

**UNESP**  
**Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá**

**PAULO CÉSAR CHAGAS RODRIGUES**

**PROPOSTA DE UM MODELO MATEMÁTICO PARA APOIO ÀS DECISÕES  
TÁTICAS DA GESTÃO DA PRODUÇÃO**

**Tese de Doutorado**

Guaratinguetá  
2014

**PAULO CÉSAR CHAGAS RODRIGUES**

**PROPOSTA DE UM MODELO MATEMÁTICO PARA APOIO ÀS DECISÕES  
TÁTICAS DA GESTÃO DA PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do  
Campus de Guaratinguetá, Universidade  
Estadual Paulista, para a obtenção do título de  
Doutor em Engenharia Mecânica na área de  
Gestão e Otimização.

Orientadores: Dr. Fernando Augusto Silva Marins  
Co-orientador: Dr. Fernando Bernardi de Souza

Guaratinguetá  
2014

R696p

Rodrigues, Paulo Cesar Chagas

Proposta de um modelo matemático para apoio às decisões táticas da gestão da produção / Paulo Cesar Chagas Rodrigues - Guaratinguetá, 2014  
117 f. : il.

Bibliografia: f. 107-117

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014.

Orientador: Prof. Dr Fernando Augusto Silva Marins

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza

1. Administração da produção 2. Modelos matemáticos 3. Processo decisório I. Título

CDU 658.5(043)

*PAULO CHAGAS RODRIGUES*

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA  
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

  
#/ Prof. Dr. Edson Cocchieri Botelho  
Coordenador

*BANCA EXAMINADORA:*

  
Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS  
Orientador/UNESP

  
Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SILVA  
UNESP-FEG

  
Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE  
UNESP-FEG

  
Prof. Dr. HENRIQUE MARTINS ROCHA  
UERJ

  
Prof. Dr. MARIA AUGUSTA SOARES MACHADO  
IBMEC/RJ

*Fevereiro de 2014*

**DADOS CURRICULARES**  
**PAULO CESAR CHAGAS RODRIGUES**

NASCIMENTO	30/12/1966 – NITEROI / RJ
FILIAÇÃO	Neidson Chagas Rodrigues Ivanice Tenório Rodrigues
2002/2005	Curso de Graduação em Administração Faculdade Gennari & Peartree (FGP).
2006/2007	Especialização em Gestão Empresarial Faculdade Fênix.
2006/2008	Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, nível de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Campus Bauru

*Dedico este trabalho a minha  
mãe Ivanice, a minha irmã  
Giovana, meu pai Neidson e  
meus colegas de republica  
(O.NU) pelo que representaram  
na minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus colegas, professores, funcionários e orientadores, professores Dr. Fernando Augusto Silva Marins e Dr. Fernando Bernardi de Souza, que possibilitaram a oportunidade de uma aplicação prática desta tese acompanhando toda a realização deste trabalho.

Aos dirigentes das empresas objeto de estudo que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores que compuseram a minha banca de qualificação e defesa, a Dra. Maria Augusta Soares Machado, Dr. Henrique Martins Rocha, Dr. Aneirson Francisco da Silva, Dr. Jorge Muniz Junior e ao Dr. José Roberto Dale Luche, pela contribuição e incentivo.

*“Faça tudo com muito esmero, pois na vida só serão vencedores aqueles que conseguirem autonomia em seus conhecimentos.”*

**Prof. Maria Regina (FGP)**



RODRIGUES, P. C. C. **Proposta de um modelo matemático para apoio às decisões táticas da gestão da produção**. 2014. 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

## RESUMO

As empresas de manufatura, em geral, buscam desenvolver práticas de gestão da demanda e estabelecer uma estratégia produtiva que permitam redução dos custos de estocagem e possível ganho de produtividade. O objetivo desta pesquisa é desenvolver e aplicar um modelo matemático que minimize os custos de produção e armazenagem dos estoques de matéria-prima e de produtos acabados, considerando a possibilidade de realizar a postergação dos estoques, em empresas do setor gráfico. O método de pesquisa adotado foi de natureza aplicada, com uma abordagem quantitativa, com objetivo exploratório e descritivo. Os procedimentos técnicos adotados foram o levantamento bibliográfico, análise documental e modelagem matemática. A partir de dados reais de empresas do setor gráfico, os resultados obtidos com a aplicação do modelo, quanto aos volumes de produção, das matérias primas a serem adquiridas para a produção e aos custos e tempos de produção envolvidos, foram validados pelos profissionais das empresas estudadas. Com a aplicação do modelo matemático nas empresas objeto de estudo, pôde-se confrontar os resultados obtidos com o modelo e aqueles apresentados pelas empresas pesquisadas. Isso permitiu uma análise do comportamento do modelo desenvolvido e a possível influência na estratégia produtiva de cada empresa, no que diz respeito à formulação da estratégia de produção e sua influência quanto à aquisição das matérias-primas e do armazenamento dos produtos acabados. Outro resultado alcançado foi o de desenvolver um modelo em *Excel* que pode ser utilizado por empresas dos mais diversos portes e podendo vir a ser uma interface entre o ERP e o APS.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática; Estratégia produtiva; Gestão da demanda.

RODRIGUES, P. C. C. **A mathematical model to support the tactics decisions of production management**. 2014. 117 f. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

### **ABSTRACT**

Manufacturing companies generally seek to develop management practices demand and establish a productive strategy enabling reduction of storage costs and possible productivity gain. The objective of this research is to develop and apply a mathematical model to minimize production costs and storage of inventories of raw materials and finished products, considering the possibility of holding the postponement of stocks in companies in the printing industry. The research method adopted was applied nature, with a quantitative approach with exploratory and descriptive purpose. The technical procedures adopted were bibliographic, documentary analysis and mathematical modeling. From real data from companies in the printing industry, the results obtained with the model application, the volumes of production, from raw materials to be purchased for the production costs, and production time involved, were validated by professionals from the studied firms. With the application of the mathematical model in the companies studied, it was possible to compare the results obtained with the model and those provided by the companies surveyed. This allowed an analysis of the behavior of the developed model and the possible influence on the productive strategy of each company, with regard to the formulation of manufacturing strategy and its influence on the acquisition of raw materials and the storage of finished products. Another result achieved was the development of a model in Excel that can be used by companies of all sizes and that can prove to be an interface between the ERP and APS.

**Keywords:** Mathematical modeling; Productive strategy; Demand Management.

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

APS	<i>Advanced Planning Scheduling</i>
ATO	<i>Assembling-to-Order</i>
DP	<i>Dynamic Programming</i>
DRP	<i>Direct Refueling Process</i>
ETO	<i>Engineering-To-Order</i>
GD	Gesto da Demanda
GP	<i>Goal Programming</i>
GRG	Gradiente Reduzido Generalizado
ILP	<i>Integer Linear Programming</i>
MPS	<i>Master Production Scheduling</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MTO	<i>Make-to-Order</i>
MTS	<i>Make-to-Stock</i>
NLP	<i>Nonlinear Programming</i>
PCP	Planejamento e controle da Produo
PL	Programao Linear
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
S&OP	<i>Sales &amp; Operations Planning</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação da pesquisa.....	22
Figura 2: Fases da pesquisa .....	26
Figura 3: Estratificação por origem.....	28
Figura 4: Estratificação por tipo de documento.....	28
Figura 5: Estratificação pelo ano de publicação.....	28
Figura 6: Evolução na prioridade dos objetivos da Administração da Produção.....	31
Figura 7: Diagrama representativo dos processos de planejamento e controle de operações ..	36
Figura 8: Integração entre níveis de decisão e áreas da empresa .....	38
Figura 9: Etapas do processo de <i>Sales &amp; Operations Planning</i> .....	39
Figura 10: Gestão da demanda .....	44
Figura 11: Postergação e diferentes estratégias de cadeias suprimentos.....	47
Figura 12: Fabricação primária e secundária na postergação de manufatura.....	48
Figura 13: Roteiro de distribuição.....	59
Figura 14: Gráfico referente ao volume a ser produzido em 2011 .....	64
Figura 15: Gráfico de unidades a serem produzidas no período de 12 meses de 2011 .....	64
Figura 16: Gráfico do volume dos estoques de segurança em % no período de 2011 .....	65
Figura 17: Gráfico das quantidades que não foram produzidas em 2011 .....	65
Figura 18: Gráfico do custo da perda de vendas em 2011.....	66
Figura 19: Gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas em 2011 .....	66
Figura 20: Gráfico do custo das quantidades que poderiam ser produzidas em 2011.....	67
Figura 21: Gráfico referente ao volume a ser produzido em 2012.....	71
Figura 22: Gráfico de unidades a serem produzidas em 2012.....	71
Figura 23: Gráfico do volume dos estoques de segurança em 2012 .....	72
Figura 24: Gráfico da quantidade que não foi produzida em 2012 .....	72
Figura 25: Gráfico do custo da perda de vendas em 2012.....	73
Figura 26: Gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas em 2012.....	73
Figura 27: Gráfico do custo das quantidades que poderiam ser produzidas em 2012.....	74
Figura 28: Gráfico da demanda mensal dos anos de 2011 e 2012. ....	74
Figura 29: Gráfico referente ao volume a ser produzido 2012.....	81
Figura 30: Gráfico de unidades a serem produzidas no período de 12 meses 2012.....	82
Figura 31: Gráfico do volume dos estoques de segurança em % no período 2012.....	82

Figura 32: Gráfico da quantidade que não foi produzida 2012 .....	83
Figura 33: Gráfico do custo da perda de vendas em Reais 2012.....	83
Figura 34: Gráfico referente ao volume a ser produzido 2012.....	90
Figura 35: Gráfico de unidades a serem produzidas no período de 12 meses 2012.....	90
Figura 36: Gráfico do volume dos estoques de segurança em % no período 2012.....	91
Figura 37: Gráfico da quantidade que não foi produzida 2012 .....	91
Figura 38: Gráfico do custo da perda de vendas em Reais 2012.....	92
Figura 39: Gráfico da quantidade que poderia ser produzida 2012.....	92
Figura 40: Gráfico do custo da quantidade que poderia ser produzida 2012 .....	93
Figura 41: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa A no ano de 2011	97
Figura 42: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa A no ano de 2012	98
Figura 43: Gráfico comparativo dos custos de produção da empresa A no ano de 2011.....	99
Figura 44: Gráfico comparativo dos custos de produção da empresa A no ano de 2012.....	99
Figura 45: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa B no ano de 2012	100
Figura 46: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa C no ano de 2012	101

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro das políticas de estoques.....	32
Quadro 2: Quadro das descrições dos métodos qualitativos .....	42
Quadro 3: Descritivo dos métodos quantitativos.....	43
Quadro 4: Quadro de descrição das formas de postergação.....	46
Quadro 5: Matéria-primas e Produtos da Empresa A.....	60
Quadro 6: Matérias-primas e Produtos da Empresa B .....	77
Quadro 7: Matérias-primas e Produtos da Empresa C .....	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estratificação por origem.....	27
Tabela 2: Estratificação pelo ano de publicação .....	27
Tabela 3: Resumo das empresas objeto do estudo .....	51
Tabela 4: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto .....	56
Tabela 5: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês].....	56
Tabela 6: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês].....	56
Tabela 7: Tempo total de produção por produto [min/mês].....	56
Tabela 8: Quantidades a serem produzidas [produto/mês].....	56
Tabela 9: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] .....	57
Tabela 10: Perdas de produção [produto /mês] .....	57
Tabela 11: Perdas de produção [min/mês] .....	57
Tabela 12: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] .....	58
Tabela 13: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2011 .....	60
Tabela 14: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2011 .....	60
Tabela 15: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2011 .....	61
Tabela 16: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2011 .....	61
Tabela 17: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2011.....	62
Tabela 18: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2011..	62
Tabela 19: Perdas de produção [produto /mês] 2011 .....	62
Tabela 20: Perdas de produção [min/mês] 2011 .....	63
Tabela 21: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2011 .....	63
Tabela 22: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2012 .....	67
Tabela 23: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2012.....	67
Tabela 24: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2012.....	68
Tabela 25: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2012.....	68
Tabela 26: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2012.....	68
Tabela 27: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2012..	69
Tabela 28: Perdas de produção [produto /mês] 2012 .....	69
Tabela 29: Perdas de produção [min/mês] 2012 .....	70

Tabela 30: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2012 .....	70
Tabela 31: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2012 .....	78
Tabela 32: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2012.....	78
Tabela 33: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2012.....	78
Tabela 34: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2012.....	79
Tabela 35: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2012.....	79
Tabela 36: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2012..	79
Tabela 37: Perdas de produção [produto /mês] 2012 .....	80
Tabela 38: Perdas de produção [min/mês] 2012 .....	80
Tabela 39: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2012 .....	81
Tabela 40: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2012 .....	86
Tabela 41: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2012.....	87
Tabela 42: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2012.....	87
Tabela 43: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2012.....	87
Tabela 44: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2012.....	88
Tabela 45: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2012..	88
Tabela 46: Perdas de produção [produto /mês] 2012 .....	88
Tabela 47: Perdas de produção [min/mês] 2012 .....	89
Tabela 48: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2012 .....	89



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	19
1.2	OBJETIVOS, JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	20
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2.3</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>21</b>
1.3	MÉTODO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	22
<b>1.3.1</b>	<b>Classificação da pesquisa</b> .....	<b>22</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Características dos objetos de estudo e da coleta de dados</b> .....	<b>24</b>
<b>1.3.3</b>	<b>Etapas da pesquisa</b> .....	<b>25</b>
1.4	CARACTERÍSTICAS E ORGANIZAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO .....	27
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	29
1.6	ESTRUTURA DA TESE.....	29
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>30</b>
2.1	GESTÃO, ESTRATÉGIAS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	30
<b>2.1.1</b>	<b>Estratégia de produção MTS</b> .....	<b>32</b>
2.2	O PAPEL ESTRATÉGICO DA GESTÃO DE ESTOQUES.....	33
2.3	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	35
2.4	DECISÕES TÁTICAS DE PCP E O PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP) .....	38
2.5	GESTÃO DA DEMANDA E SUA IMPORTÂNCIA PARA AS DECISÕES TÁTICAS DE PCP .....	41
2.6	POSTERGAÇÃO .....	45
2.7	MODELAGEM MATEMÁTICA DE ESTÁGIO SIMPLES PARA ESTOQUE ESTACIONÁRIO .....	49
<b>3</b>	<b>MODELO MATEMÁTICO DE MÚLTIPLO ESTÁGIO PARA MINIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E ARMAZENAGEM DOS ESTOQUES DE MATÉRIA-PRIMA E PRODUTO ACABADO</b> .....	<b>51</b>
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	51
3.2	MODELAGEM.....	52
3.3	APLICAÇÃO DO MODELO EM TRÊS EMPRESAS FOCO DE ESTUDO.....	54

3.3.1	<b>Formato das Tabelas de Entrada de Dados e Saídas do Modelo Proposto no Excel .....</b>	<b>54</b>
3.3.2	<b>EMPRESA A .....</b>	<b>59</b>
3.3.2.1	<b>Análise e validação por parte dos gestores da empresa.....</b>	<b>75</b>
3.3.3	<b>EMPRESA B .....</b>	<b>77</b>
3.3.3.1	<b>Análise e validação por parte do gestor da empresa.....</b>	<b>83</b>
3.3.4	<b>EMPRESA C .....</b>	<b>85</b>
3.3.4.1	<b>Análise e validação por parte do gestor da empresa.....</b>	<b>93</b>
3.3.5	<b>Influência do modelo matemático na estratégia do sistema produtivo.....</b>	<b>95</b>
3.3.6	<b>Análise do método de pesquisa utilizado .....</b>	<b>96</b>
3.3.7	<b>Análise sobre os resultados do modelo.....</b>	<b>96</b>
4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>103</b>
4.1	<b>PRELIMINARES.....</b>	<b>103</b>
4.2	<b>CONCLUSÕES A RESPEITO DO MODELO PROPOSTO.....</b>	<b>103</b>
4.3	<b>CONCLUSÕES A RESPEITO DAS LIMITAÇÕES DOS RESULTADOS DA PESQUISA .....</b>	<b>104</b>
4.4	<b>CONCLUSÕES A RESPEITO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS.....</b>	<b>105</b>
4.5	<b>SUGESTÃO DE PESQUISAS FUTURAS.....</b>	<b>106</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>107</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>116</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O ambiente empresarial brasileiro tem passado por significativas mudanças nas últimas décadas, motivadas pela crescente concorrência internacional, aumento do nível de exigência dos clientes, por momentos políticos e econômicos em escala mundial e pela dinâmica mercadológica cada vez mais instável, criando para as empresas, crescentes desafios quanto ao entendimento das suas demandas reais.

Dentre os diversos setores industriais afetados pela crescente pressão competitiva, pode-se citar o setor gráfico nacional.

O setor de celulose e papel possui grande importância na pauta das exportações brasileiras, sendo que, nos últimos anos, esse setor intensificou as operações de comércio exterior, conquistando novos mercados (MONTEBELLO; BACHA, 2011). De janeiro a junho de 2012, por exemplo, as exportações brasileiras de produtos gráficos totalizaram US\$ 183,96 milhões (ABIGRAF, 2012).

As empresas nacionais que atuam neste segmento necessitam buscar novos modelos que permitam reduzir os seus custos de estocagem em relação à concorrência, visto que este mercado vem tendo um aumento significativo da concorrência de empresas internacionais que estão se instalando no país (MONTEBELLO; BACHA, 2011; ABIGRAF, 2012).

Dadas a importância do setor gráfico e a representatividade dos estoques em seus custos, encontrar formas de melhor localizar e dimensionar os estoques ao longo de sua cadeia de suprimentos pode levar a importantes diferenciais competitivos. Uma forma de se fazer isso é por meio da modelagem matemática (ERNST; KAMRAD, 2000; GRAVES; WILLEMS, 2000).

A necessidade de representar problemas reais de maneira simples fez surgir o conceito de modelagem, que é um processo de busca de uma visão estruturada e simplificada da realidade, permitindo a realização de análises quantitativas e qualitativas e conclusões acerca de determinadas situações de interesse (GOLDBERG, 2000).

A partir do contexto das incertezas da demanda, os modelos matemáticos de gestão de custos foram sofrendo adaptações, como forma de permitir uma melhor adequação das empresas ao novo contexto político e econômico mundial, se tornando foco de estudo acadêmico (RODRIGUES, 2008; PERO, *et al.*, 2010).

A modelagem matemática a partir da dinâmica da produção, da adoção da postergação dos estoques e as incertezas na previsão da demanda, podem contribuir para o ganho de produtividade (GRAVES; WILLEMS, 2000; GARCÍA-DASTUGUE, 2003; LESNAIA, 2004; LEBLANC, *et al.*, 2009).

Desta forma, os modelos de gestão de operações são o foco de muitos estudos qualitativos e quantitativos na área acadêmica e empresarial. A partir do contexto nacional do segmento de cadernos, decidiu-se focar a redução de custos na gestão de estoques em três níveis: matéria-prima, em processo e acabado.

Assim, uma motivação que levou a realização desta pesquisa pode ser sintetizada na seguinte pergunta de pesquisa: para empresas do setor gráfico, como, a partir de um modelo matemático, identificar os volumes ideais de seus estoques de matéria-prima, produtos em processamento e produtos acabados, de forma a minimizar os custos envolvidos, sem afetar a capacidade produtiva?

## 1.2 OBJETIVOS, JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

### 1.2.1 Objetivo geral

Esta tese tem como objetivo geral desenvolver um modelo matemático determinístico que minimize os custos de produção e de armazenagem dos estoques de matéria-prima e de produtos acabados, considerando a possibilidade de realizar a postergação dos estoques em empresas do setor gráfico.

### 1.2.2 Objetivos específicos

O objetivo geral do trabalho pode ser subdividido em quatro objetivos específicos:

- a) analisar o comportamento do modelo matemático quanto às soluções propostas para gestão de estoques em três empresas do setor gráfico;
- b) realizar uma análise cruzada dos resultados obtidos com o modelo e os resultados reais observados para fins de validação em três empresas do setor gráfico;
- c) realizar uma análise de sensibilidade na solução final, proposta pelo modelo, com respeito às quantidades a produzir e o tempo de produção em três empresas do setor gráfico;
- d) realizar uma análise de sensibilidade na solução final, proposta pelo modelo, com respeito à inclusão de novas linhas de produtos em três empresas do setor gráfico.

### 1.2.3 Justificativa

A estratégia da produção muitas vezes é influenciada pela gestão da demanda e pode ser desenvolvida a partir de modelos matemáticos que busquem a redução dos custos produtivos e de estocagem. Estes modelos matemáticos muitas vezes são baseados em parâmetros do tipo: capacidade produtiva, gestão da demanda, gargalos produtivos, turnos de trabalho, dentre outras (ANG, *et al.*, 2010).

Após a pesquisa bibliográfica realizada e descrita na sequência, conclui-se que o modelo desenvolvido nesta tese é inovador e fornece informações ao gestor sobre o volume de matéria-prima a ser adquirida, a partir da quantidade a ser produzida e em relação ao volume de estoque de segurança a ser mantido mensalmente, em empresas do setor gráfico. Os dados gerados pelo modelo podem ser utilizados em conjunto com *softwares* de simulação que permitirão gerar vários cenários possíveis referentes a padrões de demanda diferenciados.

O modelo aqui proposto deve ser flexível às necessidades das empresas e que ajude na tomada de decisão referente às estratégias produtivas a serem utilizadas frente aos perfis de demanda identificados.

Com o intuito de identificar os principais trabalhos publicados sobre o tema, foram realizadas pesquisas nas bases de dados *Scopus*, *JCR*, *Web of Science*, *ISI Web of Knowledge*, *Thomson Reuters* e *Elsevier*, com a concatenação das palavras-chaves conforme o exemplo a seguir: “ts=(“*demand management*” same (“*inventory management*” and *cost minimize*))”. Foram identificados trabalhos voltados ao estudo da modelagem matemática envolvendo conjuntamente os assuntos de gestão de estoques, postergação, gestão da demanda e a minimização dos custos de estocagem, bem como são destacados os que influenciaram na elaboração do modelo desta tese.

A tese de García-Dastugue (2003) trata a dinâmica da produção tendo como base a adoção da postergação na cadeia de suprimentos. O autor apresenta um teste empírico em uma empresa do setor de alimentos, procurando validar o modelo desenvolvido por Graves e Willems (2000). Já a Tese de Lesnaia (2004), adotando o modelo de Graves e Willems (2000), buscou a otimização dos estoques de segurança nas cadeias de suprimentos em geral. Com base nestes trabalhos buscou-se uma modelagem que permitisse a obtenção de um modelo flexível que pudesse, sem muito esforço por parte dos gestores, ser personalizado conforme a necessidade do setor de aplicação.

A modelagem das incertezas na previsão de demanda em cadeias de suprimentos com o uso de postergação. Este trabalho se mostrou interessante para a necessidade de se considerar no modelo desta tese as incertezas na previsão da demanda e sua influência nos cálculos dos estoques de segurança (LEBLANC, *et al.*, 2009).

### 1.3 MÉTODO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

#### 1.3.1 Classificação da pesquisa

Um trabalho científico deve contemplar a busca e coleta de informações, o levantamento bibliográfico e a revisão da literatura existente que sustentem e viabilizem o trabalho do pesquisador e a pesquisa exploratória. Esta coleta de informações pode ser feita de forma sistemática, por meio de um trabalho controlado metodologicamente (SANTOS; ROSSI; JARDILINO, 2000).

Esta pesquisa pode ser caracterizada conforme exposto na Figura 1.



Figura 1: Classificação da pesquisa

O método de pesquisa foi de natureza aplicada, pois teve por finalidade apoiar o pesquisador durante o desenvolvimento dos estudos quanto à criação e aplicação de práticas e teorias para a solução de problemas específicos desta pesquisa (PRODANOV, 2003; GIL, 2007; VIEIRA, 2009).

A abordagem adotada foi a modelagem visto a necessidade de representar problemas reais de maneira simples, que é um processo de busca de uma visão estruturada e simplificada da realidade, permitindo a realização de análises quantitativas e qualitativas e conclusões acerca de determinadas situações de interesse (GOLDBERG, 2000).

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa pode ser classificada como tendo tanto aspectos exploratórios como descritivos. Quanto ao primeiro destes dois aspectos, observe-se que ela visou proporcionar ao pesquisador uma melhor familiaridade com o objeto de estudo, permitindo construir hipóteses mais adequadas para os problemas que se desejava estudar (MALDONADO, 2002; VIEIRA, 2002; BONIN, 2006; BONIN, 2008). Quanto ao segundo aspecto, a pesquisa buscou identificar e expor determinadas características do problema estudado, estabelecendo correlações entre as variáveis e as restrições que se fazem presente no modelo matemático proposto, indo, assim, ao encontro do que estabeleceram Vergara (2000); Fernandes; Gomes (2003) e Gil (2007) para este tipo de objetivo em uma pesquisa.

Finalmente, com respeito aos procedimentos técnicos citados na Figura 1, pode-se evidenciar que o trabalho desenvolvido incorporou: pesquisa bibliográfica, documental, modelagem e simulação. O procedimento técnico bibliográfico adotado nesta pesquisa visou fundamentar teoricamente o trabalho, contribuindo com elementos que subsidiassem a análise futura dos dados e informações obtidas (PIROLO *et al.*, 2004; LIMA; MIOTO, 2007; GIL, 2007).

Já com o procedimento técnico documental foi possível realizar a análise dos documentos obtidos junto às empresas estudadas, que foram uma fonte interessante de dados e que apoiaram a análise cruzada entre os resultados reais das empresas e aqueles gerados pela aplicação do modelo proposto, corroborando, portanto, com o que foi exposto por Fernandes e Gomes (2003). Os detalhes do desenvolvimento deste procedimento bibliográfico estão na seção 1.4.

Já a adoção do procedimento técnico da modelagem refere-se, conforme Bertrand e Fransoo (2002), à investigação e análise das relações causais entre parâmetros, variáveis de controle e indicadores de desempenho dos problemas estudados nas empresas. Turrioni e Mello (2010) comentam que a modelagem e simulação são empregadas quando se deseja experimentar, por meio de um modelo, um sistema real, determinando-se como este sistema responderá a modificações que lhe são propostas. Foi exatamente isto que foi desenvolvido nesta tese.

O objetivo de validar e verificar o modelo deve-se responder, respectivamente, às perguntas “Será que está sendo desenvolvido o modelo correto?” e “Será que está sendo desenvolvido corretamente o modelo?”. Portanto, a validação trata do que será modelado e a verificação trata do modelo implementado (CHWIF; MEDINA, 2007). A validação, portanto, vem a ser uma avaliação de o quanto o modelo adere ao sistema real que se pretendeu

simular, atendendo às finalidades para as quais foi construído, e oferecendo subsídios convenientes ao gestor acerca do problema em questão (VERMA; GUPTA; SINGH, 2009).

Para a etapa de validação, leva-se em consideração que o sistema modelado já existe e pode estar em funcionamento e por meio da análise cruzada dos dados gerados durante a simulação e os dados que a empresa dispõe, pode-se observar se o modelo cumpre com os objetivos criados ou quais tipos de ajustes devem ser realizados. Este foi o procedimento de validação aqui adotado, conforme descrito na próxima seção (JAHANGIRIANA, *et al.*, 2010).

### **1.3.2 Características dos objetos de estudo e da coleta de dados**

A pesquisa envolveu três empresas do setor gráfico da região noroeste e sudoeste do estado de São Paulo, sendo uma de grande porte e duas de pequeno porte, com o intuito de permitir a análise do comportamento do modelo em empresas com perfis diferentes. Os critérios para escolha das empresas foram: ser do mesmo setor produtivo e facilidade no contato com os gestores para obter as informações.

A coleta de dados foi realizada de duas maneiras:

- Por meio de entrevista semiestruturada, na qual se pôde conhecer a percepção dos entrevistados quanto aos produtos e seu roteiro de produção. Foram entrevistados na empresa A o diretor industrial e o gerente de PCP. Nas empresas B e C foram entrevistados os proprietários, pois demonstraram possuir todo o conhecimento necessário para apoiar no desenvolvimento e análise do modelo.
- Após esta fase foi realizada a análise documental, com o intuito de analisar os dados sobre a demanda interna, capacidade produtiva em cada um dos períodos e possíveis desvios nas informações.

Na empresa A os dados foram informados pelo gerente de PCP e avaliados pelo diretor industrial, já nas duas outras empresas os próprios gestores foram os responsáveis pelas informações.

A validação dos dados informados pelas empresas ocorreu em duas fases:

- A primeira fase foi realizada entre o pesquisador e os gestores, durante as entrevistas, com o intuito de verificar se não havia nenhuma informação incorreta quanto à demanda, capacidade produtiva, tamanho dos lotes de produção incorreta.



- Já a segunda fase da validação se deu após a execução do modelo, na qual foram realizadas algumas reuniões com os gestores, para analisar os dados que foram informados durante a primeira fase e corrigir possíveis desvios. Também foi realizada uma comparação dos resultados gerados pelo modelo com aqueles que refletiam a realidade da empresa, especificamente em termos de capacidade de produção, distribuição dos estoques ao longo dos meses, dos tempos de produção, dos custos das perdas por não se conseguir atender a demanda ou por produzir em excesso. Ainda nesta fase, os critérios tidos como os indicadores para avaliar se o modelo estava aderente à realidade foram à comparação entre os tempos de produção definido pelo modelo e o definido pelos gestores, custos por não conseguir atender a demanda ou por produzir em excesso e da distribuição dos estoques ao longo do tempo.

### **1.3.3 Etapas da pesquisa**

Na Figura 2 estão às oito etapas associadas ao desenvolvimento desta pesquisa. A primeira fase foi à pesquisa bibliográfica e de sua análise, tendo se destacado o modelo de Graves e Willems (2000) como referência principal para o processo de modelagem, pois se pôde constatar a sua importância por conta dos trabalhos desenvolvidos pelos seguintes pesquisadores: Hollywood (2000), García-Dastugue (2003), Lesnaia (2004), Lee Fong (2005), Xin (2007), Schoenmeyr (2008) e Acimovic (2012).

Na segunda fase foi realizado o mapeamento dos possíveis setores produtivos que poderiam ser pesquisados e a identificação das possíveis empresas que seriam o objeto do estudo. Foi escolhido o setor gráfico: pela receptividade por parte dos gestores em estar contribuindo para o desenvolvimento e análise do modelo matemático, flexibilidade na obtenção das informações e pelo pesquisador já possuir uma maior vivência neste setor. Na sequência foi realizada a definição do número mínimo de empresas participantes da pesquisa. As razões para a escolha das empresas foram: ser do mesmo setor produtivo e facilidade no contato com os gestores para obter as informações. Na quarta fase foram selecionadas as três empresas participantes que se manifestaram dispostas a compartilhar as informações sobre a sua produção em anos anteriores.

A quinta fase foi a formulação do problema, com a seleção das variáveis de decisão e dos parâmetros, o entendimento de como se dava o seu inter-relacionamento e qual seria a função objetivo que, no caso, foi definida como sendo a minimização do custo total

envolvido, considerando estoques de matéria-prima, de produtos acabados, custos de produção, custo por não atender a demanda ou por excesso de produção

A sexta fase correspondeu à modelagem do problema, incluindo a coleta de dados nas três empresas selecionadas, a inserção, verificação e validação do modelo. Destaque-se que, na validação do modelo, o pesquisador e os gestores das três empresas fizeram uma análise cruzada entre os resultados que o modelo gerou e os resultados reais, quando foram evidenciados os pontos fortes do modelo e o que poderia ser melhorado visando sua implementação nas empresas.

Na sétima fase foi realizada a experimentação, a qual consistiu da geração dos resultados e análise conjunta entre o pesquisador e os gestores das empresas, com o retorno à quinta fase para correções e ajustes no modelo. A oitava fase foi a elaboração das conclusões da tese, com o *check list* do que foi atingido dos objetivos propostos, bem como a sugestão de trabalhos para a continuidade desta pesquisa.

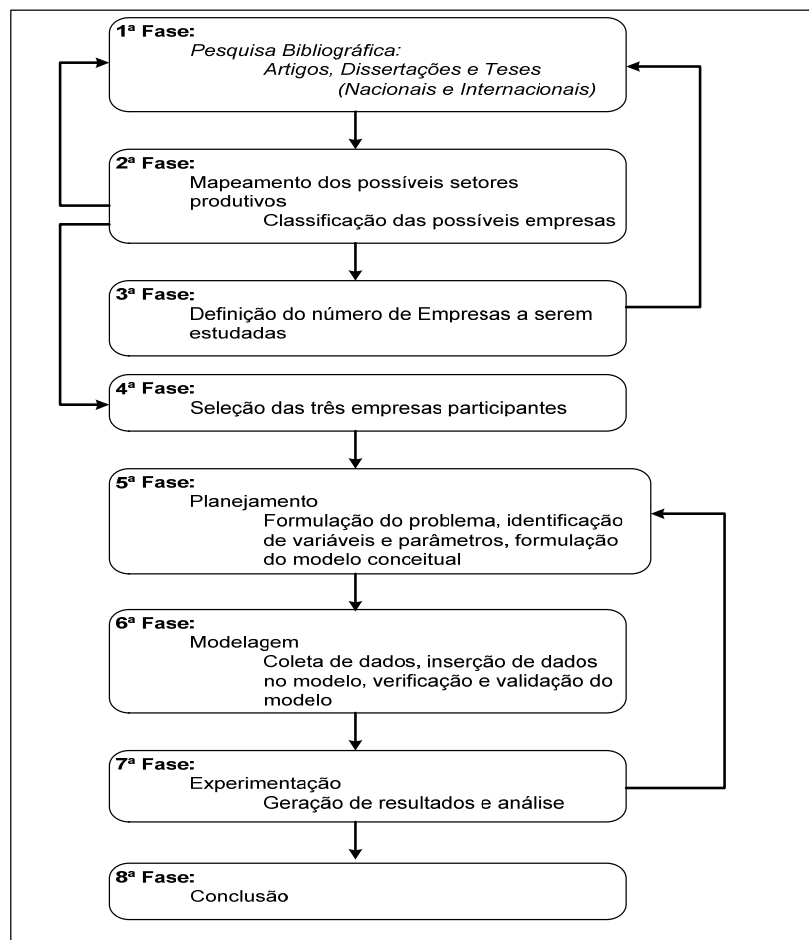


Figura 2: Fases da pesquisa

#### 1.4 CARACTERÍSTICAS E ORGANIZAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

Para a elaboração do referencial teórico, delimitação da pesquisa, dentre outros aspectos relevantes no projeto de pesquisa, efetuou-se pesquisa bibliográfica em trabalhos acadêmicos relacionados ao tema.

Assim, para atender aos seus objetivos (geral e específicos) já estabelecidos, esta tese irá abordar, em sua revisão bibliográfica, os seguintes conceitos: estratégias, gestão e planejamento e controle da produção, o papel estratégico da gestão de estoques, decisões táticas de PCP, gestão da demanda e sua importância para as decisões táticas de PCP, postergação, modelagem matemática e modelo matemático de estágio simples para estoque estacionário.

As características dos trabalhos científicos resultantes da pesquisa realizada estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2 e Figuras 3, 4 e 5.

Tabela 1: Estratificação por origem

	<i>Nacionais</i>	<i>Internacionais</i>	<i>Total</i>
<i>Artigos</i>	17	24	<b>41</b>
<i>Anais de congresso</i>	18		<b>18</b>
<i>Dissertações</i>	11		<b>11</b>
<i>Teses</i>	1	4	<b>5</b>
<i>Livros</i>	8	3	<b>11</b>
<i>Total por origem</i>	<b>55</b>	<b>31</b>	<b>86</b>

Tabela 2: Estratificação pelo ano de publicação

	<i>1974</i>	<i>1980</i>	<i>1984</i>	<i>1985</i>	<i>1987</i>	<i>1989</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>Total</i>
<i>Artigos</i>	1	1	1	1	2	1		1	4	4	2	3	2		1	5	3	3	1	1	4	<b>41</b>
<i>Anais de congresso</i>											3	2		2	2	3	1	3	1	1		<b>18</b>
<i>Dissertações</i>									1		3	1	1	2				1	1	1		<b>11</b>
<i>Teses</i>							1					1	2			1						<b>5</b>
<i>Livros</i>									3	1	1	1		2	1	1		1				<b>11</b>
<i>Total por ano</i>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>86</b>



Figura 3: Estratificação por origem

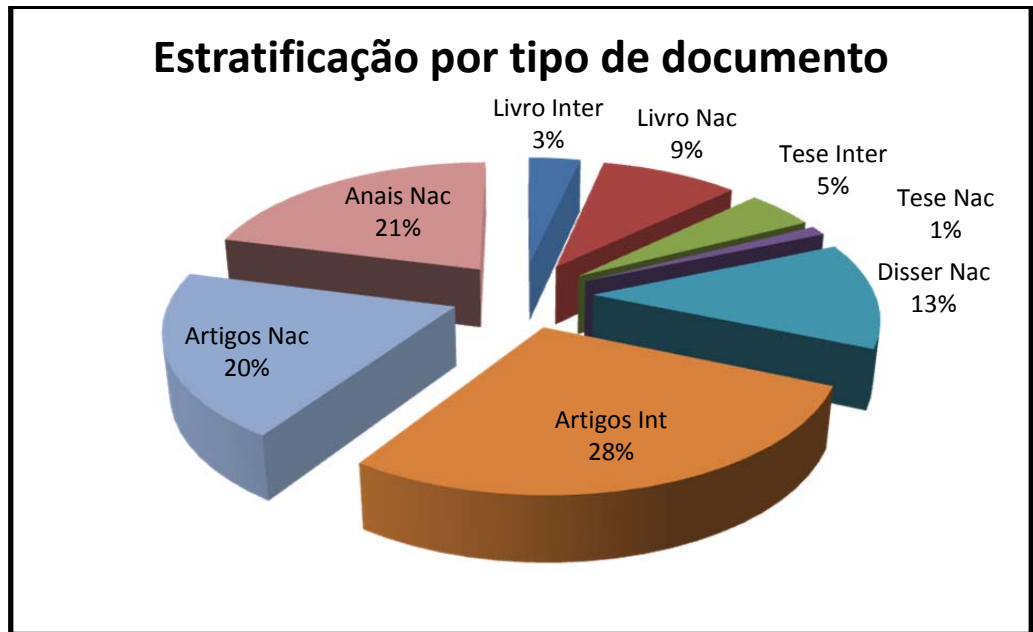


Figura 4: Estratificação por tipo de documento

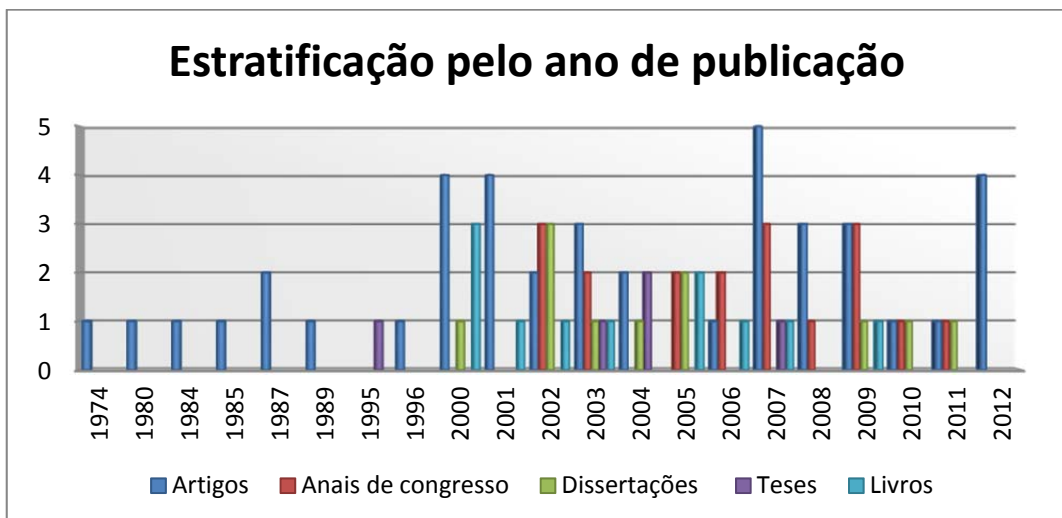


Figura 5: Estratificação pelo ano de publicação

## 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa está geograficamente delimitada pela região Noroeste e sudoeste do Estado de São Paulo, com aplicação restrita às empresas do setor gráfico que produzem para estoque (*Make-To-Stock – MTS*), que é o quadro típico do setor. A pesquisa abordou o conceito de modelagem matemática aplicada ao estudo da gestão de estoques, da demanda e da capacidade produtiva.

## 1.6 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está estruturada como se segue. No Capítulo 2 é feita uma revisão teórica sobre as estratégias da produção, com ênfase em: planejamento e controle da produção (PCP), gestão da produção, o papel estratégico da gestão da produção, decisões táticas de PCP e a gestão da demanda e sua importância para as decisões táticas de PCP.

O Capítulo 3 apresenta o modelo matemático de múltiplo estágio proposto, para empresas do setor gráfico, sendo dada ênfase à minimização dos custos de estocagem; permitindo obter-se o que e quanto comprar e, desta forma, evidenciar a possibilidade de adoção de novas políticas de reabastecimento dos estoques. No Capítulo 4 são apresentadas as conclusões e as sugestões de pesquisas futuras, seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica dos principais conceitos e trabalhos sobre estratégias, gestão e planejamento e controle da produção, o papel estratégico da gestão de estoques, decisões táticas de PCP, gestão da demanda e sua importância para as decisões táticas de PCP, postergação, modelagem matemática e modelo matemático de estágio simples para estoque estacionário.

### 2.1 GESTÃO, ESTRATÉGIAS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A administração da produção não é apenas um simples processo de fabricação de quantidades certas no melhor tempo. Dentro da função produção podem-se classificar as decisões gerenciais em estratégias (longo prazo), táticas (médio prazo), planejamento operacional e de controle (curto prazo) (FERNANDES, 2007). Estas decisões influenciarão a forma de planejar, programar e controlar a produção diária. As atividades de produção podem ser decompostas em uma parte técnica (que executa as tarefas) e outra que oferece suporte (a gerencial) (WALLIN; RUNGTUSANATHAM; RABINOVICH, 2006).

As funções e técnicas da gestão da produção têm relação direta com os objetivos estratégicos da empresa, seja industrial ou prestadora de serviços, permitindo atender de forma rápida e precisa as demandas de mercado. Isso pode ser traduzido como ser capaz de superar a concorrência naqueles aspectos de desempenho que os nichos de mercado visados mais valorizam (GOLDMANIS, *et al.*, 2010).

No passado as vantagens competitivas eram obtidas pelas informações do processamento das operações da empresa. Atualmente a vantagem competitiva é obtida pela informação originária do ambiente externo à empresa, ou mais especificamente do mercado consumidor (GOLDMANIS, *et al.*, 2010). Produzir não consiste apenas em fabricar, mas deve traduzir a percepção e os desejos dos clientes (SANTOS; POWELL; SARSHAR, 2002; KO, 2012), o que envolve constituir um sistema de produção. Na Figura 6 pode-se visualizar a evolução da administração da produção.

Caracteriza-se a estratégia de produção como sendo uma coleção de decisões individuais que afetam a capacidade da empresa de cumprir seus objetivos em longo prazo (SKINNER, 1974; LEONG; SNYDER; WARD, 1980; WHEELWRIGHT, 1984; HAYES, 1985; HÖRTE, *et al.*, 1987; VANALLE, 1995).

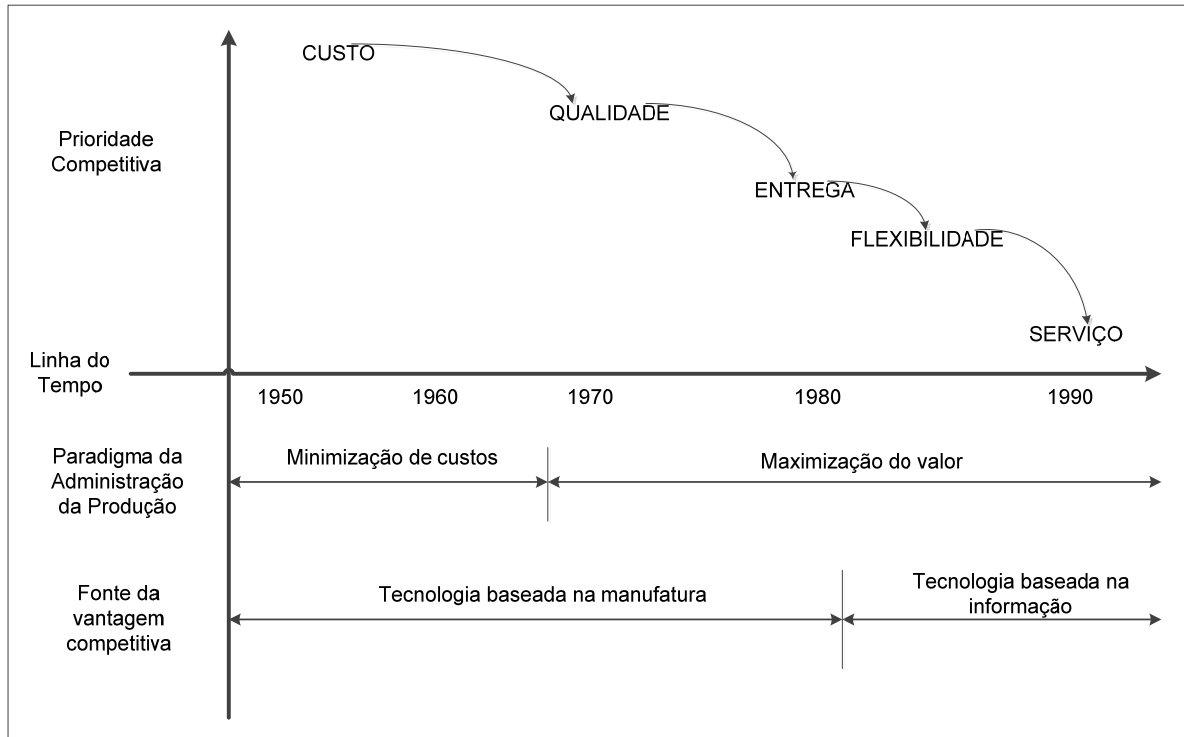


Figura 6: Evolução na prioridade dos objetivos da Administração da Produção  
 Fonte: Adaptado de Santos, Powell e Sarshar (2002).

Uma maneira de abordar a estratégia de produção é subdividi-la em conteúdo e processo de elaboração. O conteúdo da estratégia de produção se refere às prioridades competitivas, áreas de decisões e medição de desempenho, dentre outras (SWAMIDASS; NEWELL, 1987; ADAM; SWAMIDASS, 1989).

O processo faz referência às metodologias seguidas para o desenvolvimento da estratégia de produção (SWAMIDASS; NEWELL, 1987), na qual o foco do conteúdo se preocupa com o que a organização almeja competir e o processo centraliza em como a estratégia de produção é desenvolvida (KRAUSE; PAGELL; CURKOVIC, 2001; SILVA; SANTOS, 2007).

Uma decisão inerente à estratégia de produção é sua política de estoque com relação aos seus itens acabados. Há basicamente quatro formas de um sistema de produção responder à demanda: produzir para estoque (*Make-To-Stock* - MTS), produzir por encomenda (*Make-To-Order* - MTO), montar por encomenda (*Assemble-To-Order* - ATO) ou projetar por encomenda (*Engineering-To-Order* - ETO) (GODINHO FILHO, 2004; CHAVESI; SENNEII; YANASSE, 2012; CARVALHO; SOMA, 2011).

No Quadro 1 é feito um resumo de algumas políticas de estoques, as quais são fundamentadas por alguns autores.

Quadro 1: Quadro das políticas de estoques

Política	Características	Autores
<i>Make-To-Stock</i> - MTS	No MTS o produto tem sua fabricação iniciada com base em uma previsão de demanda. A chegada do pedido provoca o seu atendimento praticamente imediato. É adequado para produtos com demanda previsível, podendo ter custo de estoque alto.	Godinho Filho (2004); Vallejoa, Romeroa e Molina (2012).
<i>Make-To-Order</i> - MTO	Esta técnica é adequada a produtos com demanda baixa, cuja previsão seja muito complexa e que possuem alto custo de estocagem, ou seja, perecíveis, sendo desaconselhável a produtos cujo mercado tenha o fator velocidade de atendimento como vital.	Godinho Filho (2004); Fandel e Stammen (2004); Carvalho e Soma (2011); Chavesi, Sennei e Yanasse (2012).
<i>Assemble-To-Order</i> - ATO	Os principais componentes de um determinado produto são produzidos para estoque com base em uma previsão de demanda. Tem como vantagem a redução do lead time de atendimento. É adequado quando um pequeno grupo de componentes serve para a produção de um grande número de produtos finais	Godinho Filho (2004); Pessoti e Souza (2005).
<i>Engineering-To-Order</i> - ETO	Dá ênfase à fase do projeto, que é usualmente desenvolvida somente após o recebimento do pedido do cliente. Após o projeto ser aprovado pelo cliente é que se inicia o processo de fabricação. A dificuldade dessa estratégia é implantar controles quanto a prazo, qualidade e design em um ambiente dinâmico, de incerteza e complexidade.	Godinho Filho (2004); Fandel e Stammen (2004); Pessoti e Souza (2005).

Assim, conclui-se que a estratégia de produção constitui-se dos planos, políticas e programas de ações implementados pela empresa, mais especificamente pela função produção (nas áreas de decisão), para que as prioridades competitivas da produção (custo, entrega, flexibilidade, qualidade e serviço) sejam alcançadas, em consonância com as demais estratégias funcionais e com a estratégia competitiva da empresa (VANALLE, 1995; NOGUEIRA; ALVES FILHO; TORKOMIAN, 2001).

Na subseção 2.1.1 será dado enfoque à estratégia de produção *Make-To-Stock* (MTS), visto que esta estratégia é um dos delimitadores para a classificação das empresas estudadas.

### 2.1.1 Estratégia de produção MTS

A política de produção *Make-To-Stock* (MTS) tem como função o controle e a produção de produtos padronizados com o objetivo de atender a demanda prevista (MIYAKE; SANCTIS; BANCI, 2007; ZAMORA; FORRADELLAS; CAMARGO, 2007).

Segundo Parra e Pires (2003), a produção para estoque pode ser mais apropriada para a unidade de negócios que apresentem as seguintes características:

- Estratégia competitiva com base no custo;
- Baixa variedade de produtos;
- Grandes volumes;
- Definição dos produtos que serão fabricados.



Para uma unidade de negócio que apresente as características acima, um modelo de atendimento baseado em ordens pode não ser muito eficaz, visto que os clientes dessa unidade somente compram o que está disponível (MIYAKE; SANCTIS; BANCI, 2007).

A estratégia de produção MTS pode agregar valor por meio da conversão de matérias-primas em produtos acabados, quando o tempo de produção for maior que os prazos de distribuição e o cliente não está disposto a esperar (ZAMORA; FORRADELLAS; CAMARGO, 2007).

Fabricar para repor o estoque é uma prática comum quando se podem prever os itens que serão vendidos, aproveitando momentos de entressafra para serem produzidos, utilizando os recursos e o carregando de maneira mais equilibrada (CHAVESI; SENNEII; YANASSE, 2012; CARVALHO; SOMA, 2011).

Desta forma, quando um item for solicitado por um cliente sua entrega se dá quase que imediatamente, pois o tempo considerado é apenas o de entrega ao cliente (CHAVESI; SENNEII; YANASSE, 2012; CARVALHO; SOMA, 2011; ZAMORA; FORRADELLAS; CAMARGO, 2007). A desvantagem desta política, para grande parte dos tipos de produto, é o alto custo de armazenagem e a dificuldade de acerto do que será vendido (CHAVESI; SENNEII; YANASSE, 2012; CARVALHO; SOMA, 2011).

A estratégia de produção MTS, poderá influenciar diretamente a gestão de estoques e vice-versa, pois deverá observar como serão realizados os cálculos sobre os volumes de estoque a serem mantidos pela empresa.

## 2.2 O PAPEL ESTRATÉGICO DA GESTÃO DE ESTOQUES

A gestão de estoques tem reflexos diretos e significativos na eficiência operacional e nas finanças das organizações. Para apoiar o processo de gestão, as ferramentas mais utilizadas na gestão de estoques são: giro de estoque, lote econômico de produção e Lote Econômico de Compra (LEC), conceitos definidos na literatura e amplamente aplicados pelas práticas empresariais. A utilização dos indicadores varia em função da indústria, da complexidade de produtos, do comportamento do mercado e da gestão de estoques da empresa (RODRIGUES, 2008).

Estoque é definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação. Podendo ser definidos em quatro tipos de estoque: (a) *estoque de proteção*: é para estar antes do gargalo, ou seja, é o ponto em um sistema produtivo que limita

a capacidade final de produção e assegurar que sempre haja trabalho, (b) estoque cíclico: é a parcela do estoque total que varia diretamente com o tamanho do lote, (c) *estoque de antecipação*: é o estoque usado para absorver taxas irregulares de demanda ou fornecimento, que a empresa frequentemente enfrenta, e (d) *estoque de canal*: são bens que estão em trânsito entre pontos de um sistema de distribuição ou entre postos de trabalho em uma fábrica (CORRÊA, 2010).

Mesquita e Castro (2008) destacam como principais modelos matemáticos desenvolvidos para a gestão de estoques:

- a) *Lote econômico*: se baseia na lógica de que a quantidade ótima a ser comprada ou produzida é aquela que possui simultaneamente o menor custo de pedido e de estoque, ou seja, tentar prever a real necessidade e promover a compra e/ou produção do estritamente necessário;
- b) *Modelos de scheduling*: pode ser traduzido como programação e envolve a utilização de recursos limitados em um determinado período de tempo para atendimento às ordens de clientes ou reposição de estoques;
- c) *Formação dinâmica de lotes*: tem sua origem no lote econômico e premissas parecidas, com a exceção de que a demanda não precisa ser constante; e
- d) *Modelos probabilísticos*: os modelos probabilísticos são muito mais sofisticados e complexos e levam em conta algumas das deficiências dos modelos anteriores. Os mais significativos são:
  1. *Modelo do jornaleiro*: este modelo procura resolver situações em que haja a necessidade de determinar a quantidade certa para atender à determinada demanda em um período específico;
  2. *Modelo de reposição contínua de estoque*: neste modelo, o estoque é monitorado continuamente enquanto a demanda ocorre aleatoriamente;
  3. *Modelo de revisão periódica de estoque*: neste modelo o estoque é monitorado em intervalos regulares de tempo; e
  4. *Modelo de estoque base*: a lógica é manter o estoque sempre no mesmo patamar.

Os modelos clássicos de gerenciamento de estoques devem levar em consideração três questões fundamentais: qual a frequência de avaliação de estoque? Quando emitir um pedido? Quanto deve ser pedido? (MESQUITA; CASTRO, 2008).

Os estoques ajudam a tornar mais produtiva a operação de produção de quatro maneiras: (a) permitem que operações com taxas de produção diferentes sejam desempenhadas separadamente e de modo mais econômico, (b) permitem o nivelamento da produção e a organização de estoques de antecipação para vendas nos períodos de pico, (c) permitem que a produção mantenha operações mais longas, e (d) permitem que a produção compre em quantidades maiores. Para estes autores, o problema é equilibrar o investimento em estoques com os seguintes fatores: (a) atendimento aos clientes, (b) custos associados à mudança de níveis de produção, (c) custos de emissão de pedidos, e (d) custos de transporte (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2009).

### 2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) determinam os rumos da produção, acompanhando o processo, realinhando o que foi programado e exercendo os respectivos controles (GOLDMANIS, *et al.*, 2010).

Um sistema de PCP eficiente aperfeiçoa o uso de recursos produtivos, proporcionando fluidez à produção, tendo ainda a função de gerenciar necessidades dos clientes do próximo processo, partindo do setor de vendas, gerando uma ou mais ordens de serviços de produção, minimizando atrasos, gerenciando eficazmente a utilização dos estoques e, conseqüentemente, atendendo melhor aos clientes e, desta forma, gerenciando e controlando a produção (BONNEY, 2000; FERNANDES; SANTORO, 2005; DUTRA; ERDMANN, 2007).

O Planejamento e Controle da Produção envolve uma série de decisões com o objetivo de definir o que, quanto e quando produzir e comprar, bem como os recursos a serem utilizados (GODINHO FILHO, 2004). Estas decisões seguem uma estrutura hierárquica mostrada na Figura 7, baseada em Dias e Jóia (2006).

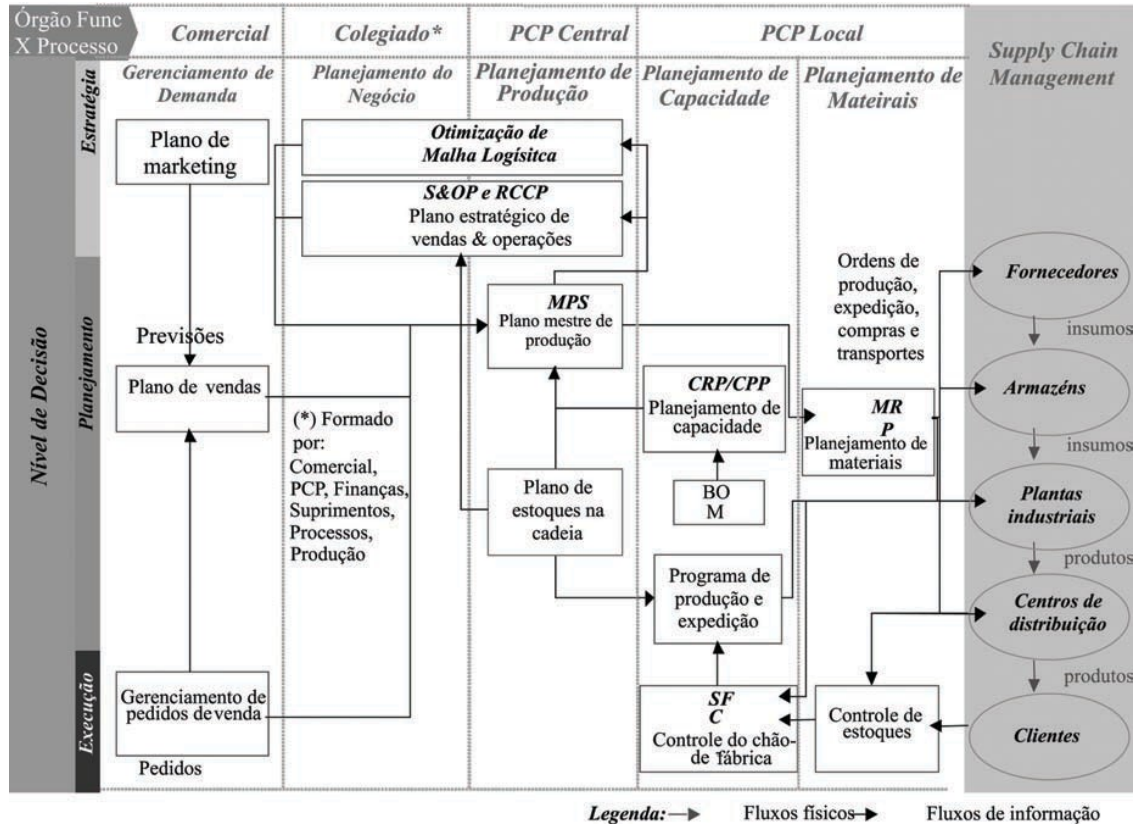


Figura 7: Diagrama representativo dos processos de planejamento e controle de operações  
Fonte: Dias e Jóia (2006).

A integração vertical entre níveis de decisões diferentes (estratégicos e operacionais) visa garantir que as decisões tomadas no nível estratégico, com uma perspectiva de longo prazo, sejam efetivamente realizadas por meio das decisões operacionais, ou seja, o processo de planejamento de vendas e operações é o ponto de ligação entre as decisões estratégicas da alta direção e as decisões gerenciais do dia-a-dia (SETIJONO, 2010).

A integração horizontal está relacionada com garantia de que todas as funções da empresa estejam colocando os seus esforços na mesma direção, ou seja, representando o elo entre as diversas funções, como por exemplo: marketing, vendas, manufatura, compras, recursos humanos, finanças, etc (SETIJONO, 2010).

O *Master Production Scheduling* (MPS) é o componente central da estrutura global, gerado a partir do plano agregado de produção, desagregando-o em produtos acabados e que irá guiar as estratégias do sistema de manufatura no curto prazo, estabelecendo quando e quanto de cada produto deverá ser produzido dentro de certo horizonte de planejamento e exigindo uma avaliação das necessidades de mão de obra, equipamentos e materiais para cada tarefa a realizar (VIEIRA; SOARES; GASPAR JUNIOR, 2002; QIAO; GENQ, 2013; SASIKUMAR; KANNAN; HAQ, 2010).

O *Master Production Scheduling* (MPS) é uma declaração do que a empresa deve produzir, no qual procura antecipar o que será englobado pela produção por meio de uma série de decisões de planejamento e que dirige o sistema de planejamento de necessidade de materiais (MRP) (VIEIRA; SOARES; GASPAR JUNIOR, 2002; SAHIN; ROBINSON; GAO, 2008).

O *Material Requirement Planning* (MRP) permite que as empresas calculem quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento. Para fazer isso, ele utiliza os pedidos em carteira, assim como uma previsão para os pedidos que a empresa acha que irá receber. O MRP verifica, então, todos os ingredientes ou componentes que são necessários para completar esses pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo (ZAMORA; FORRADELLAS; CAMARGO, 2007).

Nos sistemas MRP, a gestão dá-se por meio de informações trocadas entre planejador e sistema. O planejador informa ao sistema as ocorrências da realidade (apontamento), da visão de futuro, de parametrização e de controle e o sistema, após os processamentos cabíveis, disponibiliza informações ao planejador em uma forma que permite a tomada eficaz de decisões sobre o que, quanto, quando e com que recursos produzir e comprar (PAIVA; VIEIRA, 2011).

O *Manufacturing Resources Planning* (MRPII) caracteriza-se como uma ferramenta de planejamento estratégico em áreas como logística, manufatura, marketing e finanças. É útil nas análises de cenários e auxilia na definição dos fluxos e estratégias de estocagem dentro do sistema logístico da empresa (MANGAL; CHANDNA, 2009).

A utilização do MRPII permite o gerenciamento de quase todos os recursos produtivos da empresa. Se dispuser das quantidades de recursos necessários à fabricação de determinado produto, pode-se calcular o total de recursos, ao longo do tempo, necessários ao atendimento dos pedidos daquele produto.

O MRP II surgiu da tentativa e erro das aplicações de MRP na realidade funcional da produção. Também ressaltam que a maior contribuição é a integração das atividades de uma empresa, gerenciadas por tecnologia da informação. Sendo apontadas diversas vantagens do uso do MRP II, como: redução de estoques, melhoria do nível de serviço e produtividade da mão-de-obra, menor custo de aquisição, transporte, obsolescência, horas extras e melhor qualidade de vida (WONG; KLEINER, 2001).

O *Shop Floor Control* (SFC) ou controle de chão de fábrica tem por objetivo identificar possíveis considerações em relação ao processo produtivo, apoiando o MRP II caso não consiga visualizar alguns parâmetros ou variáveis de deficiência na realização de um determinado lote (REIS; TUBINO; CAMPOS, 2012; HECKSHER; DUARTE, 2003).

#### 2.4 DECISÕES TÁTICAS DE PCP E O PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

A forma como é realizado o planejamento em uma organização, reflete diretamente em como o *Sales & Operations Planning* (S&OP) é estruturado. Quando é necessária a venda de muitos itens a curto e médio prazo, deve se fazer uso de metodologias mais sofisticadas para conseguir um nível de acuracidade maior (TROQUE; PIRES, 2003).

O S&OP busca aperfeiçoar o processo de planejamento da demanda por meio da integração vertical entre níveis de decisões diferentes (estratégico e operacional) e integração horizontal entre decisões de mesmo nível, mas de diferentes áreas da empresa (PADIM; PEREIRA; POLITANO, 2012). Na Figura 8, Corrêa (2010) complementa apresentando os níveis de integração buscados pela iniciativa do S&OP.



Figura 8: Integração entre níveis de decisão e áreas da empresa  
Fonte: Corrêa (2010)

Na Figura 9, Esper *et al.* (2009) ilustram que o ciclo do S&OP deve ser dividido em cinco etapas e que o envolvimento da alta gerência é com intuito de resolver os conflitos entre as áreas e tratar das divergências no processo de planejamento da demanda.

O S&OP deve atingir os objetivos estratégicos do negócio, por meio do nível de serviço ao cliente e melhoria de desempenho da cadeia de suprimentos, focando nos volumes agregados e nas famílias de produtos e no balanceamento da demanda e produção, de maneira que *mix* produtos individuais e ordens de clientes possam ser tratados imediatamente (ESPER, *et al.*, 2009; KALLUNKIA; LAITINENB; SILVOLA, 2011).

A implementação de um processo de S&OP está relacionada às exigências de uma logística integrada, pois requer uma mudança de visão funcional para processo, da cultura empresarial voltada para processos, planejamento e gestão integrada e coordenada entre as áreas, com o objetivo de alinhar o desenvolvimento das atividades para uma melhora de todos (MCCORMACK; LADEIRA; OLIVEIRA, 2008).

Em um processo de S&OP devem ser consideradas todas as informações obtidas pelo dimensionamento do mercado, as estratégias competitivas e as limitações de recursos e capacidade. Todas essas informações estão configuradas em dois componentes básicos do S&OP, que são a Previsão de Vendas e o Planejamento Agregado da Produção (TROQUE; PIRES, 2003).

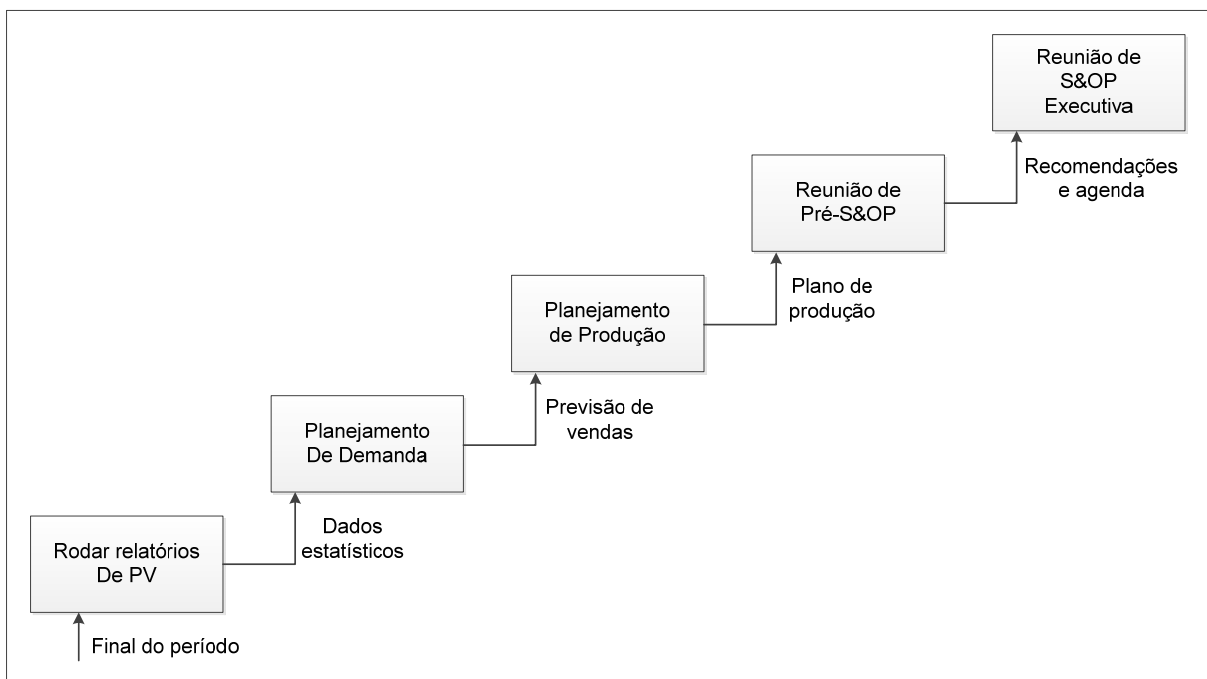


Figura 9: Etapas do processo de *Sales & Operations Planning*

Fonte: Esper, *et al.* (2009)

O S&OP pode atingir os objetivos de nível de serviço ao cliente e melhoria de desempenho da gestão de estoques mantendo a demanda e a produção balanceadas, com foco nos volumes agregados e nas famílias de produto, de modo que questões sobre os estoques de

produtos acabados possam ser tratados de forma imediata (KALLUNKIA; LAITINENB; SILVOLA, 2011).

O balanceamento pode ocorrer a partir da maior visibilidade da empresa em relação às demandas de médio prazo, podendo gerar benefícios quanto ao nivelamento da produção, de tal forma que custos de hora-extra, contratações e demissões, treinamento, e capacidade ociosa sejam minimizados (KALLUNKIA; LAITINENB; SILVOLA, 2011).

A estratégia de S&OP atua sobre quatro causas de estoques apontadas por Ru e Wang (2010). Ao projetar as vendas para o médio prazo, a empresa analisa os dados necessários para planejar um desbalanceamento entre a demanda e suprimentos. Esta escolha tem impacto direto nos estoques existentes devido ao tempo e distância entre ponto de produção e venda.

Segundo Ru e Wang (2010), os estoques existem devido ao desbalanceamento que pode ocorrer entre suprimentos, produção e a demanda. Em uma empresa de manufatura, a criação de estoques de produtos acabados se dá pela diferença entre a produção e as vendas acumuladas. Estes autores identificaram quatro causas básicas para a existência do desbalanceamento.

- i. O desbalanceamento planejado se dá por decisão da própria empresa, que pode optar por uma estratégia de construção de estoques para suprir períodos de alta demanda ou aumentar o nível de estoque em virtude de descontos na compra de materiais.
- ii. A existência de estoques ocorre devido à distância entre ponto de produção e vendas, o que gera estoques em trânsito, e devido ao tempo de produção que é responsável pela existência de estoques em processo.
- iii. As economias de escala. Lotes maiores de produção, de compras e de transporte aumentam os estoques em trânsito, em processo, de produtos acabados e de matéria-prima.
- iv. Estoques existem para absorver as incertezas da demanda e de suprimento, garantindo o atendimento dos clientes.

Com base nas políticas de gestão da produção, da demanda e do PCP, poderá ser estudada qual estratégia de produção a organização poderá adotar para determinado produto, de forma a atender as expectativas do mercado e qual poderá ser a influência da demanda.



## 2.5 GESTÃO DA DEMANDA E SUA IMPORTÂNCIA PARA AS DECISÕES TÁTICAS DE PCP

A abordagem da gestão da demanda deve incorporar todos os processos de criação e atendimento da demanda de uma determinada empresa (MELO; ALCÂNTARA, 2011).

Alguns dos principais processos de criação da demanda são: o planejamento estratégico de *marketing*, pesquisa de *marketing*, segmentação de mercado, desenvolvimento de produto, comercialização de produto, *marketing* e vendas, gestão do ciclo de vida do produto (HILLETOFTH; ERICSSON; CHRISTOPHER, 2009).

Na gestão da demanda, *marketing* e suprimentos devem trabalhar de forma coesa para desenvolver relacionamentos adequados conforme o tipo de cliente, desenvolvendo conjuntamente estratégias de priorização do cliente e conciliando os requerimentos de valor com as capacidades operacionais (MELO; ALCÂNTARA, 2011).

O processo de gestão da demanda pode ser dividido em três etapas: 1) alinhamento conjunto das diretrizes estratégicas das empresas; 2) formulação do plano de negócios; e 3) execução e acompanhamento do plano de negócios, apresentando três elementos que permeiam o processo: envolvimento da alta gerência, interações inter e intraempresas e os resultados da gestão da demanda (MELO; ALCÂNTARA, 2011).

As previsões são entradas básicas para muitos tipos de decisões das organizações. Sabe-se que as previsões são normalmente elaboradas pela área de *marketing* em conjunto com a área de operações que é frequentemente chamada para ajudar em sua elaboração. Mas, o fato mais significativo é que a área de operações é um grande usuário de previsões. Ainda segundo os mesmos autores a previsão da demanda é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimento, pois ajuda os gerentes a reduzir parte das incertezas permitindo-lhes desenvolver planos mais realistas. Uma previsão é uma declaração sobre o futuro (FORSLUND; JONSSON, 2007; KEMPF, *et al.*, 2013).

Silva e Bertrand (2008) concordam que as previsões possuem alguns princípios fundamentais:

- a) Elas estão sempre incorretas, devendo incluir um valor esperado e uma medida de erro de sua estimativa;
- b) Previsões de longo prazo são menos precisas do que as de curto prazo, ou seja, previsões de longo prazo possuem desvios (erros) entre as previsões e as demandas

reais e seus correspondentes desvios-padrão, maiores do que nas previsões de curto prazo;

- c) Previsões agregadas são mais precisas do que previsões desagregadas, ou seja, as previsões agregadas tendem a possuir desvios menores (erros) entre as previsões e as demandas reais e seus correspondentes desvios-padrão, do que nas previsões desagregadas; e
- d) Cada previsão deve conter uma estimativa de erro, que é frequentemente expressa em uma porcentagem da previsão ou como uma média entre os valores máximo e mínimo.

A definição da técnica de previsão mais apropriada aos dados é a etapa mais importante do modelo de previsão da demanda, pois nunca se tem certeza da quantidade a ser solicitada pelos clientes e da quantidade a ser enviada para armazenagem. Para tanto são utilizadas técnicas qualitativas, quantitativas ou um misto das duas como forma de elaborar as previsões (RODRIGUES, 2008).

No Quadro 2 é feita uma breve descrição dos métodos quantitativos mais utilizados pelas empresas e citam-se os autores pesquisados sobre os temas. Os métodos quantitativos utilizam dados históricos considerados relevantes para o futuro, ou seja, que o padrão passado poderá se repetir no futuro. Adotam-se modelos matemáticos auto regressivos que descrevam o comportamento da demanda ao longo do tempo e permitam serem obtidos os valores da previsão (HERRERA, *et al.*, 2010; RAMANATHAN; MUYLDERMANS, 2010; ESPER, *et al.*, 2009).

Quadro 2: Quadro das descrições dos métodos qualitativos

Método	Características	Autores
Consenso de executivos	A vantagem desse método reside no fato de as previsões serem elaborada por indivíduos que detêm elevado nível de conhecimento do contexto empresarial e possuem uma visão crítica em relação ao cenário no qual a organização está inserida.	Khan (2002); Kirschen (2003); Miemczy e Holweg, (2004); Silva e Bertrand (2008).
Método Delphi	A previsão é obtida com base em questionários direcionados aos executivos ou responsáveis pelo processo preditivo. É especialmente recomendável quando não se dispõe de dados quantitativos, ou estes não podem ser projetados para o futuro com segurança.	Rayens e Hahn (2000); Wright e Giovinazzo (2000); Miemczy e Holweg, (2004); Herrera, <i>et al.</i> (2010).
Composição das Forças de Vendas	Utiliza o conhecimento e experiência dos executivos de vendas da empresa com o intuito de elaborar previsões sobre determinado produto ou serviço.	Silva e Bertrand (2008); Adebajo (2009); Chang, Liu e Fan, (2009).
Pesquisa das Intenções dos Compradores	Tem como objetivo perguntar aos próprios compradores quando eles pretendem comprar o produto e quanto estão dispostos a pagar por ele.	Miemczy e Holweg, (2004); Mannion e Street (2005).

A maior vantagem dos métodos quantitativos reside no fato de que os mesmos possuem a capacidade de identificar os elementos de sazonalidade, tendências, ciclos e casualidades de maneira razoavelmente objetiva. Conseqüentemente, sazonalidade, tendências e ciclos podem extrapolar o presente a fim de tentar gerar previsões um pouco mais precisas (MOON; MENTZER; SMITH, 2003).

Conforme disposto no Quadro 3, Ramanathan e Muiyldermans (2010) apresentam uma breve descrição dos modelos quantitativos mais utilizados pelas empresas e algumas das características de cada um. A definição da técnica de previsão mais apropriada aos dados é uma das etapas mais importantes do modelo de previsão descritas anteriormente e que poderá influenciar a coleta de dados e os resultados (MIEMCZY; HOLWEG, 2004).

Quadro 3: Descritivo dos métodos quantitativos

<b>Método quantitativo</b>	<b>Breve descrição</b>
Extrapolação	A partir de dados passados de vendas, da análise das sazonalidades e dos ciclos de vendas projeta-se a previsão de vendas.
Suavização Exponencial	Aplicação particular da média ponderada e da média móvel – premissa de que os dados disponíveis para o cálculo da previsão tornam-se cada vez menos relevantes conforme o aumento de sua idade. Há a associação de pesos mais altos aos dados mais recentes.
Média Simples	Previsão é feita a partir da média aritmética das demandas passadas. Considera o mesmo peso para todos os dados históricos.
Média Móvel	Muito útil na suavização de curvas que representam tendências e atenuação de distorções (como sazonalidades). Média dos N dados mais recentes. Atribui o mesmo peso para todos os dados no cálculo da previsão, além de necessitar de uma grande quantidade de dados para a produção de bons resultados.
Box-Jenkins (ARIMA)	Modelo que apresenta o menor erro. Considera-se série histórica de vendas, em ordem cronológica, em que se realizam análises de autocorrelações e autocorrelações parciais, para se calcular uma estimação dos parâmetros, minimizando o erro quadrático. A grande vantagem do modelo é o diagnóstico dos resíduos de tal forma que os parâmetros estimados apresentem o erro quadrático mínimo. Ferramenta acurada e custosa, que requer maior tempo para a análise.
Correlação e Regressão	A análise de regressão é muito utilizada para o desenvolvimento da função de demanda (pode envolver fator simples ou múltiplos fatores). A relação de correlação entre os diversos fatores pode ser linear ou não (logarítmica, exponencial, etc.)
Modelos Econométricos	São consideradas variáveis endógenas, como exógenas. São modelos complexos que requerem a utilização de especialistas em estatística.

Fonte: Adaptado de Ramanathan e Muiyldermans (2010)

O processo de gestão da demanda tem elementos estratégicos e operacionais, como apresentado na Figura 10. No processo estratégico, a equipe estabelece a estrutura para a gestão do processo. O processo operacional é a atualização da gestão da demanda. A Figura 10 mostra também as interfaces entre cada subprocesso e os outros sete processos. Estas interfaces podem assumir a forma de uma transferência de dados que outros processos

requerem, ou pode envolver o compartilhamento de informações ou idéias com outra equipe do processo (CROXTON, *et al.*,2002).

As mudanças na demanda podem ser previsíveis e os gestores devem considerar essas alterações no planejamento. Existem diferentes tipos de ofertas com tempo limitado às quais são usadas para objetivos diferentes, porém, a gestão eficaz e eficiente de qualquer tipo de oferta com tempo limitado exige uma gestão proativa da demanda e coordenação das atividades em toda a cadeia de suprimentos (GARCÍA-DASTUGUE, 2003).

O processo de gestão da demanda tem elementos estratégicos e operacionais, como apresentado na Figura 10. No processo estratégico, a equipe estabelece a estrutura para a gestão do processo. O processo operacional é a atualização da gestão da demanda. A Figura 10 mostra também as interfaces entre cada subprocesso e os outros sete processos. Estas interfaces podem assumir a forma de uma transferência de dados que outros processos requerem, ou pode envolver o compartilhamento de informações ou idéias com outra equipe do processo (CROXTON, *et al.*, 2002).

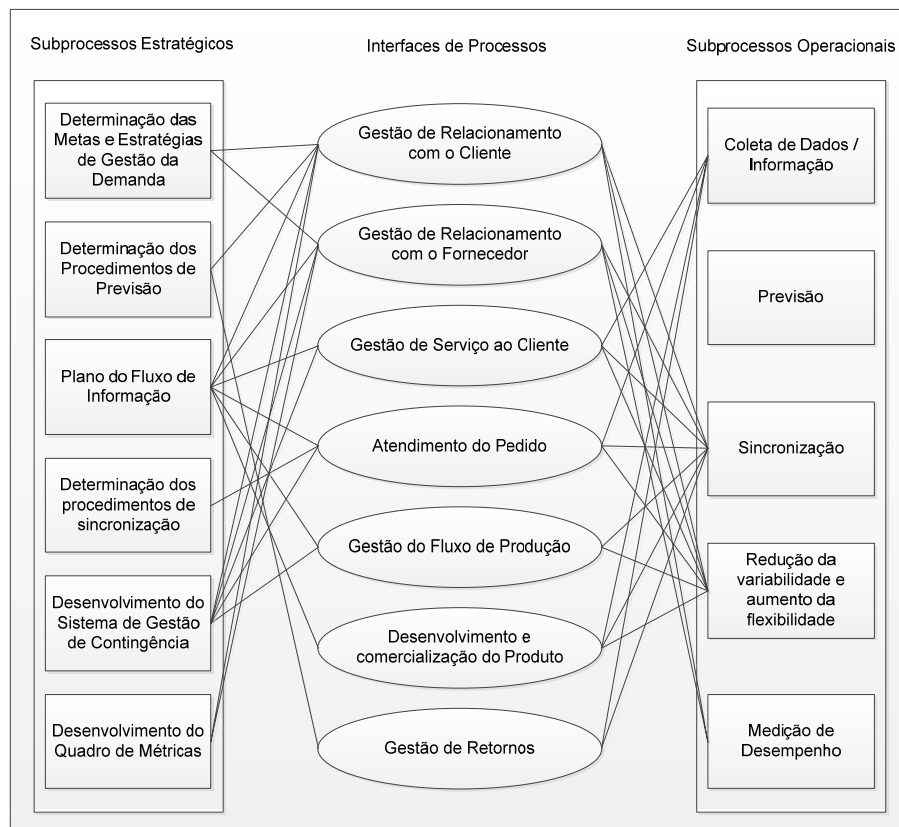


Figura 10: Gestão da demanda

Fonte: Adaptado de Croxton *et al.*(2001)

As mudanças na demanda podem ser previsíveis e os gestores devem considerar essas alterações no planejamento. Existem diferentes tipos de ofertas com tempo limitado às quais

são usadas para objetivos diferentes, porém, a gestão eficaz e eficiente de qualquer tipo de oferta com tempo limitado exige uma gestão proativa da demanda e coordenação das atividades em toda a cadeia de suprimentos (GARCÍA-DASTUGUE, 2003).

Uma abordagem sistemática e coordenada da gestão da demanda é fundamental para melhorar o desempenho quanto à gestão de estoques e um dos pré-requisitos necessários para esta melhora é o fluxo físico dos produtos e os aspectos como programação da produção, gerenciamento de estoque e distribuição (TAYLOR; FEARNE, 2009).

A gestão da demanda desempenha um papel crítico na gestão de estoques. A previsão de demanda pode melhorar a confiabilidade e a qualidade da estratégia organizacional (KUO, 2001).

## 2.6 POSTERGAÇÃO

A postergação surge como um princípio fundamental para a organização, pois ter o produto certo, no momento certo e na quantidade certa pode ser o grande desafio da cadeia de suprimentos, ou seja, é uma das formas das empresas adquirirem agilidade e flexibilidade em suas cadeias de suprimentos. Visto que o produto não é deslocado até que a demanda seja conhecida, concomitantemente em que sua configuração final só acontece quando as preferências do consumidor são conhecidas (VAN HOEK; DIERDONCK, 2000; ZANG; TAN, 2001; ZINN; CARDOSO, 2001; CARDOSO, 2002; KUMAR; PUTNAM, 2008; SAGHIRI, 2011).

Segundo, o conceito de postergação é que o risco e os custos da incerteza estão pela diferenciação (de forma, lugar ou tempo) dos produtos que ocorre durante as atividades de manufatura, armazenagem e entrega, sendo baseada nas características do produto/processo na cadeia de suprimentos: (a) *projeto do produto*: o conteúdo específico da operação postergada (atrasada), (b) *processo*: no momento em que as atividades são atrasadas no processo, e (c) *lugar*: a localização onde a postergação acontece (KUMAR; PUTNAM, 2008; VAN HOEK; DIERDONCK, 2000; NG; CHUNG, 2008; ZANG; TAN, 2001).

Em geral a estratégia de postergação adequa-se às características de ambiente turbulento existentes nos mercados junto com demandas que exigem variedade de produtos e serviços personalizados e de custos razoáveis. Assim, a postergação reduz os riscos de excesso ou falta de estoques, sendo uma estratégia de personalização de produtos (SAGHIRI, 2011).

A aplicação da postergação pode exigir a aquisição de diferentes matérias-primas, equipamentos, de processos produtivos mais flexíveis e considerar mudanças que podem ocorrer desde o projeto do produto e do processo (CHENG; CHANG, 2012).

A colocação estratégica do ponto de desacoplamento da cadeia de suprimentos, a estratégia de postergação pode ser utilizada. O objetivo da postergação é de aumentar a eficiência da cadeia de suprimentos, movendo a diferenciação do produto (no ponto de dissociação) mais próxima do usuário final. Porque o risco e a incerteza são os custos ligados à diferenciação de bens e a diferenciação poderia ocorrer no próprio produto e / ou na dispersão geográfica dos inventários (NG; CHUNG, 2008).

No Quadro 4, é apresentada uma breve descrição sobre quatro formas de postergação dos estoques, as quais são de: forma, lugar, tempo e logística.

Quadro 4: Quadro de descrição das formas de postergação

Postergação	Características	Autores
Forma	A postergação de forma consiste em fabricar um produto base ou padrão em quantidades suficientes para realizar economia de escala, enquanto as características de finalização, tais como cor, embalagem, etc. sejam adiadas até que os pedidos dos consumidores sejam recebidos e são classificados em quatro níveis: etiquetagem ou rotulagem, embalagem, montagem e manufatura.	Zinn (1990); Cardoso (2002); Ferreira e Batalha (2007); Mendes <i>et al.</i> (2008); Saghiri (2011).
Lugar	Definem que postergação de lugar implica na estocagem de produtos acabados em locais diferentes do destino final, antes da demanda ocorrer, e o de tempo, como já abordado, a movimentação de produtos finais sob encomenda.	Van Hoek e Dierdonck (2000); Yang, Burns e Backhouse (2003); Rabinovich e Evers (2003); Engelseth (2007); Saghiri (2011).
Tempo	A estratégia da postergação de tempo parte do pressuposto que o produto será solicitado ao fornecedor somente quando surgir um pedido do cliente, o que irá possibilitar a redução do nível de estoque e a obsolescência do produto. A postergação de tempo é o processo de finalização do produto a partir do pedido no posto mais próximo possível do momento de entrega do produto finalizado ao cliente.	Wallin, Wanke e Zinn (2004); Rungtusanatham e Rabinovich (2006); Bailey e Rabinovich (2006); García-Dastugue e Lambert (2007); Drohomerski, Cardoso e Costa (2008); Mendes <i>et al.</i> (2008); Leblanc <i>et al.</i> (2009).
Logística	Postergação Logística representa a estratégia da cadeia de suprimentos em que a fabricação se baseia em especulação e a logística é baseada na postergação. A produção libera as quantidades de produtos acabados definidas pela especulação da demanda para uma localização central e posteriormente para armazéns onde são distribuídos diretamente para clientes. Nesta abordagem, as operações de logística, são iniciadas quando o cliente faz o pedido.	Ernst e Kamrad (2000); Collin (2003); Rabinovich e Evers (2003); Yang, Burns e Backhouse (2004); Blecker e Abdelkafi (2006).

Conforme a Figura 11, diferentes estratégias de fornecimento na cadeia, as quais estão intimamente relacionadas ao conceito de postergação. A linha pontilhada na Figura 11 reflete como a postergação está associada com o ponto de desacoplamento do cliente. Para fins desta

pesquisa, ênfase maior é dada à postergação de lugar, com ponto de desacoplamento por meio de estoques de produtos acabados (YANG; BURNS; BACKHOUSE, 2003).

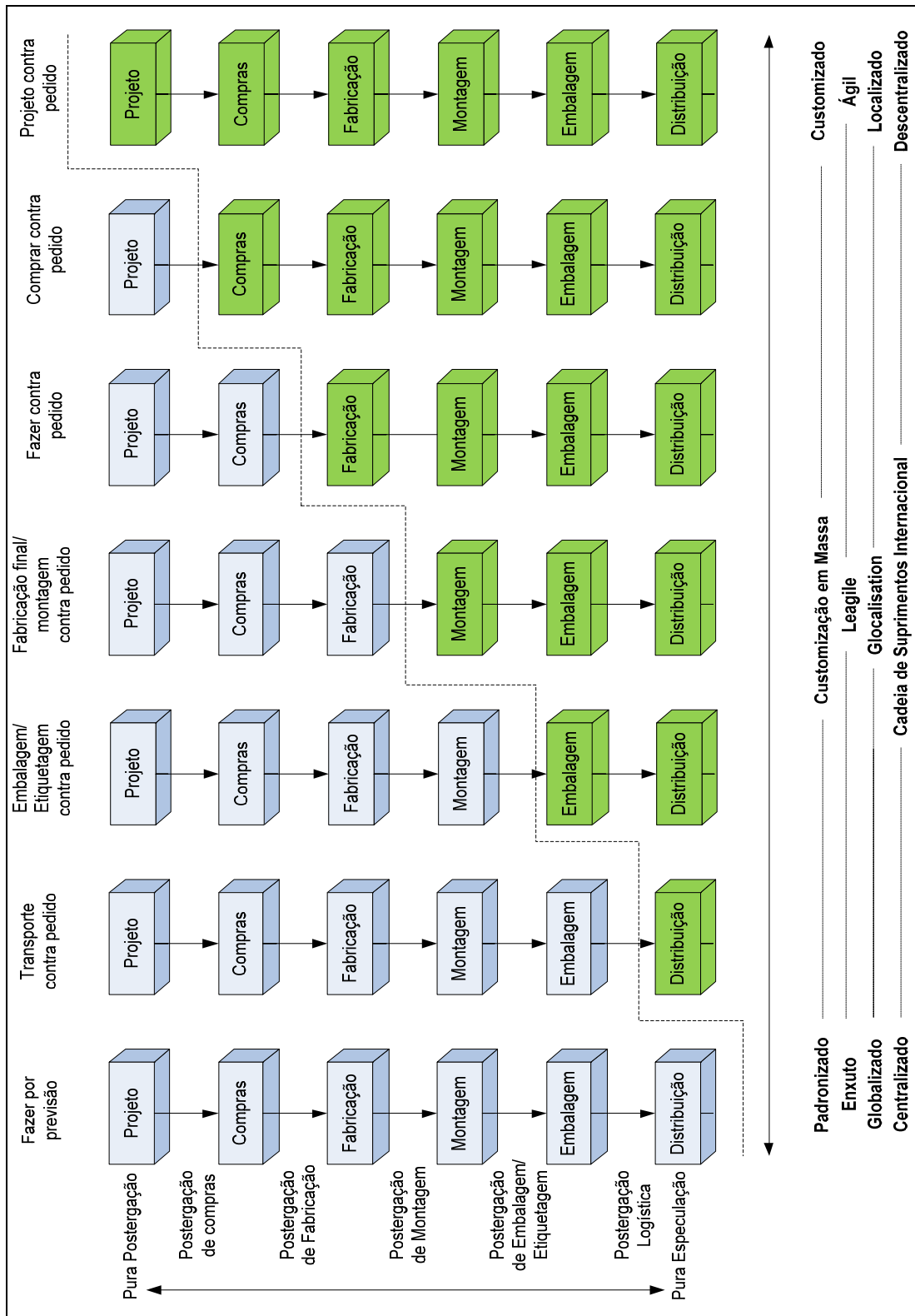


Figura 11: Postergação e diferentes estratégias de cadeias suprimentos  
 Fonte: Adaptado de Yang e Burns, 2003

Mendes *et al.* (2008) baseado em Zinn (1990) descrevem e classificam em 4 as subdivisões existentes na postergação:

- a) *Postergação de etiquetagem*: Os produtos são armazenados sem qualquer tipo de classificação. Os rótulos e etiquetas serão afixados quando um pedido é feito, sendo que o cliente especifica a marca que identificará o produto final;
- b) *Postergação de fabricação*: As últimas etapas de fabricação somente são concluídas após a confirmação do pedido do cliente. Produtos semiacabados ou mesmo em forma de insumos ficam estocados para que ocorra a diferenciação da mercadoria em um tempo ou local mais próximo da demanda;
- c) *Postergação de produto*: Os produtos podem ser desenhados seguindo-se uma lógica de módulos, ou ainda componentes padronizados para facilitar a diferenciação posterior; e
- d) *Postergação de processo*: A produção e a distribuição podem ser desenhadas de maneira que possibilitem a diferenciação do produto à jusante e montante da cadeia de suprimento.

Saghiri (2011) exemplifica na Figura 12 a postergação da manufatura que permite a separação da customização dos produtos da fabricação primária (básica), de produtos comuns ou módulos genéricos.

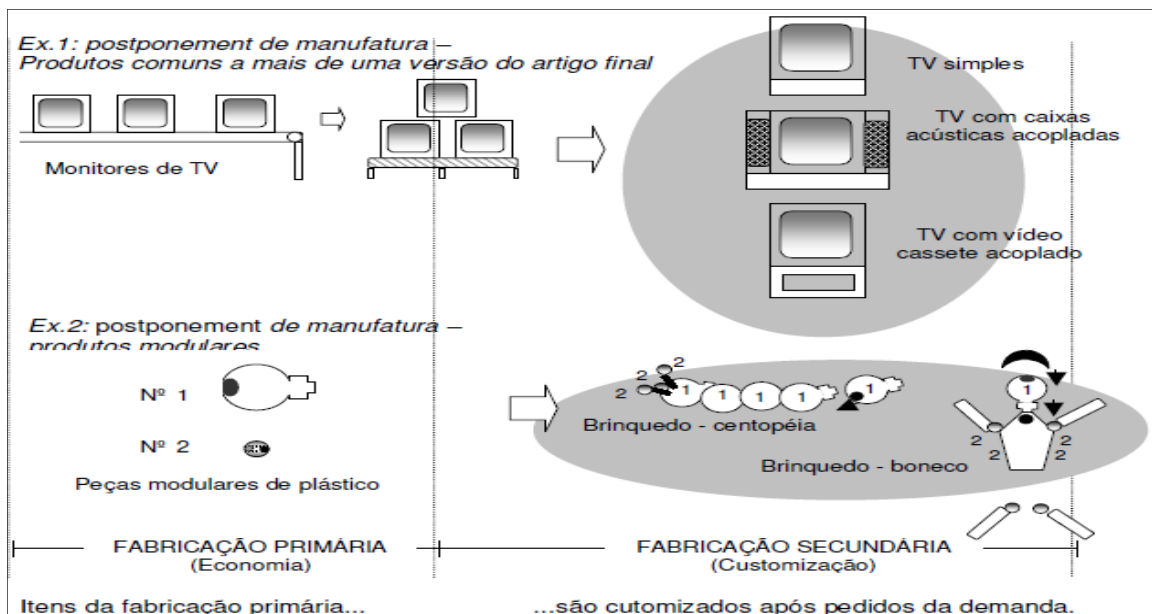


Figura 12: Fabricação primária e secundária na postergação de manufatura  
Fonte: Saghiri, 2011.



A próxima seção apresenta definições e técnicas voltadas à modelagem matemática, técnica utilizada nesta pesquisa para abordar decisões táticas de gestão de estoques e da demanda.

## 2.7 MODELAGEM MATEMÁTICA DE ESTÁGIO SIMPLES PARA ESTOQUE ESTACIONÁRIO

O problema de otimização de estágio simples para estoque estacionário numa cadeia de suprimentos consiste na minimização do somatório do custo dos produtos estocados multiplicado pelo nível de estoque em todos os elos da cadeia (GARCÍA-DASTUGUE, 2003).

García-Dastugue (2003) estudou a gestão de estoque de produtos para ofertas por tempo limitado, sendo a demanda incerta e os estoques de segurança necessários para garantir a disponibilidade do produto alvo. O modelo proposto por este autor permite determinar onde disponibilizar os estoques de segurança, desagregando-os ao longo da cadeia de suprimentos e quanto produto deve ser mantido em cada elo.

Graves e Willems descrevem um algoritmo baseado na Programação Dinâmica para resolver este modelo multiestágio quando a rede composta pelos fornecedores, fabricantes e clientes (*Supply Chain*) é uma árvore geradora (AHUJA; MAGNANTI; ORLI, 1993).

A partir deste último modelo, no Capítulo 3 propõe-se um modelo de múltiplo estágio que permita a minimização dos custos de produção e armazenagem dos estoques de matéria-prima e de produtos acabados, considerando a possibilidade de realizar a postergação dos estoques.

Segundo Graves e Willems (2000), supondo que há uma função  $D_j(\tau)$  que limita superiormente a demanda em cada estágio  $j$ , no caso em que a demanda é normalmente distribuída em cada estágio, pode-se expressar esta função conforme (1):

$$D_j(\tau) = \tau\mu_j + k\sigma\sqrt{\tau} \quad (1)$$

Sendo:

$D_j(\tau)$  - Limite superior da demanda durante o período de tempo de produção  $T$  no estágio  $j$

$\tau$  - Período de tempo de produção (dias)

$k$  - Fator de segurança

$\mu_j$  - Demanda média no estágio  $j$

$\sigma$  - Desvio padrão da demanda

Graves e Willems (2000) e García-Dastugue (2003) também estabeleceram que:

$$\tau = SI_j + T_j - S_j \quad (2)$$

$$E[I_j] = D_j(SI_j + T_j - S_j) - (SI_j + T_j - S_j)\mu_j \quad (3)$$

$$= D_j(\tau) - \mu_j\tau \quad (4)$$

Sendo:

$\tau$  Dias de produção

$SI_j$  Momento em que o estágio  $j$  está pronto para iniciar a produção (*Inbound service time*)

$T_j$  Tempo de produção no estágio  $j$

$S_j$  Momento em que o estágio  $j$  deverá atender a demanda (*guaranteed service time*) do próximo nível de clientes

$E[I_j]$  Estoque médio (estoque de segurança) ao final do estágio  $j$

Graves e Willens (2000) propuseram o modelo dado por (5) – (9) para o caso de um modelo multiestágio.

$$P = \min \sum_{j=1}^N h_j [D_j(SI_j + T_j - S_j) - (SI_j + T_j - S_j)\mu_j] \quad (5)$$

$$S_j - SI_j \leq T_j \text{ para } j = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

$$S_j - SI_i \geq 0 \text{ para todos } (i, j) \in A \quad (7)$$

$$S_i \leq S_i \text{ para todas as demandas de nós } j \quad (8)$$

$$S_j, SI_j \geq 0 \text{ inteiros para } j = 1, 2, \dots, N \quad (9)$$

Sendo:

$h_j$  Taxa de custo do seguro anual no estágio  $j$

$T_j$  Tempo de produção no estágio  $j$

$N$  Número de períodos de produção

### 3 MODELO MATEMÁTICO DE MÚLTIPLO ESTÁGIO PARA MINIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E ARMAZENAGEM DOS ESTOQUES DE MATÉRIA-PRIMA E PRODUTO ACABADO

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Aqui se apresenta um novo modelo de múltiplo estágio para gestão dos estoques aplicado em três empresas representativas do setor gráfico, denominadas de empresas A, B e C, cujas características estão sintetizadas na Tabela 3.

A empresa A é uma organização multinacional, que faz parte de um grupo norte-americano, a empresa B é uma organização de pequeno porte e seu foco de atuação é basicamente o interior paulista, a empresa C é uma organização familiar e seu foco de atuação é a região sudoeste paulista.

Tabela 3: Resumo das empresas objeto do estudo

<i>Parâmetros</i>	<i>Empresa A</i>	<i>Empresa B</i>	<i>Empresa C</i>
<b>Ano de fundação</b>	1928	1970	1990
<b>Número de colaboradores</b>	1000	100	70
<b>Nicho de mercado</b>	Segmento gráfico	Segmento gráfico	Segmento gráfico
<b>Localização</b>	<i>Noroeste Paulista</i>	<i>Noroeste Paulista</i>	<i>Sudoeste Paulista</i>
<b>Estratégia de produção</b>	<i>Make-To-Stock (MTS).</i>	<i>Make-To-Stock (MTS).</i>	<i>Make-To-Stock (MTS).</i>
<b>Previsão de demanda</b>	Consenso de executivos e extrapolação anual.	Consenso de executivos e extrapolação anual.	Consenso de executivos e extrapolação anual.
<b>Distribuição</b>	Há um centro de distribuição para atender a estratégia de produção.	Não possui centro de distribuição, toda a produção é armazenada na própria fábrica.	Não possui centro de distribuição, toda a produção é armazenada na própria fábrica.

A validação do modelo foi realizada por gestores das três empresas, com uma análise cruzada dos resultados gerados pelo modelo com os níveis de produção informados nos relatórios de produção referentes aos anos de 2011 e 2012.

Pelo modelo proposto, a partir da análise da demanda e dos volumes de estoques que poderão ocorrer, tomando como base a capacidade produtiva global de cada empresa estudada, consegue-se identificar a melhor quantidade de matéria-prima a ser adquirida em cada período. Além disto, ele permite que sejam obtidos os custos de estocagem, observando-se o que e quanto comprar. Desta forma, o modelo possibilita a identificação de políticas de

reabastecimento dos estoques de matéria-prima e produto acabado que minimizem o custo total.

A proposta é que este modelo possa ser mais uma ferramenta de apoio à tomada de decisão em nível tático dos níveis de produção para as Empresas do setor gráfico, ainda durante a fase de planejamento do projeto das linhas de produtos, permitindo observar o comportamento do modelo durante toda a fase de produção, armazenagem e distribuição.

### 3.2 MODELAGEM

O modelo pode ser considerado *causal*, visto que depende das condições presentes ou passadas, mas também *dinâmico*, pois as variáveis variam no tempo, na qual a solução consiste dos regimes constantes e temporários, *determinístico*, quando o resultado pode ser calculado de forma exata e linear, pois as saídas dependem linearmente das entradas e de possíveis perturbações.

Optou-se aqui, para facilitar o entendimento da etapa de modelagem, por considerar apenas dois produtos, sendo a sua generalização evidente.

Foram considerados 12 meses ( $N$ ) de programação da produção. As variáveis de decisão,  $X_{ij}$ , referem-se às quantidades a produzir dos produtos  $i$  no período  $j$ . São conhecidos os custos de produção unitários de cada produto, seus custos de armazenagem e a taxa percentual de custo do seguro anual dos estoques de produtos acabados. As variáveis auxiliares  $Y1$  a  $Y7$  se referem aos parâmetros das matérias-primas utilizadas para a produção dos produtos  $i$ . Estas variáveis irão permitir dimensionar as quantidades totais de matérias-primas a serem utilizadas para produzir durante o período de 12 meses.

Observe-se que, na prática, segundo informações dos gestores das empresas estudadas, as variáveis  $X_{ij}$ , são influenciadas pela demanda estimada de acordo com as informações dos anos de 2010 e 2011, de modo a permitir a previsão para os anos de 2011 e 2012 respectivamente.

#### **Índices:**

$i$  é o índice vinculado aos produtos,  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ;

$j$  é o índice vinculado aos períodos,  $j \in \{1, 2, \dots, m\}$ .

#### **Parâmetros:**

$C_j$  Custo [R\$] de armazenagem no período  $j$ ;

- $E_j$  Custo de compra do papel no período  $j$ ;
- $G_j$  Custo [R\$] de compra de arame no período  $j$ ;
- $F_j$  Custo [R\$] da tinta no período  $j$ ;
- $O_{ij}$  Custo [R\$] de perda de venda associada ao produto  $i$  no período  $j$ ;
- $h_{ij}$  Taxa de custo [%] do seguro anual do produto  $i$  no período  $j$ ;
- $CP_{ij}$  Custo [R\$] de produção do produto  $i$  no período  $j$ ;
- $D_{ij}$  Demanda do produto  $i$  no período  $j$ ;
- $DP_j$  Demanda da matéria-prima papel no período  $j$ ;
- $DA_j$  Demanda da matéria-prima arame no período  $j$ ;
- $DT_j$  Demanda da matéria-prima tinta no período  $j$ ;

**Variáveis:**

- $X_{ij}$  Quantidade estimada [unid.] a produzir do produto  $i$  no período  $j$ ;
- $P_j$  Quantidade [kg] de papel a comprar no período  $j$ ;
- $T_j$  Quantidade [l] de tinta a comprar no período  $j$ ;
- $A_j$  Quantidade [kg] de arame a ser adquirido no período  $j$ ;
- $\rho_{ij}$  Quantidade que se deixou de produzir do produto  $i$  no período  $j$ ;
- $PA_j$  Nivelamento de estoque da matéria-prima papel no período  $j$ ;
- $AA_j$  Nivelamento de estoque da matéria-prima arame no período  $j$ ;
- $TA_j$  Nivelamento de estoque da matéria-prima tinta no período  $j$ ;
- $W_{ij}$  Nível e estoque do produto  $i$  no período  $j$ ;

A função objetivo (10) do modelo proposto para  $n$  períodos de planejamento, associada à diminuição dos estoques de matéria-prima, de produto em processo e de produto acabado, busca a minimização dos respectivos custos de produção e armazenagem dos estoques de matéria-prima e produto acabado:

A Função Objetivo (10) apresenta a minimização do custo total, a qual é representada por  $Z$ .

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (CP_{ij} \cdot X_{ij} + C_j W_{ij} + T_j \cdot F_j + A_j \cdot G_j + P_j \cdot E_j + \rho_{ij} \cdot O_{ij}) h_{ij} \quad (10)$$

A Restrição (11) nivelamento de estoque de papel no período  $j$ .

$$PA_j = PA_{j-1} + P_j - DP_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

A Restrição (12) nivelamento de estoque de arame no período  $j$ .

$$AA_j = AA_{j-1} + A_j - DA_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

A Restrição (13) nivelamento de tinta no período  $j$ .

$$TA_j = TA_{j-1} + T_j - DT_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

A Restrição (14) nivelamento de estoque do produto  $i$  no período  $j$ .

$$W_{ij} = W_{ij-1} + X_{ij} - D_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

A Restrição (15) perda de venda do produto  $i$  no período  $j$ .

$$\rho_{ij} = D_{ij} - (X_{ij} + W_{ij-1}), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

A Restrição (16) apresenta o domínio das variáveis.

$$P_j \in I^+, T_j \in I^+, A_j \in I^+, X_{ij} \in I^+, PA_j \in I^+, AA_j \in I^+, TA_j \in I^+, W_{ij} \in I^+, \quad (16)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

### 3.3 APLICAÇÃO DO MODELO EM TRÊS EMPRESAS FOCO DE ESTUDO

#### 3.3.1 Formato das Tabelas de Entrada de Dados e Saídas do Modelo Proposto no Excel

Nas Tabelas 4, 5 e 6 ilustra-se como se dará a entrada de dados utilizados na simulação do modelo para cada Empresa e na Tabela 8 a forma como serão mostrados os resultados da solução do modelo no Excel.

A Tabela 5 trata dos níveis dos estoques de segurança dos produtos  $i$ , os quais estão expressos em valores percentuais durante os 12 meses, visto que os volumes dos estoques de segurança (ver expressão (21)) podem variar, conforme o total produzido no mês.

Na Tabela 8 é apresentada a proporção de unidades a serem produzidas por mês de cada um dos produtos  $i$ . Esta proporção poderá variar conforme a necessidade mensal a ser produzida de cada produto e é baseada em dados históricos do último quadriênio.

A Tabela 7 apresenta os tempos necessários para produção dos produtos  $i$ , durante os 12 meses do ano, os quais poderão sofrer ajustes durante o período, conforme (22). Na Tabela 7,  $Qtd_j$  se refere ao valor da primeira célula da Tabela 8, sendo o valor 60 utilizado para a transformação de horas em minutos e é utilizado para calcular  $X_{ij}$  de acordo com (25).

A Tabela 8 apresenta as quantidades a serem produzidas dos produtos  $i$ , no transcorrer dos 12 meses, obtidas a partir da execução do *Solver* do Excel com os dados que foram informados nas Tabelas 4, 5, e 6.

Nesta Tabela 8 existem informações que devem ser fornecidas pelos responsáveis da empresa e das equipes de *marketing* e PCP, incluindo-se: custo de armazenagem ( $C_j$ ), demanda ( $D_j$ ), capacidade produtiva ( $CP_j$ ), unidades a produzir ( $UP_j$ ), unidades a entregar ao cliente ( $UC_j$ ) e a taxa de custo do seguro anual ( $h_j$ ).

Haverá três variáveis na planilha que tratarão dos custos de aquisição de papel e arame, os quais deverão ser calculados em quilogramas e da tinta que será calculada em litros. Caso estes valores não sejam informados, será subentendido que será calculado só o valor do custo de produção e armazenagem do produto acabado, caso contrário cálculo irá incorporar os custos de aquisição das matérias-primas.

Com base nestas informações e nos dados das Tabelas 4, 5 e 6, serão geradas as informações relativas à expectativa de compras das matérias-primas. Neste volume já é previsto um estoque de segurança. Por intermédio de (22), e com base em (21), pode-se calcular o custo de perda de vendas.

Na Tabela 9 estarão os tempos de fabricação de cada produto que poderão sofrer ajustes durante o transcorrer dos meses, conforme a estratégia que a Empresa queira adotar. Na Tabela 10 estarão as quantidades de perdas de produção em unidades por mês (baseadas nas informações das Tabelas 7 e 9), calculadas de acordo com (23). As colunas “*Custo de não atendimento da demanda*” na Tabela 10 estão associadas às quantidades que não foram produzidas porque o tempo disponibilizado esteve aquém do tempo mínimo necessário para atender a demanda. A Tabela 12 apresenta o custo da perda de vendas por não poder atender a demanda.

Na Tabela 11 estarão as perdas de produção por mês (baseadas nas informações das Tabelas 7 e 9), e calculadas segundo (24).

Na Tabela 12 estarão os custos das perdas de vendas por mês (baseadas nas informações das Tabelas 4, 8 e 9) e calculados utilizando (25).





Tabela 9: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês]

<i>Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto ao mês (minutos)</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Produto 1</i>												
<i>Produto 2</i>												

Tabela 10: Perdas de produção [produto /mês]

<i>Quantidades das perdas de produção em unidades por mês</i>	<i>Total Geral</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Dez.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Nov.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Out.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Set.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Ago.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Jul.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Jun.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Mai.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Abr.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Mar.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Fev.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Jan.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
		<i>Produto X11</i>		
		<i>Produto X22</i>		
		<i>Total</i>		

Tabela 11: Perdas de produção [min/mês]

<i>Perdas de produção em minutos por mês</i>	<i>Total Geral</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Dez.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Nov.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Out.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Set.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Ago.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Jul.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Jun.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Mai.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Abr.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Mar.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Fev.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
	<i>Jan.</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>		
		<i>Custo de não atendimento da demanda</i>		
		<i>Produto X11</i>		
		<i>Produto X22</i>		
		<i>Total</i>		

Tabela 12: Custo das perdas de vendas [R\$/mês]

Custo da perda de vendas - R\$/mês	Total Geral	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Dez.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Nov.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Out.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Set.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Ago.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Jul.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Jun.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Mai.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Abr.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Mar.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
	Fev.	Custo de produção em excesso		
		Custo de não atendimento da demanda		
Jan.	Custo de produção em excesso			
	Custo de não atendimento da demanda			
		Produto X11		
		Produto X22		
		Total		

### 3.3.2 EMPRESA A

A empresa A emprega aproximadamente mil profissionais, distribuídos em duas unidades fabris e possui uma área construída de aproximadamente 40 mil m<sup>2</sup> e um centro de distribuição com área construída de aproximadamente 11 mil m<sup>2</sup>. Ela faz parte de um grupo internacional do setor gráfico, que é produtor de embalagens, materiais de escritório e produtos químicos especiais e com presença em mais de 30 países.

Atualmente a empresa possui aproximadamente 10.000 clientes diretos e mais de 80.000 clientes indiretos no Brasil e no mundo, o que leva a empresa ter vendas muito pulverizadas, as quais ainda não permitem criar cenários fidedignos quanto ao mercado consumidor, na Figura 13 é apresentada como ocorrem as operações na cadeia de suprimentos.

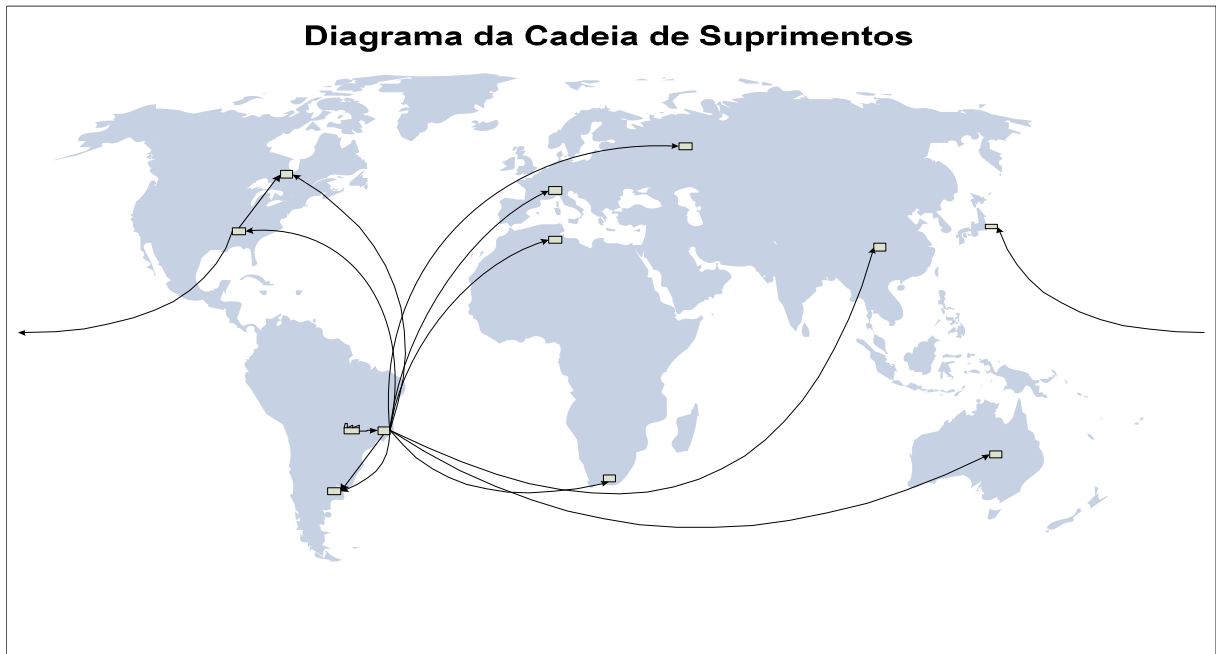


Figura 13: Roteiro de distribuição  
Fonte: Empresa A (2012)

No Quadro 5 estão as matérias-primas utilizadas nos dois produtos que foram analisados, bem como as suas unidades de medida. Estes dois produtos serviram para estudar o comportamento do modelo em relação às estratégias adotadas pelos gestores durante os anos de 2011 e 2012.

A coleta de dados foi realizada a partir de entrevistas com o diretor industrial e com o gerente de PCP e por meio da análise de documentos referentes à produção dos produtos 1 e 2 nos anos de 2011 e 2012.

Quadro 5: Matéria-primas e Produtos da Empresa A

<i>Recibo Comercial C/C 50F X1</i>	<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2</i>
<b>Y1:</b> Offset 56 Grs 81 Cm, FSC (Kg)	<b>Y1:</b> Offset 56 Grs 81 Cm, FSC (Kg)
<b>Y2:</b> CP recibo com canhoto 50 fl 20R (Fl)	<b>Y2:</b> CP nota neutra 1/32 peq. 50 fl 25R (Fl)
<b>Y3:</b> Tinta flexo (Kg)	<b>Y3:</b> Tinta flexo (Kg)
<b>Y4:</b> Kraft natural 80 Grs 57x85 (Fl)	<b>Y4:</b> Kraft natural 80 Grs 57x85 (Fl)
<b>Y5:</b> Rótulo padrão-pacote 95x50 mm (Un)	<b>Y5:</b> Rótulo padrão-pacote 95x50 mm (Un)
<b>Y6:</b> Arame galvanizado 0,65 mm, nº 23 (Kg)	<b>Y6:</b> Arame galvanizado 0,65 mm, nº 23 (Kg)

A cadeia de suprimentos para produção do recibo comercial C/C 50 folhas e da nota neutra 1/32 peq. 50 folhas pode envolver aproximadamente 30 fornecedores, pois para cada matéria-prima poderá haver pelo menos três fornecedores. Os dados apresentados nas Tabelas de 13 a 21 e as Figuras 13 a 19 são referentes à produção do ano fiscal de 2011.

Na Tabela 13 são apresentados os dois produtos analisados e sua composição em termos das matérias-primas, o tempo e custo de produção e o preço de venda.

Na Tabela 13, o tempo de produção Y7 está expresso em horas trabalhadas em uma determinada linha durante os dias de trabalho, Y8 que é o valor do custo de produção de uma unidade e o preço de venda Y9 estão em Reais.

Tabela 13: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2011

<i>Itens a Produzir</i>									
<i>Produto</i>	<i>Y1</i>	<i>Y2</i>	<i>Y3</i>	<i>Y4</i>	<i>Y5</i>	<i>Y6</i>	<i>Tempo Y7</i>	<i>Custo Y8</i>	<i>Preço Venda Y9</i>
<b>Recibo Comercial C/C 50F X1</b>	0,06	0,05	0,19	0,05	0,05	0,12	14,6	0,19	0,60
<b>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2</b>	0,05	0,04	0,14	0,04	0,05	0,12	14,6	0,15	0,49

A Tabela 14 trata dos níveis dos estoques de segurança dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas, expressos em valores percentuais durante os 12 meses, visto que os volumes dos estoques de segurança podem variar conforme o volume a ser produzido no mês.

Tabela 14: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2011

<i>Estoque de Segurança dos Itens a Produzir em %</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<b>Dias de Produção</b>	7,2	7,6	6,4	4,4	10,0	4,7	7,6	7,0	7,6	4,1	7,9	8,0
<b>Intervalo de reabastecimento</b>	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<b>ES1</b>	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001

Na Tabela 15 é apresentada a proporção de unidades a serem produzidas por mês de cada um dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas.

Esta proporção poderá variar conforme a necessidade mensal do que deva ser produzida de cada modelo e são baseados em dados históricos do último quadriênio.

Tabela 15: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2011

<i>Proporção das Unidades a Produzir por mês</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1.1</i>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.1</i>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

A Tabela 16 apresenta os tempos disponíveis para a produção dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas, durante os 12 meses do ano, os tempos poderão sofrer ajustes durante o transcorrer dos meses, podendo ser aumentados ou diminuídos, conforme a necessidade.

Tabela 16: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2011

<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1.2</i>	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.2</i>	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504

A Tabela 17 apresenta as quantidades a serem produzidas dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas, no transcorrer dos 12 meses, as quais foram calculadas pelo *Excel* e os dados que foram informados nas Tabelas 13, 14 e 15.

Além dos dados informados nas Tabelas 13, 14, e 15, na Tabela 17 deverão ser informados os dados referentes há: custo de armazenagem ( $C_j$ ), demanda ( $D_j$ ), unidades a produzir ( $UP_j$ ) e a taxa de custo do seguro anual ( $h_j$ ), estas informações devem ser fornecidas pelos responsáveis da empresa - equipes de marketing e PCP. Com base nestes dados, serão geradas as informações relativas à expectativa de compras das matérias-primas, já prevendo uma margem de segurança no estoque, além de apresentar na função objetivo a minimização dos custos de produção, armazenagem e aquisição das matérias-primas, dentre outros fatores que podem vir a ser analisados.



A Tabela 20 apresenta o resultado referente às possíveis perdas de produção (em minutos), que se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.

Tabela 20: Perdas de produção [min/mês] 2011

		<i>Perdas de produção em minutos por mês</i>																
<b>Total</b>	<b>X22</b>	<b>X11</b>																
				<i>Custo de não atendimento da demanda</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>													
			0	0	0													
			4.061	1.886	2.174													
			0	0	0													
			4.286	2.431	1.855													
			0	0	0													
			3.610	1.517	2.093													
			487	0	487													
			2.969	2.969	0													
			0	0	0													
			5.640	4.260	1.380													
			0	0	0													
			2.651	1.253	1.397													
			0	0	0													
			4.286	3.295	991													
			0	0	0													
			3.948	1.974	1.974													
			0	0	0													
			4.286	3.295	991													
			0	0	0													
			2.312	76	2.236													
			0	0	0													
			4.456	1.292	3.164													
			0	0	0													
			4.512	2.832	1.680													
			487	0	487													
			47.017	27.081	19.936													

A Tabela 21 apresenta os custos de perdas de vendas e se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.

Tabela 21: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2011

		<i>Custo da perda de vendas nos meses R\$</i>																
<b>Total</b>	<b>X22</b>	<b>X11</b>																
				<i>Custo de não atendimento da demanda</i>	<i>Custo de produção em excesso</i>													
			0	0	0													
			2.848,26	1.150,45	1.697,82													
			0	0	0													
			2.931,28	1.482,70	1.448,58													
			0	0	0													
			2.559,14	925,04	1.634,10													
			820,90	0	820,90													
			1.810,56	1.810,56	0													
			0	0	0													
			3.675,55	2.598,02	1.077,53													
			0	0	0													
			1.855,52	764,40	1.091,12													
			0	0	0													
			2.783,57	2.009,62	773,95													
			0	0	0													
			2.745,21	1.203,87	1.541,34													
			0	0	0													
			2.783,57	2.009,62	773,95													
			0	0	0													
			1.792,55	46,47	1.746,07													
			0	0	0													
			3.258,19	787,82	2.470,36													
			0	0	0													
			5.774,91	1.727,13	4.047,78													
			820,90	0	820,90													
			34.818,32	16.515,70	18.302,62													

Para ilustrar o comportamento dos valores da Tabela 13, foram elaboradas as Figuras 14 a 20. A Figura 14 mostra o volume a ser produzido em 2011.

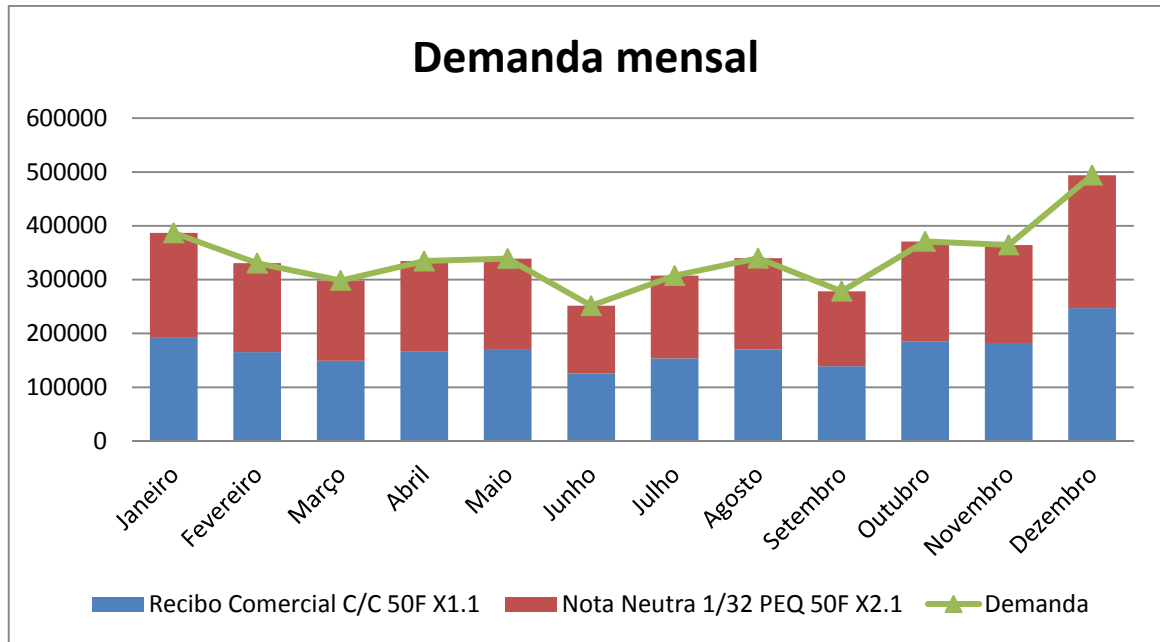


Figura 14: Gráfico referente ao volume a ser produzido em 2011

A Figura 15 ilustra o volume a global de unidades a serem produzidas durante os 12 meses deste ano de 2011.

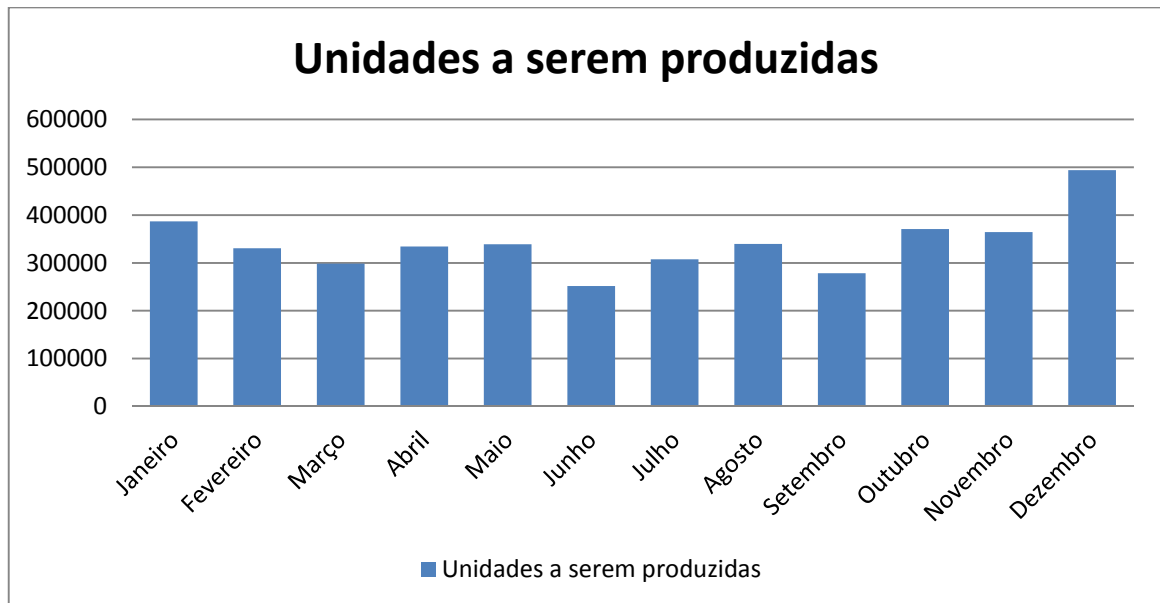


Figura 15: Gráfico de unidades a serem produzidas no período de 12 meses de 2011

Na Figura 16 é apresentada a evolução do estoque de segurança global no período de 12 meses, os valores percentuais mostram o período em que ele poderá ser menor ou maior, com o objetivo de atender aos pedidos emergenciais que porventura venham a existir.



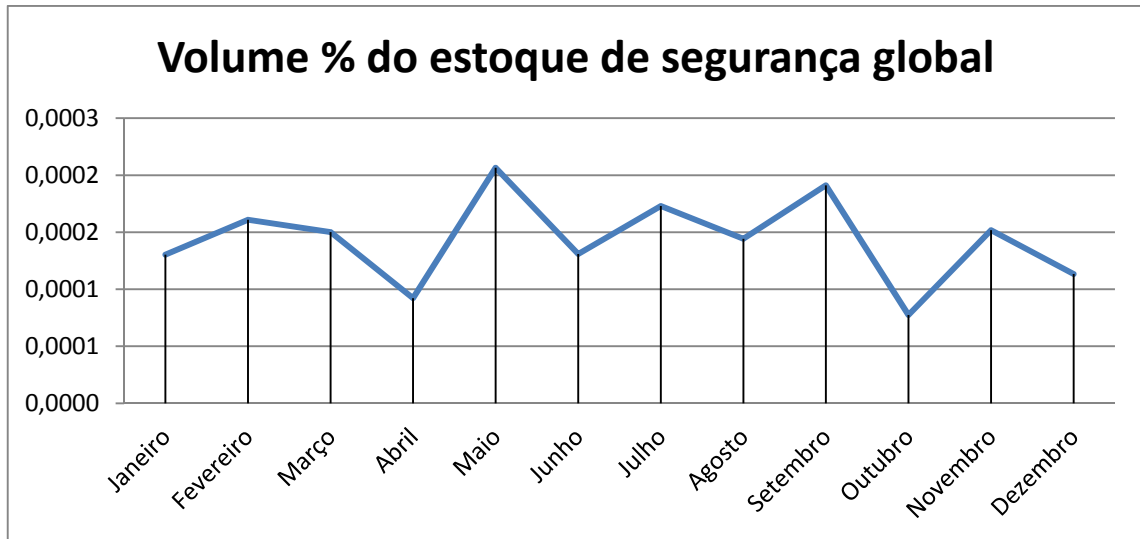


Figura 16: Gráfico do volume dos estoques de segurança em % no período de 2011

A Figura 17 apresenta as quantidades que não foram produzidas durante o ano de 2011, sendo a linha verde referente à quantidade total não produzida.

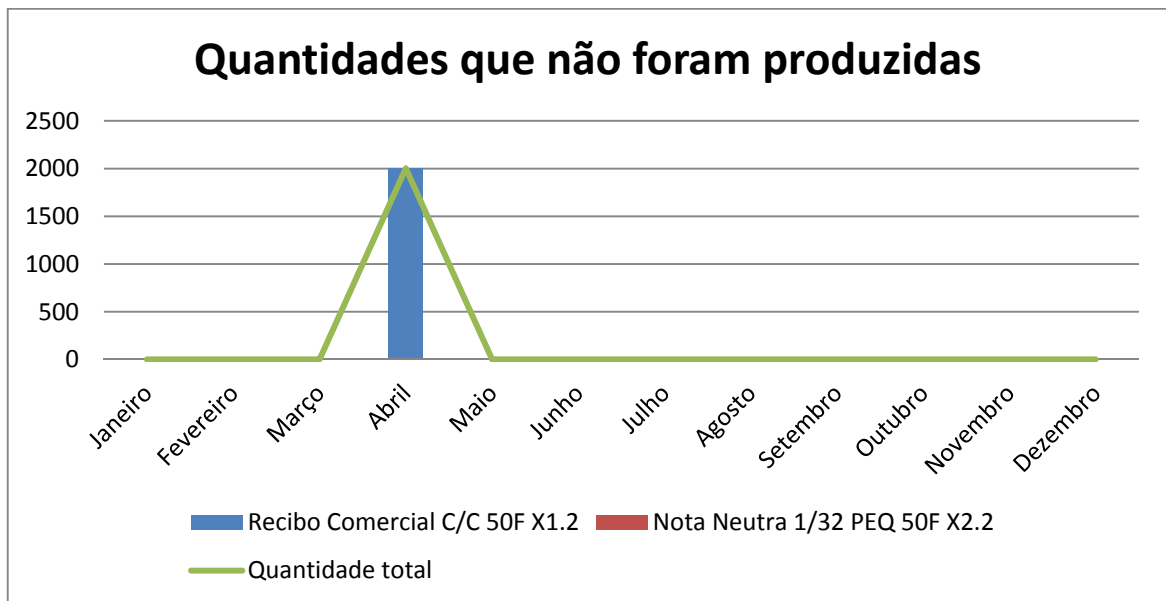


Figura 17: Gráfico das quantidades que não foram produzidas em 2011

A Figura 18 apresenta um gráfico sobre os custos de perda das vendas no ano de 2011, na linha Azul está o custo total.

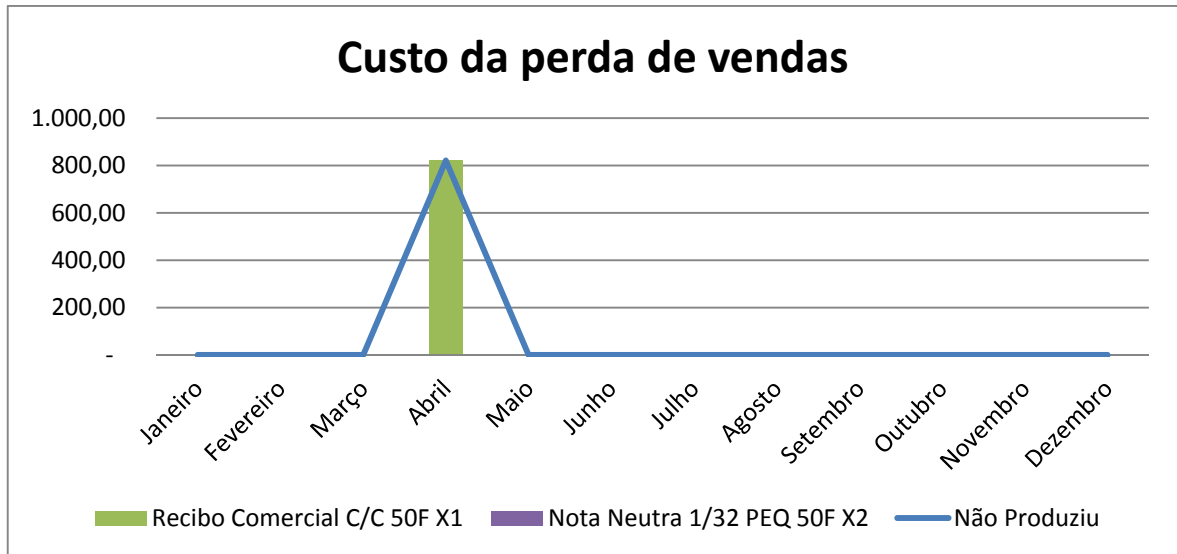


Figura 18: Gráfico do custo da perda de vendas em 2011

A Figura 19 apresenta um gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas.

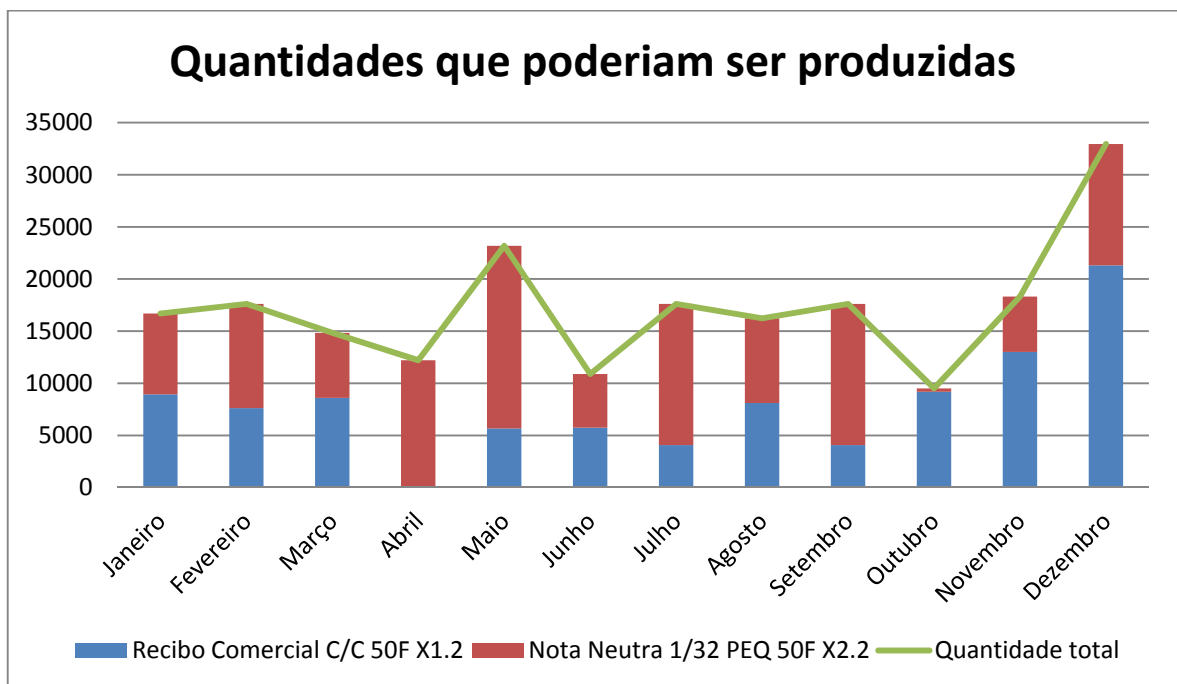


Figura 19: Gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas em 2011

A Figura 20 apresenta um gráfico sobre os custos da perda das possíveis vendas em 2011.

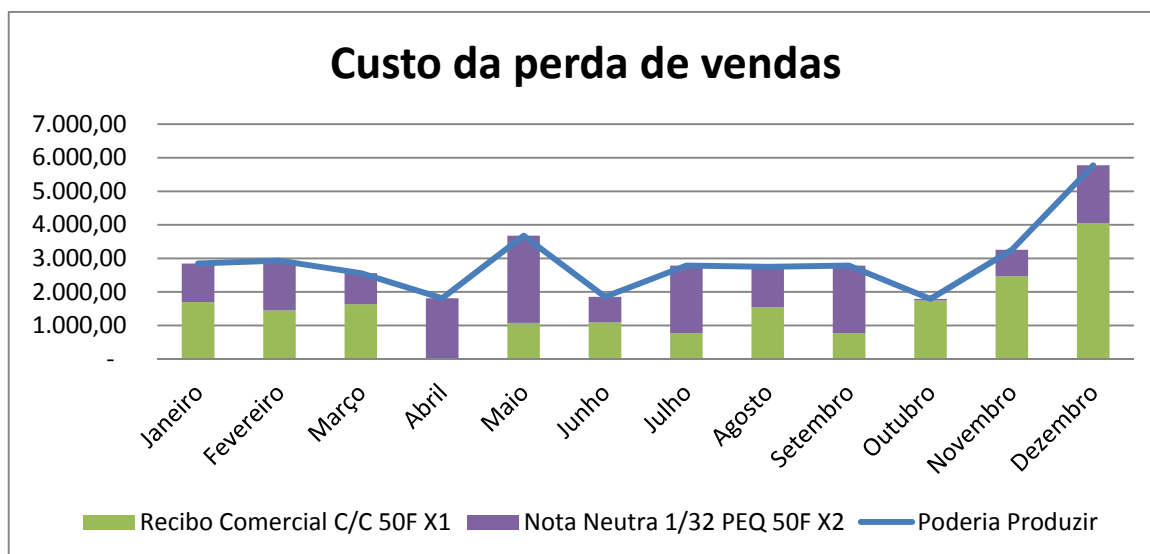


Figura 20: Gráfico do custo das quantidades que poderiam ser produzidas em 2011

As Tabelas de 22 a 30 e as Figuras 21 a 27 são referentes à produção do ano fiscal de 2012, e são similares àquelas apresentadas para o ano de 2011.

Tabela 22: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2012

<i>Itens a Produzir</i>									
<i>Produto</i>	<i>Tempo</i>						<i>Tempo Y7</i>	<i>Custo Y8</i>	<i>Preço Venda Y9</i>
	<i>Y1</i>	<i>Y2</i>	<i>Y3</i>	<i>Y4</i>	<i>Y5</i>	<i>Y6</i>			
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1</i>	0,06	0,05	0,19	0,05	0,05	0,12	14,6	0,19	0,60
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2</i>	0,05	0,04	0,14	0,04	0,05	0,12	14,6	0,15	0,49

A Tabela 23 trata do estoque de segurança, as informações sobre dias de produção e intervalo de reabastecimento devem ser informadas pela equipe ou pelos gestores responsáveis pela estratégia produtiva da empresa. Os valores referentes aos dias de produção poderão estar fracionados. O intervalo de reabastecimento deverá representar o maior tempo que a empresa leva para receber as matérias-primas que compõem o produto.

Tabela 23: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2012

<i>Estoque de Segurança dos Itens a Produzir em %</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Dias de Produção</i>	7,2	7,6	6,4	4,4	10,0	4,7	7,6	7,0	7,6	4,1	7,9	8,0
<i>Intervalo de reabastecimento</i>	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<i>ES1:</i>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002
<i>ES2:</i>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002

Na Tabela 24 está a informação acerca do tamanho do lote de produção dos produtos, o qual poderá variar durante os doze meses. Na situação analisada o valor foi constante e igual a cinquenta mil unidades para os dois produtos. Estes valores deverão ser informados pela equipe ou responsáveis pela gestão estratégica da empresa.

Tabela 24: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2012

<i>Proporção das Unidades a Produzir por mês</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1.1</i>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.1</i>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

A Tabela 25 apresenta o resultado referente ao tempo necessário para que se possa produzir a quantidade calculada a partir da execução do *Solver* do *Excel*, este valor servirá de parâmetro para a se saber se o tempo que estará sendo disponibilizado para a produção dos produtos é suficiente e quanto poderá ser deixado de produzir, ou quanto Pode Produzir além do estipulado na estratégia.

Tabela 25: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2012

<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1.2</i>	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.2</i>	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504

A Tabela 26 apresenta o resultado de quantas unidades devem ser produzidas dos produtos X1 e X2, durante os doze meses, além de permitir observar a quantidade de matéria-prima que será necessário comprar durante o transcorrer dos 12 meses. Estes valores podem contribuir para a negociação de valores, prazos de entrega, qualidade do produto, além de apresentar na função objetivo a minimização dos custos de produção, armazenagem e aquisição das matérias-primas, dentre outros fatores que podem vir a ser analisados.

Tabela 26: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2012

<i>Período</i>	<i>Qtd X1</i>	<i>Qtd X2</i>	<i>C<sub>j</sub></i>	<i>D<sub>j</sub></i>	<i>UP<sub>j</sub></i>	<i>PC<sub>j</sub></i>	<i>TC<sub>j</sub></i>	<i>AC<sub>j</sub></i>	<i>EC<sub>j</sub></i>	<i>AD<sub>j</sub></i>
<i>Janeiro</i>	147830	147830	0,00	295660	295660	16261	13305	48784	13305	14783
<i>Fevereiro</i>	138680	138680	0,00	277360	277360	15255	12481	45764	12481	13868
<i>Março</i>	187340	187340	0,00	374680	374680	20607	16861	61822	16861	18734
<i>Abril</i>	138710	138710	0,00	277420	277420	15258	12484	45774	12484	13871
<i>Mai</i>	159220	159220	0,00	318440	318440	17514	14330	52543	14330	15922
<i>Junho</i>	136280	136280	0,00	272560	272560	14991	12265	44972	12265	13628
<i>Julho</i>	114870	114870	0,00	229740	229740	12636	10338	37907	10338	11487
<i>Agosto</i>	222630	222630	0,00	445260	445260	24489	20037	73468	20037	22263
<i>Setembro</i>	157790	157790	0,00	315580	315580	17357	14201	52071	14201	15779
<i>Outubro</i>	161560	161560	0,00	323120	323120	17772	14540	53315	14540	16156
<i>Novembro</i>	142550	142550	0,00	285100	285100	15681	12830	47042	12830	14255
<i>Dezembro</i>	158170	158170	0,00	316340	316340	17399	14235	52196	14235	15817
<i>Taxa de custo do seguro Anual %</i>	0,3500	0,3200								
<i>Função Objetivo</i>	879.627,85									

Na Tabela 27 foram informados os tempos disponíveis que a produção possui para a fabricação dos dois produtos, os quais quando analisados de forma cruzada com os tempos necessários para produção informados na Tabela 25. A partir destas informações foram

geradas as Tabelas 28, 29 e 30. Estes valores devem ser informados e revistos durante as reuniões para formulação das estratégias produtivas.

Tabela 27: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2012

	Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<b>Recibo Comercial C/C 50F X1,2</b>	5.328	5.184	4.896	1.440	5.760	3.456	4.320	5.040	4.320	4.032	6.624	5.184
<b>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2,2</b>	5.040	5.760	4.320	4.896	8.640	3.312	6.624	5.040	6.624	1.872	4.752	6.336

As informações disponibilizadas na Tabela 28 são resultados da aplicação do Solver do Excel e informações adicionais obtidas durante as reuniões com os gestores. Esta Tabela 28 apresenta um cenário referente às quantidades de produtos que se deixou de produzir ou que se Pode Produzir a mais, permitindo assim que a empresa possa analisar se as estratégias que se pretende adotar são interessantes ou não.

Tabela 28: Perdas de produção [produto /mês] 2012

Total	X22	X11	Quantidades das perdas de produção em unidades por mês															
			Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total Geral			
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.688	7.752	8.936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.615	9.991	7.624	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.834	6.233	8.601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.002	0	2.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.201	12.201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.178	17.507	5.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.894	5.151	5.743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.615	13.542	4.073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.225	8.112	8.112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.615	13.542	4.073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.503	313	9.190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.311	5.309	13.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32.942	11.638	21.304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.002	0	2.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
207.621	111.292	96.330																

A Tabela 29 apresenta as perdas de produção para o ano de 2012. Esta perda se refere à diferença entre os tempos que o modelo calculou para atender a demanda estimada e o tempo que a equipe de estratégia produtiva definiu para os produtos no período.

Tabela 29: Perdas de produção [min/mês] 2012

		Perdas de produção em minutos por mês												Total Geral													
Total	X22	X11	Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	
0	0	0																									
4.061	1.886	2.174																									
0	0	0																									
4.286	2.431	1.855																									
3.610	1.517	2.093																									
487	0	487																									
2.969	2.969	0																									
0	0	0																									
5.640	4.260	1.380																									
0	0	0																									
2.661	1.253	1.397																									
0	0	0																									
4.286	3.295	991																									
0	0	0																									
3.948	1.974	1.974																									
0	0	0																									
4.286	3.295	991																									
0	0	0																									
2.312	76	2.236																									
0	0	0																									
4.456	1.292	3.164																									
0	0	0																									
4.512	2.832	1.680																									
487	0	487																									
47.017	27.081	19.936																									

A Tabela 30 apresenta o custo das perdas de vendas, tanto por falta de tempo para produzir o necessário para atender a demanda, quanto ao que poderia ser produzido com o tempo que foi alocado e não foi utilizado.

Tabela 30: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2012

		Custo da perda de vendas nos meses R\$												Total Geral													
Total	X22	X11	Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	
0	0	0																									
2.848,26	1.150,45	1.697,82																									
0	0	0																									
2.931,28	1.482,70	1.448,58																									
0	0	0																									
2.559,14	925,04	1.634,10																									
820,90	0	820,90																									
1.810,56	1.810,56	0																									
0	0	0																									
3.675,55	2.598,02	1.077,53																									
0	0	0																									
1.855,52	764,40	1.091,12																									
0	0	0																									
2.783,57	2.009,62	773,95																									
0	0	0																									
2.745,21	1.203,87	1.541,34																									
0	0	0																									
2.783,57	2.009,62	773,95																									
0	0	0																									
1.792,55	46,47	1.746,07																									
0	0	0																									
3.258,19	787,82	2.470,36																									
0	0	0																									
5.774,91	1.727,13	4.047,78																									
820,90	0	820,90																									
34.818,32	16.515,70	18.302,62																									

A Figura 21 apresenta as demandas dos produtos nota neutra 1/32 peq. 50f e o recibo comercial c/c 50f nas cores vermelha e azul, respectivamente, e com a linha verde a demanda total por mês.

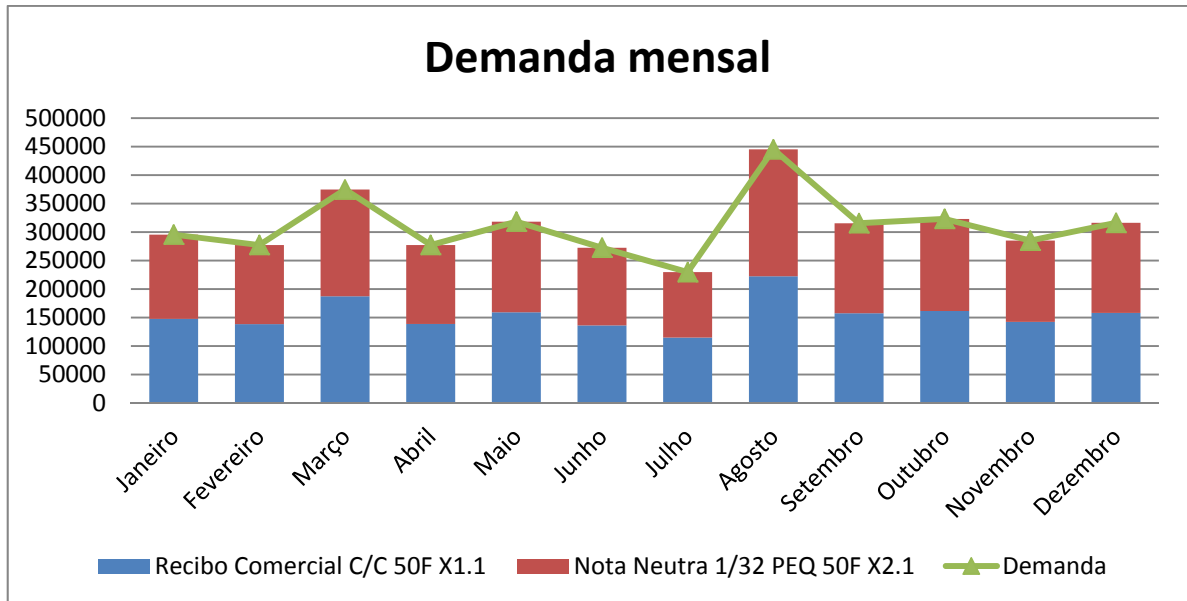


Figura 21: Gráfico referente ao volume a ser produzido em 2012

A Figura 22 apresenta as unidades a serem produzidas por mês, de forma que seja atendida a demanda informada na Figura 17.

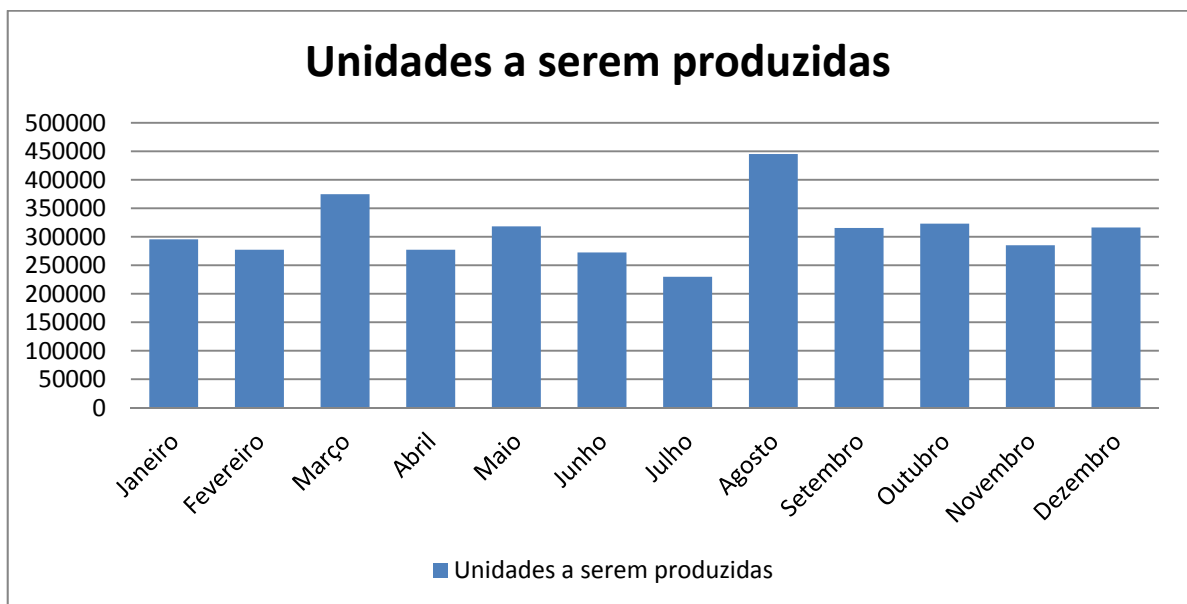


Figura 22: Gráfico de unidades a serem produzidas em 2012

Na Figura 23 é apresentado o percentual de estoque de segurança que deve existir, para que a produção não pare, caso ocorra alguma emergência.

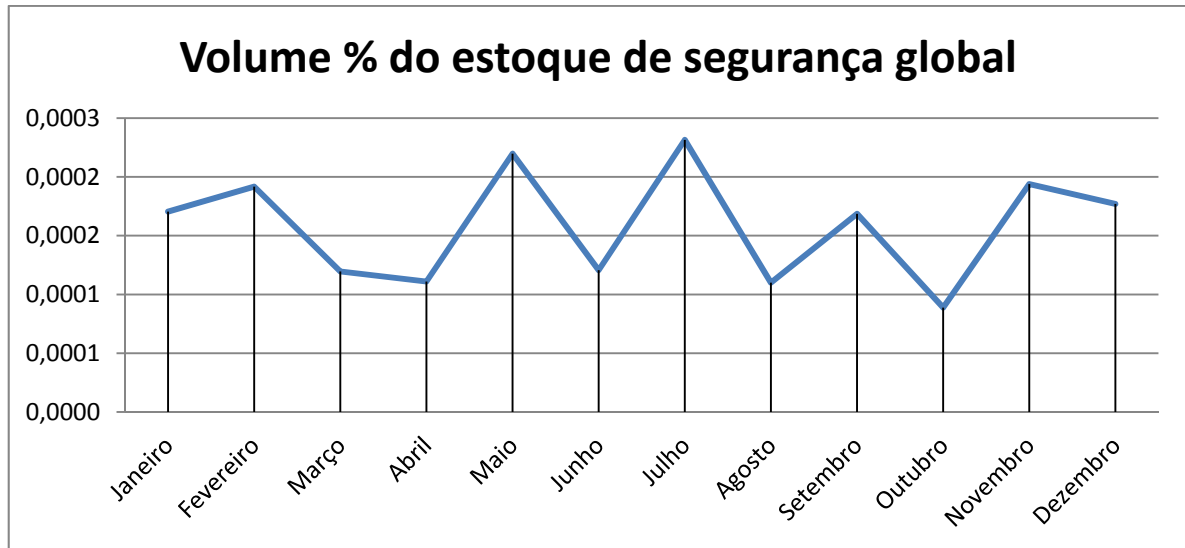


Figura 23: Gráfico do volume dos estoques de segurança em 2012

A Figura 24 apresenta um gráfico com a quantidade dos dois produtos que deixaram de ser produzidos durante o ano de 2012, representando a quantidade de produto que a empresa deixou vender em relação à demanda.

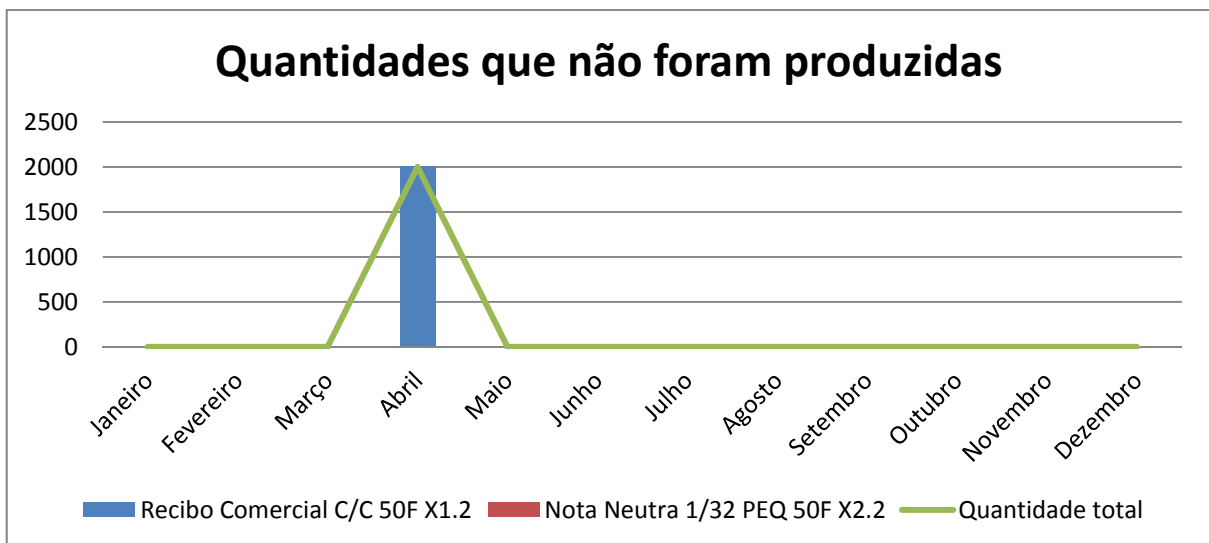


Figura 24: Gráfico da quantidade que não foi produzida em 2012

A Figura 25 apresenta o gráfico do custo de perda de vendas, por ter produzido abaixo da demanda prevista e que poderá refletir na perda de mercado consumidor.



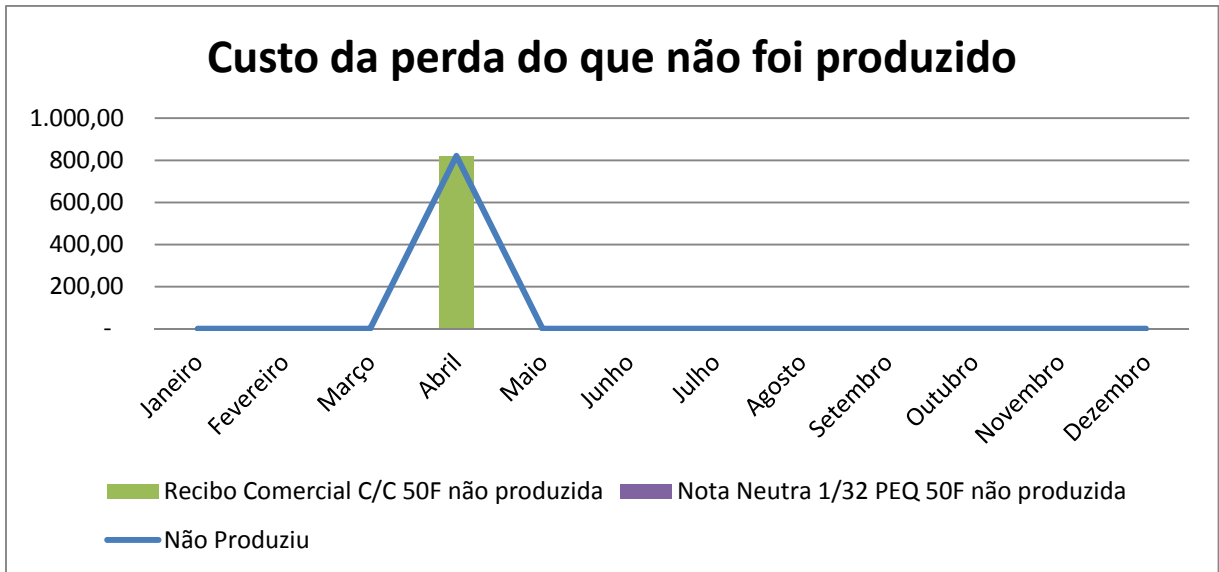


Figura 25: Gráfico do custo da perda de vendas em 2012

A Figura 26 apresenta um gráfico do que poderia ser produzido de um determinado produto, e que poderia atender uma demanda reprimida ou gerar estoques para tentar atender as demandas nos meses seguintes.

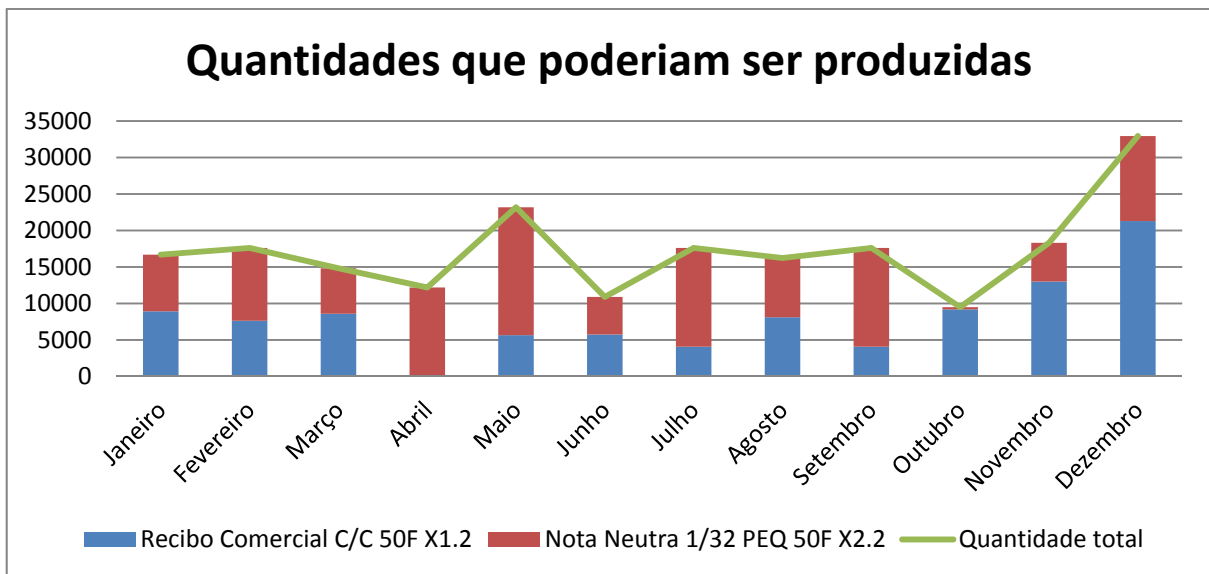


Figura 26: Gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas em 2012

A Figura 27 apresenta um gráfico com o custo das possíveis vendas perdidas e, como a Figura 26, poderia contribuir para uma análise visando à redução do custo de perda de vendas nos meses subsequentes.

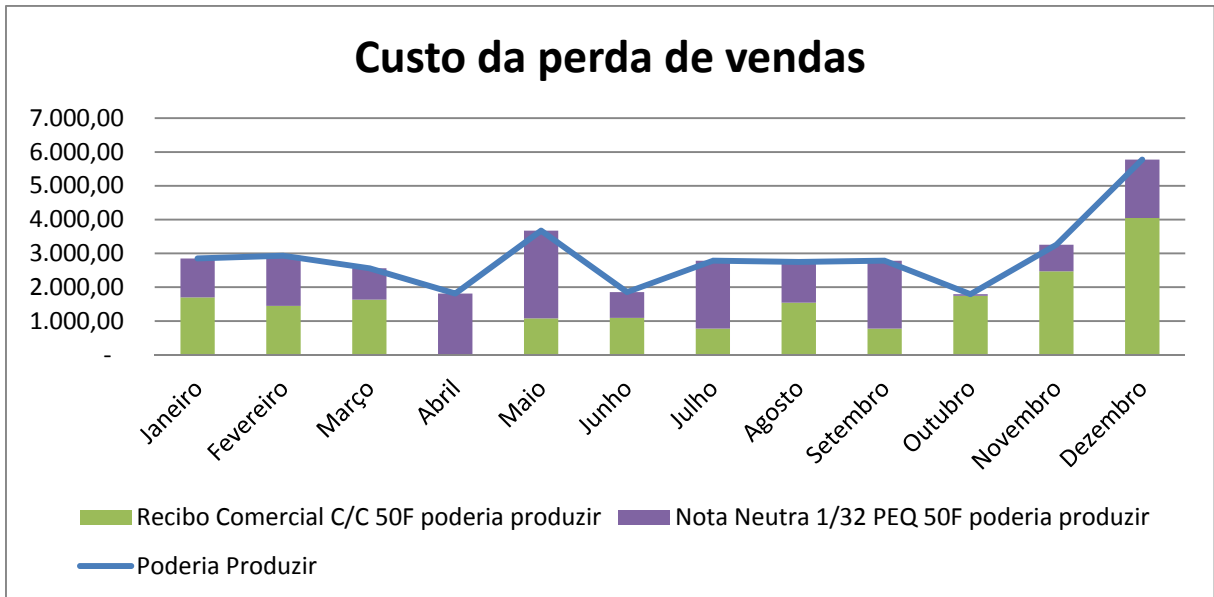


Figura 27: Gráfico do custo das quantidades que poderiam ser produzidas em 2012

A seguir apresenta-se uma análise cruzada dos resultados obtidos nos anos de 2011 e 2012. Na Figura 28 há um gráfico sobre a demanda mensal para os anos de 2011, 2012 e a média mensal da demanda entre os dois anos. Pode-se observar que nos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, julho, outubro, novembro e dezembro ocorreram quedas nas demandas de 2012 em relação ao ano de 2011.

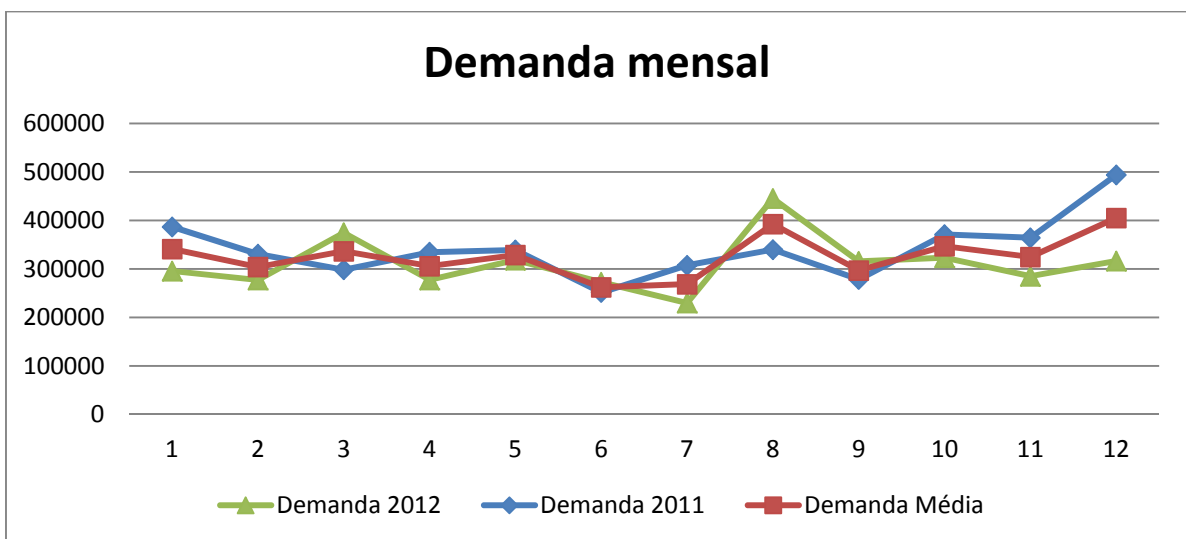


Figura 28: Gráfico da demanda mensal dos anos de 2011 e 2012.

A partir da análise das Figuras 19, 20, 26 e 27, pode-se observar que a empresa disponibiliza tempos de produção que podem ser considerados como excedentes para a produção dos dois produtos considerados.

### 3.3.2.1 Análise e validação por parte dos gestores da empresa

Segundo o diretor industrial e o gerente de PCP da empresa, o modelo contribui para a tomada de decisão, pois permite visualizar os resultados de possíveis estratégias que permitam a redução de custos e ou a gestão dos estoques. A seguir serão apresentados os pontos fortes, sugestão de melhoria e pontos fracos:

#### ***Pontos fortes:***

- *No longo prazo ser possível observar, em que período haverá gargalo de produção, com possíveis perdas de vendas!*
  - ✓ Analisando a demanda em um período de 12 meses, podem-se observar os períodos nos quais as cargas de trabalho poderão ser maiores ou menores, e tendo como base o mês que terá uma carga de trabalho acima de sua capacidade produtiva, distribuir todo o excedente previsto nos meses anteriores em que a carga de trabalho esteja abaixo da capacidade produtiva, de forma a atender a demanda que está sendo prevista.
- *Melhorar o nivelamento da produção!*
  - ✓ O modelo permite melhorar o nivelamento da produção quanto a carga de trabalho das máquinas, bem como nos níveis de estoques de matéria-prima, tendo como base o volume de estoque de produto acabado que deverá existir, o qual será baseado na previsão da demanda a curto, médio e longo prazo.
  - ✓ O nivelamento da produção poderá observar se em um determinado período a carga de trabalho para uma linha de produto possui tempo excedente e para a outra a falta, permitindo desta forma realocar o tempo ocioso para a linha de produto que irá necessitar.
- *Identificar os gargalos e usar os períodos ociosos para melhorar a distribuição da produção, evitando perdas de vendas!*
  - ✓ A partir dos resultados apresentados pelo modelo quanto à distribuição da produção, quantidades de matérias-primas a comprar e observando o que Deixou de Produzir, por falta de tempo e ou recurso ou o que deixou de produzir, por ter tempo ocioso, mas que não foi alocado para produzir determinado produto.

- *Trabalhar com estoques de segurança mais flexíveis. Ex.: se é previsto que ocorra desabastecimento do produto, eu posso em períodos de ociosidade aproveitar para elevar o estoque de segurança. E fazer isto no tempo adequado!*
  - ✓ Os estoques de segurança flexíveis podem ser tanto para o produto acabado, quanto para as matérias-primas que serão utilizadas, permitindo que ofereçam uma noção dos custos envolvidos. Pois caso seja observado que em um determinado período de meses antes do gargalo, não haverá folga na carga de trabalho e os custos de manutenção destes estoques não impactam nos custos globais, poderá haver a ampliação destes estoques.
- *Permite verificar tempos disponíveis de produção que poderão ser usados para fazer promoções e ou esforços para aumentar vendas!*
  - ✓ Caso exista tempo ocioso após o gargalo e se tenha matéria-prima disponível e seja observado que a demanda pode aumentar, que estes recursos sejam utilizados para produzir mais unidades e estas sejam postas no mercado na forma de promoção e ampliando o esforço de vendas e reduzindo o custo de armazenagem.
  - ✓ Deve-se observar o tamanho do lote de produção, de forma a manter os custos de produção no mesmo patamar.
- *Reduzir custo de estoques matérias-primas, produtos semiacabados e acabados!*
  - ✓ O modelo se mostrou interessante também como uma ferramenta de apoio para a análise dos volumes de estoques de matéria-prima, produtos semiacabados e acabados, que são informados pelo sistema ERP da empresa, observando a evolução dos custos.

***Ponto fraco:***

- *Considerar apenas custo financeiro dos estoques de produtos acabados!*
  - ✓ O ponto fraco observado no modelo é que ele só considerou o custo financeiro dos estoques de produto acabado, de produção e custos das perdas de vendas. Como sugestão ficaria a idéia de se ampliar estes custos abrangendo, por exemplo, os custos de aquisição de matéria-prima, custo de máquina parada, dentre outros.

### **Recomendações para melhoria:**

- *Testar com mais itens que concorrem com os mesmos recursos!*
- ✓ O modelo se mostrou interessante para a análise de dois produtos, mas como uma possível evolução poderia haver novas validações, nas quais se ampliasse a quantidade de produtos e suas matérias-primas.
- ✓ Segundo o pesquisador a limitação era a versão do *software* que o mesmo estava usando, a qual era uma versão demo de 15 dias, por isso não houve tempo hábil para ampliar a *range* de produtos a serem utilizados na modelagem.

### **3.3.3 EMPRESA B**

A empresa objeto de estudo emprega aproximadamente duzentos profissionais e possui uma área construída de aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup>. A produção da empresa atende parte da demanda da região centro-oeste paulista, o foco de sua produção são bobinas carbonadas para PDV voltadas para instituições comerciais. Atualmente a empresa possui aproximadamente mil clientes diretos, os quais compram seu produto para uso nos estabelecimentos ou para revender.

No Quadro 6 é apresentado a composição dos produtos objetos de estudo e suas unidades de medida, estes dois produtos serviram para estudar o comportamento do modelo em relação as estratégias adotadas pelos gestores durante o ano de 2012.

A cadeia de suprimentos para produção da bobina PDV 1 e da Bobina PDV 2 pode envolver aproximadamente 18 fornecedores, pois para cada matéria-prima poderá ter até três fornecedores. Os dados apresentados nas Tabelas de 31 a 39 e as Figuras 29 a 33 são referentes à produção do ano fiscal de 2012.

A coleta de dados foi realizada a partir de entrevistas com o gestor da empresa e por meio da análise de documentos referentes à produção dos produtos 1 e 2 no ano de 2012.

Quadro 6: Matérias-primas e Produtos da Empresa B

<i>Bobina PDV 1 X1</i>	<i>Bobina PDV 2 X2</i>
<b>Y1:</b> Papel 55g (m <sup>2</sup> )	<b>Y1:</b> Papel 55g (m <sup>2</sup> )
<b>Y2:</b> Tubete 80x12x15 cm (Un)	<b>Y2:</b> Tubete 80x12x15 cm (Un)
<b>Y3:</b> Etiqueta (un)	<b>Y3:</b> Etiqueta (un)
<b>Y4:</b> Caixa embalagem nº 4 (Un)	<b>Y4:</b> Caixa embalagem nº 4 (Un)
<b>Y5:</b> Fita adesiva 48 mm (m)	<b>Y5:</b> Fita adesiva 48 mm (m)
<b>Y6:</b> Rótulo caixa (Un)	<b>Y6:</b> Rótulo caixa (Un)

Na Tabela 31 são apresentados os dois produtos analisados e sua composição em termos das matérias-primas, o tempo e custo de produção e o preço de venda.

Na Tabela 31, o tempo de produção Y7 está expresso em segundos trabalhados para produzir uma unidade, Y8 que é o valor do custo de produção de uma unidade e o preço de venda Y9 estão em Reais.

Tabela 31: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2012

<i>Produto</i>	<i>Itens a Produzir</i>							<i>Tempo Y7</i>	<i>Custo Y8</i>	<i>Preço Venda Y9</i>
	<i>Y1</i>	<i>Y2</i>	<i>Y3</i>	<i>Y4</i>	<i>Y5</i>	<i>Y6</i>				
<b><i>Bobina PDV 1 X1</i></b>	0,200	1,000	1	1	1	1	12	1,95	2,62	
<b><i>Bobina PDV 2 X2</i></b>	0,180	1,000	1	1	1	1	10,8	1,93	2,71	

A Tabela 32 trata dos níveis dos estoques de segurança dos produtos Bobina PDV 1 e Bobina PDV 2, expressos em valores percentuais durante os 12 meses, visto que os volumes dos estoques de segurança podem variar, conforme o volume a ser produzido no mês.

Tabela 32: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2012

	<i>Estoque de Segurança dos Itens a Produzir em %</i>											
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<b><i>Dias de Produção</i></b>	22	17	21	21	20	20	23	21	21	22	19	18
<b><i>Intervalo de reabastecimento</i></b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b><i>ES1</i></b>	0,0015	0,0012	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0016	0,0015	0,0015	0,0016	0,0013	0,0012
<b><i>ES2</i></b>	0,0018	0,0014	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0019	0,0017	0,0017	0,0017	0,0015	0,0015

Na Tabela 33 é apresentada a proporção de unidades a serem produzidas por mês de cada um dos produtos Bobina PDV 1 e Bobina PDV 2. Esta proporção poderá variar conforme a necessidade mensal do que deva ser produzida de cada modelo e são baseados em dados históricos do ano de 2012.

Tabela 33: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2012

	<i>Proporção das Unidades a Produzir por mês</i>											
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<b><i>Recibo Comercial C/C 50F X1.1</i></b>	200	400	300	300	300	300	300	350	400	400	400	200
<b><i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.1</i></b>	250	300	360	360	360	360	360	400	450	450	450	250

A Tabela 34 apresenta os tempos disponíveis para a produção dos produtos Bobina PDV 1 e Bobina PDV 2, durante os 12 meses do ano, os tempos poderão sofrer ajustes durante o transcorrer dos meses, podendo ser aumentados ou diminuídos, conforme a necessidade.

Tabela 34: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2012

<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Recibo Comercial C/C 50F</i> <u>X1,2</u>	3960	3060	3780	3780	3600	3600	4140	3780	3780	3960	3420	3240
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F</i> <u>X2,2</u>	3564	2754	3402	3402	3240	3240	3726	3402	3402	3564	3078	2916

A Tabela 35 apresenta as quantidades a serem produzidas dos produtos Bobina PDV 1 e Bobina PDV 2, no transcorrer dos 12 meses, as quais são calculadas pelo Solver do Excel e os dados que foram informados nas Tabelas 31, 32 e 33. Nesta Tabela 35 as informações devem ser fornecidas pelos responsáveis da empresa e as equipes de marketing e PCP, entre as quais se incluem: custo de armazenagem ( $C_j$ ), demanda ( $D_j$ ), unidades a produzir ( $UP_j$ ), e a taxa de custo do seguro anual ( $h_j$ ). Com base nestas informações e nas Tabelas 31, 32 e 33, serão geradas as informações relativas à expectativa de compras das matérias-primas, já prevendo uma margem de segurança no estoque, além de apresentar na função objetivo a minimização dos custos de produção, armazenagem e aquisição das matérias-primas, dentre outros fatores que podem vir a ser analisados.

Tabela 35: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2012

<i>Periodo</i>	<i>Qtd X1</i>	<i>Qtd X2</i>	<i>C<sub>j</sub></i>	<i>D<sub>j</sub></i>	<i>UP<sub>j</sub></i>	<i>PC<sub>j</sub></i>	<i>TC<sub>j</sub></i>	<i>AC<sub>j</sub></i>	<i>EC<sub>j</sub></i>	<i>AD<sub>j</sub></i>
<i>Janeiro</i>	44444	55556	0,001283	100000	100000	18889	100000	100000	100000	100000
<i>Fevereiro</i>	57143	42857	0,000992	100000	100000	19143	100000	100000	100000	100000
<i>Março</i>	45455	54545	0,001225	100000	100000	18909	100000	100000	100000	100000
<i>Abril</i>	45455	54545	0,001225	100000	100000	18909	100000	100000	100000	100000
<i>Mai</i>	45455	54545	0,001167	100000	100000	18909	100000	100000	100000	100000
<i>Junho</i>	45455	54545	0,001167	100000	100000	18909	100000	100000	100000	100000
<i>Julho</i>	45455	54545	0,001347	100000	100000	18909	100000	100000	100000	100000
<i>Agosto</i>	46667	53333	0,001225	100000	100000	18933	100000	100000	100000	100000
<i>Setembro</i>	47059	52941	0,001225	100000	100000	18941	100000	100000	100000	100000
<i>Outubro</i>	47059	52941	0,001283	100000	100000	18941	100000	100000	100000	100000
<i>Novembro</i>	47059	52941	0,001108	100000	100000	18941	100000	100000	100000	100000
<i>Dezembro</i>	44444	55556	0,001050	100000	100000	18889	100000	100000	100000	100000
<i>Taxa de custo do seguro Anual %</i>		0,02	0,02							
<i>Função Objetivo</i>										2.409.406,63

A Tabela 36 apresenta os dados de tempos de produção (em minutos) que devem ser informados pelo gerente de PCP. Estes dados irão influenciar nos resultados das Tabelas 37, 38 e 39.

Tabela 36: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2012

<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Recibo Comercial C/C 50F</i> <u>X1,2</u>	5328	5184	4896	1440	5760	3456	4320	5040	4320	4032	6624	5184
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F</i> <u>X2,2</u>	5040	5760	4320	4896	8640	3312	6624	5040	6624	1872	4752	6336

A Tabela 37 apresenta os resultados referentes à quantidade de produto que se deixou de produzir ou que poderia ser produzido, conforme os tempos informados na Tabela 36 e os gerados durante a execução do *Solver* (Tabela 34).

Tabela 37: Perdas de produção [produto /mês] 2012

		Quantidades não produzidas em unidades por mês												Total Geral		
Total	X22	X11	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.		
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda
			Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso
55.000	30.556	24.444														
0	0	0	34.000	18.545	15.455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34.000	18.545	15.455														
0	0	0	34.000	18.545	15.455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34.000	18.545	15.455														
0	0	0	34.000	18.545	15.455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34.000	18.545	15.455														
0	0	0	25.000	13.333	11.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25.000	13.333	11.667														
0	0	0	15.000	7.941	7.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.000	7.941	7.059														
0	0	0	15.000	7.941	7.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.000	7.941	7.059														
0	0	0	55.000	30.556	24.444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55.000	30.556	24.444														
0	0	0	384.000	209.541	174.459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
384.000	209.541	174.459														
0	0	0														
0	0	0														

A Tabela 38 apresenta o resultado referente às possíveis perdas de produção (em minutos), que se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.

Tabela 38: Perdas de produção [min/mês] 2012

		Perdas de produção em minutos por mês												Total Geral		
Total	X22	X11	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.		
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda	Custo de não atendimento da demanda
			Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso
10.389	5.500	4.889														
0	0	0	6.429	3.338	3.091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.429	3.338	3.091														
0	0	0	6.429	3.338	3.091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.429	3.338	3.091														
0	0	0	6.429	3.338	3.091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.429	3.338	3.091														
0	0	0	4.733	2.400	2.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.733	2.400	2.333														
0	0	0	2.841	1.429	1.412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.841	1.429	1.412														
0	0	0	2.841	1.429	1.412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.841	1.429	1.412														
0	0	0	10.389	5.500	4.889	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.389	5.500	4.889														
0	0	0	72.609	37.717	34.892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72.609	37.717	34.892														
0	0	0														
0	0	0														

A Tabela 39 apresenta os custos de perdas de vendas e se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.



Tabela 39: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2012

			Custo da perda de vendas nos meses R\$																									
Total	X22	X11	Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		Total Geral	
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso
40.140,55	23.794,13	16.346,42																										
0	0	0																										
24.786,27	14.447,06	10.339,21																										
0	0	0																										
24.778,35	14.442,74	10.335,61																										
0	0	0																										
24.778,35	14.442,74	10.335,61																										
0	0	0																										
24.780,32	14.443,81	10.336,51																										
0	0	0																										
24.780,32	14.443,81	10.336,51																										
0	0	0																										
24.774,20	14.440,47	10.333,73																										
0	0	0																										
18.186,04	10.383,67	7.802,38																										
0	0	0																										
10.905,15	6.184,39	4.720,76																										
0	0	0																										
10.904,28	6.183,93	4.720,36																										
0	0	0																										
10.906,91	6.185,32	4.721,59																										
0	0	0																										
40.153,36	23.801,25	16.352,11																										
0	0	0																										
279.874,12	163.193,31	116.680,80																										
0	0	0																										

Em uma tentativa de explicar os valores da Tabela 31, foram elaboradas as Figuras 29 a 33. A Figura 29 mostra o volume a ser produzido em 2011.

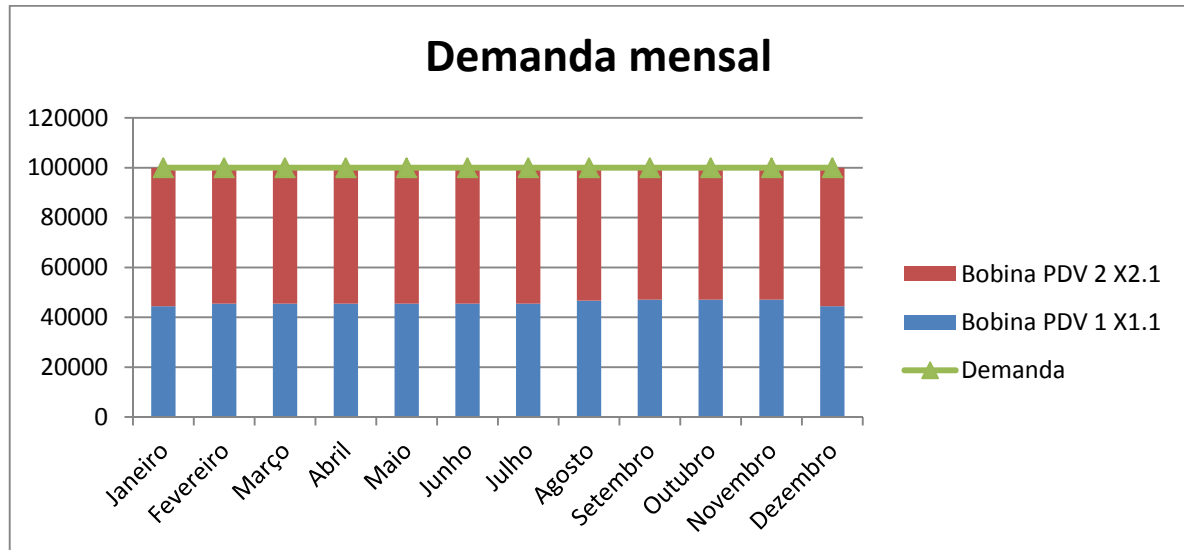


Figura 29: Gráfico referente ao volume a ser produzido 2012

A Figura 30 ilustra o volume a global de unidades a serem produzidas durante os 12 meses deste ano de 2012.

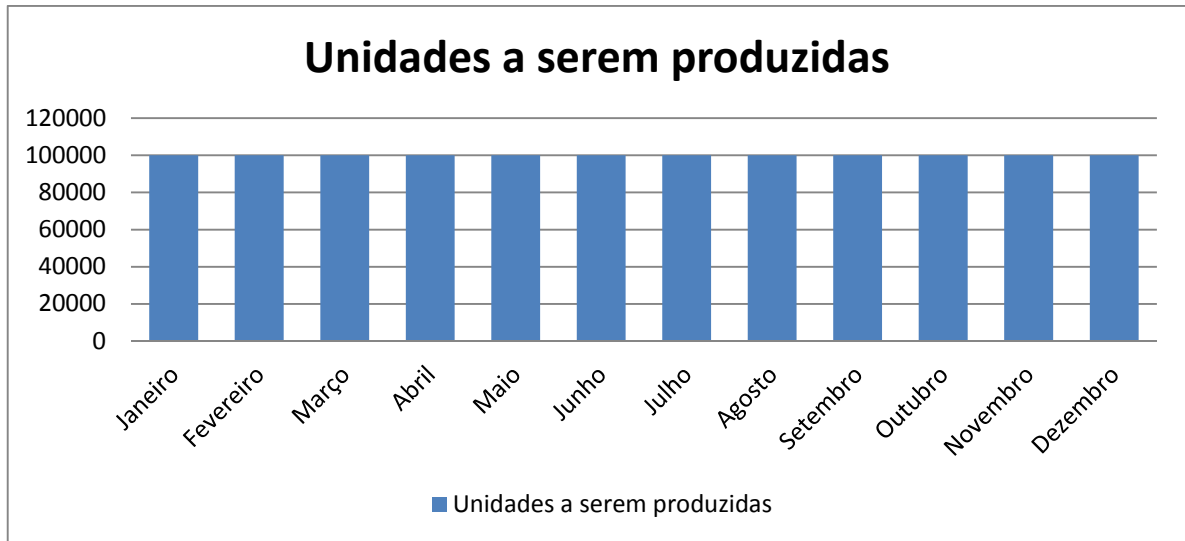


Figura 30: Gráfico de unidades a serem produzidas no período de 12 meses 2012

Na Figura 31 é apresentada a evolução do estoque de segurança global no período de 12 meses, os valores percentuais mostram o período em que ele poderá ser menor ou maior, com o objetivo de atender aos pedidos emergenciais que porventura venham a existir.

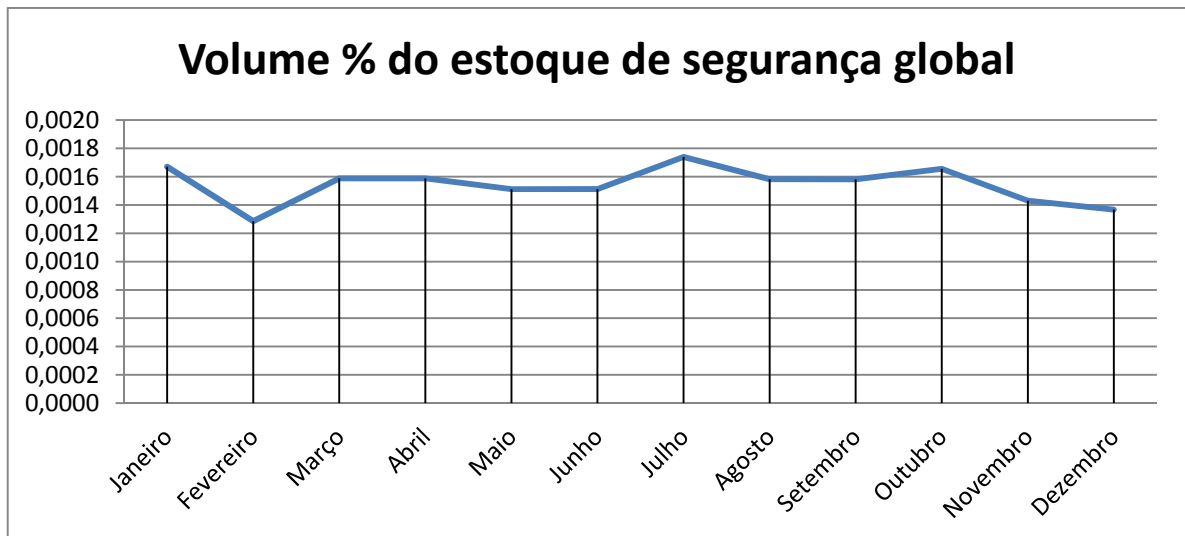


Figura 31: Gráfico do volume dos estoques de segurança em % no período 2012

A Figura 32 apresenta as quantidades que não foram produzidos durante o ano de 2011, sendo a linha verde referente à quantidade total não produzida.

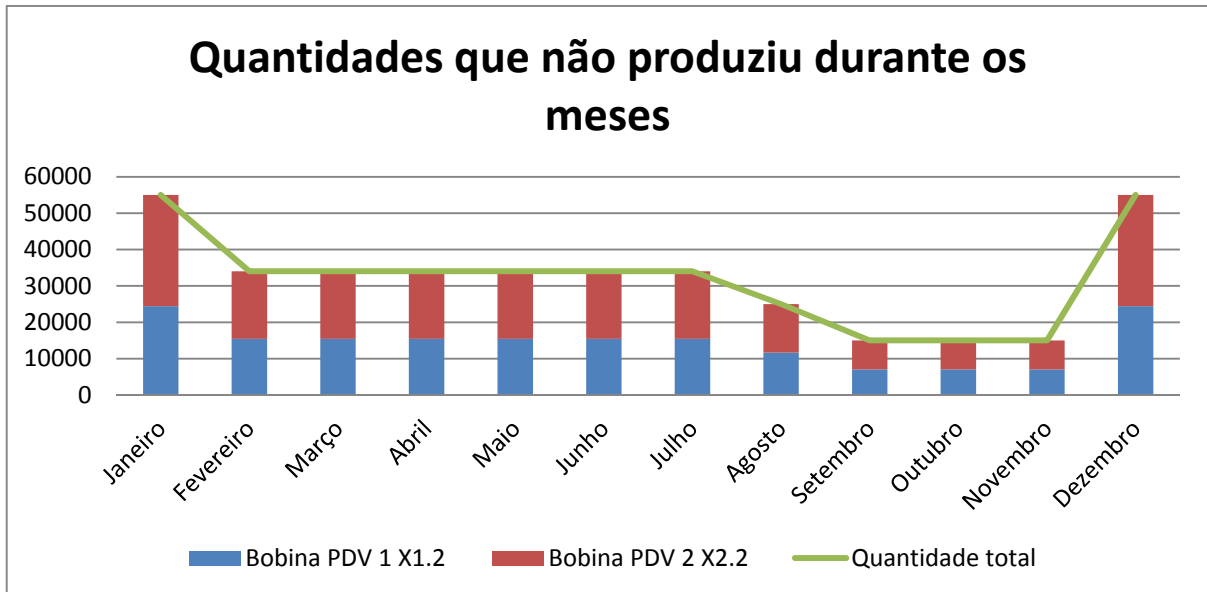


Figura 32: Gráfico da quantidade que não foi produzida 2012

A Figura 33 apresenta um gráfico sobre os custos de perda das vendas no ano de 2011, na linha Azul está o custo total.

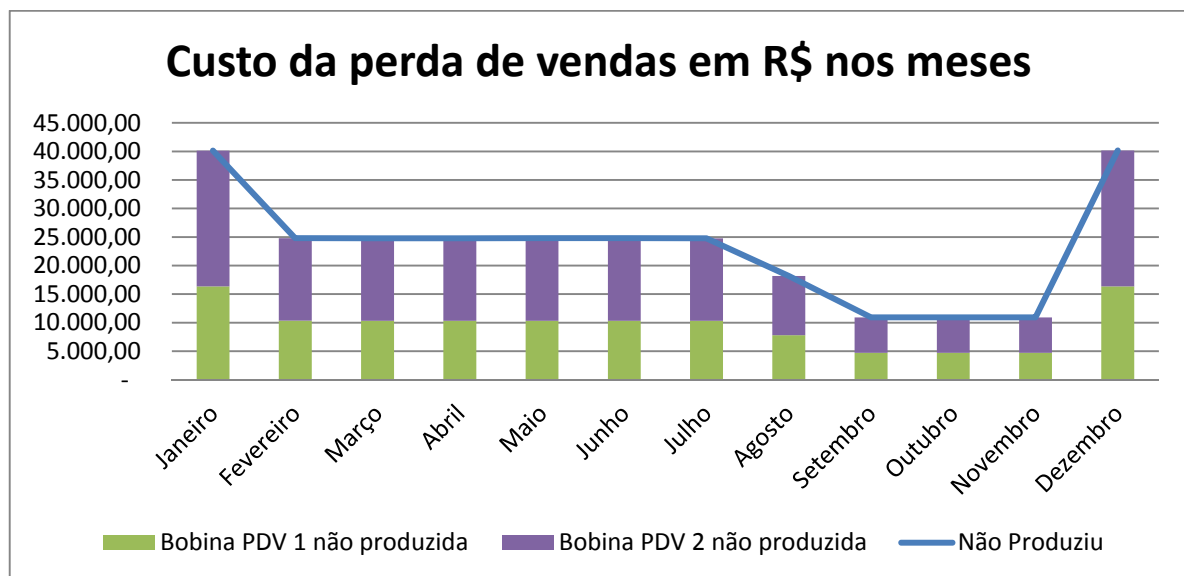


Figura 33: Gráfico do custo da perda de vendas em Reais 2012

#### 3.3.3.1 Análise e validação por parte do gestor da empresa

Após a entrada dos dados informados pela equipe de produção e execução do modelo e uma análise cruzada dos resultados obtidos com o modelo e o que a equipe de produção previu, pôde-se observar que os resultados gerados externaram a realidade que era prevista.

A seguir será apresentada a análise e validação por parte do diretor da empresa B sobre o modelo matemático, na qual ele faz alguns comentários sobre o modelo.

***Pontos fortes:***

- *Explosão do Plano Mestre de Produção.*
  - ✓ O modelo permitiu a explosão do Plano Mestre de Produção, desdobrando-o para o período de 12 meses, permitindo desta forma uma maior clareza e evidenciando os valores necessários para o desenvolvimento da produção.
  - ✓ Permitiu também a maximização das quantidades necessárias de matérias-primas para a execução da produção e conforme os prazos de execução pré-definidos pelos gestores.
- *Desenvolvimento do plano de cálculo das necessidades de matérias-primas.*
  - ✓ O resultado da execução do modelo possibilitou o desenvolvimento do plano de cálculos das necessidades de matérias-primas e também para os cálculos de capacidades de produção, além de auxiliar na programação detalhada das ordens de fabricação, controle da execução e dos custos por absorção.
- *Integração com o orçamento empresarial e fluxo de caixa.*
  - ✓ Outra proposta a partir dos resultados do modelo é o de possibilitar a integração com o orçamento empresarial e facilitar a preparação do fluxo de caixa, além de permitir a negociação em longo prazo das compras, permitindo negociar as quantidades e prazos de entrega durante os 12 meses e os possíveis descontos.
- *Ênfase nos custos de oportunidades.*
  - ✓ A ênfase nos custos de oportunidades demonstrados e perdidos pela ociosidade da capacidade existente, também são reais e ensejam possibilidades de correção para novas estratégias de negócios para a empresa. O modelo se mostrou interessante, pois permite observar os períodos em que os custos de oportunidade podem ser utilizados para balancear a produção e não correr risco de perda de clientes.
  - ✓ O aplicativo é interessante e útil na gestão de negócios industriais, principalmente para produtos padronizados e comercializados no sistema para pronta entrega (*Make-To-Stock*), visto que por estar utilizando dados sobre a demanda, observando as possibilidades de postergação dos estoques.

- *Melhoria na estratégia de Planejamento e Controle da Produção (PCP).*
  - ✓ O modelo também se mostrou interessante quanto a permitir a organização das estratégias de planejamento e controle da produção, observando os volumes de estoques de matérias-primas e de produtos acabados de forma a minimizar os custos.
  - ✓ O gestor da empresa comentou que o sistema poderá contribuir para a gestão da produção e operações dos negócios, desde que ocorram padronizações quanto à aplicação do modelo.

***Ponto fraco:***

- *Não considerar os custos de aquisição das matérias-primas.*
  - ✓ Não ter os custos de aquisição das matérias-primas, pois poderia contribuir para a tomada de decisão de quando, quanto e como comprar, além de não ter uma coluna com a previsão de entrega.

***Recomendações para melhoria:***

- *Ampliar a quantidade de produtos e matérias-primas.*
  - ✓ Promover uma validação com mais produtos, no qual podem ou não estar compartilhando todos ou parte dos recursos de produção, com o intuito de melhorar a precisão quanto aos dados de saída.
  - ✓ Com a entrada de mais produtos, poder validar as quantidades de matérias-primas necessárias para a produção e desta forma melhorar a precisão quanto à minimização dos custos.

### **3.3.4 EMPRESA C**

A empresa objeto de estudo emprega aproximadamente cento e cinquenta profissionais e possui uma área construída de aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup>.

A produção da empresa atende parte da demanda da região sudoeste paulista, o foco de sua produção são bobinas carbonadas para PDV voltadas para instituições comerciais.

Atualmente a empresa possui aproximadamente quinhentos clientes diretos, os quais compram seu produto para uso nos estabelecimentos comerciais, bares e restaurantes.

No Quadro 7 é apresentada a composição dos produtos objetos de estudo e suas unidades de medida, estes dois produtos serviram para estudar o comportamento do modelo em relação às estratégias adotadas pelos gestores durante os anos de 2012.

A coleta de dados foi realizada a partir de entrevistas com o gestor da empresa e por meio da análise de documentos referentes à produção dos produtos 1 e 2 no ano de 2012.

Quadro 7: Matérias-primas e Produtos da Empresa C

<i>Bobina PDV personalizada duas cores X1</i>	<i>Bobina PDV personalizada uma cor X2</i>
<b>Y1:</b> Papel 55g (m <sup>2</sup> )	<b>Y1:</b> Papel 55g (m <sup>2</sup> )
<b>Y2:</b> Tubete 80x12x15 cm (Un)	<b>Y2:</b> Tubete 80x12x15 cm (Un)
<b>Y3:</b> Etiqueta (un)	<b>Y3:</b> Etiqueta (un)
<b>Y4:</b> Caixa embalagem nº 4 (Un)	<b>Y4:</b> Caixa embalagem nº 4 (Un)
<b>Y5:</b> Fita adesiva 48 mm (m)	<b>Y5:</b> Fita adesiva 48 mm (m)
<b>Y6:</b> Rótulo caixa (Un)	<b>Y6:</b> Rótulo caixa (Un)

A cadeia de suprimentos para produção da bobina PDV personalizada duas cores e da Bobina PDV personalizada uma cor pode envolver aproximadamente 18 fornecedores, pois para cada matéria-prima poderá ter até três fornecedores. Os dados apresentados nas Tabelas de 40 a 48 e as Figuras 34 a 40 são referentes à produção do ano fiscal de 2012.

Na Tabela 40 são apresentados os dois produtos analisados e sua composição em termos das matérias-primas, o tempo e custo de produção e o preço de venda.

Na Tabela 40, o tempo de produção Y7 está expresso em segundos trabalhados para produzir uma unidade, Y8 que é o valor do custo de produção de uma unidade e o preço de venda Y9 estão em Reais.

Tabela 40: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2012

<i>Produto</i>	<i>Itens a Produzir</i>						<i>Tempo Y7</i>	<i>Custo Y8</i>	<i>Preço Venda Y9</i>
	<i>Y1</i>	<i>Y2</i>	<i>Y3</i>	<i>Y4</i>	<i>Y5</i>	<i>Y6</i>			
<i>Bobina PDV personalizada duas cores X1</i>	0,210	1	1	1	1	1	22	2,43	3,50
<i>Bobina PDV personalizada uma cor X2</i>	0,190	1	1	1	1	1	19	2,15	3,15

A Tabela 41 trata dos níveis dos estoques de segurança dos produtos Bobina PDV personalizada duas cores e Bobina PDV personalizada uma cor, expressos em valores percentuais durante os 12 meses, visto que os volumes dos estoques de segurança podem variar, conforme o volume a ser produzido no mês.

Tabela 41: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2012

<i>Estoque de Segurança dos Itens a Produzir em %</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Dias de Produção</i>	15	17	21	21	20	20	23	21	21	22	19	12
<i>Intervalo de reabastecimento</i>	9	14	12	12	15	13	12	12	14	10	10	9
<i>ES1<sub>i</sub></i>	0,0013	0,0016	0,0018	0,0022	0,0025	0,0018	0,0016	0,0014	0,0016	0,0012	0,0010	0,0008
<i>ES2<sub>i</sub></i>	0,0014	0,0018	0,0016	0,0018	0,0027	0,0017	0,0018	0,0016	0,0018	0,0013	0,0011	0,0008

Na Tabela 42 é apresentada a proporção de unidades a serem produzidas por mês de cada um dos produtos Bobina PDV personalizada duas cores e Bobina PDV personalizada uma cor. Esta proporção poderá variar conforme a necessidade mensal do que deve ser produzido de cada modelo e é baseado em dados históricos do ano de 2012.

Tabela 42: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2012

<i>Proporção das Unidades a Produzir por mês</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1.1</i>	190	280	320	280	300	310	320	350	380	400	400	250
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.1</i>	210	320	290	230	330	290	360	400	420	450	450	270

A Tabela 43 apresenta os tempos disponíveis para a produção dos produtos Bobina PDV personalizadas duas cores e Bobina PDV personalizada uma cor, durante os 12 meses do ano, os tempos poderão sofrer ajustes durante o transcorrer dos meses, podendo ser aumentados ou diminuídos, conforme a necessidade.

Tabela 43: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2012

<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Bobina PDV personalizada duas cores X1.2</i>	9900	11220	13860	13860	13200	13200	15180	13860	13860	14520	12540	7920
<i>Bobina PDV personalizada uma cor X2.2</i>	8550	9690	11970	11970	11400	11400	13110	11970	11970	12540	10830	6840

A Tabela 44 apresenta as quantidades a serem produzidas dos produtos Bobina PDV personalizadas duas cores e Bobina PDV personalizada uma cor, no transcorrer dos 12 meses, as quais são calculadas pelo Solver do Excel e os dados que foram informados nas Tabelas 40, 41 e 42. Nesta Tabela 44 as informações devem ser fornecidas pelos responsáveis da empresa e as equipes de marketing e PCP, entre as quais se incluem: custo de armazenagem ( $C_j$ ), demanda ( $D_j$ ), unidades a produzir ( $UP_j$ ), e a taxa de custo do seguro anual ( $h_j$ ). Com base nisto e nas Tabelas 40, 41 e 42, serão geradas as informações relativas à expectativa de compras das matérias-primas, já prevendo uma margem de segurança no estoque, além de apresentar na função objetivo a minimização dos custos de produção, armazenagem e aquisição das matérias-primas, dentre outros fatores que podem vir a ser analisados.





A Tabela 47 apresenta o resultado referente às possíveis perdas de produção (em minutos), que se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.

Tabela 47: Perdas de produção [min/mês] 2012

Total	X22	X11	perdas de produção em minutos por mês																									
			Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		Total Geral	
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso
4.021	1.313	2.708																										
0	0	0																										
0	0	0																										
1.200	1.178	22																										
291	291	0																										
574	0	574																										
481	0	481																										
146	146	0																										
0	0	0																										
952	79	873																										
402	73	329																										
0	0	0																										
12	12	0																										
196	0	196																										
220	18	202																										
0	0	0																										
31	31	0																										
96	0	96																										
29	0	29																										
12	12	0																										
0	0	0																										
12	12	1																										
0	0	0																										
4.832	2.819	2.013																										
5.488	1.737	3.750																										
8.020	4.246	3.774																										

A Tabela 48 apresenta os custos de perdas de vendas e se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.

Tabela 48: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2012

Total	X22	X11	Custo da perda de vendas nos meses R\$																									
			Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		Total Geral	
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso
10.568,71	3.612,97	6.955,74																										
0	0	0																										
0	0	0																										
8.518,73	8.365,45	153,28																										
806,33	806,33	0																										
3.994,23	0	3.994,23																										
1.243,07	0	1.243,07																										
1.045,96	1.045,96	0																										
0	0	0																										
6.631,67	568,10	6.063,57																										
1.060,30	203,78	856,53																										
0	0	0																										
32,15	32,15	0																										
1.371,50	0	1.371,50																										
571,82	49,26	522,56																										
0	0	0																										
86,60	86,60	0																										
667,13	0	667,13																										
75,54	0	75,54																										
84,64	84,64	0																										
0	0	0																										
88,07	83,99	4,08																										
0	0	0																										
117.125,77	20.124,86	97.000,91																										
14.444,51	4.791,08	9.653,43																										
139.527,69	30.272,99	109.254,69																										

Em uma tentativa de explicar os valores da Tabela 40, foram elaboradas as Figuras 34 a 40. A Figura 34 mostra o volume a ser produzido em 2011.

A Tabela 44 apresenta a demanda mensal ( $D_j$ ) que a empresa possui dos dois produtos, na qual pode se observar que possui um crescimento expressivo entre os meses de junho a outubro. A Figura 34 mostra que as quantidades a serem produzidas procuram acompanhar esta demanda.

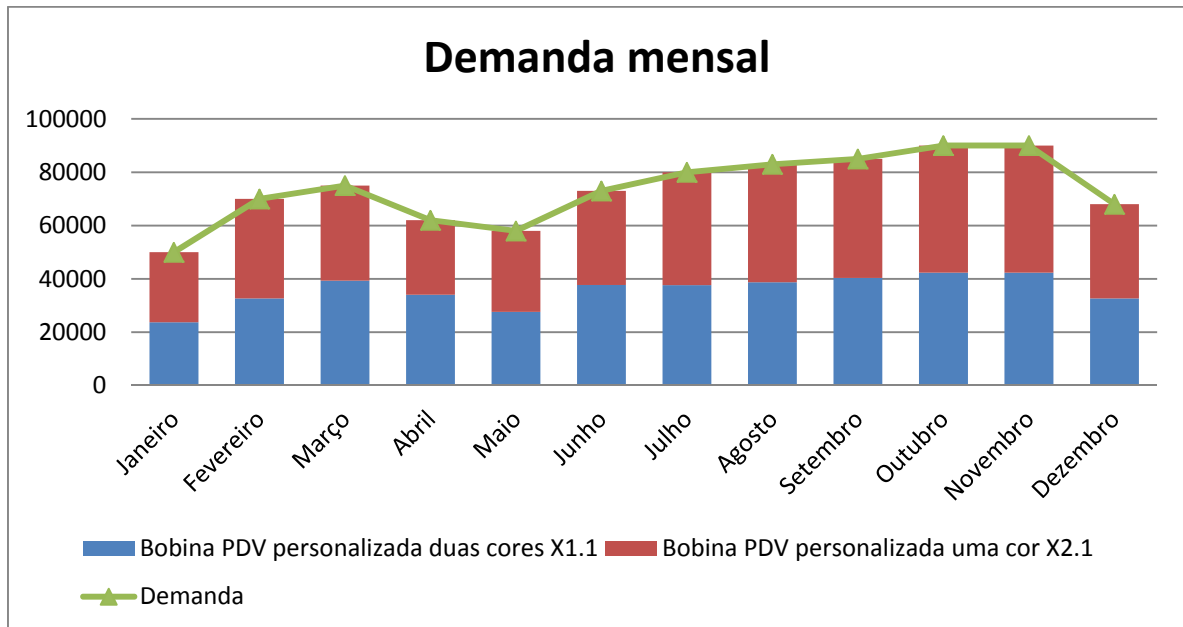


Figura 34: Gráfico referente ao volume a ser produzido 2012

A Figura 35 ilustra o volume a global de unidades a serem produzidas durante os 12 meses deste ano de 2011.

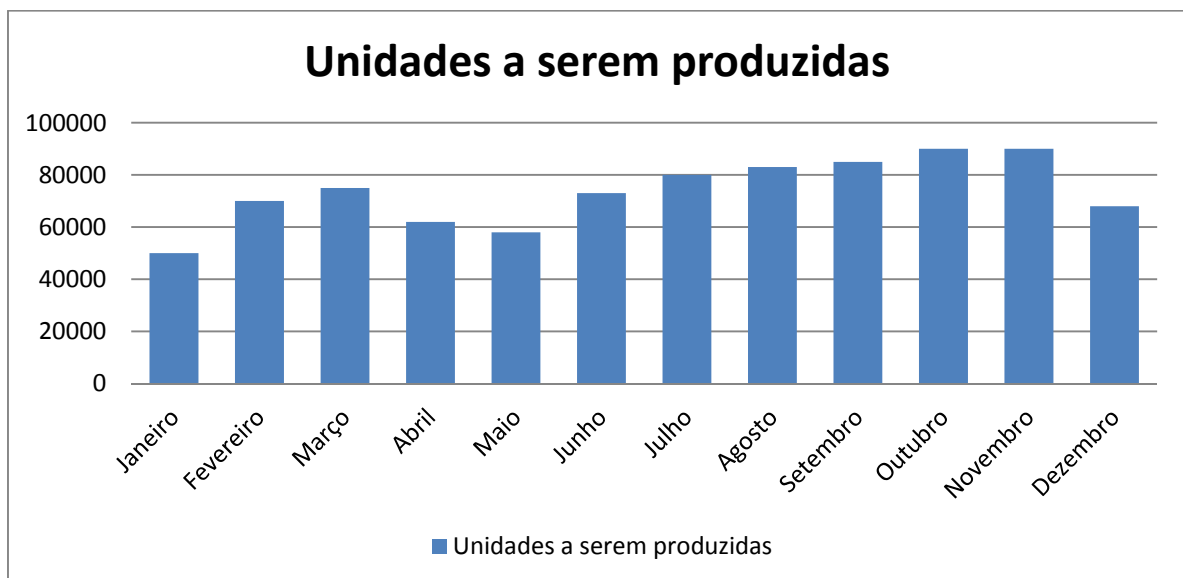


Figura 35: Gráfico de unidades a serem produzidas no período de 12 meses 2012

Na Figura 36 é apresentada a evolução do estoque de segurança global no período de 12 meses, os valores percentuais mostram o período em que ele poderá ser menor ou maior, com o objetivo de atender aos pedidos emergenciais que porventura venham a existir.

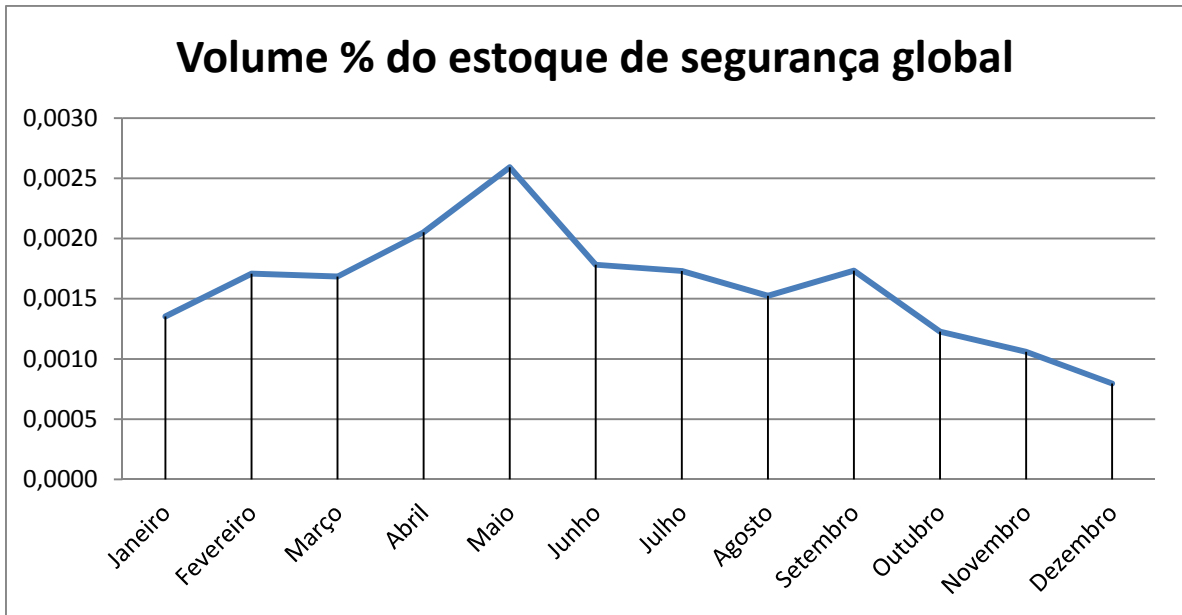


Figura 36: Gráfico do volume dos estoques de segurança em % no período 2012

A Figura 37 apresenta as quantidades que não foram produzidos durante o ano de 2011, sendo a linha verde referente à quantidade total não produzida.

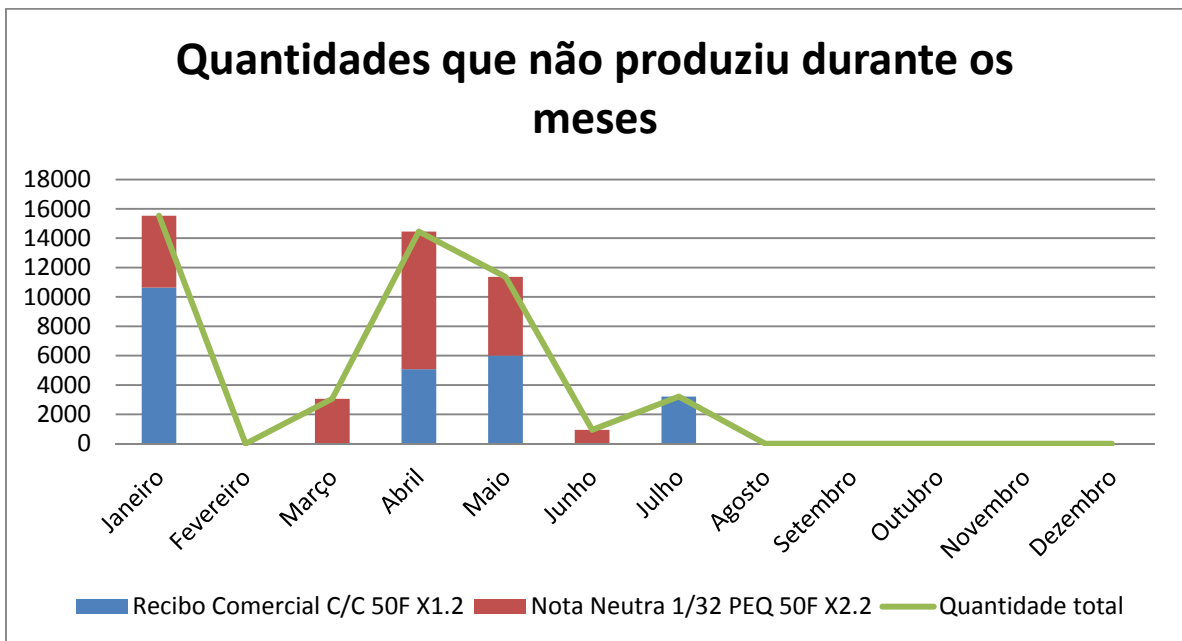


Figura 37: Gráfico da quantidade que não foi produzida 2012

A Figura 38 apresenta um gráfico sobre os custos de perda das vendas no ano de 2011, na linha Azul está o custo total.

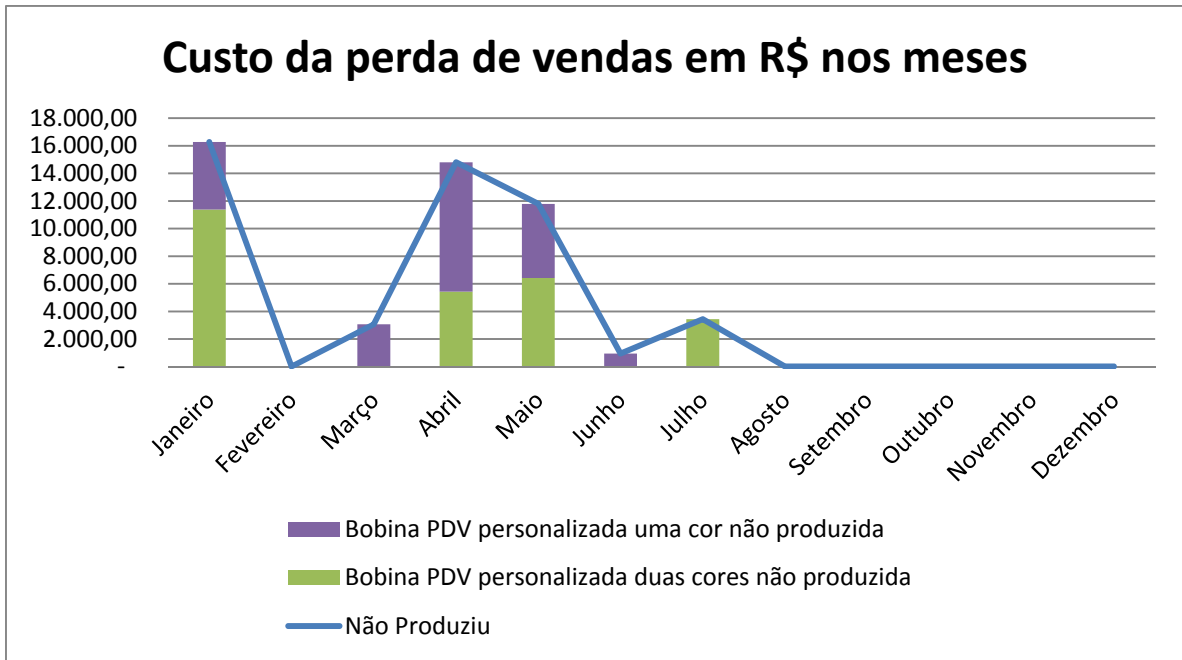


Figura 38: Gráfico do custo da perda de vendas em Reais 2012

A Figura 39 apresenta um gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas.

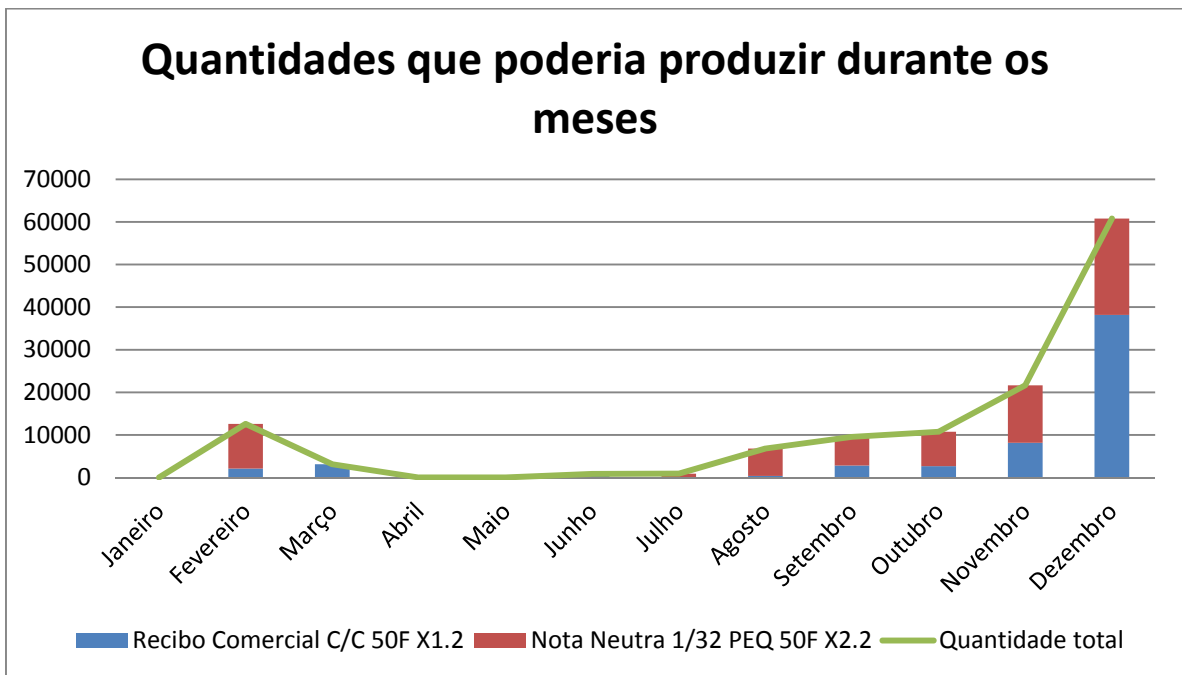


Figura 39: Gráfico da quantidade que poderia ser produzida 2012

A Figura 40 apresenta um gráfico sobre os custos da perda das possíveis vendas em 2011.

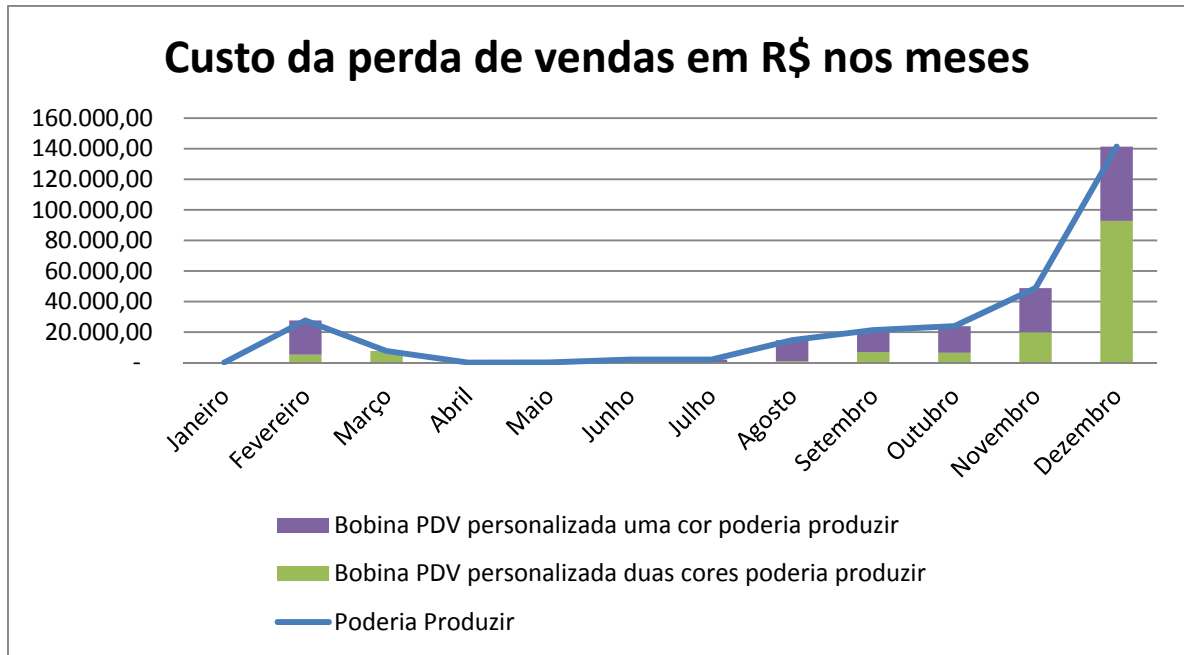


Figura 40: Gráfico do custo da quantidade que poderia ser produzida 2012

#### 3.3.4.1 Análise e validação por parte do gestor da empresa

O gestor da empresa comentou que o modelo se mostrou interessante, pois complementaria alguns recursos que o mesmo acha muito complexo no ERP5 e permite que seja usada uma ferramenta simples e que seus funcionários conhecem, no caso o *Excel*.

##### **Pontos fortes:**

- *Permitiu a flexibilização das decisões quanto ao que produzir e a quantidade de matéria-prima.*
  - ✓ O modelo permitiu flexibilizar as decisões quanto ao que produzir, a quantidade de matéria-prima necessária e o tempo de produção, pois estas decisões podem ser alteradas e observar as possíveis consequências. O modelo também permite que seja mantido um dinamismo quanto à alteração dos dados e conseqüentemente às informações apresentadas.
- *Permitiu a validação das estratégias adotadas e os resultados apresentados pelo ERP5.*
  - ✓ Os resultados obtidos com o modelo para o ano de 2012 mostram que as estratégias de compra de matéria-prima e de produção estavam próximas do que a empresa definiu. A partir dos gráficos apresentados puderam-se observar os desvios entre o modelo e as decisões tomadas.

- ✓ Com os resultados apresentados pelo modelo e pelo ERP5, permitiu observar como os dois softwares se complementam, quando analisados os pontos fortes e fracos dos dois aplicativos.
- *Permitiu analisar a demanda, capacidade produtiva e a sazonalidade.*
  - ✓ Os resultados que estão baseados na demanda e na capacidade produtiva da empresa se mostraram interessantes, pois pôde ser observado que a empresa pode estudar o aumento de produtividade em determinados períodos do ano.
  - ✓ Com a aplicação do modelo, pôde-se observar a sazonalidade que influencia a demanda e conseqüentemente a produtividade e desta forma rever as estratégias produtivas, de modo a manter uma produção que atenda às necessidades não só do mês em questão, mas também do próximo.
- *Permitiu aplicação do modelo em uma empresa considerada de pequeno porte.*
  - ✓ Por ser uma empresa de pequeno porte e por não possuir tanto recurso financeiro, o modelo se mostrou interessante como apoio à tomada de decisão. E se o modelo for documentado em suas rotinas e o modo de operação poderá facilitar a sua aplicação.
  - ✓ A partir do modelo e de reuniões com o pesquisador pôde-se rever o modo e as variáveis que compunham o custo de produção, pois a empresa compunha o custo de produção com o valor homem/máquina hora, o qual se passou a ver como um custo fixo, ou seja, que independente da quantidade produzida ele não muda, partindo desta premissa o custo de produção foi revisto.
  - ✓ O modelo permitiu observar com mais criticidade, quais são as matérias-primas envolvidas diretamente na produção de um determinado produto, por exemplo: se considerava a embalagem como uma matéria-prima envolvida diretamente na produção do produto, o que fazia com que o custo da embalagem fizesse parte do custo de produção.

***Ponto fraco:***

- *Falta do cálculo do custo das matérias-primas.*
  - ✓ O modelo poderia permitir a previsão dos custos totais quanto a aquisição das matérias-primas e mão-de-obra.

***Recomendações para melhoria:***

- *Ampliação quanto aos resultados, permitindo prever os níveis dos estoques.*
  - ✓ O modelo poderia ser melhorado no que tange à formulação do cálculo do estoque de segurança e até permitir o cálculo do estoque mínimo, informando o tempo máximo entre o pedido e a chegada da matéria-prima.
  - ✓ Poderia também ser apresentada uma tabela com o resultado do que deverá ser realmente produzido, e as quantidades de matéria-prima necessárias para a produção.

**3.3.5 Influência do modelo matemático na estratégia do sistema produtivo**

Após o teste do modelo com os dados coletados nas três empresas foco do estudo, foram realizadas algumas análises quanto à consistência do modelo e consequente aderência no que concerne a sua aplicabilidade quando da definição das estratégias produtivas.

O modelo permitiu realizar observações quanto às formas de como são obtidas algumas informações e apresentar os possíveis desvios que uma informação conflitante ou não validada pela gerência pode causar durante a execução do modelo e os resultados gerados.

Como exemplo, pode-se citar que, para a definição da capacidade produtiva alocada para um determinado produto, uma das empresas avalia quanto produziu no mês anterior, qual foi a demanda e, se for necessário, reestrutura a produção para fazer mais ou menos, ou mesmo altera o tamanho dos lotes de produção, sem observar se os custos aumentam ou diminuem.

Para duas empresas foco do estudo, o modelo se mostrou interessante, pois permitiu que os gestores passassem a elaborar suas estratégias produtivas para um período de 12 meses, mas revendo-as mês-a-mês, com o intuito de analisar as influências que podem acontecer.

Em uma das empresas, que já possui uma filosofia de elaborar suas estratégias produtivas anualmente, quando da reunião da equipe de estratégias produtivas e os gestores, o modelo se mostrou interessante para complementar as informações e apoiar no esclarecimento de algumas estratégias.

### **3.3.6 Análise do método de pesquisa utilizado**

O método de pesquisa quantitativa permitiu a análise e validação das informações capturadas durante o estudo, as quais se mostraram importantes para a formulação e validação do modelo matemático. A análise e validação ocorreram a partir da obtenção dos dados no sistema de informação (ERP) que a empresa adota e que depois foram discutidos com o gerente de PCP, com o intuito de saber sobre possíveis divergências e o porquê delas ocorrerem.

Após a primeira validação, foram feitas novas rodadas de discussões para saber se os resultados obtidos com o desenvolvimento e execução do modelo estavam se mostrando viáveis e as possíveis melhorias.

Procurou-se, nesta pesquisa, sempre que possível, confrontar as informações-chave entre os diversos níveis da empresa, ou seja, diretoria e gerência, bem como a apresentação do modelo e seus resultados, para saber se correspondiam à realidade estratégica da empresa.

A pesquisa aplicada em três empresas, uma de grande porte e duas de pequeno porte, permitiu observar as peculiaridades de gestão das empresas e a flexibilidade do modelo quanto aos dados apresentados e às informações geradas.

### **3.3.7 Análise sobre os resultados do modelo**

Foi observado, em um primeiro momento, a discrepância quanto à definição dos tempos de produção, entre o que o modelo apresentou e o que foi informado pelas empresas. Tal informação está disponível nas Tabelas 16, 18, 25 e 27, referentes à empresa A, 34 e 36, referentes à empresa B e 43 e 45, referentes à empresa C.

A Figura 41 exibe o gráfico comparativo entre os tempos determinados pelo modelo e o que foi definido pelos gestores da empresa A para o ano de 2011. Pode ser observado que na maioria dos meses o tempo definido pelo modelo é bem menor que o definido pelos gestores.

Analisando a Figura 41 para o produto A, pode ser observado que o tempo máximo definido pelos gestores para o produto 1 ocorreu no mês de novembro e ficou entre 6.000 e 7.000 minutos e o menor tempo foi no mês de abril, que ficou entre 1.000 e 2.000 minutos.

Já para o produto 2, o tempo máximo de produção ocorreu no mês de maio e ficou entre 8.000 e 9.000 minutos. Já o menor tempo foi no mês de outubro e ficou entre 3.000 e 4.000 minutos. Já o tempo máximo definido pelo modelo foi no mês de maio e esteve entre 4.000 e 5.000 minutos e o mínimo no mês de outubro e ficou entre 1.000 e 2.000 minutos.



O tempo médio para os produtos 1 e 2, estimado pelos gestores da empresa A, ficaram entre 5.000 e 6.000 e 6.000 e 7.000 minutos respectivamente. Já o fornecido pelo modelo ficou entre 3.000 e 4.000 minutos para os dois produtos.

A partir da intersecção dos dados referentes ao tempo de produção e custo de produção disponibilizado pela equipe de PCP e o calculado pelo modelo, pode-se observar que os tempos poderiam ser ajustados de forma a contemplar a produção de outros produtos.

Pode-se observar que o modelo também pode contribuir para a otimização dos tempos de produção de forma a permitir o realocamento dos volumes de produção, de forma a minimizar as perdas por não conseguir atender a demanda.

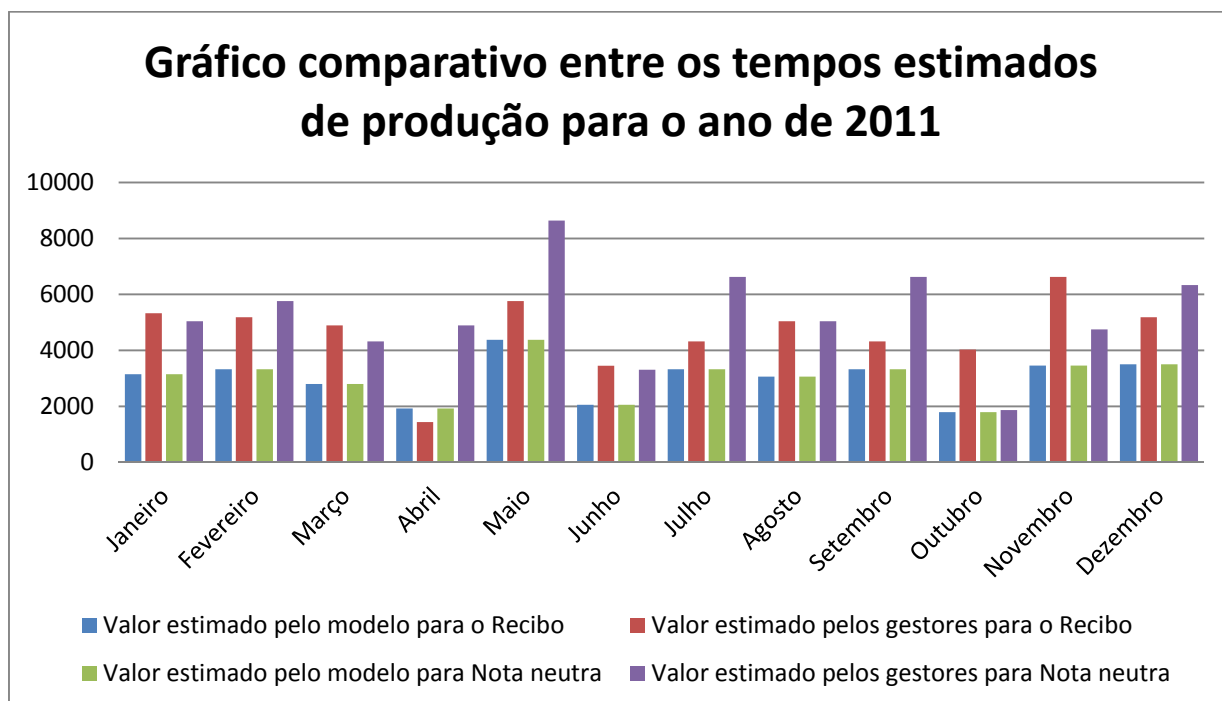


Figura 41: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa A no ano de 2011

Na Figura 42 é apresentado o gráfico da empresa A para o ano de 2012, no qual pode ser observado que os tempos são bem parecidos com os do ano de 2011 e que o tempo estimado pelo modelo ficou na maioria dos meses abaixo do que foi definido pelos gestores.

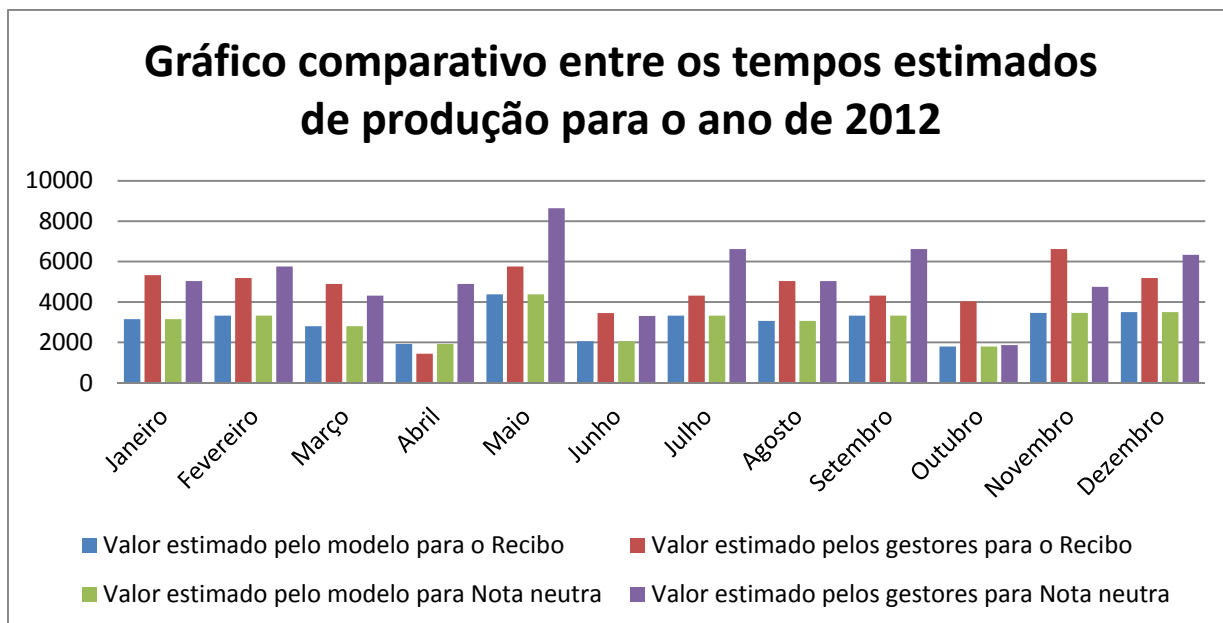


Figura 42: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa A no ano de 2012

Se for realizada uma comparação entre os gráficos das Figuras 41 e 42, pode ser observado que em alguns meses houve uma redução da diferença entre os tempos definidos pelo modelo e pelos gestores, mas também se pode observar que em alguns meses as diferenças continuaram estáveis. No caso do mês de abril, o tempo estimado pelo modelo ficou abaixo do estipulado pelos gestores, podendo-se cogitar que a empresa possuía um volume de produto acabado alto e que não necessitaria produzir toda a demanda estimada.

Nas Figuras 43 e 44, é apresentado um gráfico comparativo entre os custos de produção estimados pelo gestor (G) versus o do modelo (M), o qual foi calculado a partir dos tempos totais de produção no mês para cada produto dividido pelo tempo de produção de uma unidade vezes o custo de produção de cada produto, como forma de permitir mensurar as possíveis perdas financeiras causadas pelo excesso de produção. As perdas estão baseadas no custo de produção, já que a empresa não prevê o custo de armazenagem para este tipo de produto, visto que o intuito do modelo é minimizar os custos envolvidos na produção dos produtos “*Recibo Comercial C/C 50F*” e “*Nota Neutra 1/32 peq. 50F*”.

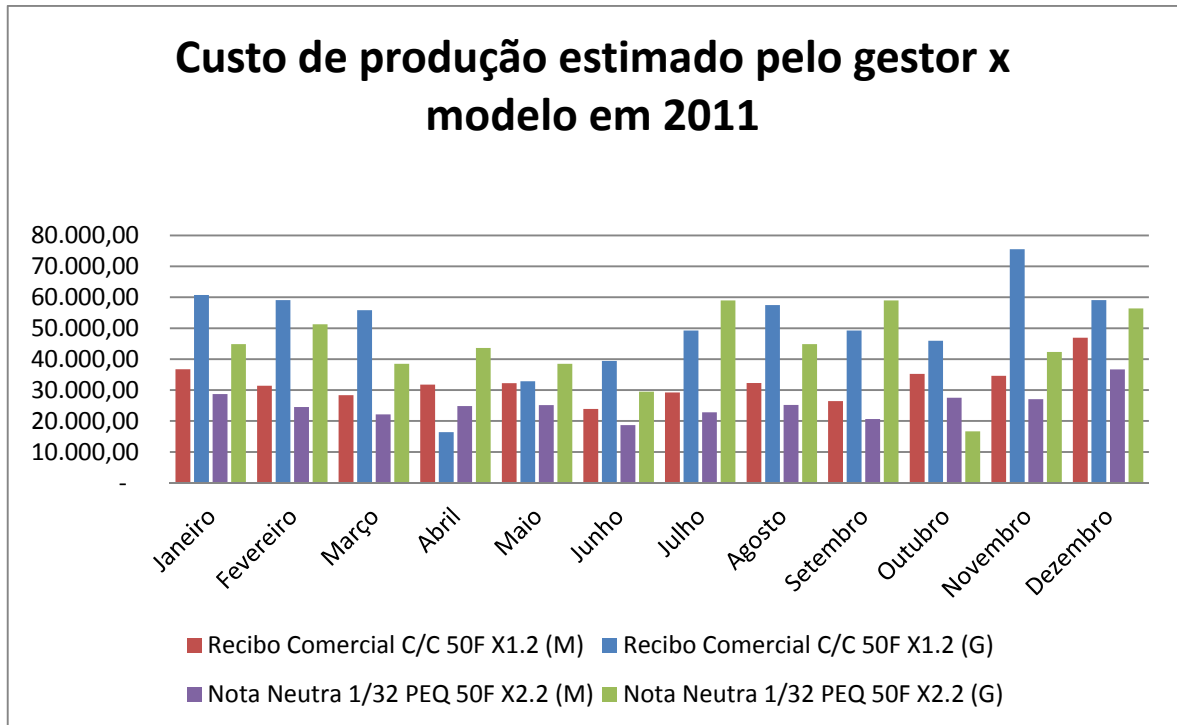


Figura 43: Gráfico comparativo dos custos de produção da empresa A no ano de 2011

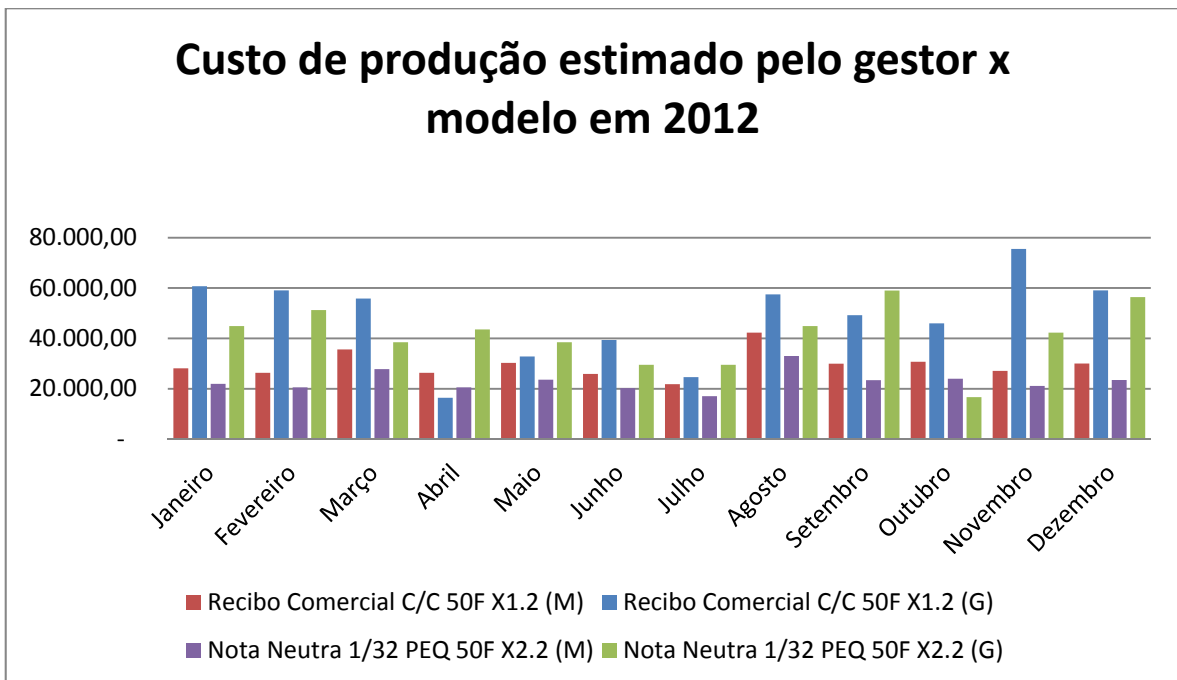


Figura 44: Gráfico comparativo dos custos de produção da empresa A no ano de 2012

A Figura 45 apresenta o gráfico referente aos tempos definidos pelo modelo e pelo gestor da empresa B. Neste caso, pode ser observado que a diferença entre as informações se mostram relativamente altas nos meses de setembro, outubro e novembro, superando os 7.000 minutos para os produtos 1 e 2, enquanto o modelo manteve um tempo relativamente estável de produção, ficando entre 4.000 e 5.000 minutos durante todo o ano. Isso pode significar algum tipo de desvio no momento de definir os intervalos de tempo para a produção. Pôde-se

observar que nos meses de janeiro e dezembro os tempos definidos pelo modelo foram superiores aos definidos pelo gestor, podendo significar possíveis produções em excesso ou queda na produção por motivo de férias coletivas.

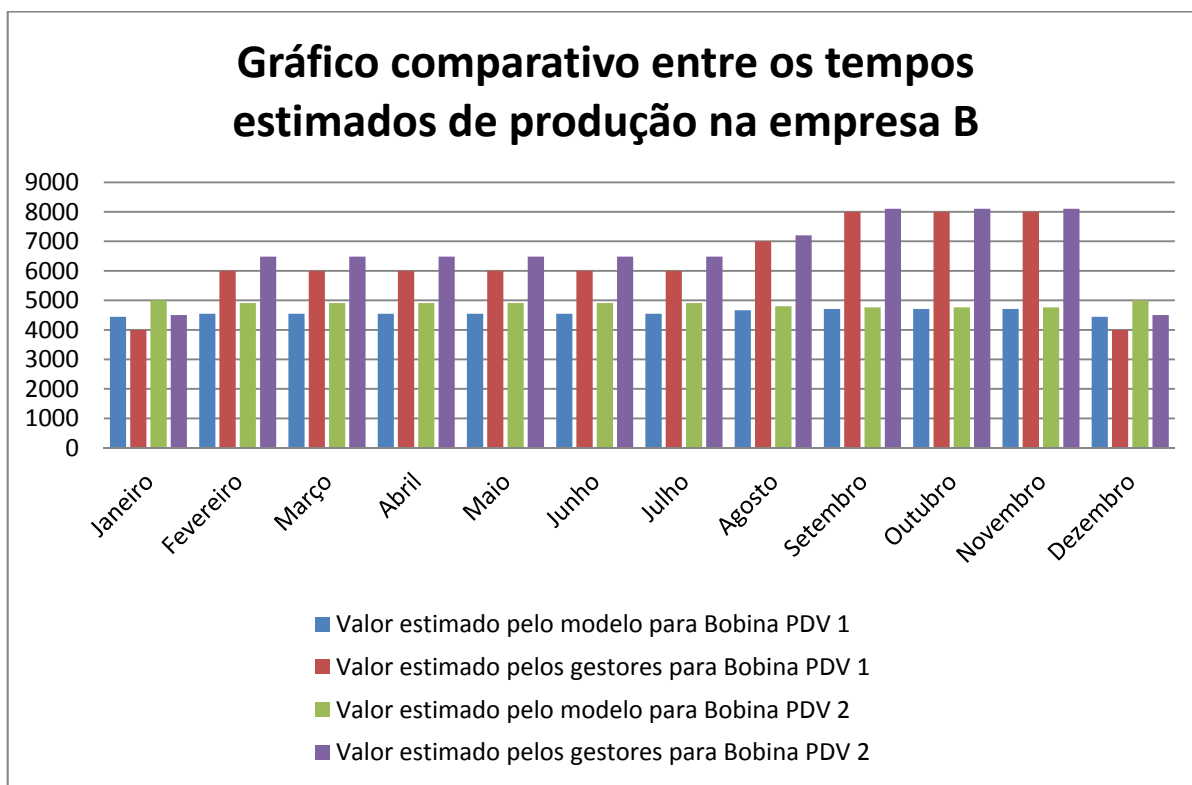


Figura 45: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa B no ano de 2012

A Figura 46 apresenta o gráfico da empresa C, no qual pode ser observado que a diferença entre o resultado gerado pelo modelo e o que foi definido pelo gestor está relativamente próxima e em alguns momentos os tempos gerados pelo modelo são menores que os informados pelo gestor da empresa.

Em resumo, a partir da execução do modelo nas três empresas e dos gráficos comparativos quanto aos tempos disponibilizados pelas empresas para a produção e os gerados pelo modelo, pode-se observar que, no caso da empresa A, ocorreram ajustes quanto aos tempos de produção, às demandas e à capacidade produtiva em cada mês.

No caso da empresa B, pode-se observar que a diferença entre os tempos definidos pelo modelo e pelo gestor é relativamente alta. Se comparados com a empresa A, pode-se observar que durante o ano de 2011 não ocorreu nenhum tipo de ajuste quanto aos tempos de produção.

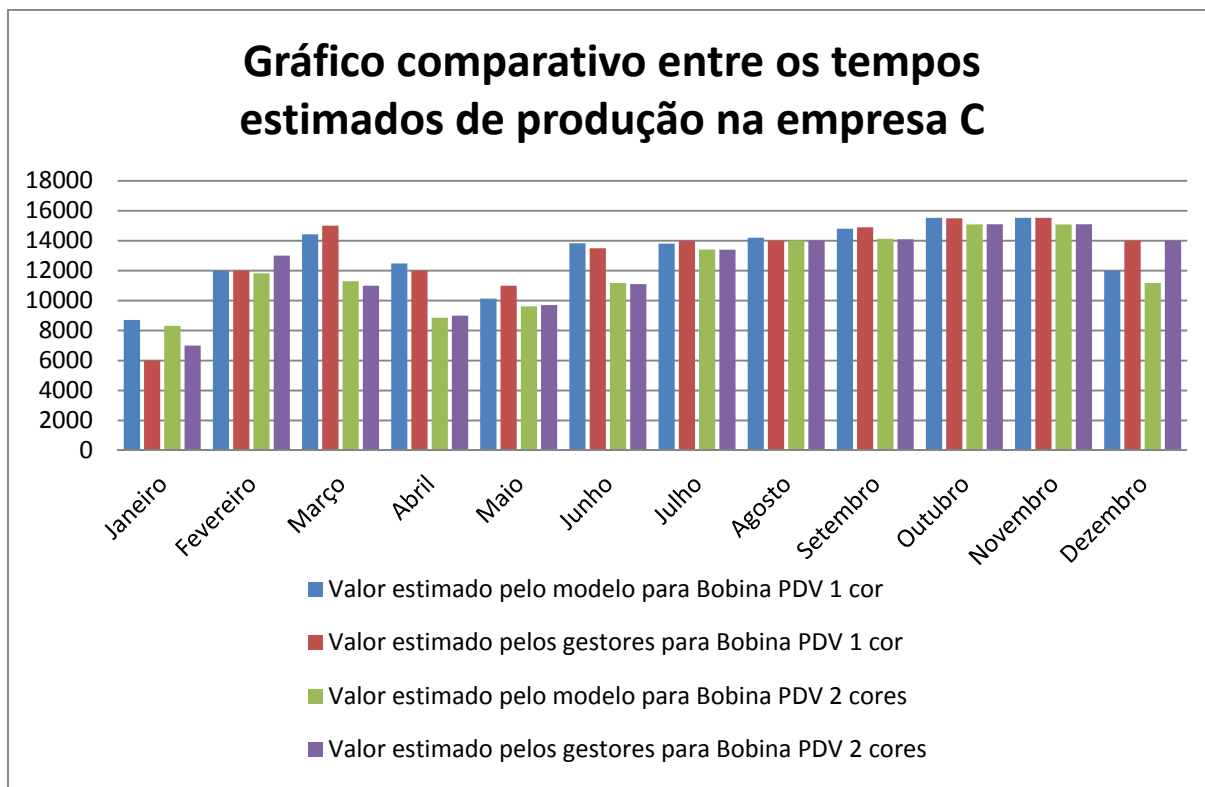


Figura 46: Gráfico comparativo entre os tempos de produção da empresa C no ano de 2012

A diferença entre os tempos de produção gerados pelo modelo e os definidos pelo gestor da empresa C é relativamente baixa. Se comparar com os resultados da empresa B, eles são melhores, mas se deve observar a capacidade produtiva das três empresas, demanda, mercado consumidor dos seus produtos e a quantidade de produtos que elas produzem.

Com respeito a uma análise do modelo no apoio às decisões estratégicas, observando-se, por exemplo, as Figuras 41, 42, 43, 44, 45 e 46, pode-se observar que o modelo pode apoiar os gestores quanto à otimização dos recursos materiais, humanos e de equipamentos, bem como nos tempos disponibilizados para a produção de determinados produtos.

O modelo indica como obter a minimização dos custos de produção e estocagem, bem como dos espaços disponíveis para a armazenagem, o que, indiretamente, pode permitir a utilização destes espaços para armazenagem de outros produtos.

O modelo permite obter-se uma dinâmica para os cálculos dos estoques de produtos acabados e de matérias-primas a serem adquiridas durante um determinado período, permitindo uma simulação de cenários otimista e pessimista quanto à previsão da demanda.

Assim, os gestores poderão criar cenários de até 12 meses e, a partir destes cenários, saberem o volume máximo de estoque que conseguirão produzir, quanto de matéria-prima

será necessária para produção e, conseqüentemente, o custo de total de produção em um determinado período.

O modelo também permite a proposição de estratégias de produção, bem como a análise de possíveis cenários em um determinado período, criando uma previsão quanto aos volumes de matérias-primas e de produtos acabados e seus custos.

A partir do modelo de produção com base na previsão da demanda, pode-se trabalhar com programações do volume total a serem comprados, as datas de entrega das matérias-primas, e os custos de se manter os estoques de matéria-prima e de produtos acabados.

O modelo poderá apoiar na tomada de decisão quanto aos objetivos estratégicos do negócio, observando-se o nível de serviço ao cliente e a melhoria de desempenho da cadeia de suprimentos, focando nos volumes de matérias-primas e nas famílias de produtos e no balanceamento da demanda e produção, de modo que o *mix* de produtos e as ordens de clientes possam ser tratados de forma imediata.

O modelo tem outro uso potencial que é permitir a integração horizontal entre as diferentes áreas da empresa (produção, *marketing*, financeiro, controladoria, estoques), quanto à tomada de decisões sobre o que, quando, quanto e como produzir. Ademais, também poderá permitir a integração vertical (*bottom-up* ou *top-down*) entre os níveis de decisão, visando melhorar a estratégia produtiva de forma a atender a previsão da demanda, visando garantir que as decisões tomadas no nível estratégico, com uma perspectiva de longo prazo, estejam efetivamente coerente com as decisões no nível tático.

Assim, ao apoiar decisões no nível tático, como aquelas pertinentes a um processo de S&OP, o modelo pode servir como *link* entre as decisões estratégicas da alta direção e as decisões gerenciais do dia-a-dia.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 4.1 PRELIMINARES

O intuito desta tese foi de desenvolver um modelo matemático que auxiliasse o gestor na tomada de decisão quanto à minimização dos estoques e os seus respectivos custos baseado na gestão da demanda. O setor escolhido para desenvolver o modelo foi o gráfico e desta forma foram selecionadas três empresas.

O ineditismo, portanto, está na proposição de um modelo matemático utilizando o *Excel*, que permita aos gestores tomarem decisões táticas a partir da simulação da gestão de estoques, demanda e a postergação, procedimentos voltados à formulação das estratégias produtivas as quais vão muito além de orientações puramente técnicas e voltadas ao processo de gestão em si. Essas proposições foram elaboradas a partir do referencial teórico sobre estratégias produtivas e a formulação do modelo.

### 4.2 CONCLUSÕES A RESPEITO DO MODELO PROPOSTO

O modelo proposto busca a minimização dos custos e dos níveis de estoques de produtos acabados, em processo e de matéria-prima. A minimização dos estoques de matéria-prima é consequência da definição da demanda mensal das linhas de produtos a serem produzidas. O modelo foi apresentado aos profissionais das empresas foco de estudo, incorporando as características específicas das empresas, de forma a permitir que eles tivessem compreensão da aplicabilidade do modelo, e facilitando o aparecimento de sugestões que permitiram o desenvolvimento de um modelo final aderente à realidade dos objetos de estudo.

Como lições desta etapa, destaque-se que, para que o modelo proposto possa gerar os resultados pretendidos, é necessário que os gestores das empresas:

- Tenham consciência das suas reais necessidades;
- Estejam dispostos a criar uma cultura que valorize a compreensão dos potenciais benefícios que ela pode proporcionar, mas também os sacrifícios e desafios a serem suplantados;
- Contribuam durante a etapa de modelagem de forma a agregar novas variáveis e permitir a adequação do modelo ao estudo;

A percepção deixada pelos respondentes é de que os resultados mostraram-se coerentes com a realidade de suas empresas. Em específico, o entrevistado da Empresa A, mostrou-se interessado na continuidade do desenvolvimento do modelo.

O entrevistado da empresa B comentou sobre a alocação de recursos financeiros para a aquisição das matérias-primas no transcorrer do período estudado, que mostrou a possibilidade de se poderem fazer negociações melhores e estipulando prazos de entrega.

Já o entrevistado da Empresa C comentou que mudanças na definição dos tempos de produção estão sendo efetuadas pela empresa visando um planejamento da produção que reduza os custos associados ao atendimento da demanda de um determinado item, observando as possíveis sazonalidades.

Isso parece refletir não apenas um interesse das empresas pelo modelo, mas também que estas consideram os resultados gerados como válidos, uteis e factíveis.

#### 4.3 CONCLUSÕES A RESPEITO DAS LIMITAÇÕES DOS RESULTADOS DA PESQUISA

A primeira limitação da pesquisa é que o modelo matemático foi desenvolvido observando um determinado setor produtivo que possui características financeiras, culturais, porte e de gestão particulares. Mesmo dentro de um mesmo setor produtivo, existem variações na aplicação das estratégias produtivas em função da especialidade da empresa que o executa. Isso influencia de forma diferenciada seus processos administrativos internos e externos.

Uma segunda limitação da pesquisa é no que tange a falta de um padrão por parte das empresas quanto ao dimensionamento do desvio-padrão, do limite superior e inferior do fator de segurança para cálculo dos estoques de segurança, e da demanda.

Dessa forma, procurou-se dar subsídios para que as empresas objeto do estudo pudessem sugerir adaptações ao modelo conforme as suas necessidades, garantindo assim a manutenção da sua “cultura documental”, ou seja, o estilo literário, o padrão gráfico e, evitando-se rupturas em relação ao padrão vigente nos quais os colaboradores já estão acostumados.

Apesar de o modelo possuir características globais que podem atender às necessidades das empresas, não se recomenda a generalização pura e simples dos resultados obtidos, mas devem-se analisar as adaptações necessárias.



#### 4.4 CONCLUSÕES A RESPEITO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS

O primeiro objetivo específico foi o de “*Analisar o comportamento do modelo matemático quanto às soluções propostas para gestão dos estoques em três empresas do setor gráfico*” por meio da aplicação do modelo nas empresas foco do estudo.

Este objetivo foi alcançado, pois durante a validação dos dados nas três empresas – especificamente no caso de uma delas com dados referentes aos anos fiscais de 2011 e 2012, observou-se o comportamento mês a mês das quantidades a serem produzidas de cada um dos itens. Pôde-se observar que o modelo sugeriu um padrão de compras e formação dos estoques de matérias-primas e, conseqüentemente, dos estoques em processo e de produto acabado com uma diferença mínima em relação aos dados que haviam ocorrido.

O segundo objetivo específico foi o de “*Realizar uma análise cruzada sobre os resultados obtidos com o modelo e a validação realizada pelos gestores*”. Na análise feita pelos gestores das três empresas quanto aos resultados obtidos, pôde-se observar que as críticas feitas ao modelo foram em sua maioria construtivas e observando os pontos fortes como uma ferramenta de apoio a tomada de decisões.

Durante a realização da análise cruzada das informações geradas pelo modelo com as informadas pelos gestores, pôde-se observar que, no caso das empresas A e C, elas trabalharam com uma determinada folga e que esta folga na carga de trabalho não sofria realocação para o produto que necessitava.

O terceiro objetivo específico foi o de “*Realizar uma análise de sensibilidade na solução final com respeito às quantidades a produzir e o tempo de produção em três empresas do setor gráfico*”.

Pôde-se observar que o modelo apresentou resultados coerentes, os quais serviram para apoiar a análise feita pelos gestores quanto aos resultados globais apresentados.

O último objetivo específico foi o de “*Realizar uma análise de sensibilidade na solução final com respeito à inclusão de novas linhas de produtos em três empresas do setor gráfico*”. Quando da análise e desenvolvimento do modelo, surgiu o questionamento quanto à quantidade de produtos que poderiam ser definidos dentro do modelo e como isso afetaria seu desenvolvimento, o que permitiu que se analisasse e validasse o modelo de forma a atender este objetivo.

O modelo começou sendo desenvolvido para o teste com um produto e durante um período (mês); depois o teste foi realizado com a ampliação do número de meses de um para doze e, por último, foi realizada a inclusão de uma segunda linha de produto. Como resultado, pôde-se observar que o modelo continuou apresentando resultados coerentes.

Já o objetivo geral deste trabalho foi o de “*Desenvolver e analisar um modelo matemático que minimize os custos de produção e armazenagem dos estoques de matéria-prima e de produtos acabados, considerando a possibilidade de realizar a postergação dos estoques em empresas do setor gráfico*”. Pode-se afirmar que este objetivo foi alcançado com êxito, pois foi desenvolvido um modelo matemático aderente às realidades das empresas foco do estudo. Conforme pode ser observado nos gráficos anteriores, este objetivo foi alcançado, visto que ele apresentou resultados que colaboraram para a minimização dos estoques e consequente minimização dos custos de armazenagem.

#### 4.5 SUGESTÃO DE PESQUISAS FUTURAS

Como comentado na seção anterior, foi possível identificar elementos que podem ser aprofundados e que, desta forma, são potenciais objetos de pesquisas futuras. Dentre eles, podem-se citar:

- Mapeamento de um número maior de empresas para a aplicação do modelo proposto, o que possibilitaria um melhor mapeamento da real influência do modelo nas empresas, sendo possível, inclusive, sua análise estatística;
- Comparação da aplicação do modelo matemático em empresas de portes distintos;
- Comparação da aplicação do modelo matemático entre empresas de outros setores produtivos;
- Ampliar o número de produtos a serem estudados por uma mesma linha de produção e com alguma diferenciação nas matérias-primas;
- Incluir o cálculo dos custos de aquisição de matérias-primas;
- Ampliar as previsões dos custos financeiros dos estoques de produtos acabados;
- Inclusão dos cálculos de estoque máximo, médio e mínimo;
- Inclusão da incerteza, por meio do modelo de otimização estocástica robusta.

## REFERÊNCIAS

- ABIGRAF. **Análise do Resultado da Balança Comercial da Indústria Gráfica Brasileira**. 2012. Disponível em: <<http://www.abigraf.org.br/index.php/dados-econos-mainmenu-52>>. Acessado em: 26/03/2013.
- ACIMOVIC, J. A. **Lowering Outbound Shipping Costs in an Online Retail Environment by Making Better Fulfillment and Replenishment Decisions**. Ph.D, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2012.
- ADAM, E. E.; SWAMIDASS, P. M. Assessing operations management from strategic perspective. **Journal of Management**, v. 15, n. 2, p. 181-203, 1989.
- ADEBANJO, D. Understanding demand management challenges in intermediary food trading: a case study, **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 3, p. 224-33, 2009.
- AHUJA, R. K.; MAGNANTI, T. L.; ORLIN, J. B. **Network Flows – theory, algorithms and applications**. Englewoods Cliffs: Prentice Hall, 1993.
- ANG, J.; ARNOLD, T.; CONOVER, C. M.; LANCASTER, C. Maintaining a Flexible Payout Policy in a Mature Industry: The Case of Crown Cork and Seal in the Connelly Era. **Journal of Applied Corporate Finance**, v. 22, n. 4, p. 30–44, 2010.
- BAILEY, J. P.; RABINOVICH, E. The Adoption of Inventory Postponement and Speculation: An Empirical Assessment of Oligopolistic Internet Retailers. Transportation Research Part E: **Logistics and Transportation Review**. v. 42, n. 4, p. 258-271, 2006.
- BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modeling and Simulation: Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 02, p. 241-264, 2002.
- BONIN, J. A. Explorações sobre práticas metodológicas na pesquisa em comunicação. **Revista FAMECOS**, n. 37, 2008.
- BONIN, J. A. Nos bastidores da pesquisa: a instância metodológica experienciada nos fazeres e nas processualidades de construção de um projeto. *In: MALDONADO et. al. Metodologias da pesquisa em comunicação: olhares, trilhas e processos*. Porto Alegre: Sulina, p.271-294, 2006.
- BONNEY, M. Reflections on production planning and control (PPC). **Gestão & Produção**, v. 7, n. 3, p. 181-207, 2000.
- CARDOSO, P. A. **O princípio da postergação: um estudo das tintas na indústria de embalagens gráficas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2002.
- CARVALHO, M. A. M.; SOMA, N. Y. Simplified methods for the minimization of open stacks problem. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 2, p. 299-310, 2011.
- CHANG, P-C.; LIU C-H.; FAN, C-Y. Data clustering and fuzzy neural network for sales forecasting: A case study in printed circuit board industry. **Knowledge-Based Systems**, v. 22, n. 5, p. 344-355, 2009.
- CHAVESI, A. A.; SENNEII, E. L. F.; YANASSE, H. H. A new heuristic for the minimization of tool switches problem. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 17-30, 2012.

- CHENG, C-Y.; CHANG, P-Y. Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organisations: A case study. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 23, n. 3-4, p. 431-447, 2012.
- CHUNG, C. A. **Simulation modeling handbook: a practical approach**. Florida: CRC Press, 2004.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos**, teoria & aplicações. 2 ed. São Paulo: , 2007.
- COLLIN, J. **Selecting the right supply chain for a customer in Project business**, Tese (Doutorado em Ciência da Tecnologia), Helsinki: ExIMa, 2003.
- CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimentos: integrando cadeias de suprimentos no mundo globalizado**. São Paulo: Atlas, 2010.
- CROXTON, K. L.; LAMBERT, D. M.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; ROGERS, D. S. Demand Management. **The International Journal of Logistics Management**, v. 13, n. 2, p. 51-66, 2002.
- DIAS, R. M.; JÓIA, L. A. Um modelo informacional para empresas multiplanta. **FACES R. Adm.** v. 5, n. 3, p. 65-84, 2006.
- DROHOMERESTKI, E.; CARDOSO, P. A.; COSTA, S. E. G. Uma análise comparativa entre a estratégia de postergação de tempo e a estratégia de especulação na cadeia de suprimentos: o impacto no estoque. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. 1 CD-ROM
- DUTRA, F. A. F.; ERDMANN, R. H. Análise do planejamento e controle da produção sob a ótica da teoria da complexidade. **Produção**, v. 17, n. 2, p. 407-419, 2007.
- ENGELSETH, P. **The role of the package as information resource in the supply chain: a case study of distributing fresh foods to retailers in Norway**. Dissertations (Department of Strategy and Logistics ), Norwegian: Norwegian School of Management, 2007.
- ERNST, R.; KAMRAD, B. Evaluation of supply chain structures through modularization and postponement, **European Journal of Operational Research**, v. 124, n. 3, p. 495-510, 2000.
- ESPER, T. L.; ELLINGER, A. E.; STANK, T. P.; FLINT, D. J.; MOON, M. Demand and supply integration: a conceptual framework of value creation through knowledge management. **Jornal of Academy of Marketing Science**, v. 28, p. 5-18, 2009.
- FANDEL, G.; STAMMEN, M. A general model for extended strategic supply chain management with emphasis on product life cycles including development and recycling. **International Journal of Production Economics**, v. 89, n. 3, p. 293-308, 2004.
- FERNANDES, N. O. G. **Contribuições para o controle da actividade de produção no sector de produção por encomenda**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas). Guimarães: EE/Universidade do Minho, 2007.
- FERNANDES, F. C. F.; SANTORO, M. C. Avaliação do grau de prioridade e do foco do planejamento e controle da produção (PCP): modelos e estudos de casos. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 1, p. 25-38, 2005.
- FERNANDES, L. A.; GOMES, J. M. M. Relatórios de pesquisa nas Ciências Sociais. **ConTexto**, v. 3, n. 4, p. 1-23, 2003.
- FERREIRA, K. A.; BATALHA, M. O. Condições para aplicação e uso do postponement na indústria de alimentos: o caso da empresa processadora de suco de laranja. In: ENCONTRO

NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007. 1 CD-ROM

FORSLUND, H.; JONSSON, P. The impact of forecast information quality on supply chain performance. **International journal of operation & production management**, v. 27, n. 1, p.90-107, 2007.

GARCÍA-DASTUGUE, S. J. **Dynamic time-based postponement**: Conceptual development and empirical test. Ph.D, Ohio: Ohio State University, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura**: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). São Carlos: UFSCAR, 2004.

GOLDBERG, D. E. **Genetic algorithms in search**, Optimization and Machine Learning. Addison Wesley Limited, 2000.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Rio de Janeiro: Record, 2002.

GOLDMANIS, M.; HORTAÇSU, A.; SYVERSON, C.; EMRE, O. E-Commerce and the Market Structure of Retail Industries. **The Economic Journal**, v. 120, n. 545, p. 651–682, 2010.

GRAVES, S. C.; WILLEMS, S. P. Optimizing strategic safety stock placement in supply chains. **Manufacturing and Service Operations Management**, v. 2, n. 1, p. 68-83, 2000.

HAYES, R. H. Strategic planning – forward in reverse? **Harvard Business Review**, nov-dec, 1985.

HECKSHER, S.; DUARTE, F. J. C. M. A diversificação de produtos e o PCP em PMEs: estudo de caso em uma indústria de embalagens. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., Ouro Preto. **Anais...**Ouro Preto: ABEPRO, 2003. 1 CD-ROM

HERRERA, M.; TORGO, L.; IZQUIERDO, J.; PÉREZ-GARCÍA, R. Predictive models for forecasting hourly urban water demand. **Journal of Hydrology**, v. 387, n. 1-2, p. 141-150, 2010.

HILLETOFTH, P.; ERICSSON, D.; CHRISTOPHER, M. Demand chain management: a Swedish industrial case study. **Industrial Management & Data Systems**, v. 109, n. 9, 2009.

HOLLYWOOD, J. S. **Performance Evaluation and Optimization Models for Processing Networks with Queue-Dependent Production Quantities**. Ph.D, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2000.

HÖRTE, S. A.; LINDBERG, P.; TUNALV, C. Manufacturing strategies in Sweden. **International Journal of Production Research**, v. 25, n. 11, 1987.

JAHANGIRIANA, M.; ELDABI, T.; NASEERA, A.; STERGIOULASA, L. K.; YOUNG, T. Simulation in manufacturing and business: a review, **European Journal of Operational Research**, v. 203, n. 1, p. 1-13, 2010.

KAHN, K. B. An exploratory investigation of new product forecasting practices. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 19, n. 2, p. 133-43, 2002.

- KALLUNKIA, J-P.; LAITINENB, E. K.; SILVOLA, H. Impact of enterprise resource planning systems on management control systems and firm performance. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 12, n. 1, p. 20-39, 2011.
- KEMPF, K. G.; ERHUN, F.; HERTZLER, E. F.; ROSENBERG, T. R.; PENG, C. Optimizing Capital Investment Decisions at Intel Corporation. **Interfaces**, v. 43, n. 1, p. 62-78, 2013
- KIRSCHEN, D. S. Demand-side view of electricity markets. **IEEE transactions on power systems**. v. 18, n. 2, p. 520-527, 2003.
- KO, C. H. Integration of Engineering, Project, and Production Management. **Journal of Engineering, Project, and Production Management**, v. 1, n.1, p. 1-2, 2012.
- KRAUSE, D. R.; PAGELL, M.; CURKOVIC, S. Toward a measure of competitive priorities for purchasing, **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 4, p. 497-512, 2001.
- KUMAR, S.; PUTNAM, V. Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. **International Journal of Production Economics**, v. 115, n. 2, p. 305-315, 2008.
- KUO, R. J. A sales forecasting system based on fuzzy neural network with initial weights generated by genetic algorithm. **European Journal of Operational Research**, v. 129, n. 3, p. 496–517, 2001.
- LAMBERT, D. M.; EMMELHAINZ, M. A.; GARDNER, J. T. Developing and Implementing Supply Chain Partnerships. **The International Journal of Logistics Management**, v. 7, n. 2, p. 1-18, 1996.
- LEAL, F.; MONTEVECHI, J. A. B.; PINHO, A. F.; ALMEIDA, D. A.; MARINS, F. A. S.; OLIVEIRA, J. B. Análise da capacidade de produção e dimensionamento de estoques intermediários de processamento no estudo de um novo processo de manufatura através da simulação de eventos discretos. *In*: SBPO, 38., Goiânia, **Anais...**, Goiânia: SBPO, 2006.
- LEBLANC, L. J.; HILL, J. A.; HARDER, J.; GREENWELL, G. W. Modeling uncertain forecast accuracy in supply chains with postponement. **Journal of business logistics**. v. 30, n. 1, p. 1-22, 2009.
- LEE FONG, C. M. **New Models in Logistics Network Design and Implications for 3PL Companies**. Ph.D, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2005.
- LEONG, G. K.; SNYDER, D. L.; WARD, P. T. Research in the process and content of manufacturing strategy. **International Journal of Management Science**, v. 18, n. 2, 1980.
- LESNAIA, E. **Optimizing safety stock placement in general network supply chains**. Ph.D, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2004.
- LI, L. The role of inventory in delivery-time competition. **Management Science**. n.38,p.182-197, 1992.
- LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katál**. Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007.
- MALDONADO, E. Produtos midiáticos, estratégias, recepção. A perspectiva transmetodológica. **Ciberlegenda**. Rio de Janeiro, n.9. p. 1-15 2002. Disponível em: <<http://www.uff.br/mestcii/efendy2.htm>>. Acesso em 20/03/2009.

- MANGAL, D.; CHANDNA, P. Inventory Control In Supply Chain Through Lateral Transshipment – A Case Study In Indian Industry. **International Journal of Engineering (IJE)**, v. 3, n. 5, p. 443-457, 2009.
- MANNION, R.; STREET, A. **Payment by results and demand management**: learning from the South Yorkshire Laboratory. York: Centre for Health Economics, University of York, 2005.
- MCCORMACK, K.; LADEIRA, M. B.; OLIVEIRA, M. P. V. Supply chain maturity and performance in Brazil, **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 13 n. 4, p.272 – 282, 2008.
- MELO, D. C.; ALCÂNTARA, R. L. C. A gestão da demanda em cadeias de suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 4, p. 809-824, 2011.
- MELO, D. C.; ALCÂNTARA, R. L. C. Proposição de um modelo para a gestão da demanda: um estudo entre os elos atacadista e fornecedores de produtos de mercearia básica. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 4, p. 759-777, 2012.
- MENDES, F. D.; LIMA, F. D. M.; FUSCO, J. P. A.; SACOMANO, J. B. Postergação como estratégia competitiva no segmento jeanswear da manufatura do vestuário de moda – MVM. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. 1 CD-ROM
- MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. Manufacturing planning and control practices: a survey research on the Brazilian automotive supply chain. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 33-42, 2008.
- MIEMCZYK, J.; HOLWEG, M. Building cars to customer order — what does it mean for inbound logistics operations? **Journal of Business Logistics**, v. 25, n. 2, p. 171-197, 2004.
- MIYAKE, D. I.; SANCTIS, R. L.; BANCI, F. S. Shifting from conveyor lines to work cell-based systems: the case of a consumer electric products manufacturer in brazil. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**. v. 4, n. 1, p. 89-108, 2007.
- MONTEBELLO, A. E. S., BACHA, C. J. C. O setor de celulose e papel na economia brasileira. **O papel**. São Paulo, v. 72, n. 4, 2011. Disponível em <[http://www.revistaopapel.org.br/edicoes\\_impresas/72.pdf](http://www.revistaopapel.org.br/edicoes_impresas/72.pdf)>. Acesso em: 15/11/2012.
- MOON, M. A.; MENTZER, J. T.; SMITH, C. D. Conducting a Sales Forecasting Audit. **International Journal of Forecasting**, v. 19, p. 5-25, 2003.
- NG, T. W.; CHUNG, W. The roles of distributor in the supply chain:push-pull boundary. **International Journal of business and management**. v. 3, n. 7, p 28-39, 2008.
- NOGUEIRA, E.; ALVES FILHO, A. G.; TORKOMIAN, A. L. V. Empresas de revestimento cerâmico e suas estratégias competitivas e de produção. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 1, p. 84-99, 2001.
- PAIVA, E. L.; VIEIRA, L. M. Strategic choices and operations strategy: a multiple cases study. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 119-135, 2011.
- PANDIM, F. J.; PEREIRA, N. A.; POLITANO, P. R. Modelo quantitativo para avaliação e melhoria de desempenho do processo de S&OP baseado no diagnóstico e redução de falhas. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 2, p. 361-375, 2012.

- PARRA, P. H.; PIRES, S. R. I. Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores. **Gestão e Produção**. v. 10, n. 1, p. 1-15, 2003.
- PERO, M.; ABDELKAFI, N.; SIANESI, A.; BLECKER, T. A framework for the alignment of new product development and supply chains, **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15 n. 2, p.115-128, 2010.
- PESSOTI, H. R.; SOUZA, F. B. Análise dos impactos da migração de um sistema MTS para um sistema ATO nas estratégias de manufatura e competitiva de uma indústria moveleira. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: FEB/UNESP, 2005.
- PIROLO, M. A. M.; JURKEVICZ, M. R. A.; CESAR, R. E.; DI CHIARA, I. G.; MORENO, N. A.; AMADEU JÚNIOR, A.; RODRIGUES, A. L. R.; PATRIZZI JUNIOR, C. A. Pesquisa de Opinião em Relações Públicas: técnicas ou estratégias? **Revista Acadêmica do Grupo Comunicacional de São Bernardo**, ano 1, n. 1, jan./jun., 2004.
- PRODANOV, C. C. **Manual de Metodologia Científica**. 3 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2003.
- QIAO, D. P.; GENQ, J. X. Research on Production Process Control for Discrete Manufacturing Enterprise Based on Integration of MRPII/JIT/TOC. **Applied Mechanics and Materials**, v. 432, p. 483-488, 2013.
- RABE-HESKETH, S.; TOULOPOULOU, T. MURRAY, R. M. Multilevel modeling of cognitive function in schizophrenic patients and their first degree relatives. **Multivariable Behavioral Research**, v. 36, n. 2, p. 279-298, 2001.
- RABINOVICH, E.; EVERS, P. T. Postponement effects on inventory performance and the impact of information systems. **International Journal of Logistics Management**. v. 14, n.1, p. 33-48, 2003.
- RAMANATHAN, U.; MUYLDERMANS, L. Identifying demand factors for promotional planning and forecasting: A case of a soft drink company in the UK. **International Journal of Production Economics**, v. 128, n. 2, p. 538–545, 2010.
- RAYENS, M. K.; HAHN, E. J. Building consensus using the policy Delphi method. **Sage Journals Online**, v. 1, n. 4, p. 308-315, 2000.
- REIS, A. G.; TUBINO, D. F.; CAMPOS, P. C. Advanced planning and scheduling: com ênfase à produção de capacidade finita. **Visão**. v. 1, n. 1, p. 21-34, 2012.
- ROBINSON, E. **Simulation: the practice of model development and use**. Inglaterra: John Wiley and Sons Ltd., 2004.
- RODRIGUES, P. C. C. **A gestão de estoques em sistemas produtivos engineering-to-order e make-to-stock: estudo de casos em empresas do setor gráfico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). São Paulo: FEB/UNESP, 2008, Disponível em:<  
<http://www.ijmp.jor.br/thesisabstract>>. Acesso em 15/02/2011.
- RODRIGUES, P. C. C.; OLIVEIRA, O. J. The importance of analysis of production system Engineering-To-Order and Make-To-Stock in two business sector graph *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE IN INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 15., 2009, Salvador. **Anais...** Salvador: ABEPRO, 2009. 1 CD-ROM
- RU, J.; WANG, Y. Consignment contracting: Who should control inventory in the supply chain? **European Journal of Operational Research**, v. 201, n. 3, p. 760–769, 2010.



- SAGHIRI, S. A structural approach to assessing postponement strategies: construct development and validation, **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 21, p. 6427-6450, 2011.
- SAHIN, F.; ROBINSON, E. P.; GAO, L. L. Master production scheduling policy and rolling schedules in a two-stage make-to-order supply chain. **International Journal of Production Economics**. v. 115, n. 2, p. 528-541, 2008.
- SALOMON, V. A. P. CONTADOR, J. L.; MARINS, F. A. S.; SANTORO, M. C. Custos potenciais da produção e os benefícios do Planejamento e Controle da Produção. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22.*, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2002. 1 CD-ROM
- SANTOS, A.; POWELL, J. A.; SARSHAR, M. Evolution of management theory: the case of production management in construction. **Management Decision**, v. 40, n. 8, p. 788-796, 2002.
- SANTOS, G. T.; ROSSI, G.; JARDILINO, J. R. L. **Orientações metodológicas para elaboração de trabalhos acadêmicos**. 2 ed. São Paulo: Gion Editora, 2000.
- SASIKUMAR, P.; KANNAN, G.; HAQ, A. N. A multi-echelon reverse logistics network design for product recovery — a case of truck tire remanufacturing. **International Journal Advanced Manufacturing Technologies**, v. 49, p.1223-1234, 2010.
- SCHOENMEYR, T. **Strategic Inventory Placement in Multi-Echelon Supply Chains: Three Essays**. Ph.D, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2008.
- SETIJONO, D. A conceptual framework for managing the performance of construction supply chain. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2010.
- SILVA, E. M.; SANTOS, F. C. A. Estratégia de produção, melhores práticas e medição de desempenho: revisão, lacunas e planejamento para futuras pesquisas. **Revista Gestão industrial**. V. 3, n. 1, p. 64-74, 2007.
- SILVA, M. F. O.; BERTRAND, H. Supply chain, satisfação dos clientes e o custo dos inventários: um modelo para otimização. **RAC-Eletrônica**, v. 2, n. 2, p. 218-233, 2008.
- SKINNER, W. The Focused Factory. **Harvard Business Review**, p. 113-121, may-jun, 1974.
- SWAMIDASS, P. M.; NEWELL, W. T. Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model. **Management Science**, v. 33, n. 4, p. 509-524, 1987.
- TAYLOR, H. D.; FEARNE, A. Demand management in fresh food value chains: a framework for analysis and improvement. **Supply Chain Management: An International Journal**. v. 14, n. 5, p. 379-392, 2009.
- TROQUE, W. A.; PIRES, S. R. I. Influencia das práticas da gestão da cadeia de suprimentos na gestão da demanda. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23.*, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ABEPRO, 2003. 1 CD-ROM
- TURRIONI, J. B.; MELLO, C.H. P., Pesquisa-ação na engenharia de produção. *In: Paulo Augusto Cauchick Miguel. (Org.). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. São Paulo: Editora Campus Elsevier, 2010.
- VALLEJOA, C.; ROMEROA, D.; MOLINA, A. Enterprise integration engineering reference framework and toolbox. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 6, p. 1489-1511, 2012.

- VAN HOEK, R. I.; DIERDONCK, R. V. Postponed manufacturing supplementary to transportation services? *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 36, n. 3, p. 205-217, 2000.
- VANALLE, R. M. **Estratégia de produção e prioridades competitivas no setor de autopeças**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). São Carlos: EESC-USP, 1995.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- VERMA, R.; GUPTA, A.; SINGH, K. A critical evaluation and comparison of four manufacturing simulation softwares. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, v.5, n.1, p. 104-120, 2009.
- VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.
- VIEIRA, V. A. As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing. *Revista FAE*, Curitiba, v.5, n.1, p.61-70, jan./abr., 2002
- VIEIRA, G. E.; SOARES, M. M.; GASPAR JUNIOR, O. Otimização do planejamento mestre da produção através de algoritmos genéticos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 22., Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2002. 1 CD-ROM
- WALLIN, C.; RUNGTUSANATHAM, J.; RABINOVICH, E. What is the “right” inventory management approach for a purchased item?. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 6, n. 26, p. 50-68, 2006.
- WANKE, P.; ZINN, W. Strategic Logistics Decision Making. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. v. 34, n. 6, p. 466-478, 2004.
- WHEELWRIGHT, S. C. Manufacturing strategy: defining the missing link. *Strategic Management Journal*, v. 5, 1984.
- WONG, C. M.; KLEINER, B. H. Fundamentals of material requirements planning. *Management Research News*. v. 24, n. 3/4., p. 9-12, 2001.
- WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. DELPHI: uma ferramenta de Apoio ao planejamento prospectivo. *Caderno de pesquisas em administração*. v. 1, n. 12, p.1-12, 2000.
- XIN, W. Y. **Logistics Coordination in Vendor-Buyer Systems**. Ph.D, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2007.
- YANG, B.; BURNS, N. D.; BACKHOUSE, C. J. The management of uncertainty through postponement, *International Journal of Production Research*,v. 42, n. 6, p. 1049-1064, 2003.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZAMORA, J. F. R.; FORRADELLAS, R. Q.; CAMARGO, M. Multiproduct supply chain – strategic planning and forecasting. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. v. 4, n. 1, p. 61-87, 2007.
- ZANG, C.; TAN, G. Classification of Postponement Strategies and Performance Metrics Framework. *In: PACIFIC ÁSIA CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS*, 5., 2001. **Proceedings...** Soul, Korea, 20- 22 june, 2001. Disponível em: <<http://www.pacis-net.org/file/2001/038.PDF>>. Acesso em: mar, 2010.

ZINN, W. O retardamento da montagem final de produtos como estratégia de marketing e distribuição. **Revista de Administração de Empresas**. v. 4, p. 53-59, 1990.

ZINN, W.; CARDOSO, P. A. Fifty years of postponement literature: connecting research streams and an integrative framework. **Working paper**, Columbus, OH: Ohio State University, 2001.

## APÊNDICE A

### PUBLICAÇÕES

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. The influence of a mathematical model in production strategy: conceptual development and empirical test. **Independent Journal of Management & Production (IJM&P)**. v. 3, n. 1, p. 12-25, 2012.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **A influencia das ferramentas de gestão da cadeia de suprimentos na postergação dos estoques de produtos acabados: um estudo de caso**. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves/RS, 2012.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA, F. B. **Leveraging Collaboration for Performance Management**. In: Wolfgang Kersten; Thorsten Blecker; Carlos Jahn. (Org.). International Supply Chain Management and Collaboration Practices. 1 ed. Lohmar - Germany: EUL Verlag, 2011, v. 1, Cap 4, p. 345-360.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **A influencia de diferentes níveis de postergação de cadeias de suprimentos nos processos de gestão da demanda**. In: XVIII Simpósio de Engenharia de Produção, Fórum de Pesquisa, Bauru/SP. 2011.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **A influencia da postergação em sistemas produtivos make-to-stock com demanda sazonal: um estudo de caso**. In: VI Simpósio de engenharia de Produção da Região Nordeste, 2011, Campina Grande. SEPRONE, 2011.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. The influence of production systems in postponement make-to-stock company in the graphic industry. **IEEEExplore Digital Library**. DOI. 10.1109/LOGISTIQUA.2011.5939425. 2011.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **The influence of production systems in postponement make-to-stock company in the graphic industry**. In: 4th International Conference on Logistics LOGISTIQUA, Hammamet. 2011.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **Leveraging Collaboration for Performance Management**. In: Wolfgang Kersten, Thorsten Blecker, Carlos jahn. (Org.). International Supply Chain Management and Collaboration Practices. 4 ed. Lohmar: JOSEF EUL VERLAG GmbH, 2011, p. 345-360.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **Analyzing the postponement of time production systems in make-to-stock and seasonal demand**. In: HAMBURG INTERNATIONAL CONFERENCE OF LOGISTICS, 2011, Hamburgo. Maritime Logistics and International Supply Chain Management, 2011.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **The influence of production systems in postponement make-to-stock with seasonal demand**. In: PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT SOCIETY, 22., 2011, Reno. Proceedings... Reno: POMS, 2011. 1 CD-ROM

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **A influencia de diferentes graus de postergação de cadeias de suprimentos nos processos de gestão da demanda**. In: XVII Simpósio de Engenharia de Produção, Fórum de Pesquisa, Bauru/SP. 2010.

RODRIGUES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA F. B. **A influencia de diferentes graus de postergação de cadeias de suprimentos nos processos de gestão da demanda.** In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Consórcio Doutoral, São Carlos/SP, 2010.