode-se perceber a aderência da projeção de consumo em relação ao que realmente foi consumido no processo produtivo.

Tabela 38 – Comparativo entre previsão de consumo e consumo real.

	<b>Consumo Projetado</b>	<b>Consumo Real</b>	<b>(%)</b>
JAN	R\$ 11.377	R\$ 11.748	3,25%
FEV	R\$ 14.001	R\$ 9.893	-29,34%
MAR	R\$ 12.844	R\$ 15.769	22,77%
ABR	R\$ 13.332	R\$ 13.041	-2,19%
MAI	R\$ 13.852	R\$ 13.891	0,28%
JUN	R\$ 12.849	R\$ 12.308	-4,21%
JUL	R\$ 13.457	R\$ 7.224	-46,32%
AGO	R\$ 15.747	R\$ 16.466	4,56%
SET	R\$ 16.530	R\$ 14.016	-15,21%
OUT	R\$ 18.174	R\$ 16.052	-11,68%
NOV	R\$ 15.345	R\$ 15.754	2,67%
DEZ	R\$ 9.838	R\$ 9.562	-2,81%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 167.347</b>	<b>R\$ 155.723</b>	<b>-6,95%</b>

O consumo real de matéria-prima foi 6,95% menor que o previsto. Esse resultado se deve a dois fatores: as vendas ficaram abaixo do previsto e o reajuste de preços para materiais e insumos ficou abaixo do índice estabelecido.

Outra informação importante a ser analisada é o confronto entre consumo real e valor de compras. A tabela 39 mostra essa análise.

Tabela 39 – Comparativo entre consumo real e valor de compras.

	<b>Consumo Real</b>	<b>Compras</b>	<b>(%)</b>
JAN	R\$ 11.748	R\$ 11.697	99,57%
FEV	R\$ 9.893	R\$ 7.913	79,99%
MAR	R\$ 15.769	R\$ 15.569	98,73%
ABR	R\$ 13.041	R\$ 13.448	103,12%
MAI	R\$ 13.891	R\$ 14.317	103,07%
JUN	R\$ 12.308	R\$ 11.658	94,72%
JUL	R\$ 7.224	R\$ 7.418	102,69%
AGO	R\$ 16.466	R\$ 16.092	97,73%
SET	R\$ 14.016	R\$ 15.974	113,97%
OUT	R\$ 16.052	R\$ 16.670	103,85%
NOV	R\$ 15.754	R\$ 15.826	100,46%
DEZ	R\$ 9.562	R\$ 9.167	95,87%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 155.723</b>	<b>R\$ 155.749</b>	<b>100,02%</b>

O valor de compras ficou apenas 0,02% acima do valor consumido de materiais e insumos. Com relação ao ano de 2006 o volume de compras foi 7,49% menor, como mostra a tabela 40.

Tabela 40 – Comparativo entre compras realizadas em 2006 e 2007.

	<b>Compras 2006</b>	<b>Compras 2007</b>	<b>(%)</b>
JAN	R\$ 12.222	R\$ 11.697	-4,30%
FEV	R\$ 9.970	R\$ 7.913	-20,63%
MAR	R\$ 17.899	R\$ 15.569	-13,02%
ABR	R\$ 15.061	R\$ 13.448	-10,71%
MAI	R\$ 14.296	R\$ 14.317	0,15%
JUN	R\$ 11.889	R\$ 11.658	-1,94%
JUL	R\$ 12.558	R\$ 7.418	-40,93%
AGO	R\$ 16.778	R\$ 16.092	-4,09%
SET	R\$ 14.194	R\$ 15.974	12,54%
OUT	R\$ 16.237	R\$ 16.670	2,67%
NOV	R\$ 20.288	R\$ 15.826	-21,99%
DEZ	R\$ 6.962	R\$ 9.167	31,66%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 168.354</b>	<b>R\$ 155.749</b>	<b>-7,49%</b>

O saldo de estoque de matéria-prima, desconsiderando a família madeira devido as suas particularidades de aquisição e manejo, fechou o ano de 2007 7,98% menor em relação ao ano de 2006.

## 5. CONCLUSÕES.

O objetivo principal do trabalho foi atingido, pois foi desenvolvido um modelo de planejamento e controle da produção com base nos dois passos iniciais do modelo de Evans (1997). Além disso, foi possível desenvolver uma ferramenta computacional para apoiar a área de compras, com base no planejamento agregado estabelecido. De certa forma, o objetivo de pesquisa foi superado, pois, ao mesmo em parte, o passo MRP também foi implantado.

O estudo demonstrou a viabilidade da utilização de modelos de previsão de demanda e planejamento agregado em pequenas empresas, ainda que de forma sintética e simplificada, um dos objetivos iniciais da pesquisa. A abertura do planejamento da produção em meses e conseqüentemente em dias, proporcionou aos responsáveis pelo sistema produtivo, um planejamento mais preciso dos recursos organizacionais, podendo prever os gargalos e folgas de produção. Índices de consumo também puderam ser analisados através do planejamento de materiais. O método desenvolvido baseou-se no consumo histórico por hora produzida, criando um fator de consumo por hora para cada família de material.

O trabalho atingiu resultados satisfatórios, pois a aderência da previsão ao resultado de vendas atingiu 96,2% do previsto. Os valores de compras ficaram apenas 0,02% acima do valor de consumo, o volume de compras diminuiu 7,49%, o número de pedidos realizados ficaram 1% menor ao período passado e os inventários em estoque diminuíram 7,98%.

Ademais, o planejamento do fluxo de caixa da empresa foi melhorado, pois com a programação de compra e venda, foi possível estabelecer um planejamento financeiro antecipado, o que normalmente não era feito na empresa.

O trabalho também permitiu planejar e projetar as compras a serem realizadas em 2008. As compras para os principais itens estão sendo programadas e enviadas aos fornecedores. O sistema desenvolvido permitirá, em um futuro próximo, utilizar o sistema *just in time* para todos os materiais e insumos utilizados.

A conclusão final é que as mudanças na área operacional devem, necessariamente, vir acompanhadas de mudanças no processo administrativo, implicando na criação de novas rotinas, no abandono de práticas antigas e na implementação de novos processos gerenciais. Somente com o apoio e envolvimento direto da alta administração e a adoção de novas posturas e processos administrativos é possível implementar mudanças da magnitude das aqui relatadas, especialmente em pequenas empresas, em que o imprevisto e a reduzida formalização de processos são recorrentes.

## **6. LIMITAÇÕES DA PESQUISA**

A simplicidade do modelo foi uma condição para que a pesquisa pudesse ser implantada, visto as variáveis, tempo, complexidade, cultura empresarial e recursos financeiros necessários para o desenvolvimento de modelos mais complexos e em acordo com o estado da arte na área de MRP. Além disso, a pesquisa foi desenvolvida em uma empresa particular, tornando as conclusões dela limitadas a este contexto.

## **7. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

Aplicação do estudo desenvolvido em outras empresas do mesmo porte e de segmentos diferentes para testar a eficiência da ferramenta desenvolvida.

Durante a pesquisa percebeu-se que na empresa objeto do estudo há uma grande dificuldade em definir claramente os objetivos e estabelecer estratégias para o alcance dos mesmos. Não existe um inter-relacionamento entre os departamentos de vendas e produção, gerando objetivos diferentes para setores da mesma empresa.

A sugestão para um novo trabalho seria o desenvolvimento de ferramentas com a utilização do Balanced Score Card para pequenas empresas, com o objetivo de melhorar a eficiência da administração no estabelecimento de objetivos e indicadores para medição de desempenho da empresa, setores e funcionários.

## 8. 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.** São Carlos, USP, 2007. 172 p.

ARNOLD, J.R.T. **Administração de materiais: uma introdução.** São Paulo: Editora Atlas, 2006. 528 p.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos / Logística empresarial.** Rio de Janeiro: Bookman, 2006. 616 p.

BARROS, J.R., TUBINO, D.F. O planejamento e controle da produção nas pequenas empresas. Uma metodologia de implantação, In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **Anais**, 1998. 8 p.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários.** São Paulo: McGraw Hill, 1983. 158 p.

CHOPRA, S., MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** São Paulo: Prentice Hall, 2006. 465 p.

CHIAVENATO, I. **Administração de Materiais.** Rio de Janeiro: Campus, 2005. 174 p.

CÔRREA, H.L., CÔRREA C.A. **Administração de produção e de operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** São Paulo: Editora Atlas, 2005. 446 p.

CÔRREA, H.L., GIANESI, I. N. **Justin-in-time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.** São Paulo: Editora Atlas, 1996. 192 p.

DIAS, M.P. **Administração de Materiais. Princípios, conceitos e gestão.** São Paulo: Editora Atlas, 2006. 336 p.

EVANS, J.R. **Production/Operations Management – Quality, performance, and value.** Saint Paul: West Publishing Company, 1997. 779 p.

FRANCISCHINI, P.G., GURGEL, F.A. **Administração de materiais e do patrimônio.** São Paulo: Thomson, 2002. 310 p.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Editora Atlas, 1995. 200 p.

GONÇALVES, P. **Administração de Materiais.** Rio de Janeiro: Campus, 2004. 299 p.

KRAJEWSKI, L.J., RITZMAN, L.P. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Pearson, 2007. 431 p.

MALUCHE, M.A. **Modelo de controle de gestão para a pequena empresa como garantia da qualidade.** Florianópolis, UFSC, 2000. 247 p.

MARTINS, P.G., ALT. P.R.C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2007. 441 p.

MAXIMIANO, A.C.A. **Introdução à administração.** São Paulo: Editora Atlas, 2007. 434 p.

MOURA, A. **Novas Tecnologias e Sistemas de Administração da Produção – Análise do Grau de Integração e Informatização nas empresas.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1996.

RAMOS, F., FONSECA, J. L. A. **A grande dimensão da pequena empresa: perspectivas e ação.** Brasília, DF, SEBRAE, 1995.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszka. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC: Laboratório de Ensino a Distância da FSC, 2001. 121 p.

SILVEIRA, M.A. **Estratégias de manufatura para pequenas e médias indústrias**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 113 p.

SLACK, N., CHAMBERS S., HARLAND C., HARRISON A. e JOHNSTON R. **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas, São Paulo, 2002. 526 p.

STEVENSON, W.J. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001. 701 p.

STRUMIELLO, L.D.P. **Modelo de planejamento e controle da produção e custos para pequenas empresa do vestuário**. Florianópolis: UFSC, 1999. 161 p.

TUBINO, D.F. **Planejamento e controle da produção. Teoria e pratica**. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 190 p.

WANKE, P. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 176 p.

YIN, Robert K. **Case Study research and methods**. USA, Sage publicações inc., 1999.