

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CCET - CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO - STRICTO SENSU
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

VILSON ROIZ GONÇALVES REBELO DA SILVA

**UM ESTUDO DE MODELAGEM DO SISTEMA HÍBRIDO *MRPII/JIT-*
KANBAN APLICADO EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

CURITIBA

2008

VILSON ROIZ GONÇALVES REBELO DA SILVA

UM ESTUDO DE MODELAGEM DO SISTEMA HÍBRIDO *MRPII/JIT-KANBAN* APLICADO EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Área de Concentração: Gerência de Produção e Logística

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Buseti de Paula

Co-orientador: Prof. Dr. Edson Pinheiro de Lima

CURITIBA

2008

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

S586e
2008

Silva, Vilson Roiz Gonçalves Rebelo da
Um estudo de modelagem do sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban* aplicado em pequenas e médias empresas / Vilson Roiz Gonçalves Rebelo da Silva ; orientador, Marco Antônio Buseti de Paula ; co-orientador, Edson Pinheiro de Paula. – 2008.
206 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008
Bibliografia: f. 183-188

1. Controle de Produção. 2. Planejamento da produção. 3. Petri, Redes de. 4. Negócios - Processamento de Dados. I. Paula, Marco Antônio Buseti de. II. Lima, Edson Pinheiro de. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. IV. Título.

CDD 20. ed. – 658.56



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

TERMO DE APROVAÇÃO

VILSON ROIZ GONÇALVES REBELO DA SILVA

UM ESTUDO DE MODELAGEM DO SISTEMA HÍBRIDO MRPII/JIT-KANBAN APLICADO EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Marco Antonio Buseti de Paula (PUCPR)
Orientador

Prof. Dr. Edson Pinheiro de Lima (PUCPR)
Co-Orientador

Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures (PUCPR)
Membro Externo

Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos (PUCPR)
Membro Interno

Prof. Dr. Rogerio de Aragão Bastos do Valle (UFRJ)
Membro Externo

Curitiba, 29 de outubro de 2008.



AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar e iluminar nesta jornada. À mãe Paulina, santa devota, pela força e energia nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais pela lição de vida e incentivo ao estudo.

Aos meus filhos pela compreensão das horas que me ausentei.

A Universidade Católica do Paraná.

A Universidade Federal do Paraná.

Aos professores Dr. Marco Antônio Buseti de Paula e Dr. Edson Pinheiro de Lima pela firmeza e competência na orientação.

Aos professores, Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures e Dr. Eduardo Alves Portela, pelas sugestões e discussão ao longo do curso.

Aos amigos Avides, pelo incentivo e fazer despertar o interesse em cursar Engenharia de Produção, e ao Paulo pelo companheirismo durante o mestrado.

Aos amigos Adelino, Deivid, e a colega Gina que me apoiaram de várias formas para a execução deste trabalho.

A todos que de uma forma ou outra contribuíram para que este trabalho de pesquisa se concretizasse.

*Não é a crítica que vale, nem o tropeço e a queda do homem viril;
Nem mesmo a falha daquele que tinha potencial para fazer melhor.
O crédito pertence, realmente, ao homem que está na arena, ao homem cuja face está
marcada de pó, de sangue de suor. E que luta com denodo; Ao homem que erra e tenta de
novo... Quantas vezes seja necessário.
O crédito pertence ao homem que conhece os grandes entusiasmos. As grandes devoções. E
que se consome na persecução de um ideal e de uma causa justa.
Ao homem que quando falha, pelo menos o faz tentando e desafiando; Ao homem que nunca
estará entre aqueles, cujas almas frias e tímidas nunca verão nem a vitória, nem a derrota.*

Theodore Roosevelt.

RESUMO

As empresas, atualmente, estão submetidas a um ambiente com profundas transformações econômicas, políticas, tecnológicas, sociais, comerciais, ambientais e a um mercado altamente competitivo com consumidores cada vez mais exigentes. A análise do gerenciamento de sistemas produtivos, em especial do sistema de planejamento e controle da produção (PCP) é de vital importância pela centralização de informações de áreas chave da empresa, tais como, finanças, marketing, produção, engenharia e de suportar a tomada de decisão para produzir, reduzir custos e melhorar a produtividade. Este trabalho de pesquisa apresenta um estudo sobre a modelagem do sistema híbrido de PCP designado *MRP/II/JIT - Kanban*, o qual reúne as vantagens do sistema *MRP* “Sistema “empurrado” no planejamento e a simplicidade da filosofia *Just in Time*-cartão *Kanban* “Sistema “puxado” no controle interno da produção. A metodologia compreende uma pesquisa experimental utilizando o mapeamento e a modelagem do PCP sob uma abordagem de processos de negócios e do formalismo das redes de Petri. Compreende também um *survey* operacionalizado através de um questionário de pesquisa explorando a utilização do sistema híbrido *MRP/II/JIT - Kanban* pelas pequenas e médias empresas (PMEs) atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e região metropolitana. A modelagem dos processos do sistema Híbrido de PCP mostrou-se indicada pela facilidade de visualização do fluxo lógico, fácil compreensão do encaminhamento dos processos, melhor entendimento da interação entre os processos, simulações com verificações estruturais do funcionamento da rede e emissões de relatórios de acompanhamento das atividades. Os resultados obtidos no *survey* realizado entre 144 PMEs mostraram uma reduzida utilização do sistema híbrido *MRP/II/JIT - Kanban* e uma limitada aplicação de *softwares* específicos para elaboração do planejamento da produção, pelas pequenas empresas..

Palavras-Chave: Sistema de Planejamento e Controle da Produção; Modelagem; Processos de Negócios; Redes de Petri.

ABSTRACT

Currently, companies are going through deep economic, political, technological, social, commercial and environmental transformations. As well, they operate in a highly competitive market with more and more demanding consumers. The analysis of productive system management, especially the Planning and Production Control System (PPC), is extremely important as it centralizes information about company's key areas such as finance, marketing, production, engineering, also supporting decision making for producing, reducing costs and improving productivity. This work proposes to study a modeling PPC hybrid system called *MRPII/JIT – Kanban*, which gets together the advantages of *MRP* systems “Push system” for planning and the simplicity of the just-in-time philosophy –*Kanban* card “Pull System” for production control. The methodology used comprehends an experimental research using PPC modeling through an approach to business processes and Petri network formalism. Also, a survey was carried out through a poll questionnaire, exploring the use of the hybrid system *MRPII/JIT – Kanban* by small and medium-sized companies (SMC's). These companies operate in the plastic, electric-electronic, metal-mechanic and steel making segments in Curitiba and Metropolitan region. PPC hybrid system modeling proved itself suitable for use due to easiness of logic flow visualization, better understanding of the carrying out of processes and their interactions, as well as simulation with verification of network operations and issuing of reports on activity monitoring. The results obtained from the survey carried out with 144 SMC's show a reduced use of hybrid system *MRPII/JIT – Kanban* and a limited application of specific software for elaborating production planning by small companies.

Keywords: Planning and Production Control, Modeling, Business Process, Petri Network.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Produtivo Total-Gestão-Operação-Interface.....	22
Figura 2 - <i>Framework</i> conceitual do projeto de pesquisa.	24
Figura 3 - Estrutura e Organização do trabalho.....	29
Figura 4 - Diagrama do projeto de pesquisa.....	31
Figura 5 - Abordagem metodológica da Teoria de simulação.....	36
Figura 6 - Interação entre os processos primários de apoio e gerencial.....	40
Figura 7 - Visão Tradicional (Vertical, de uma Organização).	41
Figura 8 - Visão do negócio da empresa por intermédio de seus processos.....	42
Figura 9 - Tipos de Rotas de <i>workflow</i>	44
Figura 10 - Relacionamento entre as terminologias básicas.....	45
Figura 11 - Relacionamento entre o <i>WF</i> e GPN.....	48
Figura 12 - O Papel da Tecnologia da Informação na gestão por Processos.	52
Figura 13 - A relação entre a realidade e o modelo.....	53
Figura 14 - O Processo de modelagem de empresa.....	55
Figura 15 - Os diferentes métodos IDEF.....	60
Figura 16 - Referência de arquitetura para ferramentas de TI aplicáveis ao <i>BPM</i>	61
Figura 17 - Rede de Petri simples.....	64
Figura 18 - Representação de bloco <i>AND</i> e <i>OR</i> , <i>join</i> e <i>split</i> , iteração e causalidade.	68
Figura 19 - Estrutura S&OP.....	79
Figura 20 – Estrutura conceitual da evolução do <i>MRP</i> , <i>MRP II</i> e <i>ERP</i>	82
Figura 21 – Análise <i>JIT-MRP II</i> segundo considerações estratégicas.....	87
Figura 22 - Esquema de um sistema híbrido <i>MRP II/JIT</i>	88
Figura 23 – Missão e Estratégias.....	90
Figura 24 – Cartões <i>Kanban</i> transferência (transporte) e produção.....	96
Figura 25 - Fluxo de cartões <i>kanban</i> e recipientes entre dois centros de trabalho.....	96
Figura 26 - <i>Backflushing</i> – Mecanismo para baixa automática de recursos.....	98
Figura 27 - Ciclo de desenvolvimento.....	101
Figura 28 - Diagrama de representação geral do sistema híbrido <i>MRP II / JIT – Kanban</i>	105
Figura 29 - Modelo 1: Sistema Híbrido <i>MRP II / JIT-Kanban</i>	107
Figura 30 - Modelo 2: Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional.....	108
Figura 31 - Modelo 3: Planejamento Agregado da Produção.....	109

Figura 32 - Modelo 4: Gestão da demanda e DRP (Cliente).....	110
Figura 33- Modelo 5: Previsão da Demanda.....	111
Figura 34 - Modelo 6: Planejamento Mestre da Produção.....	112
Figura 35 – Modelo 7: Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade.....	113
Figura 36 - Modelo 8: Planejamento dos Recursos de Distribuição (DRP).....	114
Figura 37 - Modelo 9: Controle da Produção - <i>JIT/Kanban</i>	116
Figura 38 - Modelo 1 (<i>MRP II JIT</i>) no <i>software Income</i>	117
Figura 39 - O <i>software Income</i>	119
Figura 40 - Redes de Petri no <i>software Income</i>	120
Figura 41 - Estrutura típica de uma pequena empresa de manufatura.....	122
Figura 42 - Organização típica de uma empresa industrial de porte médio.....	123
Figura 43 - Simulação do Modelo 1: Sistema Híbrido <i>MRP II / JIT</i>	132
Figura 44 - Cargo desempenhado pelo entrevistado.....	134
Figura 45 - Tamanho da empresa.....	134
Figura 46 - Tipo da empresa.....	135
Figura 47 - Resultados das perguntas objetivas do Planejamento Agregado da Produção.....	136
Figura 48 - Resultados das perguntas graduadas do Planejamento Agregado da Produção ..	137
Figura 49 - Resultados das perguntas objetivas do Planejamento Mestre da Produção.....	140
Figura 50 - Resultados das perguntas graduadas do Planejamento Mestre da Produção.....	141
Figura 51 - Resultado das perguntas objetivas do Sistema de PCP.....	143
Figura 52 - Resultado das perguntas graduadas do Sistema de PCP.....	144
Figura 53 - Verificação da hipótese H_1 sobre Planejamento Agregado da Produção.....	149
Figura 54 - Verificação da hipótese H_2 sobre Planejamento Mestre da Produção.....	152
Figura 55 - Verificação da hipótese H_3 sobre Sistema de PCP.....	155
Figura 56 - Dendrograma do agrupamento.....	164
Figura 57 - Modelo 1 (<i>MRP II JIT</i>) no <i>software Income</i>	186
Figura 58 - Modelo 2 (Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional) no <i>software Income</i>	186
Figura 59 - Modelo 3 (Planejamento Agregado da Produção) no <i>software Income</i>	187
Figura 60 - Modelo 4 [Gestão da demanda e DRP (Cliente)] no <i>software Income</i>	187
Figura 61 - Modelo 5 (Previsão da Demanda) no <i>software Income</i>	188
Figura 62 - Modelo 6 (Planejamento Mestre da Produção) no <i>software Income</i>	189
Figura 63 - Modelo 7 (Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade) no <i>software Income</i>	189

Figura 64 - Modelo 8 [Planejamento dos Recursos de Distribuição (DRP)] no <i>software Income</i>	190
Figura 65 - Modelo 9 (Controle da Produção - <i>JIT/Kanban</i>) no <i>software Income</i>	190
Figura 66 - Tela de modelagem - <i>Income</i>	191
Figura 67 - Simulação do Modelo 1: Sistema Híbrido <i>MRP II / JIT</i>	194
Figura 68 - Simulação do Modelo 2: Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional.....	195
Figura 69 - Simulação do Modelo 3: Planejamento Agregado da Produção.....	195
Figura 70 - Simulação do Modelo 4: Gestão da demanda e DRP (Cliente).....	196
Figura 71 - Simulação do Modelo 5: Previsão da Demanda	196
Figura 72 - Simulação do Modelo 6: Planejamento Mestre da Produção	197
Figura 73 - Simulação do Modelo 7: Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade	198
Figura 74 - Simulação do Modelo 8: Planejamento dos Recursos de Distribuição (DRP)....	198
Figura 75 - Simulação do Modelo 9: Controle da Produção - <i>JIT/Kanban</i>	199

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Impacto da Tecnologia da Informação sobre o gerenciamento por Processos.....	50
Tabela 2 – Estatística descritiva	147
Tabela 3 - Dados obtidos das respostas dos questionários para o Planejamento Agregado da Produção.....	148
Tabela 4 - Dados observados e esperados para o Planejamento Agregado da Produção	150
Tabela 5 - Dados obtidos das respostas dos questionários para o Planejamento Mestre da Produção.....	152
Tabela 6 - Dados observados e esperados para o Planejamento Mestre da Produção.....	153
Tabela 7 - Dados obtidos das respostas dos questionários para o Sistema de PCP.....	154
Tabela 8 - Dados observados e esperados para o Sistema de PCP	155
Tabela 9 - Correlações entre as respostas graduadas do Planejamento Agregado da Produção.	157
Tabela 10 - Correlações entre as respostas graduadas do Planejamento Mestre da Produção.	157
Tabela 11 - Correlações entre as respostas graduadas do Sistema de PCP	158

LISTA DE ABREVIATURAS

ARIS - *Architecture for Integrated Information Systems*
BAM - *Business Activity Monitoring*
BI - *Business Intelligence*
BPEL - *Business Process Execution Language*
BPM - *Business Process Management*
BPR - *Business Process Reengineering*
BPM - *Business Process Modeling*
BPMN - *Business Process Management Notation*
BPS - *Business Process Simulation*
BRE - *Business Rules Engine*
BSC - *Balanced Scorecard*
CAM I - *Computer Aided Manufacturing – International*
CEP - *Controle Estatístico de Processo*
CH - *Case Handling*
CIMOSA - *Computer Integrated Manufacturing Open Systems Architecture*
CRM - *Customer Relationship Management*
DES - *Discrete Event Simulation*
DRP - *Distribution Requirements Planning*
EAI - *Enterprise Application Integration*
ECM - *Enterprise Content Management*
EPC - *Event-driven Process Chain*
ERP - *Enterprise Resource Planning*
ES - *Estoque de Segurança*
GED - *Gerenciamento Eletrônico de Documentos*
GEM - *General Enterprise Model*
GERAM - *Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology*
GIM - *GRAI Integrated Methodology*
GRAI - *Graphs with Interrelated Results and Activities*
ICAM - *Integrated Computer Aided Manufacturing Definition*
ICOM - *Input, Control, Output Mechanisms*
IDEF - *Integration Definition for Function Modeling*

IEM - *Integrated Enterprise Modeling*
ISSO - *International Organization for Standardization*
JIT - Justo no tempo (*Just-in-time*)
LT - *Lead Time*
MRP - *Material Requirements Planning*
MRP II - *Manufacturing Resource Planning*
MPN - Modelagem de Processos de Negócios
ODBC - *Open Database Connectivity*
OPT - *Optimized Production Technology*
PCP - Planejamento e Controle de Produção
PDCA - *Plan, Do, Control and Action*
PERT - *Program Evaluation and Review Technique*
RdP - Redes de Petri
SMD - Sistema de Medição de Desempenho
SMTP - *Simple Mail Transfer Protocol*
TI - Tecnologia da Informação
TOC - *Theory of Constraints* (Teoria das Restrições)
TPC - Tambor-Pulmão-Corda
UML - *Unified Modeling Language*
WF – *Workflow* (Fluxo de trabalho)
WFMC - *Workflow Management Coalition*
WF-Net - *Workflow-Net*
XML - *eXtensible Markup Language*
XPDL - *XML Process Definition Language*

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação das abordagens de melhoria contínua, inovação de processos e <i>BPM</i>	47
Quadro 2 - Comparativo Modelos Conceituais de PCP.	75

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	19
1.1 INTRODUÇÃO.....	19
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	21
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA	24
1.4 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	25
1.5 OBJETIVO DO TRABALHO	27
1.5.1 Objetivo geral	27
1.5.2 Objetivos específicos	27
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO E ORGANIZAÇÃO	28
2 METODOLOGIA DE PESQUISA	30
2.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA DA PESQUISA	30
2.2 O DIAGRAMA DA METODOLOGIA DA PESQUISA	30
2.3 ANTEPROJETO DA PESQUISA	32
2.3.1 Revisão bibliográfica	32
2.3.2 Framework de suporte à pesquisa	33
2.3.3 Construção das hipóteses	33
2.4 PESQUISA EXPERIMENTAL - EXPLORATÓRIA	35
2.4.1 Pesquisa experimental	35
2.4.2 Pesquisa exploratória	37
3 REVISÃO E REFERENCIAL TEÓRICO	38
3.1 O GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS	38
3.1.1 Introdução	38
3.1.2 O processo	38
3.1.3 Gestão por processos	40
3.1.4 Processo de negócio	42
3.1.5 A tecnologia <i>workflow</i>	43
3.1.5.1 Introdução.....	43
3.1.5.2 Padronização de <i>workflow</i> – o modelo de referência <i>WFMC</i>	44
3.1.6 BPM- Gerenciamento de processos de negócios	46
3.1.7 A relação entre o <i>workflow</i> e o BPM	48
3.2 A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	49

3.2.1 Introdução	49
3.2.2 A tecnologia da informação no gerenciamento por processos.....	50
3.2.2.1 Introdução às oportunidades para apoiar a gestão de processos.....	50
3.2.2.2 A TI como habilitadora e implementadora na gestão por processos.....	51
3.3 MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS	53
3.3.1 Modelagem de processos	53
3.3.2 A modelagem da empresa	55
3.3.3 Softwares de modelagem de processos de negócio	56
3.3.3.1 Introdução.....	56
3.3.3.2 CIMOSA (<i>Open System Architecture for CIM</i>).....	57
3.3.3.3 GIM – <i>GRAI Integrated Methodology</i>	57
3.3.3.4 PERA	58
3.3.3.5 A arquitetura para sistemas integrados de informação - <i>ARIS</i>	58
3.3.3.6 Métodos integrados de definição - <i>IDEF</i>	59
3.3.4 Ferramentas de TI que suportam o <i>BPM</i>.....	60
3.4 REDES DE PETRI	62
3.4.1 Fundamentos.....	62
3.4.2 Rede de Petri clássica	64
3.4.2.1 Definição formal.....	65
3.4.2.2 Classificação e propriedades das redes de Petri	65
3.4.2.3 Redes de Petri de alto nível	66
3.4.3 Workflow e redes de Petri	67
3.4.3.1 Workflow – NET	68
3.4.3.2 Workflow-NET características	69
3.4.3.3 Workflow-NET <i>softwares</i>	69
3.4.4 Redes de Petri – <i>BPM softwares</i>	70
3.5 SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	70
3.5.1 Introdução	70
3.5.2 Sistemas produtivos.....	71
3.5.3 Evolução do PCP	72
3.5.4 Sistemas conceituais de PCP.....	74
3.5.5 Sistema “empurrado” – <i>MRP, MRPII, ERP</i>.	76
3.5.5.1 Planejamento de necessidades de materiais- <i>MRP</i>	77
3.5.5.2 Planejamento de recursos de materiais- <i>MRPII</i>	78

3.5.5.3 Planejamento dos recursos das empresas - <i>ERP</i>	81
3.5.6 Sistema “puxado” - <i>Just in Time</i>	82
3.5.7 Sistema PCP híbrido <i>MRPII/JIT - kanban</i>.....	85
3.5.7.1 Introdução.....	85
3.5.7.2 Análise do sistema híbrido <i>MRPII/JIT-Kanban</i>	88
3.5.7.2.1 <i>MRPII/JIT-Kanban</i> – S&OP, Gestão da Demanda	89
3.5.7.2.2 <i>MRPII/JIT-Kanban</i> – <i>MPS, MRP, CRP, DRP</i>	92
3.5.7.2.3 <i>MRPII/JIT-Kanban</i> – controle da produção	95
4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO DE MODELAGEM.....	99
4.1 INTRODUÇÃO À MODELAGEM DO PCP.....	99
4.2 METODOLOGIA DA MODELAGEM.....	100
4.3 MODELO DE REFERÊNCIA.....	101
4.4 MODELAGEM <i>MRPII/JIT – KANBAN</i>	102
4.4.1 Mapeamento dos processos- modelo de referência.....	102
4.4.2 Mapeamento dos processos – modelo de referência- <i>VISIO</i>.....	106
4.4.3 Modelagem dos processos – modelo de referência <i>INCOME</i>	116
4.5 <i>SOFTWARES</i> DE APOIO AO MAPEAMENTO E MODELAGEM.....	118
4.5.1 <i>Software Microsoft VISIO</i>.....	118
4.5.2 <i>Software INCOME Process Designer</i>.....	118
5 APLICAÇÃO DO MODELO <i>MRPII/ JIT-KANBAN</i> EM UM <i>SURVEY</i>	121
5.1 INTRODUÇÃO.....	121
5.2 METODOLOGIA DO <i>SURVEY</i> – LEVANTAMENTO DE DADOS	121
5.3 PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS.....	121
5.4 EMPRESAS PESQUISADAS E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	123
5.5 OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	124
5.5.1 Instrumentos de pesquisa.....	124
5.5.2 Aplicação da pesquisa	129
5.5.2.1 Teste piloto	129
5.5.2.2 Envio e recebimento dos questionários de pesquisa.....	129
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	131
6.1 ANÁLISE DA MODELAGEM	131
6.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DO LEVANTAMENTO DE DADOS.....	133
6.2.1 Identificação da empresa e do entrevistado	133
6.2.1.1 Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário	133

6.2.1.2 Tamanho da empresa	134
6.2.1.3 Tipo da empresa	135
6.2.2 ANÁLISE DESCRITIVA	135
6.2.2.1 Planejamento agregado da produção	136
6.2.2.1.1 Questões objetivas	136
6.2.2.1.2 Questões graduadas	137
6.2.2.2 Planejamento mestre da produção	139
6.2.2.2.1 Questões objetivas	140
6.2.2.2.2 Questões graduadas	141
6.2.2.3 Sistema de planejamento e controle da produção.....	143
6.2.2.3.1 Questões objetivas	143
6.2.2.3.2 Questões graduadas	144
6.2.2.4 Estatística descritiva adicional	146
6.2.3 ANÁLISE INFERENCIAL	147
6.2.3.1 O teste das hipóteses.....	147
6.2.3.1.1 Teste da hipótese do planejamento agregado da produção.....	148
6.2.3.1.2 Teste da hipótese do planejamento mestre da produção.....	151
6.2.3.1.3 Teste da hipótese do sistema de planejamento e controle da produção.....	154
6.2.3.2 Análise de correlações	156
6.2.3.2.1 Planejamento agregado da produção	156
6.2.3.2.2 Planejamento mestre da produção	157
6.2.3.2.3 Sistema híbrido <i>MRPII/JIT-Kanban</i> controle da produção	158
6.2.3.2.4 Teste de consistência estatística confiabilidade – estimativa alfa de Cronbach.....	159
6.2.3.3 Análise de agrupamentos (<i>cluster</i>)	162
6.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO COM O MODELO DE REFERÊNCIA	165
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	167
7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
7.2 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO.....	170
7.3 LIMITAÇÕES DE PESQUISA	171
7.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	172
7.5 CONCLUSÃO.....	173
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
ANEXO I – SIMBOLOGIA DO (<i>BPMN</i>)	180

APÊNDICE A – MODELAGEM DOS PROCESSOS NO <i>SOFTWARE INCOME</i>	185
APÊNDICE B – ROTEIRO PARA MODELAGEM NO <i>SOFTWARE INCOME</i>	191
APÊNDICE C – RELATÓRIO DE RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL LÓGICA DOS PROCESSOS (MODELOS).....	194
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	200
APÊNDICE E – E-MAIL DE SOLICITAÇÃO DE RESPOSTA À PESQUISA	203
APÊNDICE F – TABELA DE APURAÇÃO DE DADOS DAS EMPRESAS.....	204
APÊNDICE G – TABULAÇÃO DAS RESPOSTAS APURADAS	205
APÊNDICE H – ESTATÍSTICA DA VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES	206

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1.1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos de 1950 até o início do século XXI, a estratégia da produção passou por quatro fases distintas: eficiência, qualidade, flexibilidade e inovação, objetivando ser eficiente, reduzir custos, melhorar a produtividade e fabricar com qualidade produtos flexíveis e inovadores (BOLWIJN e KUMP, 1990).

Entretanto, desde o início da década de 90 até os dias presentes, apresenta-se um cenário de profundas transformações econômicas, políticas, tecnológicas, sociais, comerciais e ambientais como antes nunca acontecido e com impacto significativo sobre os sistemas produtivos e reflexos profundos na forma de gerenciar os recursos humanos, a informação, o capital, a matéria prima, a tecnologia e, assim sendo, produzir e negociar. Nas condições de mudanças profundas e complexidade dos processos, produtos e das organizações (ZARIFIAN, 1997), as empresas precisam ser estudadas de forma integral, globalizada, com uma visão sistêmica para que possam ser identificados com clareza os pontos ou inter-relações que precisam de melhorias ou reformulações. Conforme Neto e Alliprandini (2002) os gerentes que enfocam suas organizações como sistemas, e as gerenciam como tal, têm a possibilidade de visualizar não apenas as atribuições de cada departamento, mas sim, enxergam os clientes, seus produtos e fluxos de trabalho, conseguindo ainda, determinar as fronteiras dos departamentos e como gerenciar as interfaces. Para se posicionarem frente a aspectos cruciais, tais como, o atendimento das necessidades dos clientes cada vez mais exigentes, a competição e as mudanças impulsionadas pelo desenvolvimento tecnológico e a tecnologia da informação, requerem-se alterações na forma de atuação dos sistemas produtivos e de gerenciamento das empresas. Um conceito de extrema relevância para análise dos aspectos anteriormente citados designa-se gerenciamento dos processos de negócios.

O processo de negócio caracteriza-se como um grupo de atividades relacionadas que usam recursos humanos, informação e quaisquer outros recursos com o fim de agregar valor ao cliente. Este processo apresenta entradas e saídas, início e fim, tempo e lugar, constituindo-se na conexão entre clientes e a estrutura organizacional. Portanto, o gerenciamento de processos de negócio é definido como o suporte ao processo de negócio utilizando métodos, técnicas e *software* para projetar, ativar, controlar e analisar processos operacionais

envolvendo humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação (WESKE et al, 2004).

Os estudos atuais sobre comportamento, atuação e desempenho da empresa enfocam aspectos de empresa integrada, globalizada, ou seja, o conceito de *Enterprise Engineering*. Um recurso que é disponibilizado através da tecnologia da informação, o *software*, permite a modelagem das empresas para realizar inúmeras análises com os mais diversos fins.

A modelagem dos processos de negócio é uma abordagem largamente usada para adquirir visibilidade sobre os processos existentes e assim promover melhoria dos processos e ainda obter cenários para processos futuros (ROSEMANN, 2006). A modelagem dos processos de negócio é complexa e apresenta grandes dificuldades. Um modelo de processo que reflita uma visão real dos processos de negócios é essencial para promover melhorias nos processos e desenvolver sistemas de informações com sucesso (DAMIJ, 2007). Conforme Kettinger et al (1997), em um estudo sobre processos de negócios, registrou 25 metodologias, 72 técnicas e 102 ferramentas aplicáveis, o que caracteriza uma grande variedade de abordagens de análise.

Com o objetivo inicial de modelagem de sistemas com autômatos e componentes concorrentes, Carl Adam Petri, em sua tese de doutorado em 1962, propôs uma ferramenta direcionada para análise e modelagem de sistemas a eventos, um sistema em que as mudanças de estado variam bruscamente e ocorrem em instantes precisos. Esta ferramenta mostrou-se ser utilizável em várias outras aplicações, inclusive em processos de negócios, sendo que Zisman aplicou pela primeira vez em 1977, os conceitos de Redes de Petri para representar procedimentos de escritório como passos iniciais de sistemas de *Workflow* (SALIMIFARD et al, 2001).

Desde então, inúmeras pesquisas, trabalhos e congressos têm sido realizados para se estudar e desenvolver a ferramenta de redes de Petri, principalmente a modelagem de *Workflow* (fluxos de trabalho). As redes de Petri têm sido amplamente aplicadas por apresentarem forte base matemática, fácil aprendizado, livre acesso, representação gráfica, disporem de formalismo matemático que conduz à utilização de vários métodos de análise.

Os sistemas de planejamento e controle da produção encontram-se baseados em três modelos conceituais principais; sistemas “empurrado”, “puxado” e aqueles que programam a produção com base no recurso com restrição de capacidade OPT- Optimized production technology. Todavia com a crescente popularização das técnicas, práticas e filosofias de produção e controle da manufatura vindas do oriente, principalmente japonesas, passou-se a implementar em empresas fornecedoras para o setor automobilístico e eletro-eletrônico um

sistema de produção híbrido que procura utilizar as vantagens de cada tipo de sistema. Neste aspecto um sistema que ao redor do mundo desenvolve-se é designado *MRPII/JIT-Kanban* que reúne as vantagens do sistema *MRPII* (sistema “empurrado”) para o planejamento global e a simplicidade da filosofia e técnicas do sistema *Just in Time* (sistema “puxado”) no controle interno da produção. Na maioria dos casos, conforme Vollmann et al (2002), a necessidade de integração entre o *MRP* e o *JIT* ocorre em empresas que têm um sistema de *MRP* instalado e estão no processo de implementação de algum aspecto do *JIT*. As pressões para atender aos padrões de classe mundial, o uso de benchmarking global e a competição intimidadora, trouxeram a necessidade de maiores alterações na maneira como a produção é feita.. A resposta a essas preocupações nas melhores empresas tem sido implementar aspectos do *JIT*. Em Curitiba e região metropolitana a partir dos anos de 1990, com a instalação de indústrias do setor automobilístico, as empresas atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico sofreram impacto das exigências e necessidades destas organizações de classe mundial e altamente competitivas.

Portanto neste cenário, surge a motivação que norteia a pesquisa de desenvolver uma modelagem do sistema de planejamento e controle da produção, abordando aspectos de gerenciamento de processos de negócio e fundamentada no formalismo das Redes de Petri. Adota-se como modelo de referência um sistema de planejamento e controle da produção híbrido, designado *MRPII/JIT-Kanban*, o qual é aplicado em um levantamento de dados nas pequenas e médias empresas atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e região metropolitana, tal que permita oferecer respostas e soluções para a problematização explicitada.

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Os sistemas produtivos, principalmente os da manufatura, apresentam-se imersos em grandes mudanças, caracterizando-se por grande complexidade, requerendo análise globalizada, uso intensivo de capital para aquisição de instalações, matéria prima, máquinas e equipamentos e aplicação de mão de obra qualificada, razão pela qual são requeridas eficiência, eficácia e efetividade dos responsáveis pelo gerenciamento, com a finalidade de reduzir custos e aumentar a produtividade. Conforme disposto na figura 1, é mostrada uma representação do sistema produtivo total compreendendo dois subsistemas: Gerenciamento e

Central (operações) com as respectivas interfaces.

O subsistema central, o que é gerenciado, caracteriza-se por entradas (fornecedores) e a transformação por meio de processos geradores de valor em saídas (bens e serviços). O subsistema de gestão é composto de dois blocos, ou seja, “O que é usado para gerenciar” e “Quem e como gerencia”. Através de medições e dados extraídos do subsistema central e utilizando ferramentas de medição e tomada de decisão, o bloco “O que é usado para gerenciar” apresenta as informações ao bloco “Quem e como gerencia” (tomador de decisão). O bloco tomador de decisão, através da percepção da informação, toma decisão e atua no subsistema central, procurando corrigir as anomalias encontradas para que o sistema, como um todo, opere dentro dos valores especificados e esperados.

Estrutura de um Sistema Produtivo

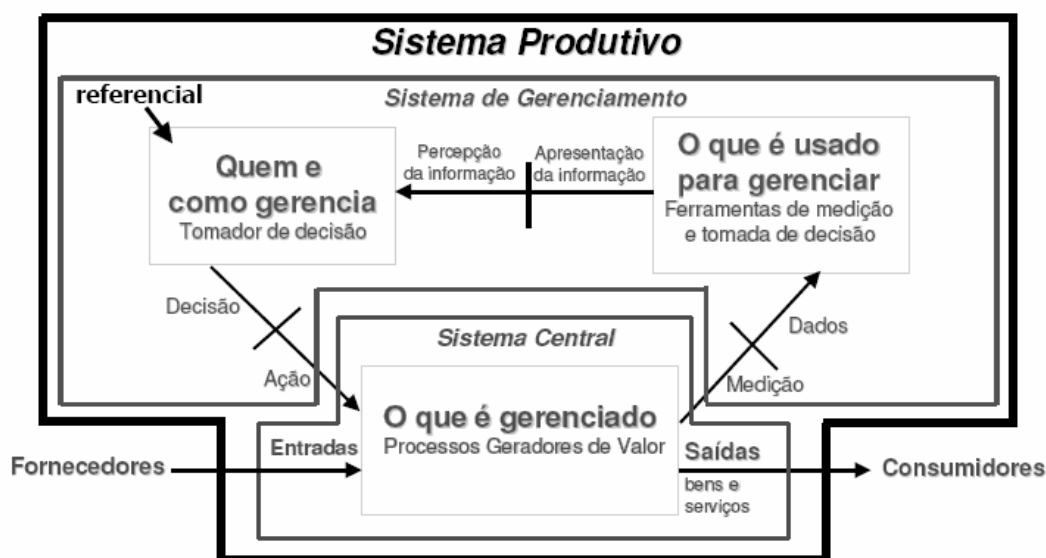


Figura 1 - Sistema Produtivo Total-Gestão-Operação-Interface
Fonte: Kursted, (2000).

A parte principal na análise de empresa globalizada apóia-se no conceito de *Enterprise engineering* o qual pode ser definido como a arte de compreender, especificar, analisar e implementar processos de negócio por todo o ciclo de vida da empresa, tal que a mesma possa encontrar seus objetivos, ter baixo custo e ser competitiva no mercado. *Enterprise engineering* também pode ser considerado como um novo campo interdisciplinar, o qual reúne disciplinas de engenharia de sistemas e de gerenciamento estratégico.

Face ao descrito anteriormente, o problema principal apresenta-se na forma de como analisar o sistema produtivo (gestão, operação e interfaces), ou seja, a empresa globalizada

sob uma abordagem de gerenciamento de processos de negócios, de tal maneira que possam ser estudados os seguintes aspectos principais:

- Ação organizacional; utilização e programação de recursos; formação e desenvolvimento de competências; fluxo real de materiais e informações; gestão estratégica do desempenho; gestão estratégica de operações (bens manufaturados e serviços).
- Obtenção de conhecimento sobre o funcionamento da empresa integrada, para:
 - Subsidiar a tomada de decisão, gerenciar a complexidade do sistema, gerir os processos com maior eficiência, evidenciar aspectos da cultura organizacional.
- Obtenção de conhecimento sobre o sistema de gerenciamento - planejamento e controle da produção, para:
 - Analisar o PCP como um processo para aumentar a transparência;
 - Obter condições de melhorar a visualização dos processos para reduzir a incerteza e a variabilidade do mesmo;
 - Corrigir a falta de vínculo entre os níveis de planejamento (curto, médio e longo prazo);
 - Corrigir desatualizações dos planos e deficiência do controle em tempo real;
 - Proceder à melhoria dos processos para posterior informatização;
 - Incrementar o uso de *softwares* e o impacto positivo sobre o planejamento e controle da produção;
 - Incrementar a integração de sistemas computacionais por meio da função centralizadora de informações que o PCP desempenha;
- Particularizar esta problematização para as pequenas e médias empresas – PMEs. Elas são as organizações que mais geram emprego (ao contrário das grandes organizações que desempregam) (KANITZ, 2007). Em particular no Brasil, as PMEs têm dificuldades na obtenção de empréstimo, sofrem competição acirrada e acentuada pela grande quantidade de empresas, são submetidas a uma carga tributária insuportável, além da inacessibilidade a *softwares* confiáveis.

- Regionalizar a análise das PMEs para Curitiba e região metropolitana a fim de estudar e compreender o segmento industrial de plásticos, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico, impactados com a instalação de empresas automobilísticas a partir dos anos de 1990, no que tange aos sistemas de planejamento e controle da produção praticados.
- O grande avanço da tecnologia da informação disponibiliza ferramentas que permitem a modelagem e simulação do sistema produtivo, tal que entre outras vantagens, conduza à melhor forma de entender o funcionamento dos sistemas de gerenciamento, compreensão dos processos e sua integração, as relações entre a estrutura organizacional, a estratégia e o desempenho da organização. A modelagem dos processos de negócios da empresa – *Enterprise business modeling* – é um pré-requisito para que a empresa se integre com sucesso (DONG e CHEN, 2005).

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Devido à amplitude e complexidade de desenvolver uma modelagem de todo o sistema produtivo, o trabalho de pesquisa ora proposto delimitou a área de estudo ao sistema de planejamento e controle da Produção, ou seja, à área de gestão.

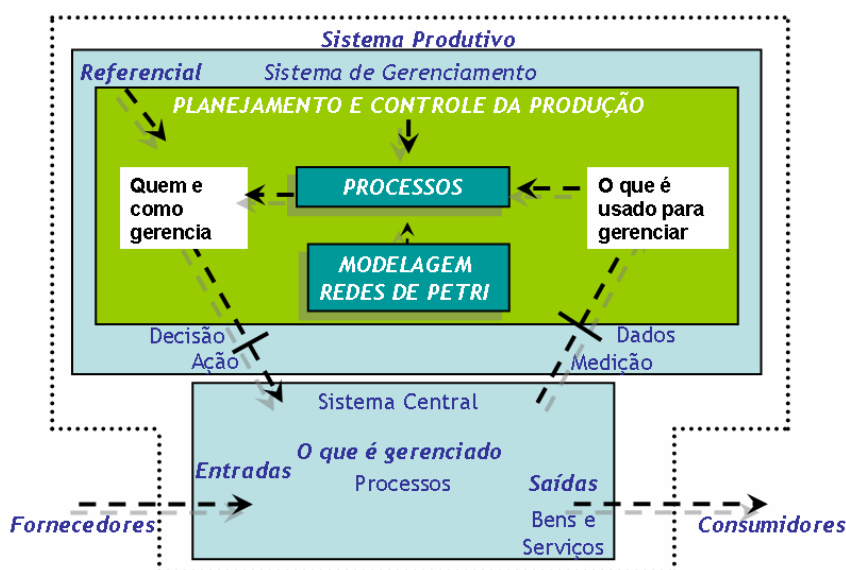


Figura 2 - Framework conceitual do projeto de pesquisa.
Fonte: Adaptada pelo autor, (Kursted, 2000).

A figura 2 mostra um *Framework* conceitual do tema da pesquisa, destacando em negrito os processos relacionados ao sistema de planejamento e controle da produção e à aplicação da modelagem por meio do formalismo das Redes de Petri. O Framework está fundamentado na figura 1 Sistema produtivo total-gestão-operação-interface formulado por Kursted, (2000).

1.4 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A realização desta pesquisa para modelagem do sistema de planejamento e controle da produção sob uma abordagem de processos de negócios e do formalismo das redes de Petri é justificada pelo seguintes aspectos:

1 - O sistema produtivo, por exigir capital intensivo, sofrer forte competição no mercado e precisar atender necessidades dos clientes cada vez mais exigentes, resulta em sistemas complexos, que requerem análises com várias técnicas e mecanismos para poder reduzir os custos e melhorar a produtividade, sem afetar a qualidade dos seus produtos. Um conceito de extrema relevância para análise dos aspectos anteriormente citados designa-se gerenciamento dos processos de negócios – *BPM*.

2 - A revolução da tecnologia da informação como poderoso agente de mudanças, disponibiliza grande variedade de *softwares* para modelagem e simulação, que permite aplicação em sistemas complexos, ou seja, na forma como se apresentam os sistemas produtivos. Em especial, citamos a modelagem de sistemas a eventos discretos. As redes de Petri têm sido amplamente aplicadas por apresentarem forte base matemática, fácil aprendizado, livre acesso, representação gráfica, dispor de formalismo matemático que conduz à utilização de vários métodos de análise.

3 - De modo geral, a forma de produzir e gerenciar os negócios se alterou substancialmente, criando uma grande diferença entre a estrutura organizacional e o processo de negócio propriamente dito. A estrutura organizacional comporta os departamentos, divisões e seções e o processo de negócio é representado pelos processos, atividades e tarefas da empresa para efetuar o seu negócio.

4 - A modelagem de processo do negócio estuda e procura entender as relações, articulações, afinidades que se estabelecem entre a estrutura e o processo. Os processos e atividades consomem recursos e são importantes porque envolvem o cliente e toda a

organização. Por outro lado, a estrutura abriga os recursos humanos, parte fundamental e explicitada pelos dirigentes como o maior patrimônio da organização. Portanto, estudar os relacionamentos entre a ação da estrutura organizacional e o processo de negócio abordando aspectos de estratégia, desempenho, entre outros, torna-se de grande importância e influência para o gerenciamento da empresa.

5 – O sistema de gerenciamento fundamentado no sistema de planejamento e controle da produção apresenta-se como órgão vital de coordenação e aplicação de recursos produtivos, procurando atender da melhor forma possível aos planos estabelecidos em níveis estratégico, tático e operacional. A compreensão dos processos do PCP e suas inter-relações são de extrema importância para corrigir desatualizações dos planos, deficiências dos sistemas de controle e propor melhorias dos processos.

6 - Explorar a utilização de sistemas híbridos de planejamento e controle da produção designados *MRPII/JIT- Kanban* pelas PMEs de Curitiba e região metropolitana com o objetivo de levantar dados sobre o sistema PCP praticado e o comportamento das empresas.

7 – O estado do Paraná apresenta uma economia fortemente baseada no setor agropecuário, sendo que Curitiba, até os anos de 1970, apresentava um parque industrial pouco significativo em relação aos demais centros industriais do país. Na década de 1970, com a criação da cidade industrial de Curitiba e posteriormente na década de 1990, com a instalação de empresas automobilísticas na região metropolitana, houve uma alteração significativa no perfil industrial e nas necessidades que o mercado passou a exigir das pequenas e médias empresas aqui instaladas. Portanto, entender o comportamento dos sistemas de planejamento e controle da produção das PMEs através da modelagem e de levantamento de dados em campo contribuirá para avaliar de que forma estas organizações atuam e quais aspectos podem ser melhorados para permitir um atendimento aos requisitos e exigências de empresas de padrão mundial, altamente competitivas e inovadoras, como são consideradas as empresas do setor automobilístico.

1.5 OBJETIVO DO TRABALHO

1.5.1 Objetivo geral

O objetivo principal desta pesquisa é desenvolver um estudo de modelagem do sistema de planejamento e controle da produção híbrido *MRPII/JIT-Kanban*, abordando aspectos de gerenciamento de processos de negócios e fundamentado no formalismo das Redes de Petri.

1.5.2 Objetivos específicos

Em decorrência da modelagem dos processos do sistema de planejamento e controle da produção, são delineados os objetivos específicos a seguir explicitados.

- Mapear e reconhecer os processos existentes no sistema de planejamento e controle da produção híbrido *MRPII/JIT-Kanban*.
- Construir um modelo de referência do sistema de planejamento e controle da produção híbrido *MRPII/JIT-Kanban*, baseado na literatura e em *softwares* existentes.
- Desenvolver o modelo de referência em um *software* designado *Income Process Designer*, através deste efetuar a modelagem e simulação com verificação estrutural de funcionamento da rede, sob uma abordagem de gerenciamento de processos de negócios (*BPM*) e do formalismo das redes de Petri.
- Explorar a utilização dos modelos de referência do sistema de planejamento e controle da produção constituído de uma estrutura híbrida de planejamento e controle da produção, designada *MRPII/JIT-Kanban* e sua utilização prática por meio de um *survey* a ser aplicado através de um questionário de pesquisa em pequenas e médias empresas atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e região metropolitana.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO E ORGANIZAÇÃO

A presente dissertação divide-se em quatro partes.

A primeira parte trata da fundamentação e da revisão bibliográfica, onde o compromisso é trabalhar nos aspectos relacionados a:

- Capítulo 1 – Introdução;
- Capítulo 2 – Metodologia de pesquisa;
- Capítulo 3 – Revisão teórica

A segunda parte trata da modelagem do sistema de planejamento e controle da produção e está descrita no Capítulo 4.

A terceira parte relaciona-se à aplicação em campo da pesquisa, através de levantamento de dados (*survey*) descrito no Capítulo 5.

Continuando, na terceira parte, no Capítulo 6, analisam-se os dados da pesquisa e os resultados são comparados com o modelo de referência.

Finalizando, no Capítulo 7, tem-se a quarta parte onde são apresentadas as considerações finais e recomendações (considerações finais, contribuições do estudo, limitações da pesquisa, recomendações pra trabalhos futuros e conclusão), encerrando a dissertação com a relação das Referências Bibliográficas, Anexo e Apêndices.

A figura 3, a seguir, ilustra esta estrutura.

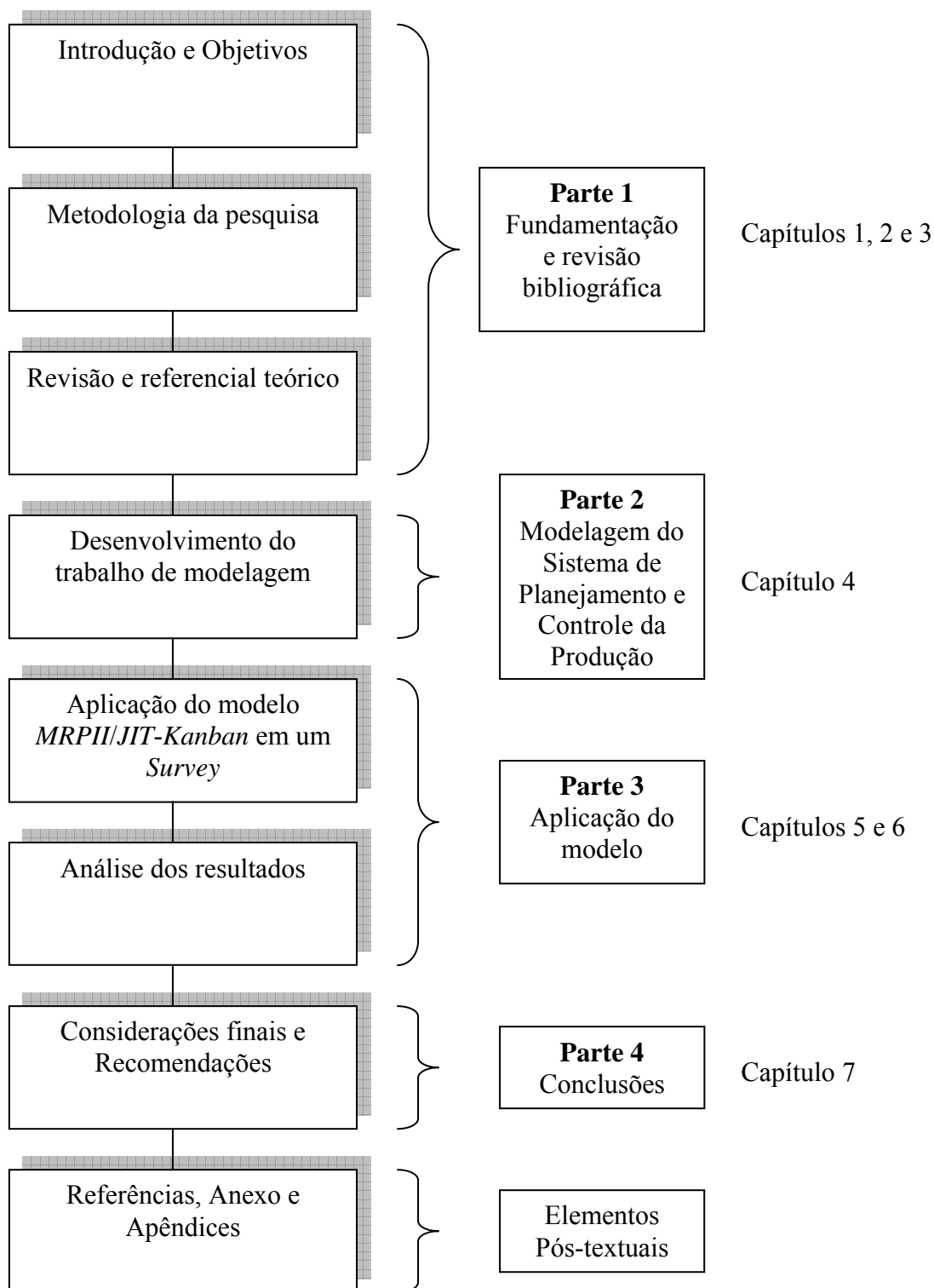


Figura 3 - Estrutura e organização do trabalho
Fonte: O autor, (2008).

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

2.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa pode ser considerada um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais. Significa muito mais do que apenas procurar a verdade: é encontrar respostas para questões propostas, utilizando métodos científicos. (LAKATOS e MARCONI, 1991). A metodologia é a explicação detalhada rigorosa e exata de toda a ação desenvolvida no método do trabalho de pesquisa.

2.2 O DIAGRAMA DA METODOLOGIA DA PESQUISA

Conforme disposto na figura 4, a metodologia deste trabalho de pesquisa está fundamentada em duas partes principais. A primeira parte constitui-se de um anteprojeto e a segunda parte, da pesquisa propriamente dita.

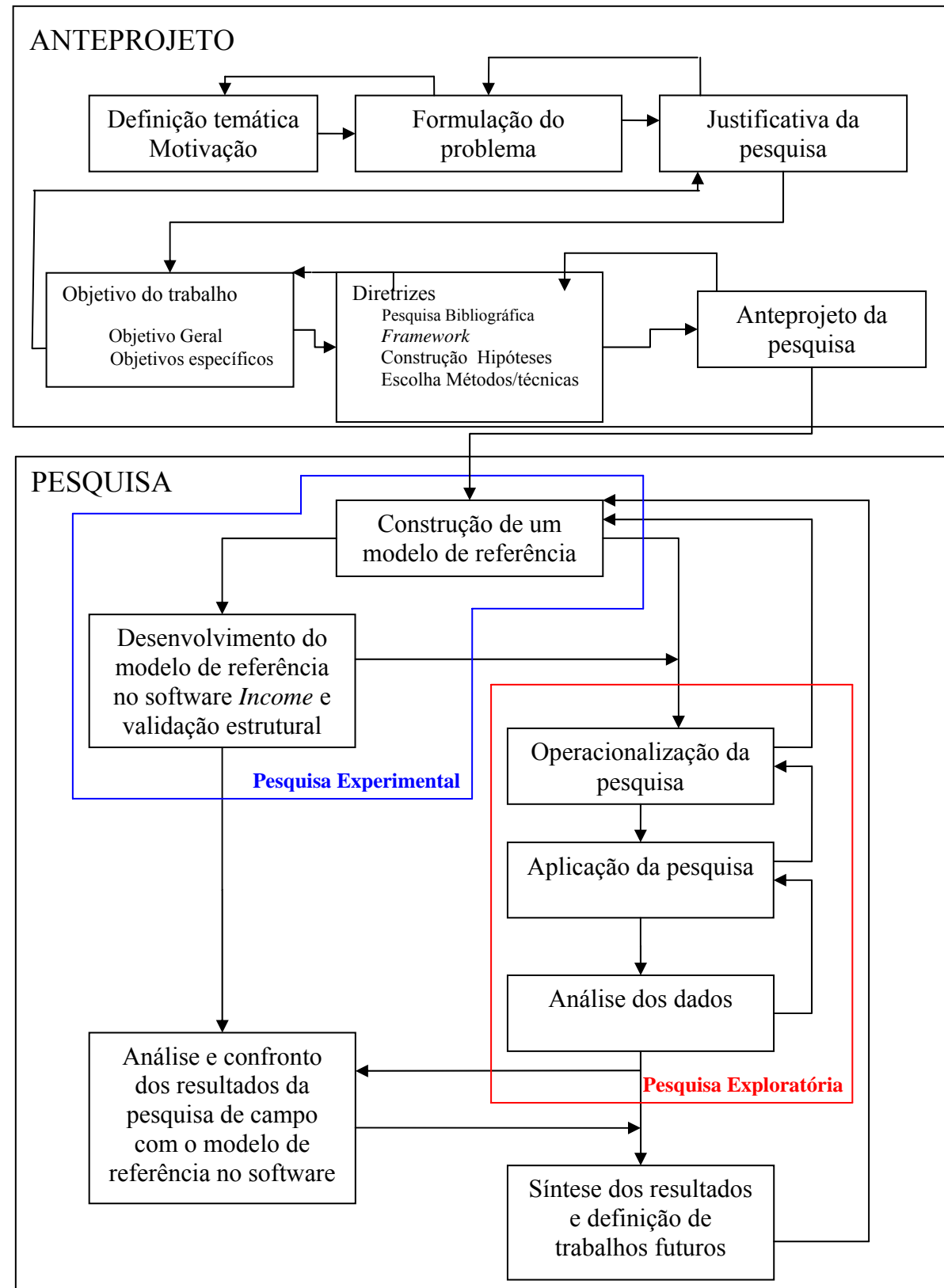


Figura 4 - Diagrama do projeto de pesquisa
Fonte: O autor, (2008).

2.3 ANTEPROJETO DA PESQUISA

O anteprojeto da pesquisa compreende em termos resumidos, a formulação do problema e a sua delimitação, fixação dos objetivos que juntamente com a formulação das hipóteses irão compor a diretriz geral para a pesquisa.

Pode-se citar ainda a revisão bibliográfica, a definição de um *Framework* e a escolha de métodos e técnicas para aquisição de dados como elementos fundamentais para suporte e desenvolvimento da pesquisa.

O anteprojeto desenvolve-se por meio de:

- Definição temática e motivação;
- Formulação do problema;
- Justificativa da pesquisa;
- Objetivo do trabalho:
 - Objetivo geral;
 - Objetivos específicos.
- Diretrizes gerais:
 - Revisão bibliográfica.
 - *Framework* do tema da pesquisa;
 - Construção de hipóteses;
 - Escolha de métodos e técnicas para aquisição de dados.

2.3.1 Revisão bibliográfica

A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental. Em ambos os casos, busca conhecer e analisar as contribuições

culturais e científicas do passado existente sobre um determinado assunto ,tema ou problema (CERVO e BERVIAN, 2002).

Constitui parte da pesquisa descritiva ou experimental, quando é feita com o intuito de recolher informações e conhecimentos prévios acerca de um problema para o qual se procura resposta ou acerca de uma hipótese que se quer experimentar (CERVO e BERVIAN, 2002).

A pesquisa bibliográfica abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, até material cartográfico e meios de comunicação como rádio, gravações em fitas magnéticas e audiovisuais (filmes e televisão).

Face às dificuldades em identificar claramente a solução da problematização, a pesquisa bibliográfica permite construir um modelo implícito nos diferentes constructos, criando um arcabouço teórico capaz de sustentar ou subsidiar as questões da pesquisa (BERTO e NAKANO, 1998).

2.3.2 *Framework* de suporte à pesquisa

O *framework* representado na figura 2 do capítulo 1, no tópico relacionado à delimitação do tema, suporta o entendimento e a comunicação de uma estrutura e as relações dentro de um sistema que está definido para um determinado propósito (PINHEIRO DE LIMA, 2001). Também pode-se dizer que *frameworks* são utilizados para traduzir temas complexos e, entre outras características, sustentar o desenvolvimento de procedimentos, técnicas ou métodos e ferramentas.

2.3.3 Construção das hipóteses

Hipótese é uma proposição que se faz na tentativa de verificar a validade da resposta existente para um problema. É uma suposição que antecede a constatação dos fatos e tem como característica uma formulação provisória; deve ser testada para determinar sua validade.

Pode-se dizer que correta ou errada, de acordo ou contrária ao senso-comum, a hipótese sempre conduz a uma verificação empírica.

A função da hipótese, na pesquisa científica, é propor explicações para certos fatos e ao mesmo tempo orientar a busca de outras informações (LAKATOS e MARCONI, 1991). A hipótese deve conter conceitos que possam ser medidos para sua verificação. O processo de transformar conceitos em medidas é chamado de operacionalização (NAKANO e FLEURY, 1996).

A construção das hipóteses para este trabalho de pesquisa será pormenorizada quando do desenvolvimento do modelo de referência, entretanto, descreve-se a seguir as hipóteses que serão testadas através de um levantamento de dados.

Hipótese (H1) - Planejamento Agregado da Produção

Empresas que geram o Planejamento Agregado da Produção em *software* tipo S&OP são de médio porte e empresas que não têm formalizada a sistemática de fazer o Planejamento Agregado da Produção ou realizam manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

Hipótese (H2) - Planejamento Mestre da Produção

Empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção - *MPS* através de *softwares* tipo *MRPII*, *ERP*, são de médio porte e empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção - *MPS* manualmente ou com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

Hipótese (H3) - Sistema de Planejamento e Controle da Produção

Pequenas e médias empresas que utilizam sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban* efetuam planejamento via *MRPII* e controle da produção por meio das técnicas *JIT-Kanban*.

2.4 PESQUISA EXPERIMENTAL - EXPLORATÓRIA

A pesquisa propriamente dita é fundamentada e dirigida pelo anteprojeto e compõe-se de uma pesquisa experimental relacionada à modelagem dos processos em um *software* e de uma pesquisa exploratória realizada através de um *survey* (levantamento de dados) e operacionalizada por meio de um questionário de pesquisa.

2.4.1 Pesquisa experimental

A pesquisa experimental está direcionada na criação de uma modelo de referência de um sistema híbrido de planejamento e controle da produção designado *MRPII / JIT Kanban*, o qual é modelado no *software Income Process Designer*, que é projetado sob o conceito de processos de negócio e cuja base de representação e simulação é o formalismo das redes de Petri.

A metodologia para a modelagem dos processos está fundamentada no ciclo de desenvolvimento dos processos ou também nos ciclos de vida dos processos de negócio. Esta metodologia baseia-se em mapeamento, modelagem propriamente dita e análise dos processos. Para realizarmos uma representação gráfica deste ciclo, utiliza-se a abordagem metodológica da teoria da simulação (CHWIF e MEDINA, 2006), conforme a figura 5.

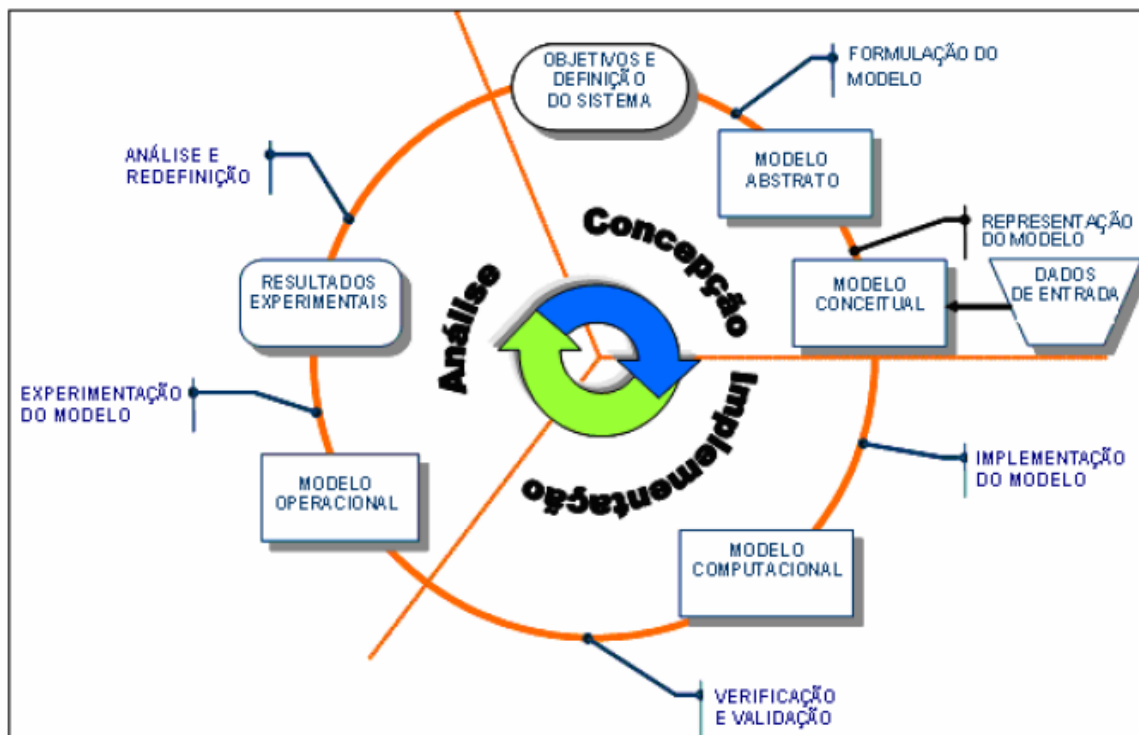


Figura 5 - Abordagem metodológica da teoria de simulação
 Fonte: CHWIF e MEDINA, (2006).

Esta representação está baseada na simulação de eventos discretos, já que os processos a serem modelados neste trabalho precisam ser transformados em modelos formais, os quais podem ser representados nas seguintes etapas:

- 1- Concepção – criação de um modelo conceitual a ser designado modelo de referência.
- 2- Implementação de um modelo computacional com sua verificação e validação.
- 3- Análise – nesta etapa de experimentação do modelo em que tem-s os resultados, procede-se à análise qualitativa e quantitativa, diagnóstico e desempenho respectivamente, para finalmente reprojeter o processo e propor melhorias.

A abordagem metodológica da teoria da simulação, acima descrita ,servirá como base para a metodologia específica de utilização do *software* de modelagem e simulação *Income Process Designer*, que descreve-se no capítulo 4 – Desenvolvimento do Trabalho de Modelagem.

2.4.2 Pesquisa exploratória

A pesquisa exploratória, também ancorada no modelo *MRPII / JIT Kanban* será operacionalizada por meio de um questionário de pesquisa, em que se avaliam dados quantitativos e qualitativos. A pesquisa será implementada por meio de um *survey* (levantamento de dados) realizado entre 144 PMEs atuantes nos ramos de plásticos, eletroeletrônicos, metal-mecânico e metalúrgico em Curitiba e região metropolitana, para avaliação em campo do modelo de referência desenvolvido no *software Income Process Designer*. A metodologia específica para este tipo de pesquisa está descrita no capítulo 5 em que se desenvolve o *survey* (levantamento de dados).

3 REVISÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão bibliográfica que fundamenta o referencial teórico está dividida em cinco tópicos principais:

- 3.1 - O gerenciamento de processos de negócios;
- 3.2 – A tecnologia da informação;
- 3.3 – Modelagem de processos de negócios;
- 3.4 – Redes de Petri;
- 3.5 – Sistemas de planejamento e controle da produção.

3.1 O GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS

3.1.1 Introdução

O entendimento do conceito de *BPM – Business Process Management* ou gerenciamento de processos de negócios de surgimento recente (última década) requer a análise e discussão de uma ferramenta ou metodologia designada “gestão por processo” e de outro termo singelamente designado de “processo”.

3.1.2 O processo

Um processo, sob a ótica da engenharia de produção, administração da produção e áreas correlatas, pode ser definido de várias maneiras, sendo que cita-se algumas formas de conceitualização mais importantes.

Um processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que parte de um ou mais insumos, transforma-os e lhes agrega valor, criando um ou mais produtos (ou serviços) para os clientes. Um processo pode ser visto como uma cadeia de agregação de valores. Assim, pela sua contribuição para a criação ou entrega de um produto ou serviço, cada etapa de um

processo deve acrescentar valor às etapas precedentes (RUMMLER e BRACHE, 1994). Processo é um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes (HAMMER e CHAMP, 1994). Também, segundo a norma NBR ISO 9000-2000, processo é definido como um conjunto de atividades inter-relacionadas que transforma insumos (entradas) em produtos (saídas).

O Processo deve ser entendido como uma cooperação de atividades distintas para a realização de um objetivo global, orientado ao cliente final que lhes é comum. Um processo é repetido de maneira recorrente dentro da empresa (SALERNO, 1998).

De acordo com Lorino (2000), nas empresas em média pode haver cem ou duzentas atividades e não mais do que trinta processos significativos. Os processos apresentam três características importantes:

- Geralmente são transversais na organização hierárquica;
- Cada processo tem uma saída global única;
- Há um cliente que pode ser interno ou externo;

Os processos são macro conjuntos que estão divididos em sub-processos, atividades procedimentos e tarefas. (HARRINGTON, 1993).

Também, segundo Ritzman e Krajewski (2004), existem dois princípios a respeito do gerenciamento de processo que são particularmente importantes:

- Os processos constituem a base de toda à atividade de trabalho e existem em todas as organizações e em todas as funções de uma organização;
- Os processos fazem parte de outro processo ao longo da cadeia de suprimentos de uma organização. A cadeia de suprimento de uma empresa (algumas vezes denominada cadeia de valor) é um conjunto interligado de elos entre fornecedores de materiais e serviços que abrange os processos de transformação que convertem idéias e matérias primas em produtos acabados e serviço.

Embora os processos possam ser classificados e designados de diversas maneiras, a seguinte classificação apresenta maior uso segundo a pesquisa bibliográfica efetuada:

Processos primários – Estão ligados ao cliente, constitui ponto essencial para o funcionamento da empresa;

Processos de apoio – são processos organizacionais e de suporte aos processos produtivos e processos primários;

Processos gerenciais - Atuam para coordenar, direcionar as atividades dos processos de apoio e gerenciais.

Os processos de negócio podem constar ou serem considerados em quaisquer dos processos primários, gerenciais e de apoio, dependendo do tipo de empresa e do enfoque a ser adotado, sendo de máxima importância que a empresa selecione os processos chaves e críticos para o seu sucesso. A figura 6 mostra a interação entre os processos.

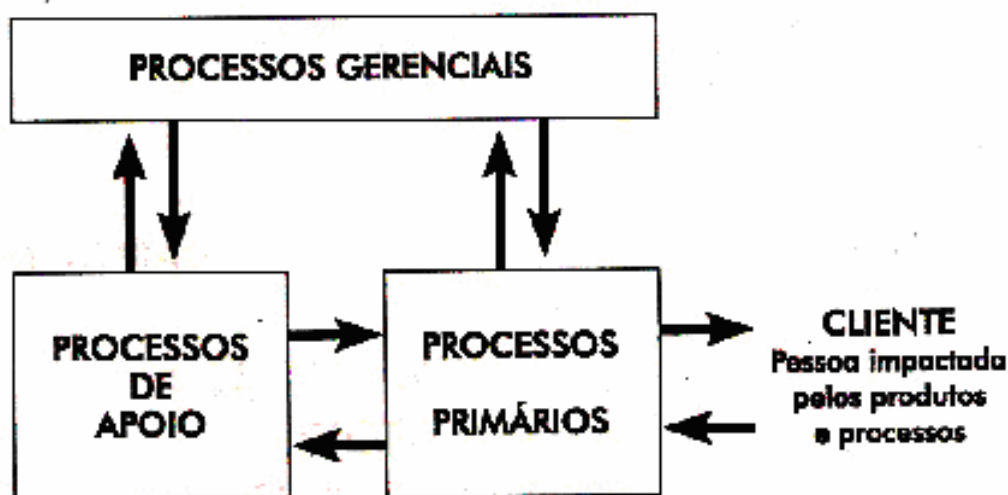


Figura 6 - Interação entre os processos primários de apoio e gerencial
Fonte: CERQUEIRA NETO, (1994).

3.1.3 Gestão por processos

Embora os conceitos de gerenciamento por processos sejam conhecidos desde os anos de 1950 através de movimentos pela qualidade, reflexões sobre a engenharia industrial e abordagem da escola sóciotécnica (DAVENPORT, 1995), foi por intermédio dos programas de qualidade introduzidos por empresas japonesas nas décadas de 1980 que ficaram conhecidos e adquiriram posição de destaque e sucesso. O gerenciamento por processos tem-se constituído em uma ferramenta indispensável para que as organizações se adaptem às exigências do mercado, tornando-se organizações mais flexíveis, inovadoras e em condições de obter vantagens competitivas. A parte fundamental do gerenciamento por processos está na análise, conhecimento e identificação do processo. A Norma ISO 9000-2000 prescreve que a gestão por processo visa criar uma dinâmica de melhoria contínua e permitem ganhos significativos para as empresas em termos de desempenho, eficiência, eficácia e menores custos.

Uma visão tradicional da organização disposta na figura 7, mostra os relacionamentos verticais de uma série de funções. Em um ambiente de economia globalizada, rapidez de mudanças, competitividade, a organização das empresas não pode mais ser apresentada em torno de funções e os trabalhos em função das tarefas. A visão tradicional (funcional) não mostra o cliente, produtos e serviços e o fluxo de trabalhos, portanto, não mostra o que e para quem é produzido e a forma como é realizado o trabalho.

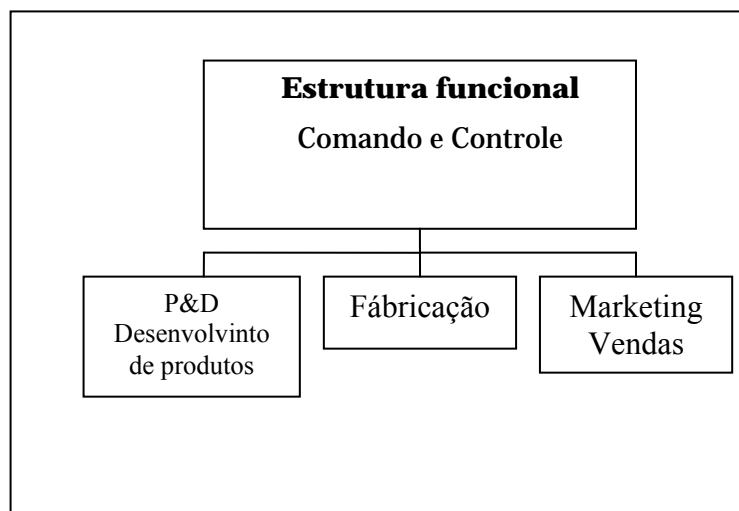


Figura 7 - Visão tradicional (vertical, de uma organização).
Fonte: RUMMLER e BRACHE, (1994).

A utilização da ferramenta de gerenciamento por processos conduz a uma aplicação de estrutura horizontal da organização representada na figura 8, que mostra o cliente, fornecedor o produto e o fluxo de trabalho efetuado através de um processo que cruza as fronteiras funcionais, facilitando o fluxo de informações (SOR, 2004). De acordo com GALBRAITH, (1995) o gerenciamento por processos propicia mecanismos de coordenação lateral, incentivo ao aprendizado organizacional e complementa a formação hierárquica tradicional. Considerando-se que o foco está nos processos e não nas funções, provoca-se uma mudança na estrutura organizacional de vertical para horizontal, exigindo grandes mudanças na estrutura corporativa e na filosofia gerencial (DAFT, 1997).

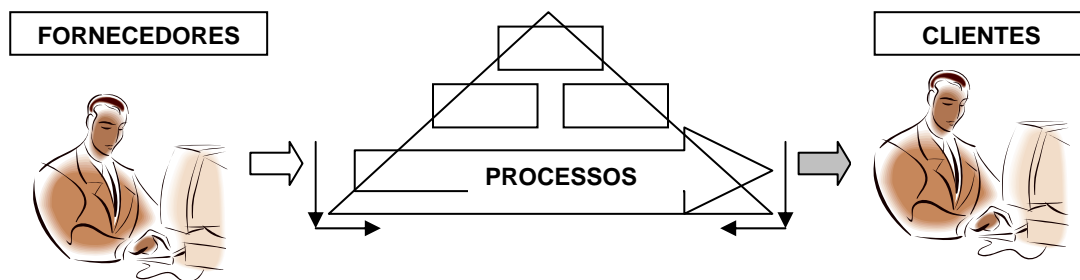


Figura 8 - Visão do negócio da empresa por intermédio de seus processos
 Fonte: Adaptada pelo autor, (D'ASCENÇÃO, 2001).

Pode-se citar ainda outras vantagens resultantes da aplicação das técnicas de gerenciamento por processo, conforme Zarifiam (1997), uma clara visão e uma gestão de natureza antecipativa das relações com o cliente, uma clara representação de como um conjunto de atividades se relaciona a objetivos comuns, uma fonte de informação para a gestão e uma ferramenta para o gerenciamento.

Também, conforme Galbraith (1995), pode-se dizer ainda que o gerenciamento por processos viabilize: propiciar contato direto entre gerentes, criar papéis de ligação, criar forças tarefas “*ad hoc*”, uso permanente de equipes, criar papéis de integração, noção clara do cliente externo e interno, propiciar o aprendizado organizacional e flexibilidade de integração através da tecnologia da informação.

3.1.4 Processo de negócio

Um processo de negócio, segundo Vernadat (1996), é definido como uma seqüência ou um conjunto parcialmente ordenado de atividades da empresa, cuja execução é disparada por algum evento e produzirá um resultado que possa ser quantificado ou observado.

Um processo de negócio também se caracteriza como um grupo de atividades relacionadas que usam recursos humanos, informação e quaisquer outros recursos com fim de agregar valor ao cliente. Este processo apresenta entradas e saídas, início e fim, tempo e lugar, constituindo-se na conexão entre o cliente e a estrutura organizacional.

3.1.5 A tecnologia *workflow*

3.1.5.1 Introdução

Definire-se *workflow* como a tecnologia que possibilita automatizar processos, racionalizando-os e potencializando-os por meio de dois componentes implícitos: organização e tecnologia (CRUZ, 1998).

Uma segunda interpretação interessante relaciona *workflow* a um conjunto de ferramentas que possibilita análise proativa, compreensão e automação de atividades e tarefas baseadas em informação.

Os *workflows* podem ser classificados basicamente em quatro tipos: *ad hoc*, orientado à produção (*production oriented*), orientado para a administração (*administrative oriented*) e baseado no conhecimento (*knowledge-based oriented*). A arquitetura de um sistema *WF* inclui pelo menos cinco camadas:

Processos – Trata-se da mais alta camada de estrutura. O objetivo do sistema de *workflow* é a automação de processos. Os processos são conjuntos de atividades encadeadas no tempo para consecução de um objetivo. Algumas atividades possuem regras associadas.

Casos – A próxima camada descreve ocorrências individuais, ou instâncias dos modelos de processos automatizados pelo sistema de *workflow*. Cada vez que um processo é iniciado, cria-se um caso.

Pastas – Uma pasta contém um grupo lógico de documentos. Uma pasta pode conter documentos de diferentes tipos e formatos, incluindo documentos de texto, planilhas eletrônicas e conjuntos de registros de dados em um sistema de informação.

Regras/Aplicações – A quarta camada contém as regras que definem atividades de processamento específicas, relacionadas ao roteamento de documentos através do fluxo e realização de atividades integradas a outras aplicações, como editores de texto ou sistemas de informação. As regras definem os participantes de um fluxo de trabalho, que são os indivíduos relacionados às atividades que compõem o modelo de processo. As rotas de *workflow* controlam como os documentos trafegam pelo processo. Existem basicamente três tipos de rotas apresentadas na figura 9, ou seja: rotas seqüenciais, rotas paralelas e rotas condicionais.

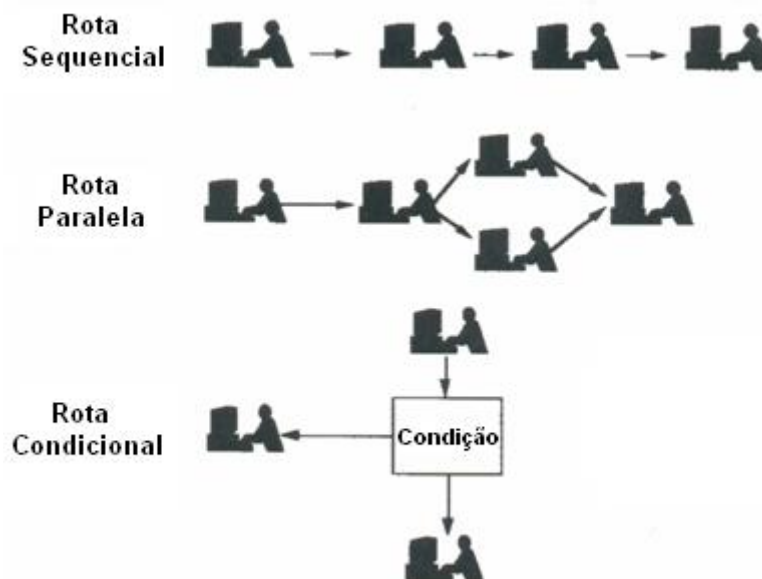


Figura 9 - Tipos de rotas de *workflow*
 Fonte: Adaptado pelo autor, (SILVA, 2001).

Documentos – No último nível da estrutura encontram-se os documentos, que apresentam os dados propriamente ditos. Estes são representados por documentos simples ou coleções de documentos que são agrupados em pastas, que estão associadas aos casos de *workflows*.

3.1.5.2 Padronização de *workflow* – o modelo de referência WFMC

O *workflow Management Coalition* (WFMC) é uma organização internacional sem fins lucrativos composta por acadêmicos, pesquisadores, fabricantes de *softwares*, usuários, originada para divulgar a tecnologia *workflow*, definir e criar padrões para a interoperabilidade do sistema *workflow*.

O *workflow Management Coalition* define *workflow* (WF) como a tecnologia que possibilita automatizar processos de negócios em partes ou no total, durante a qual documentos, informações ou tarefas são passadas de um participante para outro, tal que sejam realizadas ações conforme um conjunto de regras e procedimentos. Os sistemas gerenciadores de WF, designados *Workflow Management System*, conforme figura 10, fornecem os meios para a automação dos processos de negócios, aplicando recursos humanos ou de máquinas

conforme os procedimentos de determinadas atividades e gerenciando as atividades de trabalho.

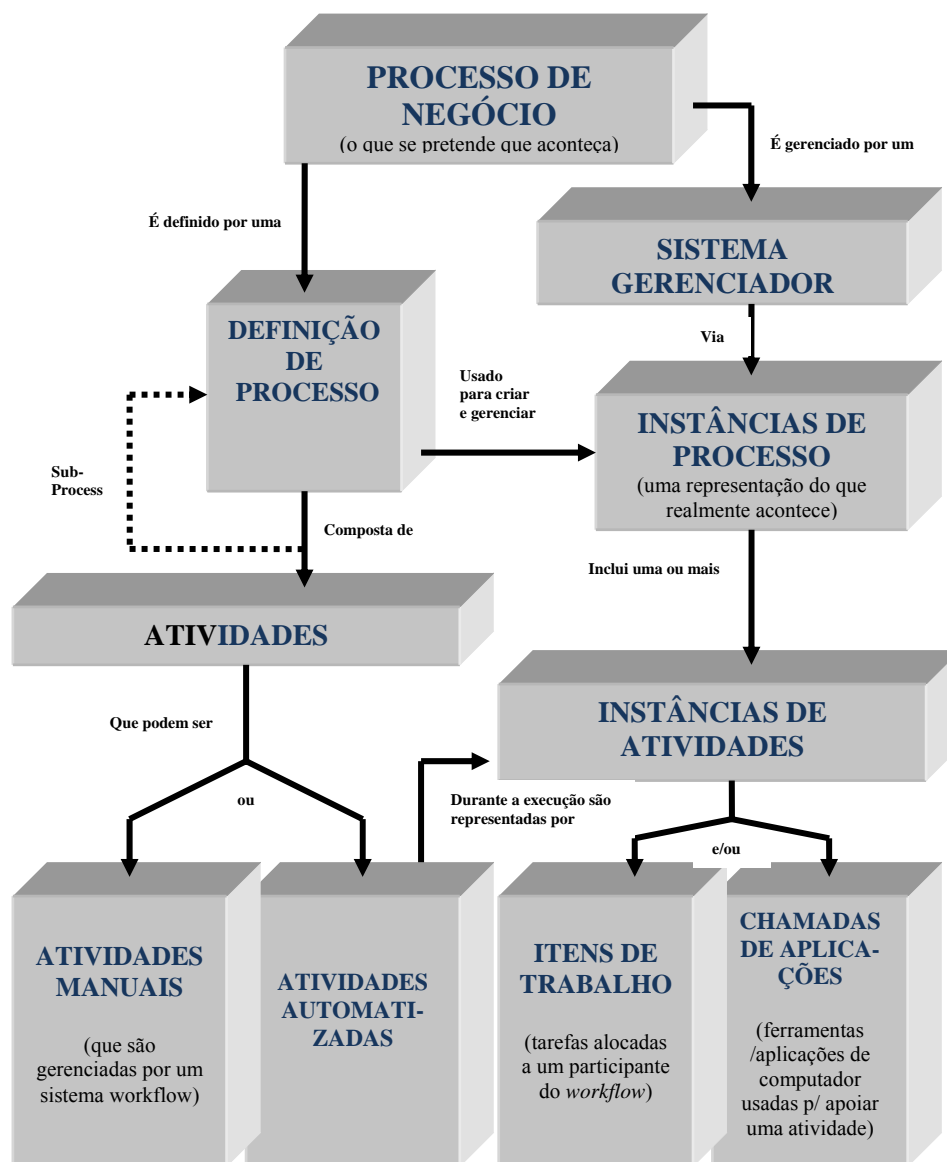


Figura 10 - Relacionamento entre as terminologias básicas.
Fonte: Adaptado pelo autor, (WFMC, 1999).

A *WFMC* define processo de negócio como um conjunto de um ou mais procedimentos ou atividades os quais coletivamente realizam um objetivo de negócio ou verificam o cumprimento de uma meta, normalmente dentro de um contexto de uma estrutura organizacional em que existem regras funcionais e de relacionamentos.

3.1.6 BPM - Gerenciamento de processos de negócios

O Gerenciamento de processos de negócios do inglês *Business process management*, doravante denominado em abreviatura simplesmente *BPM*, é definido como o suporte ao processo de negócio utilizando métodos, técnicas e *software* para projetar, ativar, controlar e analisar processos operacionais envolvendo humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação (WESKE, 2004). Pode-se ainda definir gerenciamento de processos de negócio como um sistema genérico de *software* que é acionado por projetos de processos explícitos para ativar e gerenciar processos de negócio operacionais (WESKE, 2004). O gerenciamento de processos de negócio “*BPM*” conforme Smith e Fingar (2002) apresenta-se, embora com abordagens gerenciais distintas, mas como uma síntese das tecnologias envolvendo a inovação dos processos (*BPR*), Integração corporativa de aplicações (*EAI*) e *Workflow*, unificando como um todo.

Neste trabalho de pesquisa serão adotadas as seguintes definições indicadas pela organização *Business Process Management Notation* e adaptado por Baldam et al (2007):

BPM (*Business Process Management*): envolve a descoberta, projeto e entrega de processos de negócios. Adicionalmente, o *BPM* inclui o controle executivo, administrativo e supervisorio desses processos. **Atividade**: um termo genérico para o trabalho que uma companhia ou organização executa via um processo de negócio. Pode ser atômica (pouca abrangência) ou não atômica. Os tipos de atividade que fazem parte de um processo são: processos, subprocessos ou tarefas. **Processo**: um encadeamento de atividades executadas dentro de uma companhia ou organização, que transformam entradas em saídas (adaptação de autores). **Sub processo**: um processo que está incluso em outro processo. **Tarefa**: uma atividade atômica (pouca abrangência) que é incluída em um processo. É usada quando a atividade no processo não será mais refinada em subprocessos dentro do modelo do processo. Geralmente executada por um único usuário final, equipamento ou sistema.

Estão disponíveis vários tipos de *softwares* comerciais com proposição para gerenciamento de processos de negócio, ou seja: *Enterprise Resource Planning (ERP)*, *Customer Relation Management (CRM)*, *Enterprise Application Integration (EAI)*, *Case Handling (CH)* entre outros. Este assunto também será posteriormente abordado no item 3.3.4 Ferramentas de TI que suportam o *BPM*.

O conceito de gerenciamento de processos de negócios apresenta-se como um tema de evolução constante, sendo interessante uma análise mais aprofundada com relação a outras abordagens designadas melhoria de processos e inovação de processos.

Fator de comparação	Melhoria contínua	Inovação de processos	<i>BPM</i>
Nível de mudança	Incremental	Radical	Ciclo completo do processo
Interpretação do processo corrente e estado futuro	Processo corrente, melhorando em novas versões	Processo antigo e geração de processo novo – descontinuidade	Sem implantação de <i>BPM</i> . <i>BPM</i> implantado
Ponto inicial	Processos existentes	Um quadro branco gerando novas idéias	Processos novos ou existentes
Frequência de alteração	Contínua	Única vez	Única vez, periódica ou contínua, dependendo do processo
Tempo requerido	Curto	Longo	Depende do processo e abordagem relacionado
Participação da equipe	<i>Bottom-up</i>	<i>Top-down</i>	Bottom-up e top-down
Número de processos	Simultâneo, cruzando vários processos	Um por vez	Simultâneo, cruzando vários processos
Escopo típico	Estreito, dentro de funções/departamentos	Extenso, cruzando funções/departamentos	Vendo de maneira ampla todos os processos da organização
Horizonte	Passado e presente	Futuro	Passado, presente e futuro
Risco	Moderado	Alto	Baixo
Habilitador primário	Controle estatístico	Tecnologia da informação	Tecnologia de processos
<i>Envolvimento</i>	Especialistas da indústria	Generalistas em negócios	Engenharia de processos e todos os empregados

Quadro 1 – Comparação das abordagens de melhoria contínua, inovação de processos e *BPM*.

Fonte: BALDAM et al (2007).

Em uma análise comparativa sobre as abordagens com relação a processos envolvendo melhoria contínua, Inovação dos processos e *BPM* destacado no Quadro 1, evidencia-se as características gerenciais distintas de cada abordagem.

3.1.7 A relação entre o *workflow* e o *BPM*

O relacionamento entre o gerenciamento do *workflow* e o gerenciamento do processo de negócio usando o conceito de ciclo de vida do processo de negócio está representado na figura 11.

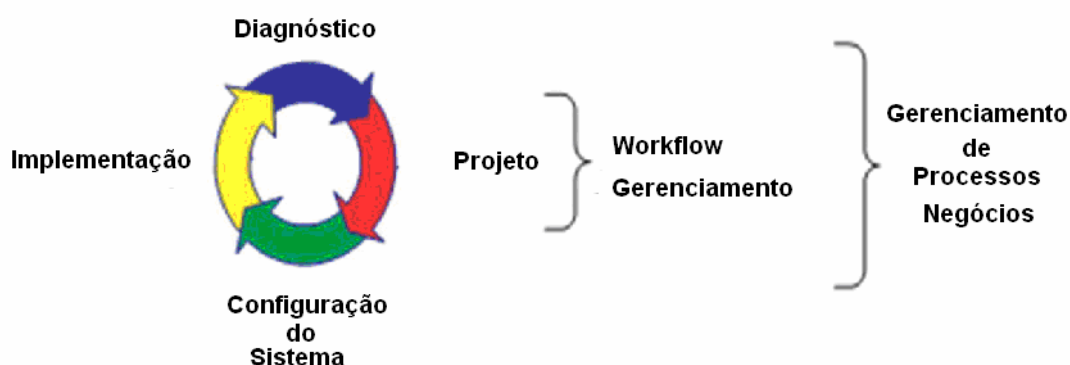


Figura 11 - Relacionamento entre o *WF* e *GPN*.
Fonte: WESKE et al (2004).

No ciclo de vida do processo, que é constituído de fases (Projeto ou re-projeto, configuração do sistema, ativação do processo e diagnóstico) é mostrado o suporte oferecido pelos sistemas de *workflow* e de *BPM* aos processos de negócio operacionais. Verifica-se que os sistemas de *workflow* não atuam na fase de diagnóstico do processo. Por outro lado o *BPM* atua nas quatro fases do ciclo de vida do processo inclusive no diagnóstico para analisar, identificar problemas e implementar melhorias. De modo geral pode-se dizer que o *BPM* é mais abrangente que o *workflow* e não se limita a automatizar os processos, permite também integrá-los, adaptá-los as empresas e efetuar melhorias de forma constante.

A organização *Workflow Management Coalition* - *WFMC* adotou um diagrama, figura 10 mostrando o relacionamento das terminologias básicas envolvendo o processo de negócio e o sistema de gerenciamento do *workflow*.

3.2 A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

3.2.1 Introdução

Para entender a natureza e o impacto que um sistema (por exemplo, o sistema de tecnologia da informação) pode causar em uma organização ou empresa, é necessário entender os problemas para os quais ele é projetado como solução, às soluções propostas e os processos organizacionais que levaram a essas soluções. Os sistemas podem ser compostos por diversas partes, ou seja, o *hardware*, o software, os dados e as pessoas, constituindo-se de uma parte técnica e de outra social. Por isso, os sistemas requerem investimentos substanciais de ordem social, organizacional e intelectual para funcionar adequadamente (REZENDE et al, 2001).

Dentro da perspectiva sociotécnica, então, tecnologia e organização (ou empresa) devem ser ajustadas entre si até que se obtenha uma harmonização perfeita entre os dois domínios. Essa harmonia dá-se a partir das diversas alternativas de ambos os lados para se chegar a um design final da tecnologia e da organização (LAUDON e LAUDON, 1999).

Pode-se conceituar tecnologia da informação como recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso da informação. Esse conceito enquadra-se na visão de tecnologia da informação e do conhecimento. Muitas empresas ainda acreditam que o simples fato de disponibilizar computadores e impressoras pelas unidades organizacionais, ligando-os em rede e instalando sistemas aplicativos, possa organizar a empresa. Entretanto isto não é verdade. A tecnologia da informação e seus recursos nem sempre resolvem os problemas e muito menos organizam as empresas. Tecnologia sem planejamento, sem gestão e ação efetiva não traz contribuição para a empresa (REZENDE et al, 2001). A tecnologia da informação está transformando o modo de operação das empresas e afetando todo o processo de criação dos produtos; ademais está reformulando o próprio produto: a totalidade do pacote de bens físicos, de serviços e de informação oferecidos pelas empresas, de modo a criar valor para os compradores (PORTER, 1999). A tecnologia da informação é a ferramenta essencial para a viabilização de um gerenciamento por processo que dê certo (ROTONDARO, 1998).

3.2.2 A tecnologia da informação no gerenciamento por processos.

3.2.2.1 Introdução às oportunidades para apoiar a gestão de processos

As oportunidades para apoiar o gerenciamento por processos com a tecnologia da informação se enquadram em pelo menos nove categorias tratados como impactos na **Tabela 1**, que pressupõem um objetivo predominante de redução de custos, agilidade, etc.

Tabela 1 - Impacto da Tecnologia da Informação sobre o gerenciamento por Processos.

Impacto	Explicação
Automacional	Eliminação do trabalho humano de um processo
Informacional	Captação da informação de processos com o objetivo de compressão
Seqüencial	Modificar a seqüência de processo
De acompanhamento	Monitoração rigorosa da situação e objetos do processo
Analítico	Melhorar a análise da informação e tomada de decisão
Geográfico	Coordenação dos processos à distância
Integrativo	Coordenação entre tarefas e processos
Intelectual	Captação e distribuição de bens intelectuais
Desintermediação	Eliminação de intermediários num processo

Fonte: DAVENPORT, (1995).

Automacional - A vantagem mais comumente reconhecida da tecnologia da informação é a sua capacidade de eliminar o trabalho humano e produzir um processo mais estruturado. Essa oportunidade há muito compreendida na fabricação, é a área da robótica, dos controladores de célula e assim por diante.

Informacional - A informação pode ser usada não apenas para eliminar o trabalho humano de um processo, mas também permitir obter muito mais informação sobre o processo.

Seqüencial - A tecnologia da informação pode permitir modificações na seqüência de processos ou transformar um processo de seqüencial em paralelo a fim de realizar reduções no ciclo de tempo.

De acompanhamento - Para executar com eficiência alguns projetos de processo, notadamente os empregados pelas empresas na indústria de transporte e logística, são necessários um alto grau de acompanhamento e monitoração.

Analítico - Nos processos que envolvem a análise da informação e a tomada de decisão, a tecnologia da informação pode propiciar o uso de uma variedade de sofisticados recursos analíticos que permitem que mais dados sejam incorporados ao processo decisório e analisados durante esse processo.

Geográfico - Uma vantagem-chave da tecnologia da informação, que data da invenção do telégrafo, foi à capacidade de superar à geografia. As empresas internacionais estão constatando, cada vez mais, que seus processos devem ser executados ininterrupta e coerentemente em todo o mundo.

Integrativo - As empresas estão encontrando, cada vez mais, dificuldades de melhorar radicalmente o desempenho de processos para tarefas altamente segmentadas, divididas em muitos cargos, e estão passando a uma abordagem do tipo “gerenciamento de casos”.

Intelectual - Muitos relatórios anuais citam o conhecimento e a experiência do empregado como o maior bem da empresa, no entanto raramente eles são bem gerenciados. Além disso, as atividades que exigem muitos conhecimentos não são, muitas vezes, tratadas como processo. Não obstante várias empresas estão começando a tentar captar e distribuir o conhecimento de maneira mais ampla e coerente.

Desintermediação – Está se tornando cada vez mais claro, em muitas indústrias, que os intermediários humanos são ineficientes para a transmissão de informação entre partes interessadas, em particular em transações relativamente estruturadas, como corretagem, localização de peças, até mesmo procura de uma casa. Em consequência, muitas empresas e bolsas de valores estão procurando automatizar suas atividades.

3.2.2.2 A TI como habilitadora e implementadora na gestão por processos

A tecnologia da informação como habilitadora e implementadora da aplicação dos processos, está representada na figura 12.

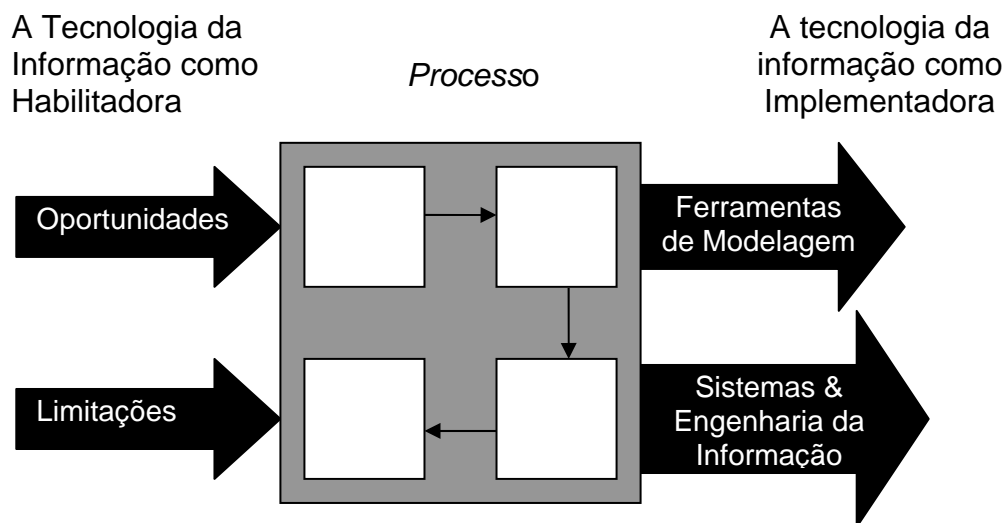


Figura 12 - O Papel da tecnologia da informação na gestão por processos.
 Fonte: Adaptado pelo autor, (DAVENPORT, 1994).

A opinião convencional, mesmo entre os defensores da reflexão sobre o processo é que este deve ser planejado antes de se investigar a tecnologia ou os sistemas habilitadores. As empresas precisam conhecer os processos e caso necessário inová-los, destruindo velhos paradigmas. A tecnologia da informação deve vir à jusante e não a montante da prática anteriormente citada. O uso da tecnologia da informação é de importância essencial para o gerenciamento de processos pela capacidade de automatizar tarefas, visualizar o processo, automatizar a própria execução do processo, sincronizar atividades, comunicação de dados, etc. O gerenciamento por processos é condição determinante para o sucesso dos sistemas de gestão integrados aplicados às empresas. A tecnologia da informação pode mudar o próprio conceito de empresa que pode-se chamar “empresa relacional” que vive de relacionamentos eletrônicos com seus parceiros, fornecedores, clientes, passando pelas barreiras geográficas, graças à ligação da computação e telecomunicações. Está ocorrendo em muitos casos a mudança do perfil dos profissionais, levando a criação de profissionais híbridos, com conhecimento suficiente tanto de novas tecnologias, como do negócio onde eles se inserem (JÓIA, 1994).

De modo geral as tecnologias de informação que mais têm influenciado nas organizações e no gerenciamento de processos ligados à manufatura, iniciaram-se com sistemas *MRPII* (*Material Requirements Planning*) e prosseguiram com a adoção de sistemas integrados, tipo *ERP* (*Enterprise Resource Planning*). No caso da manufatura, há a integração de computação na manufatura do inglês *Computer Integrated Manufacturing* (*CIM*) através de integração de ilhas de automação (ALSÈNE, 1999). As soluções para os problemas estão cada vez se

tornando mais simples e fáceis de serem implementadas, todavia ainda com um custo de aquisição muito elevado e de aplicações restritas a médias e grandes corporações.

Devido à visão globalizada da organização e as demais características já citadas que a técnica de gerenciamento por processo conduz, é interessante e apropriado também citar as implicações do gerenciamento por processos sob o aspecto de uma visão sistêmica das organizações. As Organizações de aprendizagem, do inglês, *Learning Organization*, são as empresas em que as pessoas aprendem continuamente a aprender em grupo. As disciplinas da *Learning Organization* são: domínio pessoal, modelos mentais, objetivo comum, aprendizado em grupo e o raciocínio sistêmico, os quais são úteis e complementares à aplicação das técnicas de gerenciamento por processos.

3.3 MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS

3.3.1 Modelagem de processos

Para iniciar o estudo sobre a modelagem dos processos, é necessário analisar primeiramente o conceito de modelo. Conforme Pidd (1998), modelo pode ser definido como uma representação da realidade, projetada para algum propósito definido. O nosso conceito do que está ocorrendo no mundo real consiste de visões e argumentos mal definidos, a não ser que possamos claramente codificar e documentar dentro de um modelo formal. A figura 13 mostra a “realidade” dentro de uma nuvem mal definida e o “modelo” dentro de uma caixa totalmente definida.

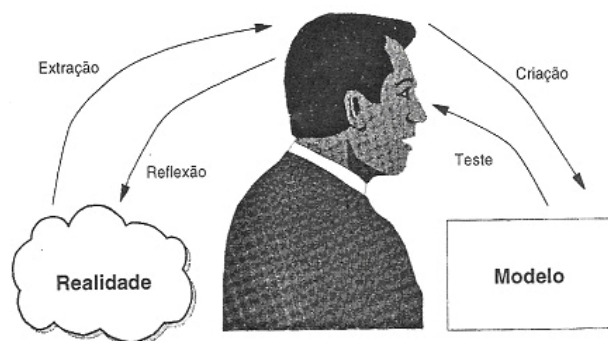


Figura 13 - A relação entre a realidade e o modelo.
Fonte: PIDD, (1998).

Para Zilbovicius (1999), os modelos têm um papel fundamental na difusão de práticas, pois estabelecem um modo de pensar, abordar e articular os problemas organizacionais, e desempenham um papel de referência, ou seja, operam como prescrição para os agentes que tomam decisão a respeito de práticas a serem empregadas nas operações e processos organizacionais. Um modelo também é uma forma de solucionar os problemas de eficiência colocados à organização, buscando uma teoria local para a efetividade, na medida da ação e de sua especificação.

Os modelos podem ser empregados como ferramenta para alguns dos objetivos principais: definição de um sistema ou problema, análise e detecção de elementos críticos, como síntese e avaliações de soluções propostas e o planejamento de desenvolvimentos futuros (SOARES, 1992)

A modelagem de processos é realizada por meio de modelos. Os modelos representam as características principais do processo. A modelagem compreende a parte inicial do ciclo de vida dos processos. O emprego da modelagem dos processos conduz a uma melhor compreensão da empresa, avaliação dos problemas existentes, efetua comparações com processos otimizados e por fim implementa melhorias. A modelagem dos processos necessariamente passa por uma etapa de mapeamento dos processos, em que são identificados e definidos os processos chaves que devem ser mapeados. Uma das técnicas empregadas para mapear o processo denomina-se modelo *SIPOC* (*supplier, input, process, output customer*). O modelo *SIPOC* que relaciona fornecedor, entradas, processo, saídas e clientes, fornece elementos, que através de fluxogramas possam representar visualmente como o processo é realizado. Os processos mapeados podem ser transferidos para ferramentas computacionais (*VISIO, Flowchart*) passando a compor em certas situações o que pode ser designado modelo de referência.

O Modelo de referência deve conter um grau de generalidade, ser flexível, funcionar como uma base de discussão, uma sugestão formal ou semi-formal para a elaboração de modelos específicos fazendo com que as informações referentes ao projeto de um processo de negócio sejam claras para participantes e usuários. As vantagens em se adotar modelos de referência estão relacionadas à redução de tempo e custo no desenvolvimento de um modelo particular, comparação das atividades da empresa com as atividades propostas no modelo e melhor suporte na implantação de sistemas de gestão empresarial integrado (VERNADAT, 1996).

A modelagem de processos de negócios viabiliza-se com a utilização de ferramentas da tecnologia da informação (*softwares*) para modelar os processos de negócios. A modelagem dos processos de negócio é essencial como base de referência para discussões, a fim de apoiar à obtenção sistemática de uma visão holística da empresa Okayama (2007).

3.3.2 A modelagem da empresa

Embora teoricamente seja possível a modelagem da empresa como um todo, na prática efetua-se a representação, análise e modelagem nas partes da empresa que tenham uma necessidade de serem analisadas, normalmente definidas pelos usuários dos processos de negócio. O procedimento anteriormente citado designa-se *Enterprise Modelling*. A motivação para este tipo de modelagem é permitir o gerenciamento da complexidade dos sistemas, melhor gerenciamento de todos os tipos de processos, integração da empresa como um todo e capitalização do *Know How* e do conhecimento da empresa (VERNADAT, 1996).

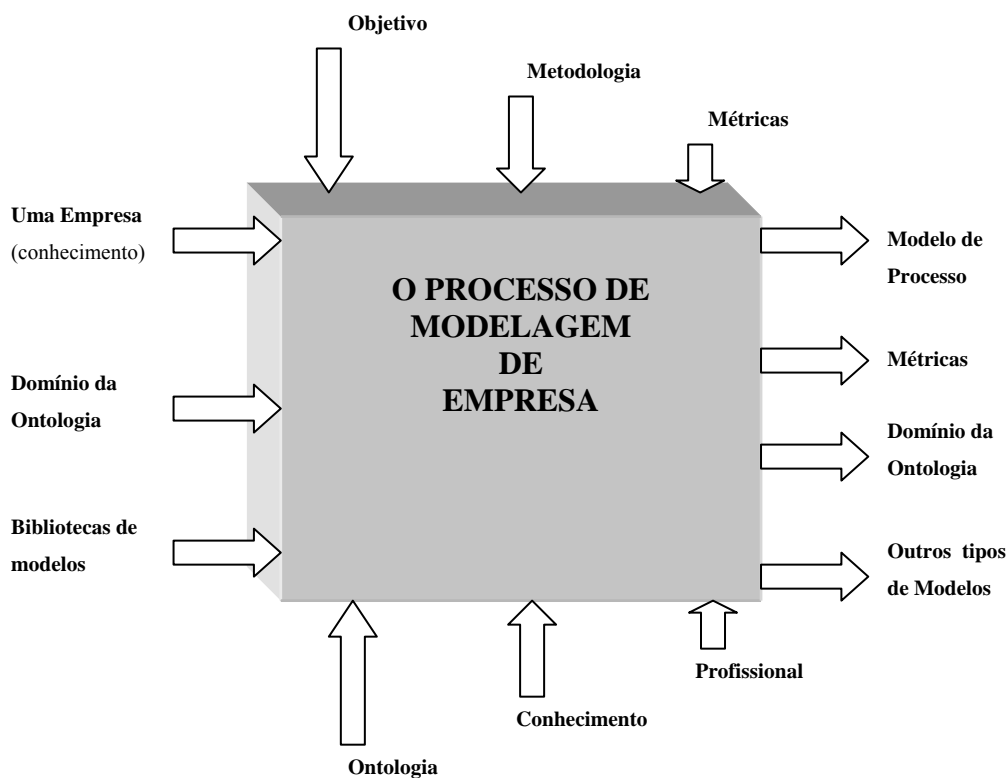


Figura 14 - O Processo de modelagem de empresa.
Fonte Adaptada pelo autor, (VERNADAT, 1996).

Na figura 14 o processo de modelagem de empresa proposto por Vernadat (1996), contempla diversos requisitos de entrada (conhecimento, biblioteca de modelos, etc.), controles, sendo que a realização deste processo apresenta como saída, o modelo da própria empresa. Os benefícios obtidos com a modelagem da empresa segundo Vernadat (1996) podem ainda ser enumerados:

- Construção de uma cultura, visão e linguagem compartilhadas;
- Formalização do conhecimento, memórias e praticas da empresa;
- Fornecer suporte para melhorias e controle das operações da empresa.

3.3.3 Softwares de modelagem de processos de negócio

3.3.3.1 Introdução

Diversas ferramentas são empregadas na modelagem de processos de negócios podendo ser citadas as principais: *CIMOSA*, *GIN-GRAI*, *PERA*, *ARIS*, *IDEF* e Redes de Petri. Este trabalho de pesquisa empregará a ferramenta designada ‘Redes de Petri’, sendo desenvolvida uma descrição de seu funcionamento no tópico 3.4.

Os aspectos que conduziram a modelagem dos processos através da ferramenta Redes de Petri podem ser assim enumerados:

1 – Reunir a sinergia dos grupos de pesquisa da PUC-PR de Integração Automação e Sistemas (IAS) afeta a área de concentração Automação e Controle de Processos com a linha de pesquisa Estratégia, Tecnologia e Organização (ETO) afeta a área de concentração Gerência de Produção e Logística. Neste contexto, registre-se os esforços para realização de trabalhos de pesquisa em conjunto (IAS + ETO) abrangendo aspectos principais de Metodologia (IAS+ ETO), Modelos (ETO) e formalismo das redes de Petri (IAS).

2 – Explorar a aplicação das Redes de Petri em uma área de pesquisa relacionada a *BPM* visto que a mesma oferece capacidade de desenvolvimento promissor e características vantajosas tais como: formalismo e rigor matemático, representação gráfica, fácil aprendizado, *softwares* de livre acesso, possibilita descrição de aspectos estáticos e principalmente dinâmicos do sistema a ser representado entre outras características desejáveis para a abordagem de processos de negócios.

As demais Arquiteturas, ferramentas (*softwares*) são brevemente descritos e relacionados a seguir.

3.3.3.2 *CIMOSA (Open System Architecture for CIM)*

Formulada pelo consórcio *AMICE* (Arquitetura Européia para *CIM*) constitui-se de uma arquitetura aberta de sistemas e foi desenvolvida com o objetivo básico para a modelagem e a integração de empresas de manufatura.

Segundo Vernadat (1996), por meio do *CIMOSA*, definiu-se o termo processos de negócios e introduziu-se a abordagem baseada em processos para integração e modelagem de empresas. A arquitetura *CIMOSA* compreende a modelagem e a metodologia para implantação da manufatura integrada por computador em que é utilizada a integração de sistemas físicos, aplicações e negócios.

A ferramenta *CIMOSA* e sua estrutura de modelagem é apresentada e reconhecida através do “Cubo *CIMOSA*”, sendo basicamente dividida em duas áreas; arquitetura de referência e arquitetura particular. A estrutura de modelagem descrita pela *CIMOSA* apresenta ainda três dimensões que se completam, ou seja, dimensão de instanciação, geração e derivação.

3.3.3.3 *GIM – GRAI Integrated Methodology*

A ferramenta *GIM* foi desenvolvida na Universidade de *Bordeaux*, na França (1992), e está estruturada sobre os fundamentos da arquitetura *CIMOSA*.

O método *GRAI* é composto, basicamente, por dois tipos de modelos determinados “*GRAI Grid*” e “*GRAI Nets*”. O primeiro consiste em uma matriz bidimensional em cujas colunas são listadas as funções, e nas linhas são descritos os horizontes de decisão. As células da matriz são chamadas centros de decisão. O segundo conjunto de modelos é utilizado para realizar análises sobre os centros de decisão descritos na matriz (SILVA, 2001).

Uma importante diferença em suas características em relação a outras arquiteturas (métodos) é a não proposição de modelos haja vista ser uma arquitetura generalista.

3.3.3.4 PERA

A arquitetura *PERA*, “*The Purdue Enterprise Reference Architecture*”, desenvolvida na Universidade de *Purdue* a partir de 1989, está fundamentada em uma estrutura de camadas, com foco na área de manufatura, podendo também ser aplicada a outros tipos de empresas.

Conforme Silva (2001) a metodologia propõe um conjunto de camadas, a saber:

Identification of the Business Entity: nesta etapa deverá ser definida a empresa, ou a parte da mesma, que deverá ser modelada; ***Concept Layer:*** a função principal nesta camada é permitir a definição da missão e principais objetivos da empresa; ***Specification Layer:*** nesta etapa deverão ser definidos os requisitos funcionais necessários à operação da empresa, por exemplo: organização física da fábrica, diagramas de controle etc. ***Detailed Design Layer:*** nesta etapa deverão ser descritas com detalhes todas as características da empresa que se está modelando, especificando inclusive informações como equipamento necessário para funcionamento da empresa, planejamento organizacional, programas de treinamento etc. ***Manifestation Layer:*** esta camada permite a descrição da instalação da empresa ou da fábrica. Enquanto as camadas anteriores permitiram a descrição de características e missão, esta camada descreve os passos necessários à operacionalização da empresa descrita; ***Operation Layer:*** esta camada descreve a operação da empresa no dia-a-dia. Nesta etapa também deverão ser definidos os critérios para avaliação da empresa, e as mediadas necessárias para o seu desenvolvimento.

3.3.3.5 A arquitetura para sistemas integrados de informação - ARIS

A ferramenta *ARIS* (*Architecture for Integrated Information System*) desenvolvida na universidade de *Saarbrücken* na Alemanha pela empresa *IDS Prof Scheer GmbH*, foi criada com o objetivo principal de permitir o desenvolvimento de sistemas de informação que estivessem integrados à estrutura da empresa através de seus processos de negócio. Apresenta estrutura bastante relacionada às ferramentas *CIMOSA*, e tem sua aplicação direcionada para ambientes de negócio de qualquer tipo de empresa.

A proposta geral é que se permita uma modelagem que contemple todos os aspectos da organização através do estabelecimento de uma visão global, permitindo o desenvolvimento

de sistemas aderentes a negócio. O foco não é mais a construção de sistemas, mas a construção de soluções para problemas de negócio.

Destaca-se o fato de que a arquitetura e modelagem *ARIS* permite a utilização dos principais métodos de modelagem conhecidos, além de permitir a inclusão ou construção de outros métodos. Esta ferramenta apresenta também grande potencial para *BPM*, apresentando parcerias com a *SAP* empresa desenvolvedora de *softwares* para sistema integrado de gestão.

Conforme Bastos e Cameira (2000) os pontos fortes da ferramenta são:

- A visualização/ navegação entre outros modelos (permitem interrelacionamentos entre objetos e modelos facilitando a navegação em uma interface amigável);
- A flexibilidade associada às possibilidades de organização de modelos e à vasta quantidade de modelos e metodologias disponíveis;
- Permite ao usuário a elaboração de análises e geração de relatórios a partir dos modelos criados.

3.3.3.6 Métodos integrados de definição - *IDEF*

O *IDEF* (*Integration Definition for Function Modeling*) é um grupo de métodos utilizados para a modelagem por meio de diagramas, os quais são fundamentados na Técnica de Análise e Projetos Estruturados (*SADT – Structured Analysis and Design Technique*).

O método *IDEF* foi desenvolvido durante o projeto *ICAM* (*Integrated Computer Aided Manufacturing*) realizado pela Força Aérea Americana na década de 1980.

O *IDEF* constitui-se de um conjunto de 16 métodos conforme disposto na figura 15.

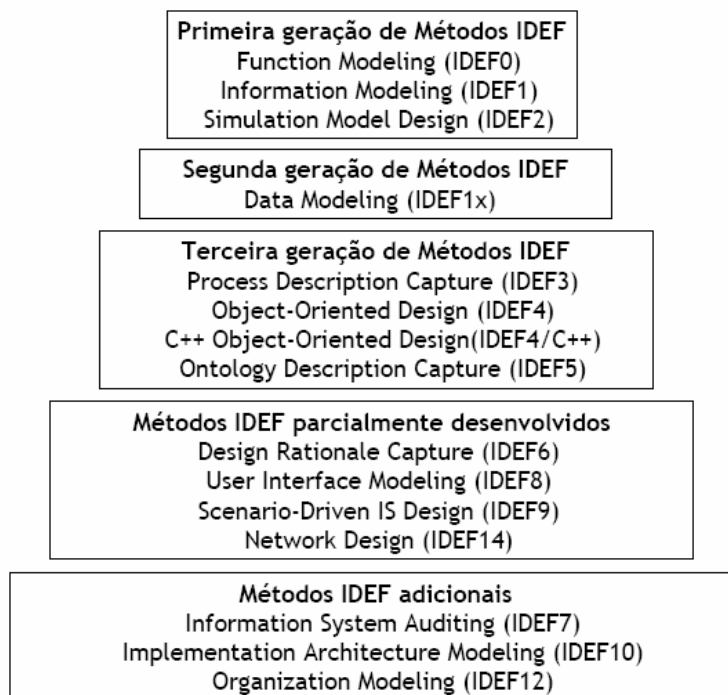


Figura 15 - Os diferentes métodos IDEF
 Fonte: LUCIANO, (2005).

Os principais métodos de modelagem incluem:

- *IDEF0* – para modelagem do aspecto funcional do processo;
- *IDEF1* – para modelagem da cadeia de informações;
- *IDEF2* – para modelagem da dinâmica do processo;
- *IDEF3* – para modelagem de processos de negócio;
- *IDEF4* – para modelagem de objeto;
- *IDEF5* – para modelagem ontológica.

O *IDEF* é uma ferramenta baseada em um “ativograma”, apresentando simplicidade e facilidade de uso sendo que na prática é a ferramenta de maior utilização para modelagem de empresas (AMARAL e ROZENFELD, 2008).

3.3.4 Ferramentas de TI que suportam o *BPM*

As ferramentas de modelagem e análise de processos são as que permitem a maior visibilidade para o uso de *BPM*. Entretanto para as empresas é de fundamental importância a

utilização de ferramentas que conduzam a implementação de processos de negócios. Podem ser citados vários tipos de ferramentas, tais como:

- *ERP* – Planejamento dos recursos da empresa. (*Enterprise Resource Planning*).
- *CRM* – Gerenciamento do relacionamento com os clientes (*Customer Relation Management*).
- *Workflow* – Fluxos de trabalho (automatização).
- *SCM* – Gerenciamento da cadeia de suprimento (*Supply Chain Management*).

Principalmente o *CRM* e o *SCM* que alguns autores designam *ERP*II estendem a capacidade de gestão para além das fronteiras da empresa.

A TI tem facilitado intensamente a implantação de melhorias de processos de negócios. A padronização de linguagem de modelagem de *software* (*UML*), o uso de interfaces padronizadas para banco de dados e pesquisa (*ODBC*), padronização de protocolos de comunicação (*XML*, *SMTP*) são alguns exemplos das muitas iniciativas na área.

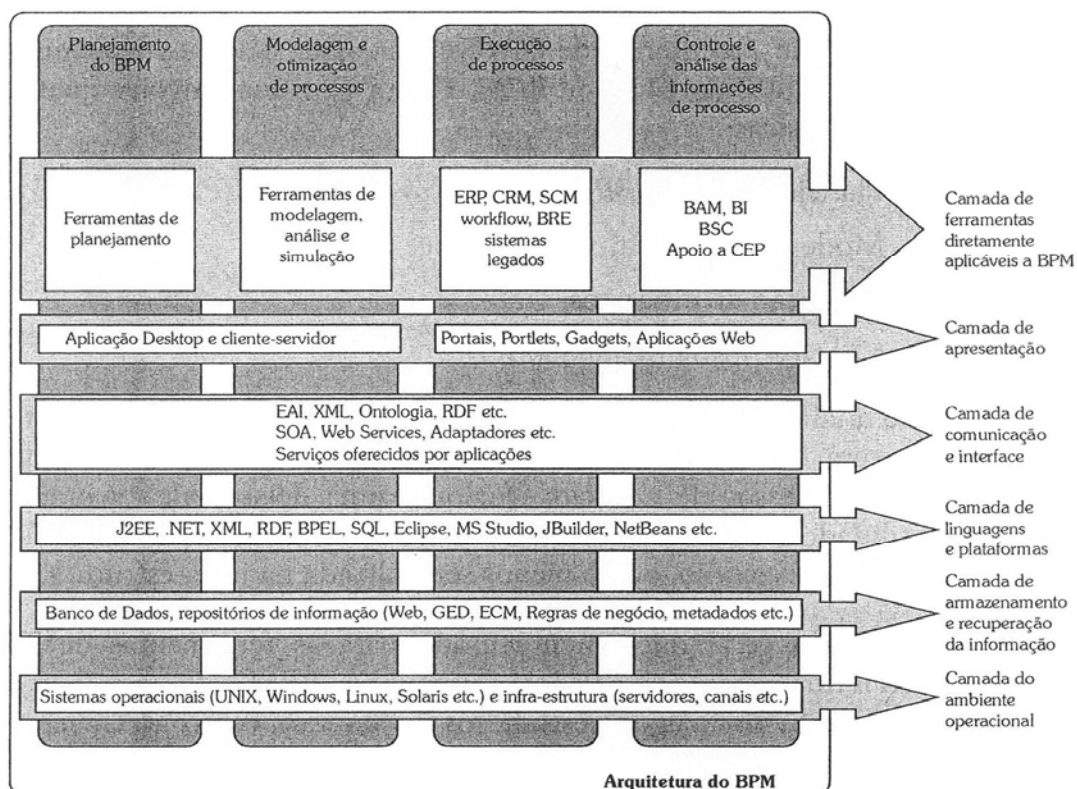


Figura 16 - Referência de arquitetura para ferramentas de TI aplicáveis ao *BPM*
Fonte: BALDAM et al (2007).

A figura 16 mostra a classificação das ferramentas TI, aplicadas no âmbito do *BPM*, de acordo com seu uso em processo. A localização do tipo de trabalho de pesquisa ora proposto enquadra-se na parte “ferramentas de modelagem, análise e simulação”.

3.4 REDES DE PETRI

3.4.1 Fundamentos

Redes de Petri é uma técnica de especificação de sistemas que possibilita uma representação matemática e possui mecanismos de análise, que permitem a verificação de propriedades e da corretude do sistema especificado.

As redes de Petri juntamente com outros modelos tais como cadeias de Markov, Teoria das Filas, Álgebra de Processos, etc., classificam-se nos chamados sistemas a eventos discretos (SED). Estes sistemas utilizam a mudança do seu estado em momentos discretos no tempo.

A partir de uma tese de Doutorado denominada “*Kommunikation mit automatos*” comunicação com autômatos, apresentada por Cal Adam Petri em 1962 na Universidade de *Darmstad*, Alemanha, surgiu uma ferramenta gráfica e matemática poderosa designada “Redes de Petri” abreviadamente RdP.

Com o objetivo inicial de modelagem de sistemas com autômatos e componentes concorrentes, esta ferramenta está direcionada para análise e modelagem de sistemas a eventos discretos, um sistema em que as mudanças de estado variam bruscamente e ocorrem em instantes precisos. Esta ferramenta mostrou-se ser utilizável em várias outras aplicações como automação da manufatura, protocolos de comunicação, sistemas distribuídos, etc. e também em diversas ciências tais como Engenharia, Economia, Administração etc. Sob uma abordagem logística os processos administrativos e de produção são similares, em ambos o foco do processo está no roteamento do trabalho *Workflow* e alocação de trabalho para o recurso.

Em um sistema de produção, os produtos são objetos físicos e as fontes principais de recursos são máquinas, robôs, humanos, esteiras, carros. Por outro lado nos processos administrativos os produtos são freqüentemente informacionais (documentos) e a maior parte

dos recursos é humana. Entretanto os processos administrativos e de produção também apresentam algumas diferenças que requerem maior análise (AALST, 1998). Portanto os processos de negócio passaram a ser utilizados em RdP, sendo que Zismann aplicou pela vez em 1977 os conceitos de Redes de Petri para representar procedimentos de escritório como passos iniciais de sistemas de *Workflow* (SALIMIFARD et al, 2001).

Desde então, inúmeras pesquisas, trabalhos, congressos tem sido realizados para estudar e desenvolver a ferramenta de Redes de Petri, principalmente a modelagem de fluxos de trabalho *Workflow*. As redes de Petri têm sido amplamente aplicadas por apresentarem forte base matemática, fácil aprendizado, livre acesso, representação gráfica, dispôr de formalismo matemático que conduz a utilização de vários métodos de análise. A simplicidade e o formalismo tornaram a RdP uma poderosa técnica de modelagem na representação dos processos Pádua et al (2004).

As Redes de Petri são tipos particulares e bipartidos de grafos direcionados que podem ou não possuir um estado inicial.

Conforme Cardoso e Valette (1997), as redes de Petri apresentam-se como um modelo formal, de três maneiras diferentes:

- Um grafo com dois tipos de nós e comportamento dinâmico;
- Um conjunto de matrizes de inteiros positivos ou nulos, cujo comportamento dinâmico é descrito por um sistema linear e
- Estruturalmente, um sistema de regras baseado na representação do conhecimento, sob a forma condição -> ação.

A representação gráfica constitui uma grande vantagem das Redes de Petri, entretanto, sua característica mais importante é a formalidade, ou seja, a característica que:

- Força a definições precisas, evitando incertezas, contradições e ambigüidades,
- Possibilita checar se um processo foi concluído com sucesso após um período.
- O formalismo pode ser utilizado para argüir sobre o processo, sendo possível obter informações sobre o comportamento do sistema modelado, através da análise de suas propriedades.

3.4.2 Rede de Petri clássica

As redes de Petri formam-se por meio de dois componentes principais, ou seja, a transição e o lugar. A transição é o componente ativo e representa alguma ação realizada dentro do sistema. O lugar é o componente passivo e está relacionado a alguma variável de estado do sistema. Lugares e transições são ligados por arcos dirigidos, criando um grafo bipartido dirigido em que só existe a possibilidade de ir de um lugar para uma transição ou de uma transição para um lugar. Acrescentando-se a esta disposição encontra-se o elemento designado ficha, conforme representado na figura 17.

Pode-se dizer que lugares e transição caracterizam um aspecto estático e que um outro elemento da rede designado “Ficha” caracteriza uma situação dinâmica.

Portanto uma ficha é uma marca que somente ocupa lugares e que muda de lugar conforme o disparo das transições.

Os elementos principais são:

Lugar (círculo) ;

Pode representar condição, atividade, recurso

Transição (barra)

Corresponde a um evento

Ficha (Ponto em um lugar)

Define o estado do sistema.

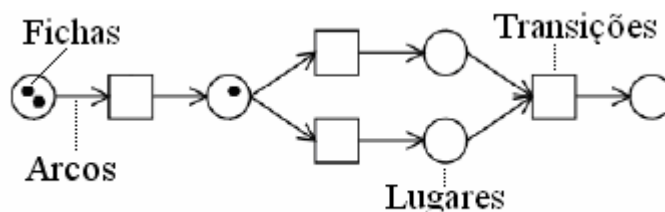


Figura 17 - Rede de Petri simples
Fonte: O autor, (2008).

Na figura 17 anteriormente apresentada, representa-se os elementos principais; fichas, arcos, lugares e transições.

3.4.2.1 Definição formal

As redes de Petri são definidas formalmente como uma quintupla $RdP = (P, T, F, W, M_0)$ (MURATA, 1989), onde:

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ é um conjunto finito de lugares,

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ é um conjunto finito de transições,

$F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ é um conjunto de arcos (relação de fluxo),

$W: F \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ é uma função de peso,

$M_0: P \rightarrow \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ é a marcação inicial e,

$P \cap T = \emptyset$ e $P \cup T \neq \emptyset$.

As redes de Petri podem ser classificadas em:

- Ordinárias;
- Abreviações;
- Extensões.

Uma estrutura de RdP , $N = (P, T, F, W)$ sem um estado inicial específico é denotada por N . Uma RdP com estado inicial determinado é denotada por (N, M_0) .

3.4.2.1 Classificação e propriedades das redes de Petri

As Redes de Petri podem ser classificadas nos seguintes tipos: Redes de Petri Ordinárias que apresentam arcos com o mesmo peso, igual a um, Redes de Petri Abreviações que são representações simplificadas para facilitar a representação gráfica e Redes de Petri Extensões que visam a inclusão de hierarquias, aspectos temporais e demais conceitos e elementos. As regras de funcionamento incorporam variações com o objetivo de enriquecer a capacidade de representação do modelo inicial.

As Redes de Petri apresentam características quanto à dependência de marcação inicial e de propriedade estrutural. Podem ser citadas outras propriedades da Rede de Petri, ou seja, Redes livres de bloqueio, Redes vivas e quase vivas, Redes reinicializáveis, Redes K – limitações e Redes invariantes de transição.

3.4.2.3 Redes de Petri de alto nível

Tendo em vista a utilização em sistemas complexos e para atender diversas outras aplicações surgiram as designadas extensões. De modo geral quanto ao grau de abstração as redes de Petri podem ser classificadas de baixo e alto nível. As redes de baixo nível são as designadas ordinárias e as de alto nível coloridas. As redes coloridas incorporam uma marca viabilizando sua identificação.

As redes de Alto Nível ou estendidas podem ser classificadas como coloridas, temporizadas e hierarquizadas.

As Redes de Petri coloridas, ficha com cores diferentes (individuais) os quais representam diferentes processos ou recursos em uma mesma rede, apresentam as seguintes vantagens.

- Reduzir o tamanho do modelo e da rede.
- Estabelecer pré-requisitos para uma transição se tornar habilitada.
- Possibilitar, individualizar e analisar vários processos ao mesmo tempo.
- Apresentar aspecto informacional agregado á ficha.

A Rede de Petri temporizada são extensões que procuram permitir a possibilidade de análise no domínio do tempo, sendo que o tempo pode estar ligado às fichas, aos lugares, aos arcos ou transições.

As Redes de Petri temporizadas podem ser classificadas em determinísticas e estocásticas. Portanto segundo Okayama (2007) com as Redes de Petri coloridas pode-se responder questões, como:

- Quantos eventos de um tipo podem ocorrer num dado intervalo de tempo?
- Quanto tempo permanece o sistema num dado estado?

3.4.3 Workflow e redes de Petri

As Redes de Petri foram empregadas pela primeira vez por Zisman, (1977) para automatizar processo de escritório, ou seja, modelar *workflow*.

A utilização das Redes de Petri para modelar *workflow* pode ser justificada por apresentar uma semântica formal apesar de sua natureza gráfica, possibilitar inúmeras técnicas de análise, fácil aprendizado, efetuar integração de dados e aspectos comportamentais, suportar processos concorrentes e cooperativos. A principal vantagem na utilização de RdP para a modelagem de *workflow* é a possibilidade da união da fundamentação matemática com a representação gráfica compreensiva e possibilidade de simulações e verificações (MERZ et al, 1995). A importância da visão do processo é fundamental já que qualquer sistema de informação é constituído de processos (AALST & HEE, 2002). Assim sendo blocos básicos designados *and join* (encerra roteamento paralelo), *and split* (inicia roteamento paralelo), *or join* (encerra um roteamento condicional) e *or split* (encerra um roteamento condicional), iteração, causalidade (figura 18) constituem-se peças fundamentais para traçar rotas seqüenciais, condicionais, paralelas e iterativas. Estes blocos básicos também podem formar estruturas lógicas de paralelismo e sincronismo que definem se uma ou mais tarefas podem ser executadas ao mesmo tempo ou em qualquer ordem e seleção ou decisão que envolvem uma escolha de uma dentre duas ou mais tarefas.

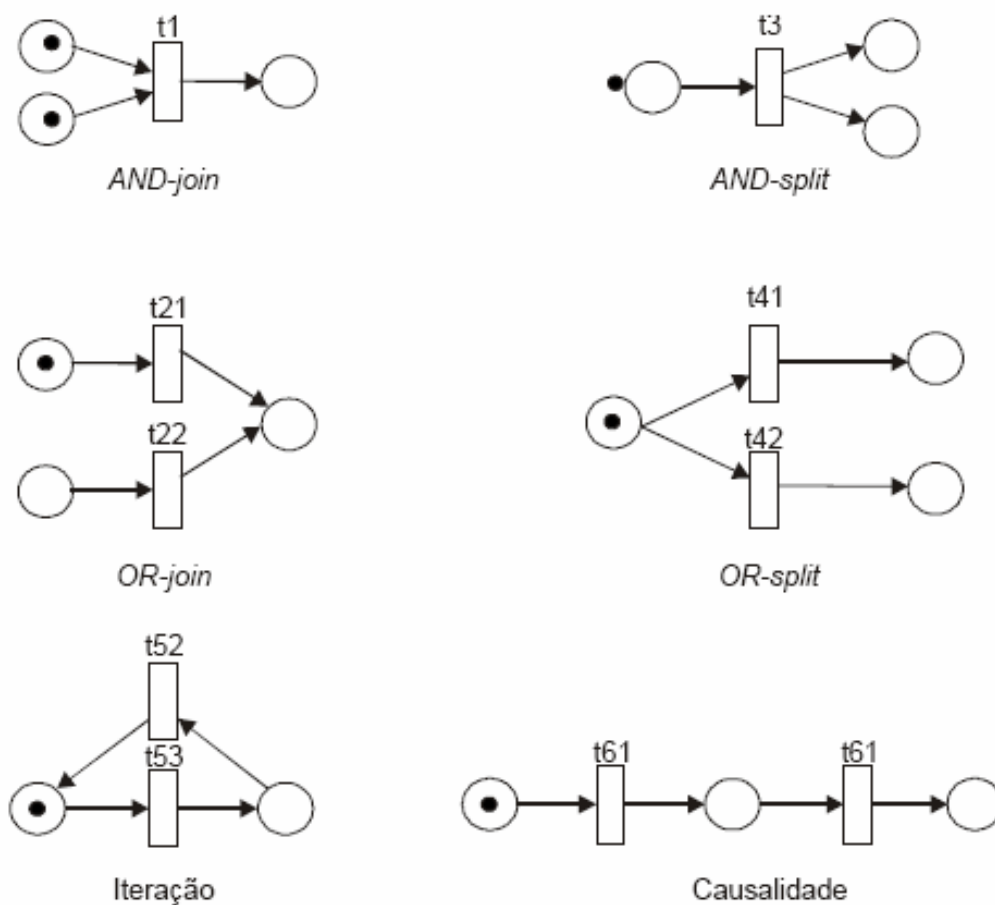


Figura 18 - Representação de bloco *AND* e *OR*, *join* e *split*, iteração e causalidade.
 Fonte: Adaptado pelo autor, (AALST, 1998).

3.4.3.1 Workflow – Net

Workflow Net é uma RdP representando um procedimento onde as transições modelam tarefas ou atividades de controle e o fluxo de fichas por esta rede representa os casos executados (AALST & HEE, 2002). A construção e características de uma *WF-Net* é fundamentada nos conceitos relacionados a tarefa, recurso, classe de recursos, gerenciador de recursos, procedimento, atividades de controle e *case* (trabalho).

3.4.3.2 Workflow-NET características

A análise de fluxo do processo e verificação das características estruturais é realizada através das seguintes propriedades:

Alcançabilidade

A RdP apresenta uma propriedade comportamental designada alcançabilidade aplicada ao estudo de propriedades dinâmicas. Informa a possibilidade de atingirmos determinada marcação M' a partir de uma marcação inicial. Portanto, há uma seqüência de transições que disparada levam à marcação M' .

Vivacidade

A RdP apresenta uma propriedade designada vivacidade que indica que há algum estado ou seqüência de estados que não serão mais alcançado e um possível bloqueio (deadlock)

Reversibilidade

Refere-se à propriedade que faz com que seja possível retornar ao estado inicial.

Soundness

Refere-se à propriedade da RdP de que a mesma seja sólida ,ou seja várias características que permitam a verificação da exatidão do projeto do *workflow*.

3.4.3.3 Workflow-NET *softwares*

Diversos *softwares* estão disponíveis para utilização de modelagem de workflow e mesmo processos de negócio aplicando as *WF-Net* sendo os mais utilizados o *WOPED* e o *WOFLAN*, que descreve-se resumidamente a seguir:

WOPED-Workflow Petri Net Designer

Apresenta-se como um *software* livre desenvolvido na Karlsruhe Berufsakademie sendo sua principal característica o fácil uso para modelagem, simulação e análise de processos de workflow e descrição de recursos. A ferramenta *Woped* utiliza *WF Net* e extensões das Rdp tendo sido inicialmente apresentada por Will Van der Aalst (Tu Eindhoven).

WOFLAN-Workflow Analyzer

Woflan é uma ferramenta de modelagem e simulação que é utilizada principalmente para analisar processos de *workflow*. Esta ferramenta atua para verificar se os processos de workflow estão corretos, por meio de diagnósticos, verificação semânticas e de propriedades estruturais.

3.4.4 Redes de Petri – *BPM softwares*

Entre vários *softwares* que atendem o gerenciamento dos processos de negócio por meio do formalismo das redes de Petri, selecionamos a ferramenta *Income Process Designer* que se apresenta como um ambiente computacional que permite atender o *BPM* em todas as fases do ciclo de desenvolvimento, sendo fundamentado em redes de Petri de alto nível. Esta ferramenta será utilizada nesse projeto de pesquisa, sendo objeto de uma descrição mais detalhada no capítulo quatro referente ao desenvolvimento do trabalho de modelagem.

3.5 SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

3.5.1 Introdução

O sistema de planejamento e controle da produção (PCP) executa a tarefa essencial de gerenciar com eficiência o fluxo de material, a utilização de pessoas e equipamentos e

responder as necessidades do cliente utilizando a capacidade dos fornecedores e da estrutura interna. (VOLLMAN et al, 2002)

Também pode se dizer que o PCP é um órgão de apoio que coordena a aplicação de recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos estabelecidos em níveis estratégicos, tático e operacional. (TUBINO, 1999). O PCP administra informações de forma direta ou indireta com vários órgãos da empresa tais como marketing, finanças, compras, produção, vendas, recursos humanos, engenharia, contabilidade entre outros.

O sistema de PCP atua como suporte prestando informações a partir do qual gerentes tomam decisões efetivas. O PCP de uma forma geral trata da gestão dos sistemas de produção.

3.5.2 Sistemas produtivos

Definimos sistemas de produção ou também sistemas produtivos como um processo organizado, que utiliza insumos e os transforma em bens ou executa serviços; ambos devem se apresentar dentro dos padrões de qualidade e preço e ter procura efetiva (RUSSOMANO, 1995).

Embora a definição do sistema produtivo contemple a produção de bens e serviços, este trabalho de pesquisa se restringirá a análise da produção de bens de manufatura, os quais podem ser classificados das seguintes formas:

Grau de padronização dos produtos:

- Padronizados;
- Sob medida;
- Montados;

Tipo de Operação que sofrem os produtos:

- Processos contínuos;
- Processos discretos:
- Repetitivos em massa;
- Repetitivos em lotes;
- Por projeto;

Natureza dos produtos:

- Bens;
- Serviços.
- Segundo o arranjo físico:
- Funcional;
- Celular.

Portanto o tipo de sistema de produção determina e influencia como se desenvolverão as atividades de planejamento e controle da produção.

3.5.3 Evolução do PCP

O sistema de Planejamento e Controle da Produção na forma como é apresentado e aplicado atualmente, pode ser disposto nas seguintes fases evolutivas:

Anos 1960	<i>BOM – Bill of Material</i> Lista de Material Automatizada
Anos 1970	<i>MRP – Material Requirement Planning</i> Planejamento das Necessidades de Materiais
Anos 1960-1980	<i>JIT - Just In Time – Kanban</i> Filosofia de eliminação de desperdícios - Cartão de Controle
Anos 1980	<i>MRP II – Manufacturing Resource Planning</i> Planejamento dos Recursos da Manufatura
Anos 1990	<i>ERP - Enterprise Resource Planning</i> Planejamento dos Recursos da Empresa
Anos 2000	<i>ERP II - Enterprise Resource Planning</i> Planejamento dos Recursos da Empresa

A lista de material automatizada BOM – *Bill of Materials* tornou-se possível nos anos 60, devido ao surgimento de computadores com grande capacidade de processamento. A lista de materiais corresponde à parte mais trabalhosa, já que todos os produtos da linha de

produção devem ser “explodidos” em todos os componentes, subcomponentes e peças. A *Bill of Materials*” conforme Martins e Laugeni (2002). apresenta-se como um software que se tornou a “espinha dorsal” do sistema *MRP*.

O sistema *MRP* – Planejamento das Necessidades de Materiais foi formulado e desenvolvido por Joseph Orlick da IBM, baseando-se no conceito da demanda dependente e demanda independente, O sistema *MRP*, acrescido do subsistema de Planejamento das Necessidades de Capacidade (*CRP*), que prevê todas as prioridades das ações dentro dos sistemas de manufatura, é designado de “*MRP* de ciclo fechado”, e conforme Barbosa (1999) é o estágio imediatamente anterior ao *MRPII*, configurando-se em um sistema integrado de informações, armazenando e operacionalizando dados e informações acerca do programa mestre de produção, das listas de materiais, do *status* dos itens (a situação do inventário de itens e materiais) e das necessidades de capacidade

O *MRPII* é um desenvolvimento do sistema *MRP*, constituindo-se num sistema hierárquico de administração da produção em que os planos de produção de longo prazo (agregados) são sucessivamente detalhados até o nível de planejamento de componentes e equipamentos específicos. Envolve o planejamento de todos os recursos da manufatura sendo compostos dos módulos principais, *S&OP*, Gestão de Demanda, *MPS*, *RCCP*, *MRP*, *CRP*, - *SFC* e compras. O *MRPII* prevê uma seqüência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção viável.

Nos anos de 1970 surgiu também o sistema de gerenciamento das restrições proposto por um físico de Israel, Eli Goldratt, que introduziu o *OPT* (Optimized Production Technology), baseado na teoria das restrições, ou seja, nos gargalos da produção.

O sistema *Just in time* surgiu na *Toyota Motor Company*, no Japão, na década de 1960. O sistema de puxar a produção a partir da demanda utiliza cartões *kanban* para autorizar e movimentar a produção, que aliada a uma filosofia e prática, tornou o sistema conhecido e aplicado por empresas ao redor do mundo. Os elementos mais expressivos do sistema *JIT* são os cartões *Kanban*, o *TQC*, a melhora contínua dos processos (*Kaizen*), eliminar desperdícios, treinar trabalhadores multifuncionais, reduzir *set-up*, arranjo celular e a manutenção total produtiva (*TPM*).

Entretanto, com o advento do sistema *JIT*, o gigantismo dos sistemas *MRPII* veio à tona, começando a surgir uma série de restrições que perduram até os dias atuais. As críticas mais comuns dizem respeito ao volume de dados planejados/controlados, ao nível de acuracidade exigidos dos mesmos e ao fato de o sistema assumir capacidade infinita em todos os centros produtivos (SACOMANO e JÚNIOR, 2002).

Surgiram então sistemas híbridos com o objetivo de retirar proveito de cada sistema, por exemplo, *MRPII/JIT-Kanban*, o qual reúne as vantagens do sistema *MRP* no planejamento global, e a simplicidade da filosofia e técnica do sistema *Just in Time* no controle da produção.

Os sistemas *ERP* são um desenvolvimento do sistema *MRPII*, com o objetivo de atender a necessidade de informação para a tomada de decisão gerencial da empresa como um todo. Os principais módulos disponíveis são: módulos da manufatura (PCP), contabilidade, finanças, custos, distribuição física, recursos humanos, etc. todos integrados como uma única base de dados.

Sistemas de *ERP* de última geração, algumas vezes denominados *ERP II* utilizam aplicativos de *Business Intelligence*, passando pelos processos de planejamento e controle das operações internas e também transacionando de maneira natural com os ambientes dos fornecedores, dos clientes e do governo. (SUCUPIRA, 2004). Relacionamos a seguir alguns sistemas de *ERP* utilizados atualmente. *Supply Chain Management-SCM*, *Customer Relationship Management-CRM*, *Vendor Management Inventory-VMI* e *Collaborative Planning and Forecasting Replenishment- CPFR*.

3.5.4 Sistemas conceituais de PCP

O Sistema de Planejamento e controle da Produção pode ser classificado em termos conceituais como sistema “empurrado”, sistema “puxado” e sistema de gerenciamento das restrições (gargalo). O ponto de partida para o sistema “empurrado” foi considerado quando do desenvolvimento do *MRP - Material Requirement Planning* por Joseph Orlick da *International Business Machinery - IBM* em 1974, nos EUA. No sistema “puxado” o sistema *Kanban* apresentado no final dos anos de 1960 por Taichi Ohno da Toyota, fabricante de automotores do Japão. O sistema de gerenciamento de restrições (gargalo) foi proposto por um físico de Israel, Eli Goldratt, que introduziu a *OPT (Optimized Production Technology)* nos meados dos anos de 1970. Estes sistemas estão apresentados no Quadro 2 a seguir.

Comparação entre Sistemas de PCP	PCP Tradicional	Gerenciamento das Restrições	Sistema Toyota de Produção
Objetivo	Estabelecer métodos de trabalho para o desenvolvimento das atividades vinculadas ao processo produtivo.	Unificar os elementos construtivos de um sistema produtivo, tendo como foco principal o GR.	Eliminar o desperdício.
MPS	Balancear suprimento e demanda, com mínima formação de estoque.	Estabelecer a taxa de produção do sistema com base no Recurso com Restrição de Capacidade.	Fornecer os níveis médios de produção diária de cada estágio do processo.
Planejamento de capacidade	Paralelo aos planos de produção	Entrelaçado com os planos de produção.	Amaciamento da produção.
Sistema de produção	Sistema “empurrado”.	Programa a produção (TPC).	Sistema “puxado”.
Controle	<i>MRP</i>	Gerenciamento dos pulmões.	Kamban.

Quadro 2 - Comparativo modelos conceituais de PCP.
Fonte: Adaptado pelo autor, (KOPAK, 2003).

Uma comparação entre as características principais dos sistemas de planejamento e controle da produção está descrita no Quadro 2.

Este trabalho de pesquisa está direcionado para o estudo de um sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban*, razão pela qual o estudo do sistema *MRP*, *Just In Time*, e híbrido *MRPII/JIT-Kanban* serão estudados com maiores detalhes nos tópicos 3.5.5, 3.5.6 e 3;5;7 respectivamente.

Com respeito ao sistema de Gerenciamento das restrições efetua-se uma breve análise. O gerenciamento das restrições também é conhecido como *OPT* (Optimized Production Technology). A tecnologia da produção otimizada refere-se a uma abordagem da programação da produção, que faz parte de um contexto mais abrangente designado teoria das restrições. O *OPT* é uma técnica computadorizada que auxilia a programação de sistemas produtivos ao ritmo ditado pelos recursos mais fortemente carregados, ou seja, os gargalos. Se a taxa de atividade em qualquer parte do sistema exceder àquela do gargalo, alguns itens estarão sendo produzidos sem que possam ser utilizados. Se a taxa do trabalho cai abaixo do ritmo no gargalo, todo o sistema é subutilizado (SLACK et al, 1999).

Os nove pontos principais do *OPT* segundo Corrêa et al (2001) são os seguintes:

- Balanceie o fluxo e não a capacidade;
- A utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema (por exemplo, um gargalo);
- Utilização e ativação de um recurso não são sinônimas;
- Uma hora ganha num recurso gargalo é uma hora ganha para o sistema global;
- Uma hora ganha num recurso não gargalo não é nada, é só uma miragem;
- O lote de transferência pode não ser e, freqüentemente, não deveria ser igual ao lote de processamento;
- O lote de processamento deve ser variável e não fixo;
- Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques;

O *OPT* utiliza a terminologia do “tambor, pulmão, corda” para explicar sua abordagem de planejamento e controle. Utilizando o *OPT*, o centro de trabalho gargalo transforma-se num “tambor”, batendo o ritmo para o restante da fábrica. Este ritmo determina a programação de setores não gargalo, puxando o trabalho na linha (a corda) de acordo com a capacidade do gargalo e não a capacidade do centro de trabalho. O recurso gargalo deve trabalhar de acordo com a sua capacidade máxima, logo pulmões de estoque devem ser colocados antes do gargalo de forma garantir que ele nunca pare por falta de trabalho (SLACK et al, 1999). O *OPT* conforme Corrêa e Giansesi (2001), é implantado nas empresas através de *softwares* “proprietários”, que não são exatamente baratos. Isso significa que a empresa que o adote estará concordando em se tornar de certa forma dependente de um fornecedor.

3.5.5 Sistema “empurrado” – *MRP, MRPII, ERP*.

Em um sistema de PCP “empurrado” (*push*) segundo Gaither e Frazier (2002), a ênfase se desloca para o uso de informações sobre clientes, fornecedores e produção para administrar fluxos de materiais. Lotes de matérias-primas são planejados para chegar a uma fábrica aproximadamente no prazo necessário para se fazer lotes de peças e submontagens. Peças e submontagens são feitas e entregues para montagem final aproximadamente quando necessário, e produtos acabados são montados e embarcados mais ou menos quando os clientes necessitam deles. Os sistemas tradicionais empurrados produzem com antecipação para terem o produto quando a procura ocorrer. Os produtos são empurrados através do sistema e são armazenados em antecipação a demanda (REID e SANDERS, 2005).

3.5.5.1 Planejamento de necessidades de materiais- *MRP*

O *MRP* é um sistema de planejamento e controle de produção que utiliza uma arquitetura de controle centralizada, em que as decisões são tomadas por algum agente central (tipicamente uma combinação entre planejadores e uma infra-estrutura de *hardware* e *software*) capaz de monitorar e intervir sobre todo o sistema. A execução do *MRP*, conforme Sacomano e Júnior (2002), baseia-se principalmente nas informações da lista de material (demandas dependentes e independentes), ciclos de produção de cada item (lead-time), programação mestre, níveis de inventário e no conceito de lote econômico. A função do *MRP* é fornecer informações sobre o que, quanto e quando produzir, para que apenas o necessário seja adquirido e apenas no momento necessário, com o intuito de reduzir estoques. O funcionamento do sistema *MRP* está baseado em que o planejamento mestre da produção (suprido de informações pela previsão de vendas e a carteira de pedidos firmes) posiciona o número de itens a serem produzidos, durante períodos específicos de tempo. Os registros de estoque, junto com a lista de materiais, definem os materiais utilizados para se fazer cada item e as quantidades corretas de cada um.

O *MRP*, conforme Gaither e Frazier (2002), é um sistema computadorizado que toma o *MPS* como um dado; ele explode o *MPS* na quantidade exigida de matérias-primas, peças, submontagens e montagens necessárias em cada semana do horizonte de planejamento; reduz essas necessidades de materiais para considerar os materiais que estão em estoque ou sob encomenda; e desenvolve um programa de pedidos de materiais comprados e peças produzidas durante o horizonte de planejamento. Os sistemas *MRP* se baseiam na filosofia segundo a qual cada matéria prima, peça e montagem necessária a produção devem chegar simultaneamente na hora certa para produzir os itens finais no *MPS*.

O programa mestre da produção guia o sistema *MRP* inteiro. Ele é aceito como um dado. O arquivo situação do estoque e o arquivo lista de materiais fornecem informações adicionais sobre produtos incluídos no programa mestre da produção. Essas entradas são introduzidas no programa *MRP* de computador, que gera as saídas. As transações de estoques resultantes das ações do *MRP* são colocadas novamente no arquivo situação do estoque a fim de que sejam mantidos registros atualizados do estoque.

De acordo com Gaither e Frazier (2002), o programa *MRP* de computador opera da seguinte forma:

1. Primeiro, com o *MPS* ele começa a determinar o número de itens finais necessários em cada período de tempo
2. Em seguida, as numerações das peças de reposição não incluídas no *MPS*, mas deduzidas dos pedidos dos clientes são incluídas como itens finais.
3. O *MPS* e as peças de reposição são então explodidos em necessidades brutas para todos os materiais por período de tempo no futuro consultando-se o arquivo lista de materiais.
4. Em seguida, as necessidades brutas de materiais são modificadas pela quantidade de materiais disponíveis e já pedidos para cada período consultando-se o arquivo situação do estoque. As necessidades líquidas de cada material para cada intervalo de tempo são computadas da seguinte maneira:

$$\text{Necessidades líquidas} = \text{Necessidades brutas} - \left[\begin{array}{l} \text{Estoque} \\ \text{disponível} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Estoque de} \\ \text{segurança} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Estoque alocado} \\ \text{para outros recursos} \end{array} \right]$$

Se as necessidades líquidas forem maiores que zero, pedidos do material devem ser feitos.

5. Finalmente, os pedidos são contrabalançados para períodos de tempo mais antecipados para levar em conta os *lead times* em cada etapa do processo de produção e os *lead times* dos fornecedores.

Os sistemas *MRP* normalmente requerem uma organização complexa, centralizada e computadorizada, para suportar os sistemas de *hardware* e *software* necessários. Isto pode fazer com que as necessidades do cliente pareçam distantes para os funcionários cujas responsabilidades estão dois ou três níveis abaixo na estrutura organizacional.

É necessário um longo tempo para atualizar os registros *MRP*. Em teoria, cada transição requer uma atualização completa na atualização de dados. Na prática, é mais usual que as alterações sejam efetuadas semanalmente (ou mensalmente).

3.5.5.2 Planejamento de recursos de materiais-*MRPII*

O *MRP II* é um sistema hierárquico de administração da produção em que os planos de produção de longo prazo (agregados), que contemplam os níveis globais de produção e setores produtivos, são sucessivamente detalhados até o nível de planejamento de componentes e equipamentos específicos. O *MRP II* está baseado na utilização de um *software* que apóie a filosofia. Assim o *MRP II* é um sistema no qual a tomada de decisão é

bastante centralizada. O *MRP II* é um sistema considerado passivo, visto que aceita passivamente seus parâmetros, como tempos de preparação de máquina (incluídos no tempo de ressurgimento), níveis de estoques de segurança, níveis de refugos, entre outros, não incluindo nenhuma sistemática de questionamento e melhoria desses parâmetros.

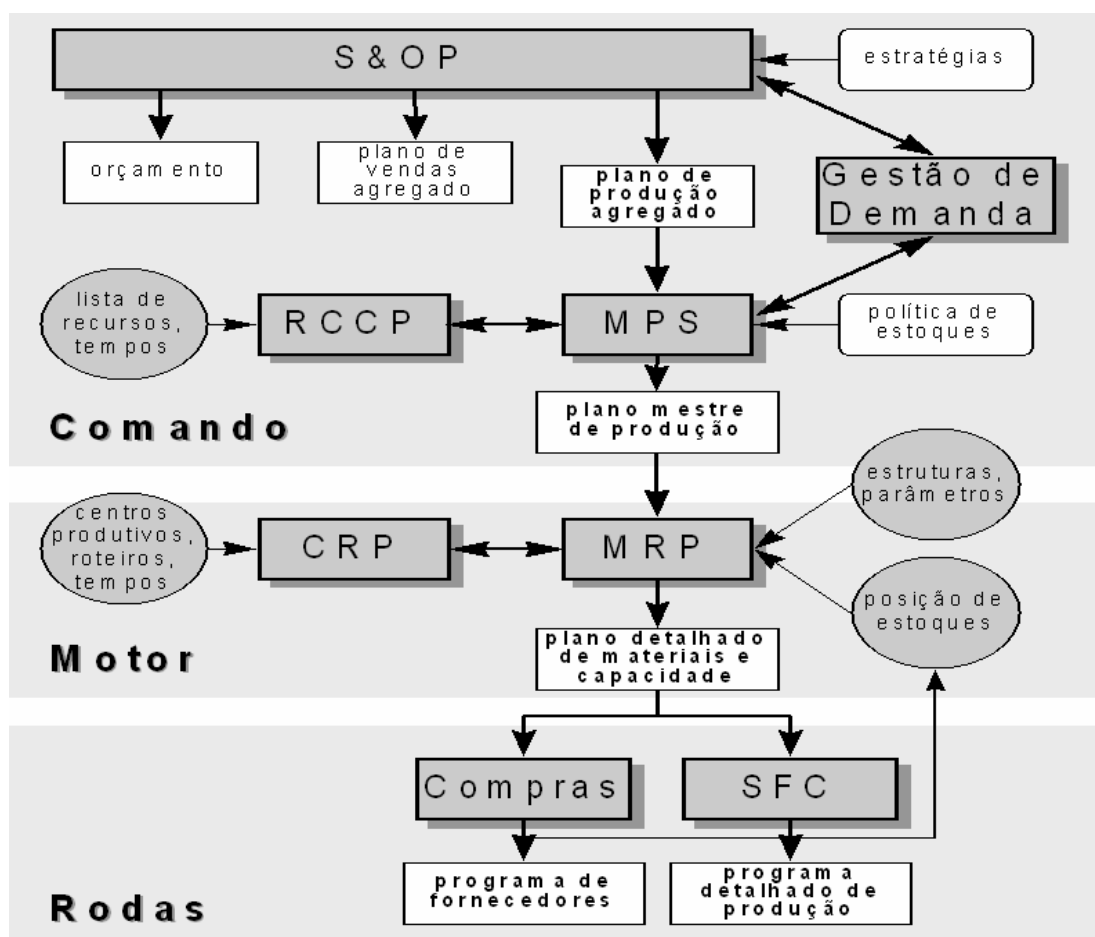


Figura 19 - Estrutura S&OP
Fonte: CORRÊA e GIANESI, (2001).

O fluxo lógico e decisões com seus processos específicos estão representados na figura 19, em que podem ser identificados três blocos básicos; comando, o motor e as rodas que estão descritos sucintamente a seguir:

- O comando – composto pelos níveis mais altos de planejamento (S&OP, Gestão de Demanda e *MPS/RCCP*) que é o responsável por dirigir a empresa e sua atuação no mercado. É principalmente neste bloco que recai a responsabilidade pelo desempenho competitivo da empresa sendo, portanto um nível de decisão de alta direção;
- O motor – composto pelo nível mais baixo de planejamento (*MRP/CRP*), responsável por desagregar as decisões nos níveis requeridos pela execução, ou

seja, o que, quanto e como produzir e/ou comprar, além das decisões referentes à gestão da capacidade de curto prazo;

- As rodas – compostas pelos módulos ou funções de execução e controle (Compras e *SFC*), responsáveis por apoiar a execução detalhada daquilo que foi determinado pelo bloco anterior, assim como controlar o cumprimento do planejamento, realimentando todo o processo.

Os principais subsistemas ou módulos do *MRP II* disponíveis em aplicativos comerciais são:

- (1) Cadastros Básicos
- (2) Planejamento de Vendas e Operações – (*Sales and Operations Planning - S&OP*)
- (3) Gestão de Demanda
- (4) Planejamento Grosseiro de Capacidade (*Rough Cut Capacity Planning - RCCP*)
- (5) Programação Mestre da Produção (*Master Production Schedule - MPS*)
- (6) Planejamento das Necessidades de Materiais (*Material Requirements Planning - MRP*)
- (7) Planejamento da Necessidade de Capacidade (*Capacity Requirements Planning - CRP*)
- (8) Controle da Fábrica ou Controle de Produção (*Shop Floor Control - SFC*)
- (9) Compras

Considerando que os módulos de planejamento de vendas e operações, gestão da demanda, planejamento grosseiro de capacidade (*RCCP*), programação mestre da produção (*MPS*), planejamento das necessidades de materiais (*MRP*), planejamento da necessidade de capacidade (*CRP*), serão abordados na estrutura *MRPII/JIT-Kanban* item 3.5.7, efetua-se a seguir uma breve análise sobre os módulos *Shop Floor Control* e Compras.

O *Shop Floor Control (SFC)* e Compras têm a função de garantir que o plano de materiais detalhado seja cumprido. O módulo *SFC*, ou Controle do Chão de Fábrica, é o responsável pelo seqüenciamento das ordens por centro de produção. O *SFC* faz a interface entre o planejamento e a fábrica.

As atividades do módulo de *SFC*, conforme Corrêa e Giansi (2001) começam com a liberação da ordem de produção, quando o sistema faz alocação dos materiais a serem utilizados, descontando-os do estoque disponível. A partir daí, o *SFC* permite que sejam informados os tempos efetivamente gastos nas operações.

Também pode ser descrito que o controle do chão de fábrica refere-se à forma através da qual o sistema produtivo implementa os planos detalhados. A programação e o

seqüenciamento determinam quais trabalhos devem ser alocados a quais recursos e quando. Programar a produção é estabelecer quando cada trabalho deve começar em termos da precisão possível diante da unidade de tempo adotada. Seqüenciar a produção é estabelecer a ordem em que os trabalhos alocados para uma unidade de tempo serão executados.

O módulo de Compras tem função semelhante ao *SFC*, controlando as ordens de compras de materiais e faz a interface entre o planejamento e os fornecedores de componentes e matérias-primas.

3.5.5.3 Planejamento dos recursos das empresas - *ERP*

Os sistemas de planejamento de recursos empresariais traduzido do inglês *Enterprise resource planning (ERP)* são disponibilizados para atuar em várias áreas funcionais da empresa, sendo oferecido pelos fornecedores de *softwares* em módulos expansíveis. Os principais módulos disponíveis são: vendas e distribuição, contabilidade financeira, controle financeiro, administração de ativos fixos, recursos humanos, fluxo de trabalho, soluções industriais, administração de materiais, planejamento da produção (inclusive *MRP* e *CRP*), administração da qualidade, manutenção de fábrica e sistemas de projeto.

O *ERP* segundo Gaither e Frazier (2002), constitui-se em um sistema de informação orientado para a contabilidade para identificar e planejar os recursos empresariais necessários para aceitar, fazer, remeter e cuidar dos pedidos dos clientes. Um sistema *ERP* difere do sistema *MRP II* em termos de requisitos técnicos, como por exemplo, na interface do usuário, banco de dados relacional, uso de linguagem de quarta geração, ferramentas de engenharia auxiliada por computador no desenvolvimento, arquitetura cliente/servidor e portabilidade de sistema aberto. Segundo Sucupira (2004), já se pode caracterizar atualmente sistemas designados *ERP II*, utilizando aplicativos de Business Intelligence, passando pelos processos de planejamento e controle das operações internas e também transacionando de maneira natural com os ambientes dos fornecedores, dos clientes, do governo em um posicionamento de gestão em rede.

olhamos somente para a etapa de produção seguinte e determinamos o que é necessário aí, e então realiza-se somente isso. Os produtos caminham diretamente das etapas do início da produção para a etapa final de produção com pouco estoque entre as etapas. Portanto matéria prima e peças são puxadas do fundo da fábrica em direção à expedição da fábrica tornando-se produtos acabados. Este tipo de PCP é comumente aceito como manufatura *just-in-time (JIT)*, ou sistema Toyota de produção. O conceito do *just-in-time* parece estar no coração da administração da produção e da elevação da produtividade no Japão. A idéia em que repousa o *JIT* é simples: fabricar e entregar produtos apenas a tempo de serem vendidos, submontá-los apenas a tempo de montá-los nos produtos acabados, fazer peças apenas a tempo de entrarem nas submontagens e, finalmente, adquirir materiais apenas a tempo de serem transformados em peças fabricadas (SCHONBERGER, 1987). O *Just In time* é uma filosofia que incorpora elementos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto de produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

Os três pontos chaves a respeito da filosofia *JIT* são:

- Eliminação de desperdícios;
- Envolvimento de funcionários na produção;
- Esforço de aprimoramento contínuo (*Kaizen*);

Conforme Shingo (1996) o futuro do sistema Toyota de produção envolve a eliminação total da perda, com o objetivo de reduzir os custos ao máximo. O desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor. A Toyota identificou sete tipos de desperdício, o qual se acredita serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes tanto de serviço como de manufatura.

1. **Superprodução.** Faça somente aquilo que é necessário agora.
2. **Espera.** Coordene os fluxos entre as operações e equilibre cargas desequilibradas por meio de trabalhadores e equipamentos flexíveis.
3. **Transporte.** Projete layouts de instalações que reduzam ou eliminem o manuseio e embarque de materiais.
4. **Produção desnecessária.** Elimine todos os passos de produção desnecessários
5. **Estoques de trabalho em processo.** Elimine-os, reduzindo os tempos de preparação, aumentando taxas de produção e fazendo uma melhor coordenação de taxas de produção entre centros de trabalho
6. **Movimento e esforço.** Melhore a produtividade e a qualidade eliminando movimentos humanos desnecessários,
7. **Produtos defeituosos.** Elimine defeitos e inspeções. Faça produtos perfeitos

A filosofia *JIT* é normalmente vista como um sistema “total”. O *JIT* e a Qualidade Total têm muitos aspectos em comum, e são normalmente encaradas como um conjunto “*JIT-TQM*” (*Total Quality Management*). O *JIT* visa fornecer diretrizes que englobam todos os funcionários e todos os processos na organização, sendo que uma cultura organizacional é importante fator para apoiar este direcionamento. O enfoque do *JIT* prevê um comprometimento da alta direção, incentiva a resolução de problemas por equipe, rotação de cargos e multi-habilidade, encorajar alto grau de responsabilidade pessoal e engajamento no trabalho por todos. Uma implantação de manufatura *JIT* conforme Davis et al (2001), não é passível de ser feita de um dia para o outro ou no girar de uma chave. É isso sim, um sistema evolutivo que está continuamente buscando formas de melhorar a produção.

Conforme Slack et al (2007), também se pode dizer que: no Just in Time:

- O fluxo entre cada estágio do processo de manufatura é “puxado” pela demanda do estágio posterior.
- O controle do fluxo entre estágios é conseguido pela utilização de cartões simples, fichas ou quadrados vazios, os quais disparam a movimentação e a produção dos materiais. O resultado é um sistema de controle simples, visual e transparente.
- As decisões de planejamento e controle são relativamente descentralizadas, não necessitando de um sistema de informação computadorizado.
- A programação *JIT* é baseada em taxas de produção (calculadas em termos da quantidade de itens por unidade de tempo), ao invés de volume produzido (o número absoluto de itens a serem feitos)
- O *JIT* assume e incentiva a flexibilidade dos recursos e *lead times* reduzidos.

O *Just in time* quando implantado inicialmente nos EUA, nos anos de 1980, procurava observar aspectos de várias entregas diárias em momentos certos, que aparentemente era o que se tinha verificado de mais importante na fábrica da Toyota no Japão. Naturalmente o sistema não funcionou e ficou conhecido como “*Just too late*”, ou seja, justamente muito atrasado. O motivo para o insucesso foi que, por trás da expressão “*Just in time*” (no momento certo) há uma filosofia e métodos para gestão da produção que não eram compreendidos pelos primeiros usuários deste sistema no ocidente (KENWORTHY, 1997).

Os conceitos de planejamento e controle *JIT* são apenas uma parte de uma filosofia de produção *JIT* mais ampla, que conforme Slack et al (2007) apresenta uma análise do sistema *JIT* em três níveis principais:

1. O *Just-In-Time* visto sobre a ótica de filosofia de produção, centrado na eliminação de desperdícios, no comprometimento da força de trabalho e no aprimoramento contínuo.
2. O *Just-In-Time* focado como um conjunto de métodos para a gestão da produção, destacando-se as práticas de trabalho, projeto voltado para a manufatura, o foco na manufatura, o uso de equipamentos pequenos e simples, o enfoque no arranjo físico, o fluxo contínuo da produção, a Manutenção Produtiva Total, (*TPM*), a redução dos tempos de *setup*, o princípio da visibilidade e o fornecimento *Just-In-Time* de materiais.
3. O *Just-In-Time* abordado como um método de planejamento e controle da produção, apoiado no *Kanban*, na programação nivelada, no sequenciamento do mix de produtos fabricados e na sincronização e no balanceamento das operações de manufatura.

3.5.7 Sistema PCP híbrido *MRP II/JIT - Kanban*

3.5.7.1 Introdução

Sistemas híbridos são sistemas de administração da produção que têm elementos de mais que uma lógica básica (*JIT*, *MRP II* ou sistemas de programação de produção com capacidade finita) trabalhando de forma integrada, de modo que cada lógica seja utilizada para oferecer soluções para aquelas subunidades para as quais melhor se adapte.

Para a integração da filosofia *Just in Time* e o sistema *MRP II*, Slack et al (2007) fazem proposição de dois modelos: No primeiro modelo, utilizam-se os cartões *Kanban* para itens de alto volume e o sistema *MRP* para itens de pequeno volume. O segundo modelo propõe a utilização do sistema *MRP II* para controle do programa de montagem final, e as compras e a filosofia *Just in Time* com cartões *Kanban* para controlar o fluxo interno.

Este trabalho de pesquisa fundamenta-se na segunda proposição para a integração da filosofia *Just in Time* e o sistema *MRP II*, ou seja, a utilização do sistema *MRP II* para o planejamento global e controle do programa de montagem final, e a filosofia *Just in Time* com os cartões *Kanban* para controlar o fluxo interno.

O *MRPII* atua como um sistema passivo que aceita os parâmetros de operação (níveis de qualidade, *lead time* e níveis de confiabilidade de equipamentos) como hipóteses e parte desses para executar sua sistemática de cálculos e programação. Na realidade, o *MRPII* não possui mecanismos para o questionamento e melhoramento dos parâmetros (BARBOSA, 1999).

O sistema *Just In Time* comporta-se como um sistema ativo, em que o processo de melhoria contínua dos processos (*Kaizen*) é altamente praticado, objetivando a solução dos problemas. O *JIT* apresenta-se como um sistema simples e intuitivo que não depende de programas de computadores, mas de uma mudança forte de atitudes e cultura das pessoas e organizações.

Com respeito às considerações estratégicas para a integração do sistema *MRPII* ao sistema *Just in Time*, Corrêa et al (2001) relacionaram os seguintes elementos:

- (1) A variedade de produtos oferecidos dentro do *mix* final.
- (2) O nível de controle e o horizonte de planejamento do conjunto de tarefas.
- (3) A complexidade e a variabilidade dos roteiros das ordens de produção
- (4) A introdução de novos e diferentes produtos.
- (5) A complexidade das estruturas dos produtos.
- (6) A variabilidade do *lead times* envolvidos.
- (7) A centralização da tomada de decisões nos processos de planejamento e controle.
- (8) O favorecimento do processo de melhoria contínua do sistema produtivo.
- (9) A complexidade em relação aos algoritmos e sistemáticas de cálculo.

Com respeito aos elementos descritos anteriormente, Corrêa et al (2001) elaboraram por meio da figura 21 comparações de adequação, as quais devem ser analisadas com detalhe, frente a uma análise mais globalizada.

Variedade dos Produtos	(Baixa)	<i>Just-In-Time</i>	<i>MRP II</i>	(Alta)
Complexidade dos Roteiros	(Baixa)	<i>Just-In-Time</i>	<i>MRP II</i>	(Alta)
Novos produtos introduzidos	(Similares)	<i>Just-In-Time</i>	<i>MRP II</i>	(Diferentes)
Complexidade das Estruturas	(Baixa)	<i>Just-In-Time</i>	<i>MRP II</i>	(Alta)
Variabilidade dos <i>leadtimes</i>	(Baixo)	<i>Just-In-Time</i>	<i>MRP II</i>	(Alto)
Nível de Controle	(Baixo)	<i>Just-In-Time</i>	<i>MRP II</i>	(Alto)
Centralização na tomada de decisões	(Baixa)	<i>Just-In-Time</i>	<i>MRP II</i>	(Alta)
Favorecimento da melhoria contínua	(Baixo)	<i>MRP II</i>	<i>Just-In-Time</i>	(Alto)
Simplicidade do sistema	(Baixa)	<i>MRP II</i>	<i>Just-In-Time</i>	(Alta)

Figura 21 – Análise *JIT-MRP II* segundo considerações estratégicas
 Fonte: Adaptado pelo autor (CORRÊA et al, 2001).

Com respeito à utilização de um sistema híbrido *MRP II/JIT – Kanban* pode-se citar, segundo Slack et al (1999), as seguintes vantagens de combinar os dois sistemas, ao invés de utilizar o sistema *MRP* convencional:

- Não há necessidade de se gerar ordens de trabalho entre setores.
- O estoque em processo somente precisa ser monitorado entre as células e não mais para cada atividade.
- A lista de materiais tem menos níveis do que num sistema *MRP* convencional.
- As informações necessárias referentes a roteiros e processos são mais simplificadas.
- O planejamento e controle dos centros de trabalho são simplificados.
- *Lead times* e estoque em processo são reduzidos.

3.5.7.2 Análise do sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban*

Uma representação do sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII/JIT-Kanban* está disposta na figura 22 abaixo:

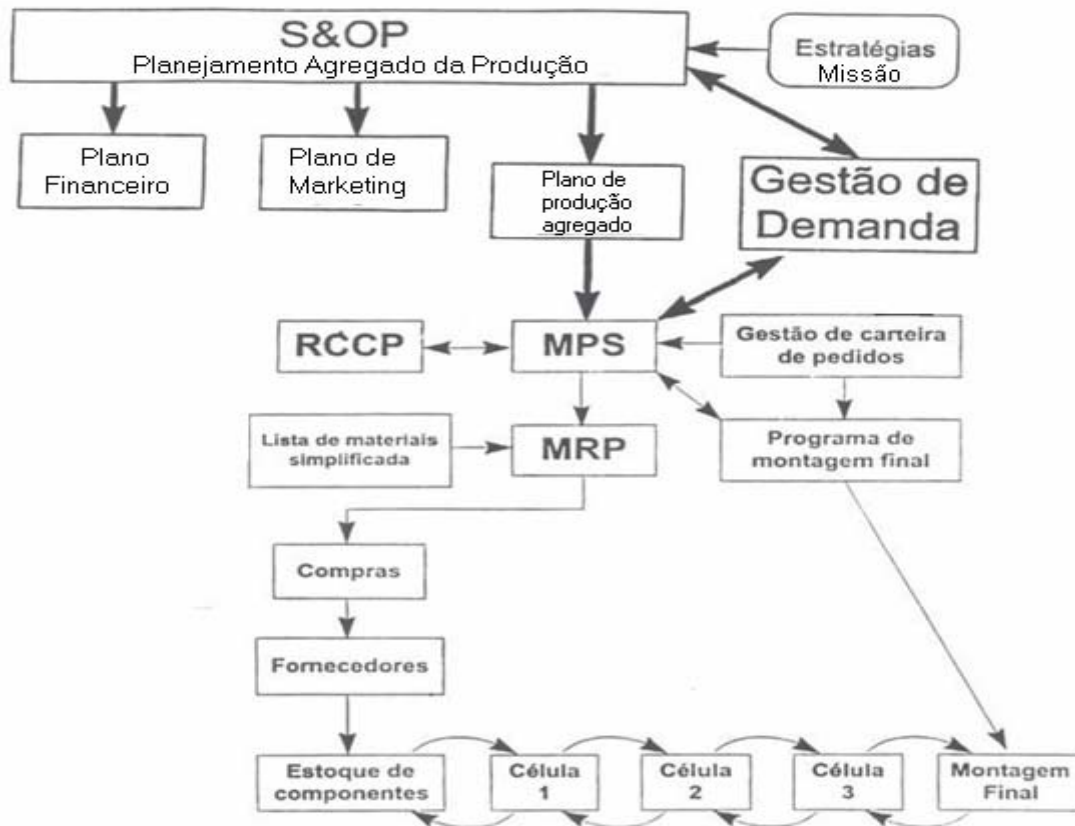


Figura 22 - Esquema de um sistema híbrido *MRPII/JIT*
Fonte: Adaptado pelo autor. (SLACK et al, 1997).

Esta representação dos blocos básicos e fluxo de informações é utilizada como suporte principal para criação de um modelo de referência, a ser aplicado em um estudo de modelagem descrito no capítulo 4.

3.5.7.2.1 *MRP II/JIT-Kanban – S&OP, Gestão da Demanda*

Planejamento Agregado da Produção *S&OP*

Analisa-se a seguir os blocos básicos que compõem o sistema híbrido *MRP II/JIT-Kanban* iniciando em nível hierárquico por meio do planejamento agregado da produção ou Planejamento de Vendas e Operação (*S&OP*).

O planejamento de vendas e operação conforme Wallace, Stahl (2003) é um processo de planejamento agregado poderoso que integra marketing, vendas, operações, desenvolvimento de produtos e finanças. O plano de vendas e operação conforme Corrêa et al (2001) tem o papel de realizar a integração vertical entre níveis de decisão diferentes (estratégicos e operacionais) visando garantir que aquilo que foi decidido estrategicamente, com uma perspectiva de longo prazo, seja efetivamente realizado por meio das decisões operacionais. Com o mesmo raciocínio pode-se citar a ligação entre reuniões da alta direção e reuniões gerenciais do dia a dia. O (*S&OP*) tem papel importante na integração horizontal entre diferentes funções (manufatura, finanças, marketing) conduzindo para que estas áreas dirijam seus esforços para a mesma direção.

A etapa de elaboração do planejamento agregado de produção estipula inicialmente a existência de uma “missão da empresa” e da formulação de estratégias. A figura 23 mostra a disposição destes elementos:



Figura 23 – Missão e Estratégias
 Fonte: Adaptado pelo autor, (TUBINO, 2000).

A Missão Corporativa ou simplesmente “missão da empresa” é a razão da sua existência, e implica numa meta a ser alcançada, que deve ser operacionalizada pela formulação das estratégias competitiva e funcional.

A Estratégia Corporativa está relacionada à área de negócio que a empresa deverá atuar, e de que forma irá obter e priorizar recursos.

A Estratégia Competitiva, ou estratégia das unidades de negócio, define a forma em que os negócios da organização irão competir no mercado, e quais as metas de desempenho a buscar.

Com a determinação da posição competitiva da empresa, prossegue-se na definição das estratégias funcionais. Elas podem ser dispostas em três áreas principais: Marketing, Finanças e Produção. Neste caso, o estudo será focado na estratégia funcional da produção, objetivo desta análise de PCP, conforme Tubino (2000).

A definição de uma estratégia funcional da produção está ligada a determinar as prioridades relativas dos critérios de desempenho, e a política para áreas de decisões de produção, especificando ainda como a produção manterá uma vantagem competitiva.

Os critérios de desempenho podem ser: custo, qualidade, desempenho de entrega e flexibilidade.

Área de decisão de produção pode ser: Instalações, capacidade de produção, tecnologia, integração vertical, organização de recursos humanos, qualidade, PCP, novos produtos, etc. Com a definição de uma estratégia competitiva pode-se definir o plano de produção agregado.

Análises nas áreas de marketing e finanças, com critérios similares aos realizados na área de produção, permitirão a elaboração de planos de produção, de marketing e financeiros agregados que suportarão o planejamento mestre da produção.

Gestão da Demanda

A gestão da demanda envolve elementos relacionados à previsão da demanda, promessa de prazos, influência e comunicação com o mercado, controle e estoques, carteira de pedidos e lista de distribuição. Os processos citados, normalmente atrelados aos clientes, resultam em que a área de gestão da demanda seja administrada pela área de Marketing e vendas. Entretanto, não é extremamente importante quem seja o responsável por gerir a demanda, já que há outras áreas envolvidas, mas sim que todos estejam comprometidos com o desempenho da empresa como um todo.

O gerenciamento da demanda, como módulo de entrada de informações do PCP, prevê ligação com o mercado, armazéns, clientes, filiais, sendo área de extrema importância para a interface com o cliente. É importante ressaltar o intercâmbio com os elementos relacionados ao planejamento dos recursos de distribuição com relação ao cliente (DPR-C).

A previsão da demanda constitui-se na variável mais importante para a gestão da demanda, senão para o próprio PCP. A previsão da demanda baseia-se em dados qualitativos e quantitativos.

Os dados qualitativos (exclusivamente intuitivos) estão ligados ao julgamento dos gerentes, vendedores e também à opinião de fornecedores e consumidores. A análise quantitativa está ligada à obtenção de dados futuros a partir de dados históricos e de outras técnicas associados a fatores causais (regressão simples, regressão múltipla) e aproximação por série temporal, por exemplo média móvel, suavizamento exponencial, entre outros métodos (SIPPER e BULFIN, 1998).

Pode-se dizer que o gerenciamento da demanda trabalha com a previsão (incerteza) e o serviço ao cliente (certeza) e conforme Rúbio, (2002) a regra mais importante da

administração da demanda é “Não tente prever resultados que podem ser conseguidos por meio de cálculos”.

3.5.7.2.2 *MRPII/JIT-Kanban – MPS, MRP, CRP, DRP*

Planejamento Mestre da Produção:

O Planejamento Mestre da Produção, do inglês *Master Production Schedule*, é a parte central da estrutura *MRPII*, tendo como ponto principal o plano agregado da produção. O *MPS* desagrega o plano agregado da produção em produtos acabados.

Um programa mestre da produção, conforme Gaither (2002) é desenvolvido ou para renovar estoques de itens acabados ou para atender pedidos de clientes. Um *MPS* se inicia como um programa experimental a ser testado quanto à viabilidade através do *MRP* e *CRP*. À medida que esses programas se mostram viáveis, eles se tornam o *MPS* que será posto em ação. O *MPS* será descrito com mais detalhes no tópico *MRPII/JIT – Kanban – controle da produção*.

Planejamento das necessidades de materiais:

O *MRP* tem por objetivo definir quais os itens que devem ser fabricados ou comprados (quantidades e momentos), a fim de atender o plano mestre de produção.

O *MRP* não pode distinguir entre programas mestres de produção exequíveis e inexecuíveis. Isso equivale a dizer que o *MRP* supõe que o *MPS* possa ser realizado dentro das restrições à capacidade de produção. O *MRP* explode o programa mestre em necessidades de materiais. Se essas necessidades não puderem ser satisfeitas pelos materiais disponíveis no estoque ou pelos materiais pedidos, ou se não houver tempo suficiente para novos pedidos, então o *MPS* deverá ser modificado para um novo *MPS*. O *MPS* guia o sistema *MRP*, e, à medida que o *MPS* é atualizado, os resultados do *MRP* também são modificados, pedidos de materiais são agilizados, desacelerados ou cancelados. Quando o *MPS* está congelado, o plano

para recebimento de materiais decorrente do *MRP* também é congelado. Uma análise mais detalhada do funcionamento do *MRP* está disposta no item 3.5.5.1.

Planejamento das necessidades de capacidade:

O planejamento da capacidade produtiva, conforme Barbosa, (1999), requerida pelo plano de materiais é executado pelo subsistema *CRP* a partir da explosão detalhada das necessidades de materiais, das informações dos roteiros de produção e do consumo de recursos produtivos por item-pai e item-filho.

O planejamento da capacidade produtiva requerida pelo plano de materiais faz a projeção da carga de trabalho de equipamentos específicos alguns períodos à frente, segundo as ordens de fabricação geradas periodicamente pelo *MRP*.

O planejamento detalhado da capacidade produtiva é baseado em “planos de capacidade infinita”, pois não considera as restrições de capacidade dos centros de trabalho.

O sistema de Planejamento das Necessidades de Capacidade (*Capacity Requirements Planning*) realiza os cálculos relacionados com a capacidade produtiva necessária ao atendimento das necessidades determinadas pelo programa mestre da produção e, posteriormente pelo plano de materiais. O *CRP* apresenta dois níveis de atuação em relação ao planejamento das necessidades de capacidade do *MRP II*:

(1) A avaliação de capacidade produtiva no nível agregado do programa mestre de produção ou planejamento superficial de capacidade (*rough-cut capacity planning*)

(2) O planejamento da capacidade produtiva no nível detalhado (ou desagregado) do plano de materiais, gerado pelo *MRP* com base em um programa mestre de produção viável.

No médio e curto prazo, o programa mestre de produção deve utilizar a capacidade disponível. O ciclo de realimentação neste nível confronta o *MPS* somente contra os gargalos e recursos-chaves. Se o *MPS* não é viável, ele deve ser ajustado. Os planos de capacidade a grosso modo (*RCCP – Rough Cut Capacity Planning*) são “planos de capacidade finita”, porque devem operar com certas restrições.

No sistema híbrido *MRPII/JIT – Kanban* os módulos *MPS* e *RCCP* apóiam a decisão de produção dos produtos finais, inclusive verificando a viabilidade quanto à capacidade (a grosso modo), para que realize-se a programação da montagem final. A partir desta, o *JIT/Kanban* puxa a produção dos componentes por meio das diversas etapas de produção, até

a retirada dos materiais do estoque de componentes e matérias primas a partir de uma lista de materiais simplificada na qual os itens controlados pelo *kanban* seriam marcados como itens fantasmas.

Os estoques de segurança são empregados para proteger a manufatura das oscilações da demanda ou incertezas na entrega e recebimento de materiais.

Os critérios para utilização do estoque de segurança relacionam-se onde há probabilidade de verificação de baixa acurácia nas quantidades de materiais fabricados ou comprados, ou seja, nos casos em que é observada a ocorrência de materiais com defeitos, demanda não prevista de produtos para a assistência técnica, maior consumo dos produtos do que o previsto e tempo de ressuprimento maior que o esperado (BARBOSA, 1999).

Planejamento dos recursos de distribuição

O Planejamento dos recursos da distribuição do inglês *Distribution Requirement Planning – DRP* aborda a logística, tratamento do movimento de materiais na fábrica, nos atacadistas, nos revendedores e nos consumidores com o objetivo de fornecer um dado nível de serviço ao menor custo total. (RUSSOMANO, 1995). O Planejamento dos recursos de distribuição (*DRP*), conforme Vollmann et al (2002), tem um papel fundamental na coordenação dos fluxos de materiais através de um sistema físico complicado consistindo em armazéns de campo, centros de distribuição intermediários, suprimentos centrais e localizações de clientes. O papel é similar ao do planejamento das necessidades de material na coordenação dos materiais de produção. Além disso, a informação do *DRP* deve ser integrada ao sistema de *PCP* interno.

A função do *DRP* é prover os dados necessários para combinar a demanda com o suprimento de produtos nos vários estágios do sistema de distribuição física e nos produtos que estão sendo manufaturados pela produção. Para a programação mestre da produção, a informação é importante para gerenciar o balanço no suprimento com a demanda dentro dos planos e da capacidade atuais da empresa. Para o planejamento de vendas e operações, a informação é combinada com outros dados do mercado e objetivos da empresa para desenvolver os planos da empresa.

Os dados do *DRP* fornecem as bases para ajustar o programa mestre da produção (*MPS*) a fim de refletir as mudanças na demanda ou *mix* do produto.

3.5.7.2.3 MRPII/JIT-Kanban – controle da produção

O processo de entrada do sistema *MRPII* neste modelo é o plano mestre da produção, que por meio do programa de montagem da fábrica e carteira de pedidos controla a montagem final. O planejamento mestre da produção supre de informação o planejamento das necessidades de materiais e capacidade emitindo ordens de compra. O controle *kanban*, segundo Slack et al (1999), é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. *Kanban* é a palavra japonesa para cartão ou sinal. É uma técnica de gestão de materiais e de produção no momento exato. (*Just in Time*), que é controlado através do cartão (*kanban*), independente de gestões paralelas e controles computacionais. (MOURA, 1989) Ele é algumas vezes chamado de correia invisível, que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado.

Os *kanbans* podem também tomar outras formas. Em algumas empresas japonesas, eles são constituídos de marcadores plásticos, ou ainda bolas de ping-pong coloridas, com diferentes cores representando diferentes componentes. Há, também, diferentes tipos de *kanban*. Os cartões *Kanban* de transporte ou transferência, *Kanban* de produção e *Kanban* de fornecedor são descritos a seguir conforme Slack et al (1997):

O *kanban* de transporte ou transferência: Um *kanban* de transporte é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Este tipo de *kanban* normalmente terá detalhes como número e descrição do componente específico e o lugar de onde ele deve ser enviado (vide figura 24). **O *kanban* de produção:** Um *kanban* de produção é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste tipo de *kanban* normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para a qual o componente deve ser enviado depois de produzidos (vide figura 24) **O *kanban* do fornecedor:** *Kanbans* de fornecedor são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido, ele é similar ao *kanban* de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Os cartões *Kanban* de transferência (transporte) e de produção são apresentados na figura 24.

Cartão Kanban de Transferência	
Numeração da peça a ser produzida: M471-36	Descrição da peça: gabinete de válvula
Tamanho de lote necessário: 40	Tipo de recipiente: engradado RED
Número do cartão: 2 de 5	Local de armazenamento de recuperação: NW53D
Do centro de trabalho: 22	Para o centro de trabalho: 35

Cartão Kanban de Produção	
Numeração da peça a ser produzida: M471-36	Descrição da peça: gabinete de válvula
Tamanho de lote necessário: 40	Tipo de recipiente: engradado RED
Número do cartão: 4 de 5	Local de armazenamento de peças concluídas: NW53D
Do centro de trabalho: 22	Para o centro de trabalho: 35
Requisição de Materiais:	
Material n. 744B	Local de armazenamento: NW48C
Peça n. B238-5	Local de armazenamento: NW47B

Figura 24 – Cartões *Kanban* transferência (transporte) e produção.
Fonte: GAITHER, (2000).

A figura 25 ilustra como o *kanban* opera. Quando um trabalhador no chão de fábrica no Centro de Trabalho n.2 seguinte necessita de um recipiente de peças para sua operação, ele faz o seguinte:

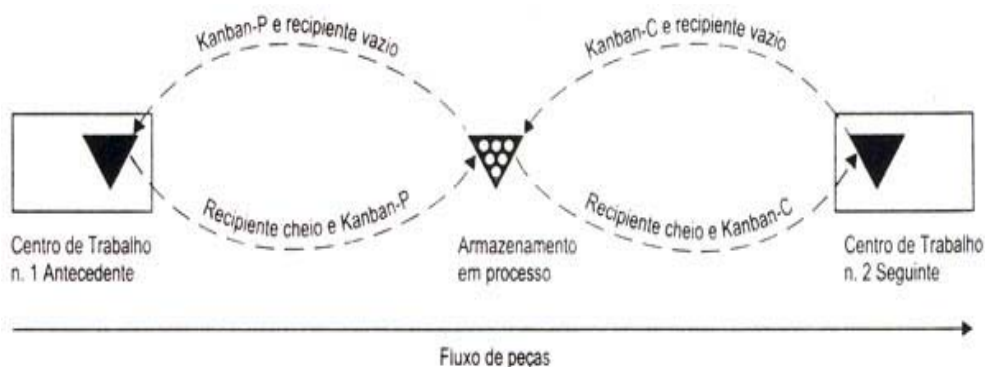


Figura 25 - Fluxo de cartões *Kanban* e recipientes entre dois centros de trabalho
Fonte: GAITHER, (2000).

Ele localiza o *Kanban-C* na bolsa no lado direito do recipiente que acaba de ser esvaziado em seu centro de trabalho; esse cartão é sua autorização para substituir o recipiente vazio por um cheio existente no depósito.

Em seguida ele pega o *Kanban-C* e localiza um recipiente cheio das peças necessárias no depósito.

Então ele coloca o *Kanban-C* no recipiente cheio.

Em seguida ele retira o *Kanban-P* do recipiente cheio e coloca-o num poste ou painel de avisos no Centro de Trabalho n.1 antecedente; esse *Kanban-P* é a autorização para que o Centro de Trabalho n.1 produza outro recipiente cheio das peças.

Finalmente, ele leva o recipiente cheio das peças com o *Kanban-C* para o Centro de Trabalho n.2 seguinte.

Nenhuma peça pode ser produzida ou movida sem um cartão *Kanban*. O *Kanban* baseia-se na simples idéia de substituição de peças, um por vez.

Há dois procedimentos que podem administrar o uso dos cartões *Kanbans*. Pode ser utilizado sistema de cartão único e sistemas de dois cartões. O cartão único é o mais simples de operar, utilizando somente cartão de transporte. O sistema de dois cartões utiliza o *Kanban* de transporte e de produção.

A montagem final realiza o processo de “puxar a produção” através dos cartões *Kanban* de produção e transporte (transferência). No mecanismo de hibridismo dos sistemas *MRPII* e *JUST IN TIME - KANBAN* são utilizados os recursos de “itens fantasmas” e “*backflushing*”:

Os Itens Fantasmas são itens da estrutura de produto que o usuário marca para que o *MRP II* não gere ordens de produção para os mesmos, criando listas de material de padrão *JIT*.

Backflushing são mecanismos que possibilitam que os registros de estoques se mantenham corretos e atualizados na medida em que os produtos finais são retirados da linha sem necessidade de dar baixa ou informação ao sistema de cada etapa do processo produtivo. Também se pode descrever que são mecanismos empregados para dar baixa automática das quantidades padrão de recursos (mão de obra, materiais, tempo de máquina) requeridos para a execução de uma ou mais operações, para uma ordem de produção específica, depois que a ordem é completada. Essa técnica é utilizada para permitir o uso do mecanismo de “puxar a produção” característica do *JIT* no *MRP II*.

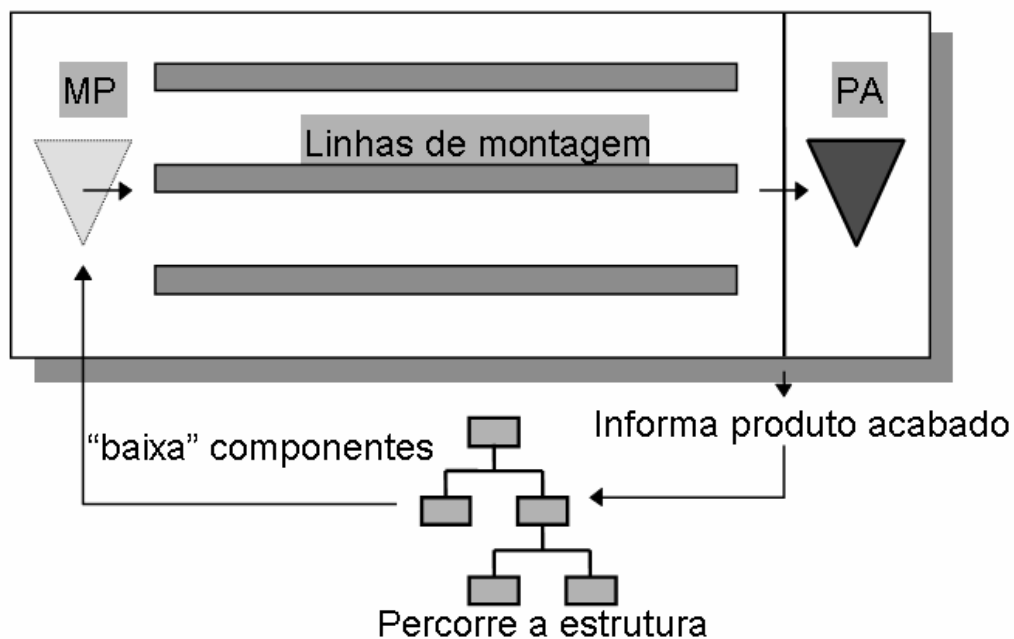


Figura 26 - *Backflushing* – mecanismo para baixa automática de recursos
 Fonte: Adaptado pelo autor, (CORRÊA, 1998).

Com respeito aos mecanismos de *backflushing* e itens fantasmas, apresentados na figura 26 os mesmos são úteis e imprescindíveis para a utilização complementar do *Just-in-time* e *MRP II*.

Com respeito ao processo de compras, RITZMAN et al (1996) argumentam que o fornecedor é aprovado para o JIT somente depois que os seus programas de entrega sejam considerados confiáveis e que a qualidade do seu material seja considerada satisfatória. Para auxiliar o setor de Compras na decisão sobre os itens que devem ser negociados para a aquisição através da filosofia JIT, as avaliações de qualidade do fornecedor e desempenho na entrega são particularmente importantes.

4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO DE MODELAGEM

4.1 INTRODUÇÃO À MODELAGEM DO PCP

O desenvolvimento do trabalho de modelagem se fundamenta na construção de um modelo de referência do Sistema Híbrido de Planejamento e Controle da Produção designado *MRPII/JIT – Kanban*, a fim de compor um instrumental que descreva os processos que compõem o PCP de forma esquemática, e que possa ser disposto sob uma abordagem de processos de negócio e do formalismo das redes de Petri. A realização da modelagem dos processos adotada neste trabalho de pesquisa emprega uma abordagem de processos de negócio no que se refere aos seguintes aspectos principais:

- Nível de mudança: Abranger o ciclo completo do processo, constituindo-se em fator de extrema relevância quanto a análise do processo em relação à mudança.
- Interpretação do processo corrente e processo futuro: Poder ser implantado onde esteja implantado ou onde ainda não se tenha implantação o conceito de *BPM*.
- Ponto inicial: Aplicar em processos novos ou existentes.
- Frequência de alteração: Aplicar a abordagem uma única vez, periódica ou contínua, dependendo do processo.
- Tempo requerido: Depende do processo e abordagem relacionada.
- Participação da equipe: Empregar uma técnica *Botton-up* e *Top-down*.
- Número de processos:- Simultâneo, cruzando vários processos.
- Escopo típico: Vendo de maneira ampla todos os processos da organização.
- Horizonte: Passado, presente e futuro.
- Risco: Baixo.
- Habilitador primário: Tecnologia de processos.
- Envolvimento: Engenharia de processos e todos os empregados.

O conjunto de aspectos acima citados atende aos requisitos para modelagem dos processos que compõem o sistema híbrido de PCP *MRPII/JIT-Kanban*.

A representação gráfica constitui uma grande vantagem das Redes de Petri, entretanto, sua característica mais importante é a formalidade, ou seja, a característica que:

- Força a definições precisas, evitando incertezas, contradições e ambigüidades,
- Possibilita checar se um processo foi concluído com sucesso após um período.
- O formalismo pode ser utilizado para argüir sobre o processo, sendo possível obter informações sobre o comportamento do sistema modelado, através da análise de suas propriedades.

Neste contexto serão criados modelos de referência, que serão aplicados a uma ferramenta de modelagem para análises e verificações do fluxo lógico (encaminhamento dos processos), interações entre os processos a fim de se constituir como base de um trabalho de pesquisa de campo.

4.2 METODOLOGIA DA MODELAGEM

A metodologia para a modelagem dos processos está fundamentada no ciclo de desenvolvimento dos processos e também nos ciclos de vida dos processos de negócio. Esta metodologia baseia-se no mapeamento, modelagem propriamente dita e análise dos processos. Para realizar uma representação gráfica deste ciclo, utiliza-se a abordagem metodológica da teoria da simulação (CHWIF e MEDINA, 2006), disposta na figura 5 e descrita detalhadamente no tópico 2.4.1 pesquisa experimental. As etapas relacionadas ao ciclo desenvolvimento dos processos estão representadas na figura 27 e descritas conforme abaixo:

1ª Fase: Mapeamento dos processos com representação dos mesmos em fluxogramas na notação padrão *BPMN*, utilizando a ferramenta computacional *VISIO* com a criação dos modelos de referência.

2ª Fase: Modelagem no *software Income* com abordagem *BPM* e formalismo das RdP.

3ª Fase: Análise de experimentação do modelo com verificações estruturais do funcionamento.

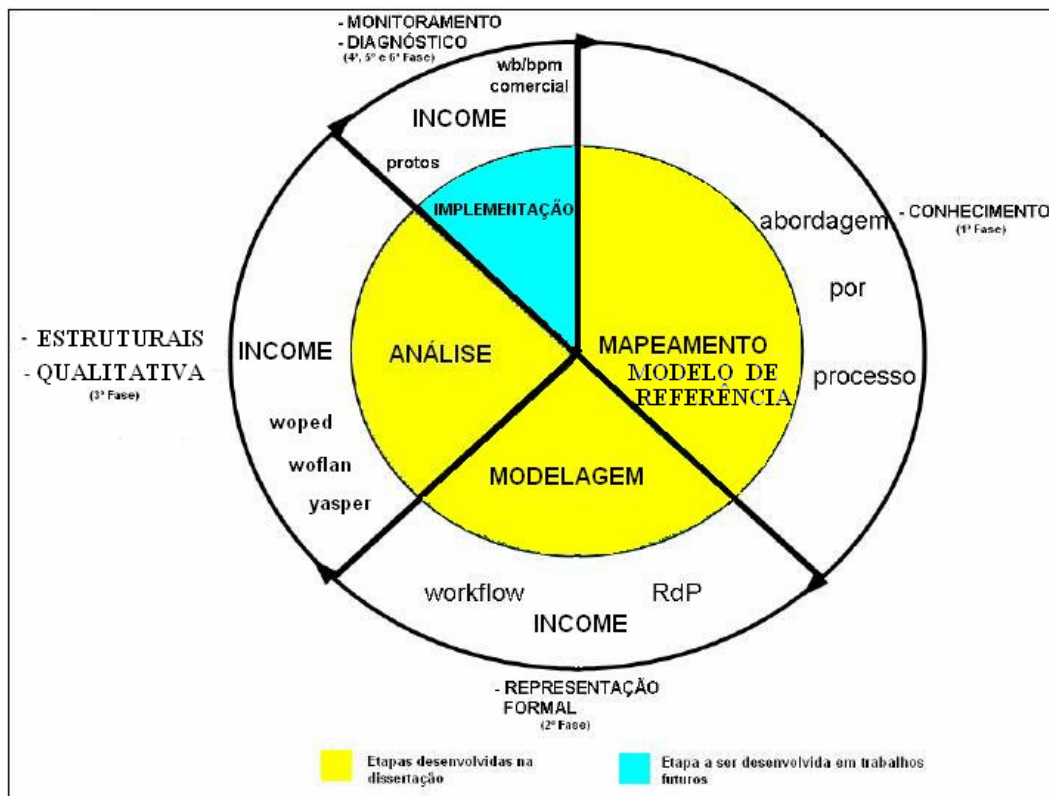


Figura 27 - Ciclo de desenvolvimento
 Fonte: Adaptado pelo autor, (OKAYAMA, 2007).

4.3 MODELO DE REFERÊNCIA

A modelagem dos processos relativos ao sistema híbrido *MRPII/JIT - Kanban*, constitui-se de uma primeira etapa de identificação e mapeamento dos processos conforme dispostos na literatura e em aplicativos comerciais. Os processos então mapeados são dispostos em fluxogramas na notação padrão *BPMN – Business Process Management Notation* utilizando a ferramenta computacional *VISIO* passando a compor o que designamos modelo de referência.

O Modelo de referência conforme descrito no item 3.3.1 deve conter um grau de generalidade, ser flexível, funcionar como uma base de discussão, atuar como uma sugestão formal ou semi-formal para a elaboração de modelos específicos fazendo com que as informações referentes ao projeto de um processo de negócios sejam claras para participantes e usuários.

4.4 MODELAGEM *MRPII/JIT – KANBAN*

Os processos identificados, selecionados e relacionados ao sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII/JIT-Kanban* foram inicialmente dispostos em fluxogramas na notação padrão *BPMN – Business Process Management Notation* utilizando a ferramenta computacional *VISIO*. Este procedimento propicia melhor visualização dos processos e facilita a transformação para modelos formais em qualquer tipo de *software* de modelagem de processos.

Posteriormente os processos do PCP foram modelados no formalismo das redes de Petri, contidas no *software Income Process Designer*.

O escopo do projeto desta pesquisa procura verificar a modelagem dos processos, as atividades seus fluxos, inter-relações e interações e não contempla a alocação de recursos, tempo, custo e outros fatores de análise, diagnóstico e desempenho previsto no *software*. Os modelos embora de caráter geral, e dispostos conforme a literatura e os aplicativos comerciais para sistemas de planejamento e controle da produção estão direcionados para atuar como modelos de referência. Os modelos também servem de subsídio para elaboração de um questionário de pesquisa a ser aplicado às PMEs de Curitiba e região metropolitana explorando a utilização pelas mesmas do sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban*.

4.4.1 Mapeamento dos processos- modelo de referência

A primeira etapa da modelagem compreende o reconhecimento e mapeamento dos processos relacionados ao sistema híbrido *MRPII / JIT – Kanban*, conforme dispostos na literatura. Em face de dificuldade em modelar todos os processos relacionados ao sistema híbrido *MRPII / JIT – Kanban* principalmente levando em consideração aspectos relacionados à complexidade da quantidade de questões a serem incluídas no instrumento de pesquisa, procurou-se selecionar os processos relacionados ao PCP em três níveis:

- Estratégico- Planejamento agregado da produção
- Tático- Planejamento mestre da produção
- Operacional- Controle da produção

Enumeramos a seguir procedimentos básicos para identificar e mapear os processos, segundo Galvão e Mendonça (1996);

1º Conhecimento do processo – Consiste em identificar os elementos, os passos, os resultados e os padrões a ele associados.

2º Identificar as entradas e saídas do processo

-Quais são as entradas: quem fornece, quando é fornecido, onde é entregue, como (por que meio) é fornecido, quanto é entregue (por dia, mês, ano).

-Quais são as saídas: quem produz os produtos ou serviços, quando e onde são entregues, quanto e como são entregues.

3º Conhecer os clientes e fornecedores do processo.

Conforme o tipo de processo e os dados disponíveis também foram aplicados neste trabalho de pesquisa outras técnicas para mapeamento dos processos, por exemplo, 5W2H, para realizar um *checklist* e o *SIPOC* que relaciona fornecedores, entradas, processo, saídas e clientes. Os processos identificados e mapeados passam a ser representados em fluxogramas.

A designação fluxograma vem do inglês *flowchart* (fluxo + gráfico) e conforme D'Ascensão, 2001 é uma técnica de representação gráfica que se utiliza de símbolos previamente convencionados, permitindo a descrição clara e precisa do fluxo, ou seqüência, de um processo, bem como sua análise e redesenho. Por intermédio de um fluxograma, podem-se demonstrar vários aspectos sobre um fluxo de processo:

- Quais operações são realizadas;
- Onde são realizadas as operações;
- Quem as executa;
- Quais as entradas e saídas;
- Qual o fluxo das informações;
- Quais os recursos empregados no processo;
- Quais os custos parciais e totais.
- Qual o volume de trabalho e
- Qual o tempo de execução; tanto parcial; quanto total.

O fluxograma é uma ferramenta de trabalho das mais utilizadas devido apresentar vantagens na análise e redesenho do processo em estudo. Conforme D'Ascensão, 2001, são citadas as seguintes vantagens principais na utilização de fluxogramas, ou seja; descrever qualquer tipo de processo, permitir visão ampla de todo o processo, descrever o funcionamento de todos os componentes, possibilitar verificação das falhas de funcionamento

(duplicidade de procedimentos, gargalos) e permitir fácil atualização. O fluxograma pode ser apresentado no formato vertical e horizontal. No presente trabalho de pesquisa será adotado o fluxograma horizontal, utilizando a notação estabelecida pelo *Business Process Management Notation (BPMN)*, que está descrita em seus aspectos principais no anexo 1.

Os processos mapeados, compondo modelos de referência, estão relacionados a seguir:

Modelo1: Sistema Híbrido *MRP II / JIT – Kanban*.

Modelo2: Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional.

Modelo3: Planejamento Agregado da Produção.

Modelo4: Gestão da demanda e *DRP (Cliente)*.

Modelo5: Previsão da demanda.

Modelo6: Planejamento mestre da produção.

Modelo7: Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade.

Modelo8: Planejamento dos Recursos de Distribuição.

Modelo9: Controle da produção - *JIT/Kanban*.

Os modelos e suas interligações podem ser visualizados por meio de um diagrama de representação geral do sistema híbrido *MRP II / JIT – Kanban*, conforme a figura 28 a seguir e serão apresentados e analisados individualmente. No diagrama os modelos estão identificados por notações; por exemplo, Planejamento Agregado da Produção (M 3) significa que este corresponde ao modelo de número três.

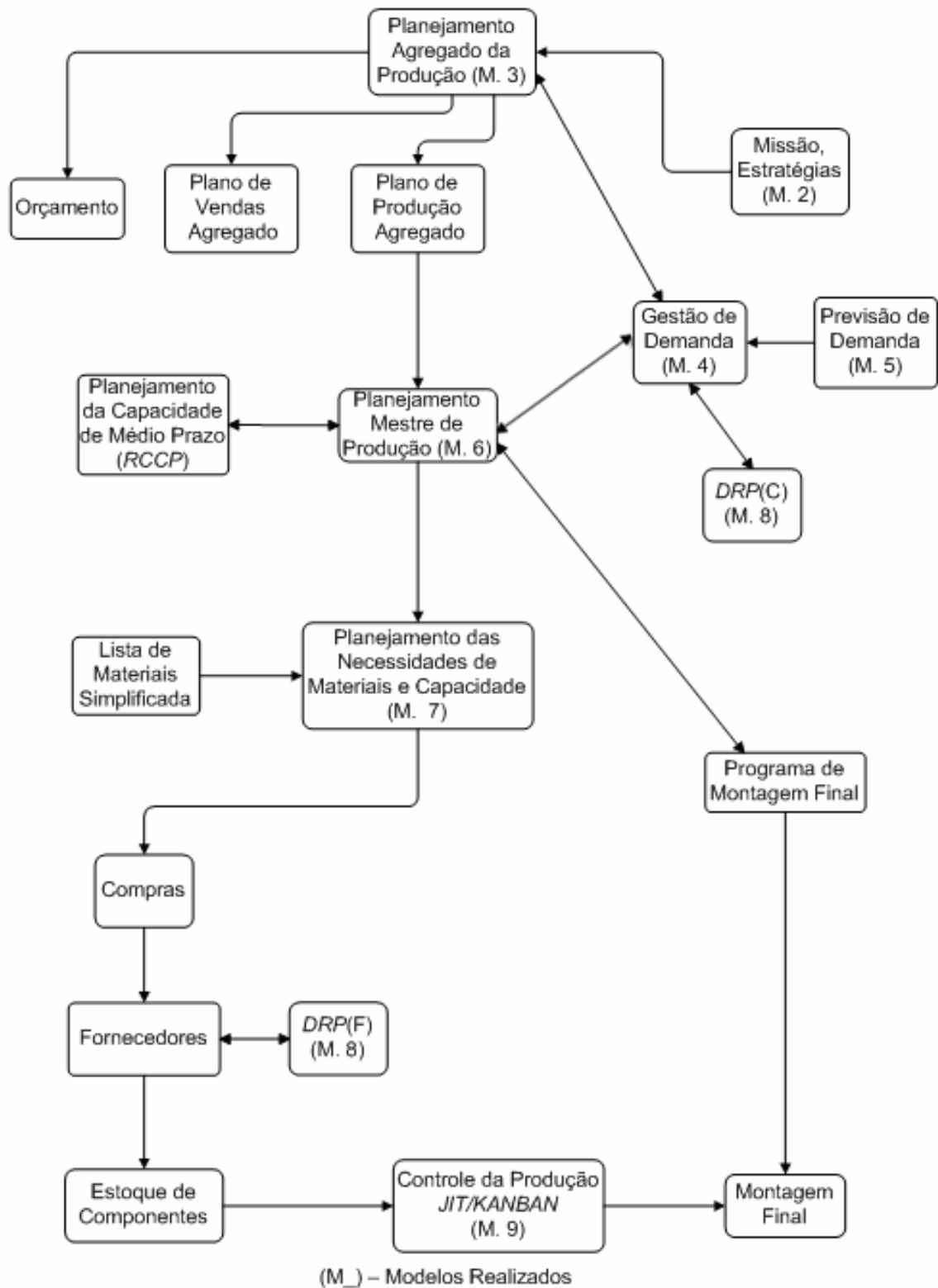


Figura 28 - Diagrama de representação geral do sistema híbrido *MRP II / JIT - Kanban*
 Fonte: O autor, (2008).

4.4.2 Mapeamento dos processos – modelo de referência – *BPMN/VISIO*

Na seqüência da etapa de levantamento e mapeamento de processo, representam-se os modelos de referência em ambiente computacional usando a ferramenta *VISIO* que permite uma fácil visualização dos processos e suas inter-relações. A ferramenta *VISIO* também disponibiliza a notação *Business Process Management Notation (BPMN)*, abordagem adotada neste trabalho de pesquisa. Os processos mapeados nos modelos representados na ferramenta *VISIO* encontram-se dispostos nas figuras: figura 29, figura 30, figura 31, figura 32, figura 33, figura 34, figura 35, figura 36 e figura 37.

Modelo 1: Sistema Híbrido *MRP II / JIT-Kanban*

O modelo do sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRP II/JIT-Kanban* designado Modelo 1, disposto na figura 29, apresenta-se como um modelo geral que incorpora todos os processos, sub-processos atividades e inter-relações necessárias para compreensão do fluxo de informações que conduzem à realização de um planejamento e controle da produção híbrido utilizando o sistema *MRP II* e a filosofia *Just in Time*. Este modelo também destaca os processos relacionados ao planejamento global realizados através do sistema *MRP II* e o controle da produção internos amparados na cultura e filosofia *Just in Time* e nos cartões *Kanban* (vide item 3.5.7.2 e figura 22)

Para a integração da filosofia *Just in Time* e o sistema *MRP II*, Slack et al (2002) fazem proposição de dois modelos. No primeiro modelo, utilizam-se os cartões *Kanban* para itens de alto volume e o sistema *MRP* para itens de pequeno volume. O segundo modelo propõe a utilização do sistema *MRP II* para controle do programa de montagem final e as compras e a filosofia *Just in time* com cartões *Kanban* para controlar o fluxo interno. Este trabalho de pesquisa fundamenta-se na segunda proposição para a integração da filosofia *Just in Time* e o sistema *MRP II*, ou seja, a utilização do sistema *MRP II* para controle do programa de montagem final e as compras e a filosofia *Just in time* com os cartões *Kanban* para controlar o fluxo interno, definindo-se assim a estrutura do sistema híbrido de planejamento e controle da

produção a ser modelada. A proposição selecionada apresenta-se mais adequada a natureza das PMEs a serem exploradas na pesquisa de campo.

O modelo do Sistema *MRP II/JIT-Kanban* apresentado na forma completa e geral, também se encontra desmembrado em oito modelos por razões de simplificação de apresentação e visualização dos fluxogramas. Portanto realiza-se uma análise simplificada para o modelo completo, visto que os modelos individuais já terão análise com maior detalhamento. Este modelo mostra os vínculos entre os diversos níveis de planejamento através do plano agregado da produção, plano mestre da produção. Destaca-se o papel principal do *MPS* na administração do programa de montagem final e de fornecer dados para aprovação do *MRP* e *CRP*, tal que possam suprir com informações a áreas de compras. O mecanismo de puxar a produção, característico do sistema *JIT* é realizado através da montagem final, utilizando os cartões *Kanban* de transporte e produção. Também estão descritos os processos relativos aos elementos da filosofia *JIT*: ou seja, incentivo da alta-direção, programas de qualidade total, melhoria contínua, eliminação de desperdícios, manutenção produtiva total, funcionários para atividades multifuncionais, arranjo físico celular e redução de *set-up*. Este modelo incorpora uma verificação do número de empregados da empresa, para distinguir entre pequenas e médias empresas e fornecer subsídios para o questionário de pesquisa.

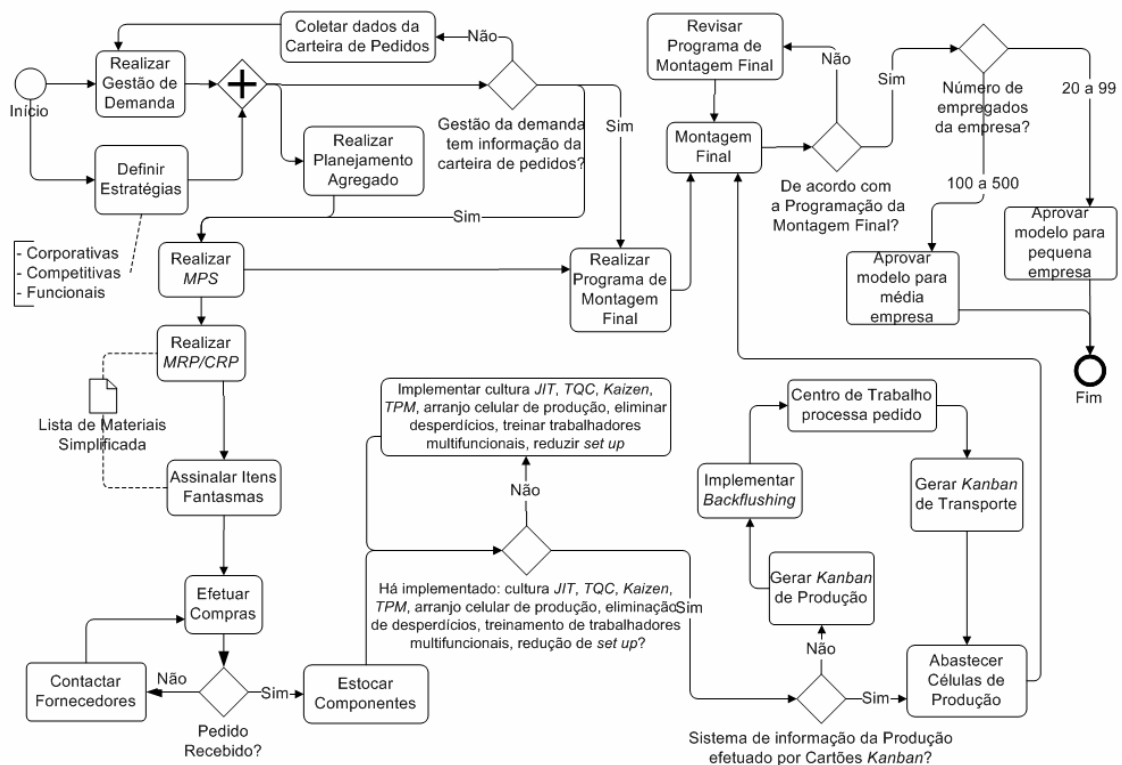


Figura 29 - Modelo 1: sistema híbrido *MRP II / JIT-Kanban*

Fonte: Adaptado pelo autor, (CORRÊA, 1998).

Modelo 2: Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional

Os processos relacionados à existência de uma missão e das estratégias corporativa, competitiva e funcional estão dispostos na figura 30 a seguir. Com a definição dos processos de criação de uma missão da empresa e da formulação das estratégias corporativa, competitiva e funcional pode ser definido o chamado plano funcional, que é composto dos planos financeiros, de *marketing* e de produção. A viabilidade, com a conseqüente aprovação dos planos financeiro, de marketing e de produção frente às estratégias assumidas, apresenta-se como resultado final deste modelo.

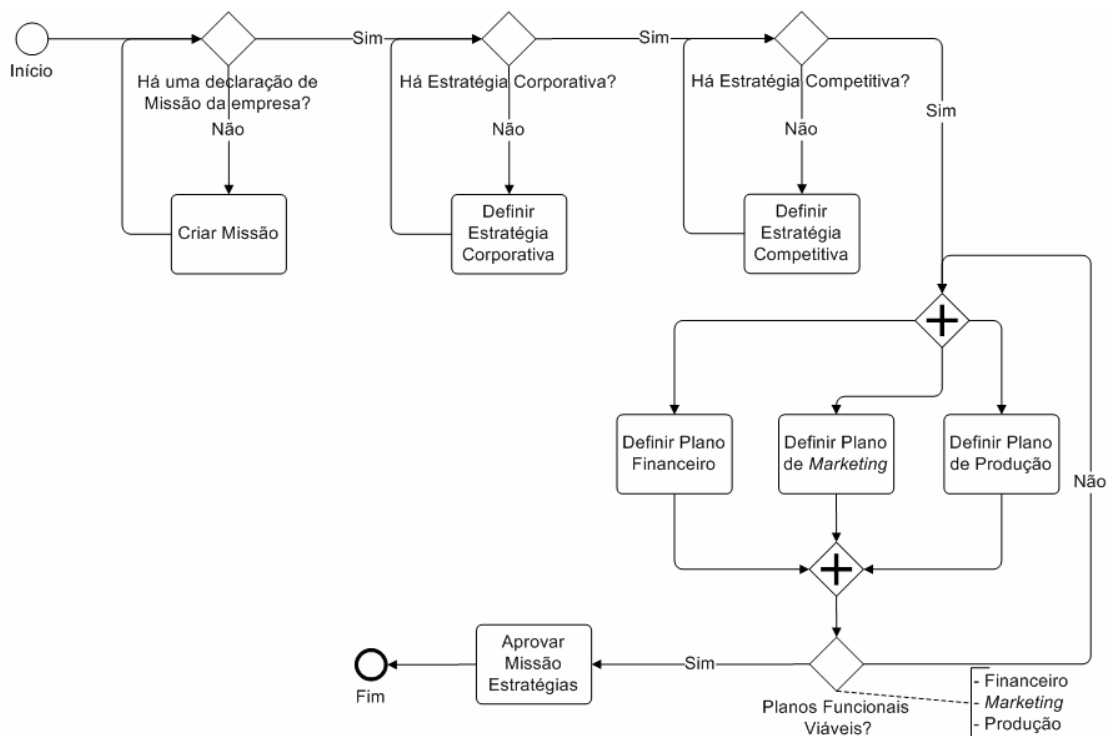


Figura 30 - Modelo 2: estratégias corporativa, competitiva e funcional
 Fonte: Adaptado pelo autor, (TUBINO, 1999).

Modelo 3: Planejamento Agregado da Produção

O modelo relacionado ao planejamento agregado da produção, apresenta uma disposição de acordo com a literatura e o módulo *Sales and Operation Planning S&OP*, que faz parte de aplicativos comerciais do sistema *MRPII* fornecidos por diversos fornecedores. Este modelo descrito na figura 31 é formulado a partir do processo de existência de uma missão e de estratégias, as quais operacionalizam os planos funcionais (financeiro, marketing e produção) que, conjuntamente com o processo de gestão da demanda, fornecem dados para a realização da reunião executiva de elaboração do planejamento agregado da produção. A elaboração do planejamento agregado da produção requer participação da alta-direção da empresa e atendimento aos planos funcionais e gestão da demanda. Com a aprovação do plano agregado da produção requerem-se revisões mensais para se manter o plano atualizado. O modelo contempla uma verificação da realização do plano agregado da produção através de *softwares* específicos ou por meio de registros manuais ou planilhas eletrônicas para subsidiar o questionário de pesquisa.

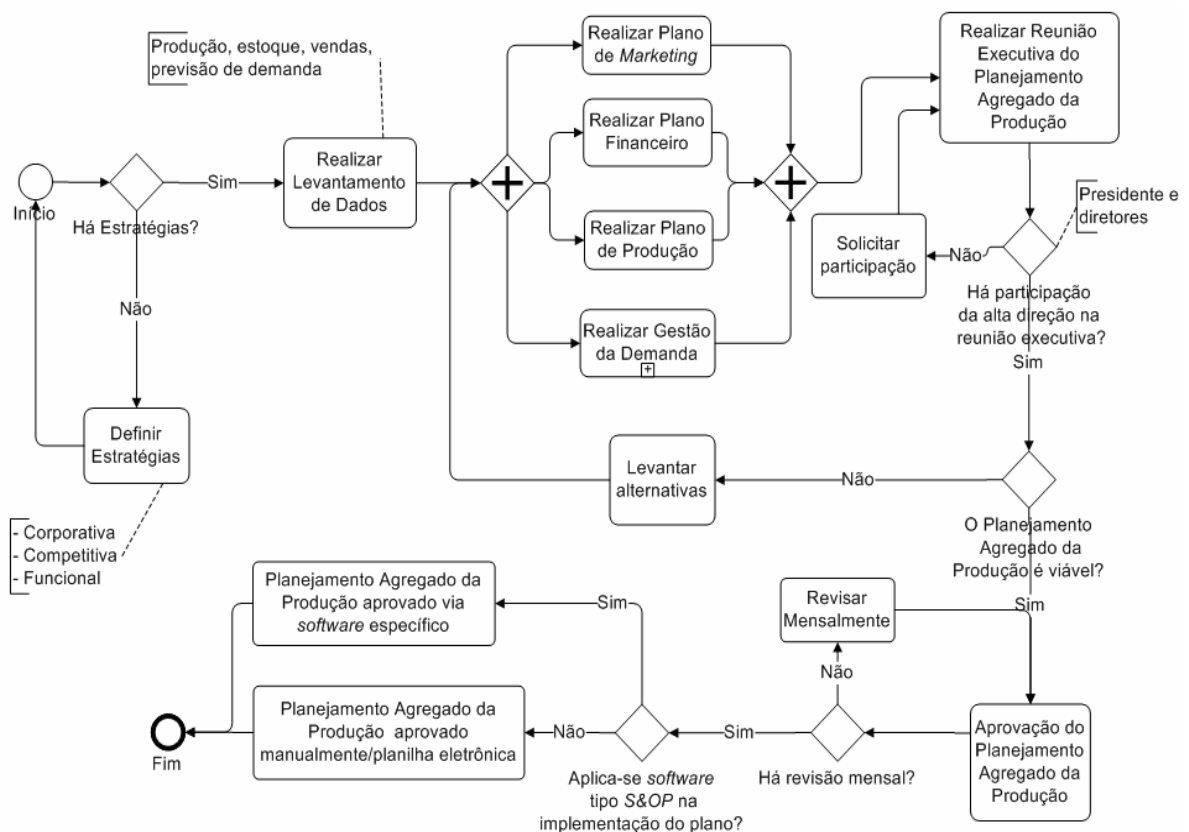


Figura 31 - Modelo 3: planejamento agregado da produção
Fonte: Adaptado pelo autor, (CORRÊA, 1998).

Modelo 4: Gestão da demanda e DRP (Cliente)

Neste modelo da figura 32 é verificada inicialmente a existência de um plano agregado da produção e de um plano mestre de produção (*MPS*), conjuntamente com dados levantados junto à previsão de demanda, promessa de prazos, consulta lista de distribuição, influência e comunicação com o mercado, controle de estoque e carteira de pedidos. Analisa-se a viabilidade da gestão da demanda atender às necessidades do planejamento agregado de produção, *MPS*, e do planejamento dos recursos de distribuição com relação aos clientes (*DRP-C*). Com o atendimento do plano agregado de produção, *PMS* e *DRP-C* é verificada a forma pela qual é realizada a gestão da demanda se através de *software* específico ou manualmente/planilhas eletrônicas.

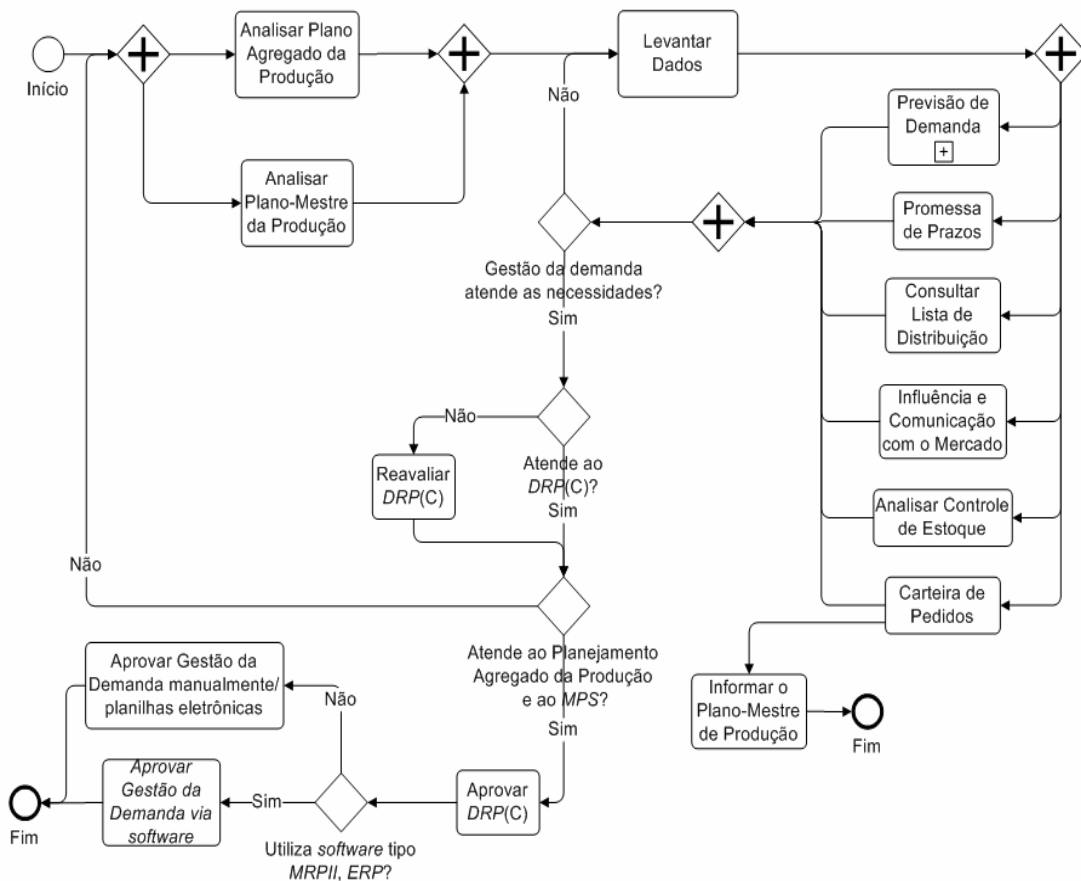


Figura 32 - Modelo 4: gestão da demanda e DRP (cliente).

Fonte: O autor, (2008).

Modelo 5: Previsão da Demanda

Embora o processo de previsão da demanda seja parte integrante do processo de gestão da demanda adotou-se o procedimento de criar modelos separados com o objetivo de simplificar a representação nos fluxogramas. Portanto o modelo de previsão da demanda também pode ser apresentado (figura 33) como um sub processo do modelo da gestão da demanda.

No modelo de previsão da demanda, após a coleta de dados, verifica-se se são dados qualitativos ou quantitativos. Após definição de qual abordagem será aplicada ou combinações de ambas (qualitativa, quantitativa) são escolhidos os métodos (descritos no item 3.5.7.2.1-previsão da demanda), selecionados os parâmetros e aprovada a previsão.

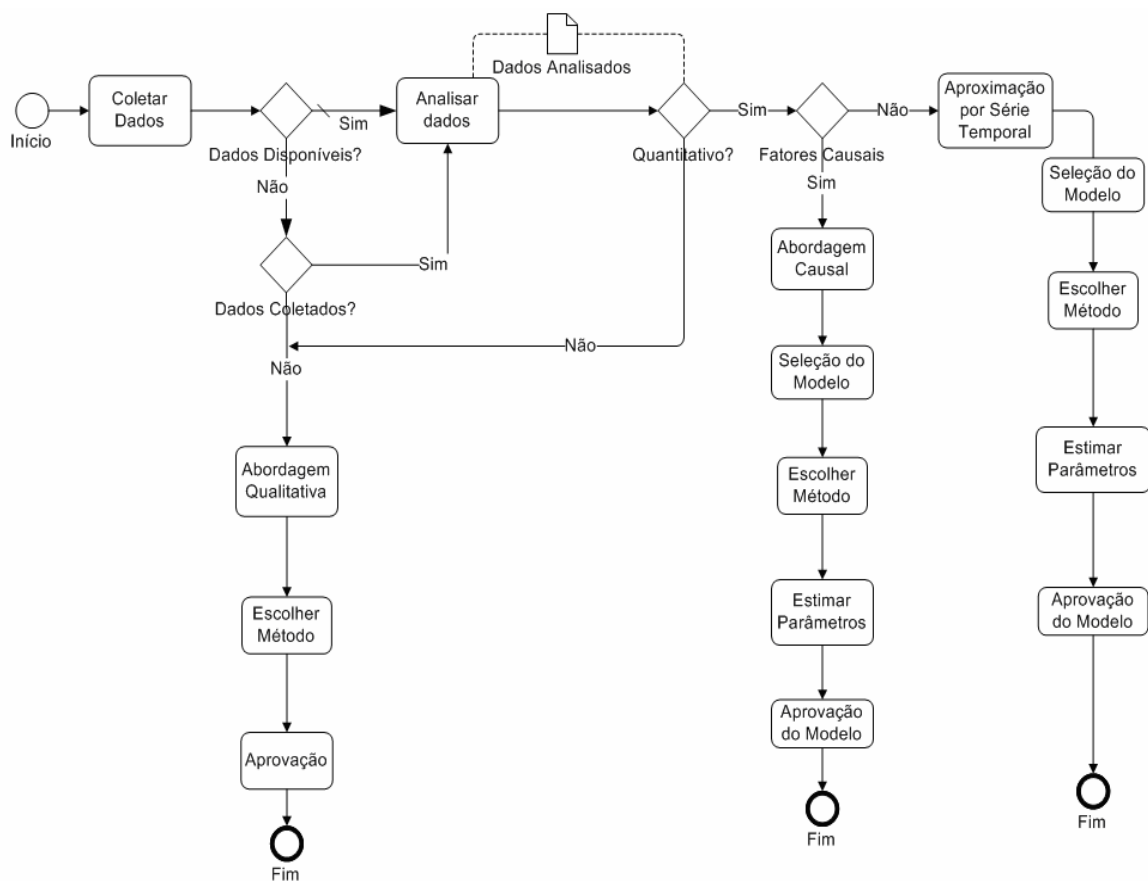


Figura 33 - Modelo 5: previsão da demanda
Fonte: Adaptado pelo autor, (SIPPER, 1998).

Modelo 6: Planejamento Mestre da Produção

O modelo 6 de Planejamento Mestre da Produção, do inglês *Master Production Scheduling (MPS)*, figura 34, tem seu vínculo inicial com o plano agregado da produção aprovado. O *MPS* desagrega o plano agregado da produção, sendo realizado através de método de tentativa e erro utilizando um *MPS* inicial. Durante o processo de elaboração e aprovação do *MPS* são consideradas a viabilidade do planejamento das necessidades de materiais e da capacidade e aprovação prévia do plano de capacidade de médio prazo. Em sua aprovação final são necessárias a consulta prévia à gestão de demanda, posição de estoques e a carteira de pedidos. O Modelo também contempla uma verificação da realização do plano agregado da produção através de *softwares* específicos ou por meio de registros manuais ou planilhas eletrônicas para subsidiar o questionário de pesquisa.

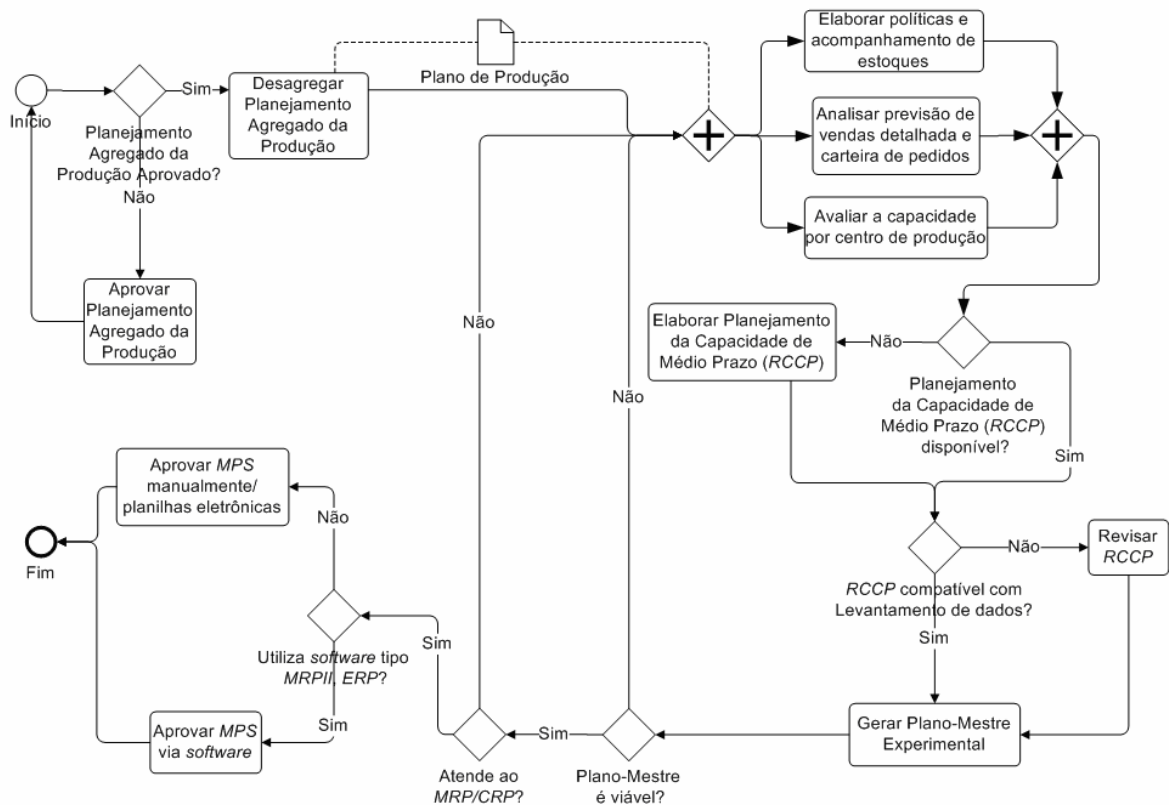


Figura 34 - Modelo 6: planejamento mestre da produção
Fonte: Adaptado pelo autor, (CORRÊA, 1998).

Modelo 7: Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade

O modelo 7 – Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade, mostrado na figura 35, apresenta como vínculo inicial de seus processos a disponibilidade de um plano mestre aprovado. O planejamento das necessidades de materiais (lista de materiais, ordens, estoques de segurança) e o planejamento da capacidade (comprometimento de máquinas, pessoal) são confrontados e comparados entre si para avaliar a capacidade de atender o plano mestre aprovado. O modelo também contempla uma verificação da realização do plano agregado da produção através de *softwares* específicos ou por meio de registros manuais ou planilhas eletrônicas para subsidiar o questionário de pesquisa.

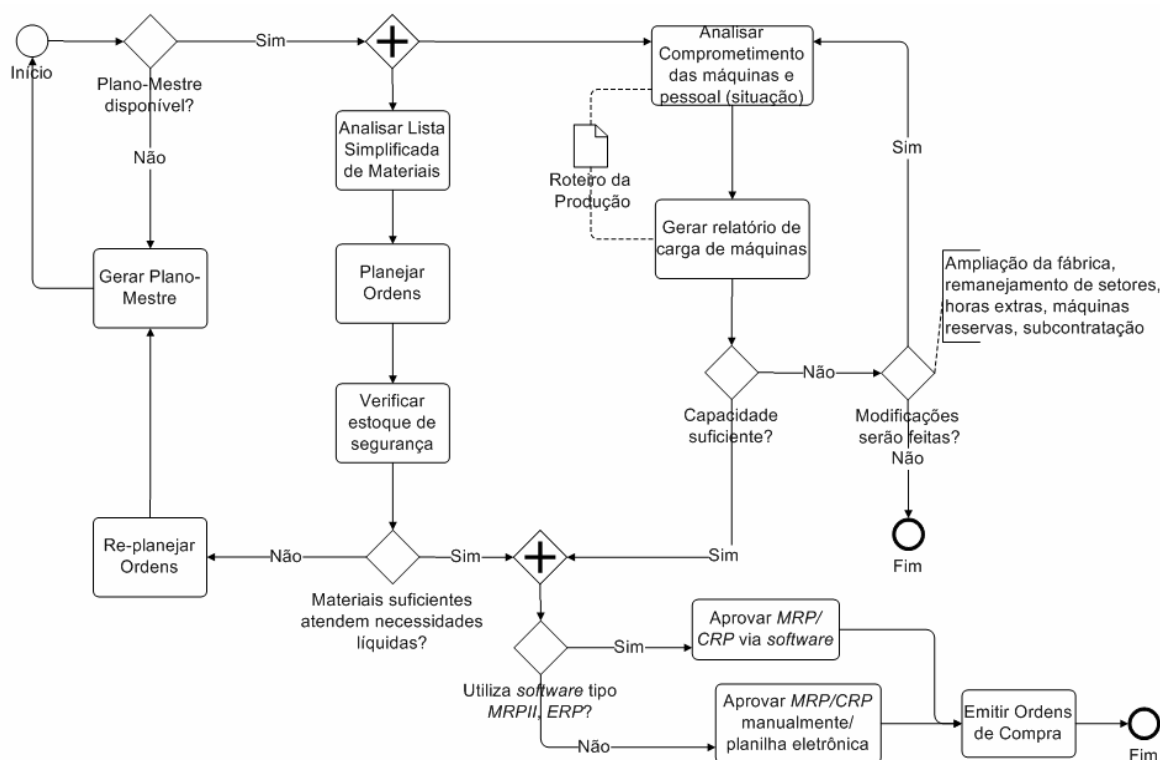


Figura 35 – Modelo 7: planejamento das necessidades de materiais e capacidade

Fonte: Adaptado pelo autor, (GAITHER, 2002).

Modelo 8: Planejamento dos Recursos de Distribuição (DRP)

O modelo 8- Planejamento dos Recursos de Distribuição (*DRP*), figura 36 apresenta como processo de entrada a existência de uma gestão de demanda apropriada e aprovada. O planejamento dos recursos da distribuição fornece as bases para a integração de informações de estoque, cadeia de suprimentos e planejamento agregado da produção. O modelo também contempla uma verificação da realização do plano agregado da produção através de *softwares* específicos ou por meio de registros manuais ou planilhas eletrônicas para subsidiar o questionário de pesquisa.

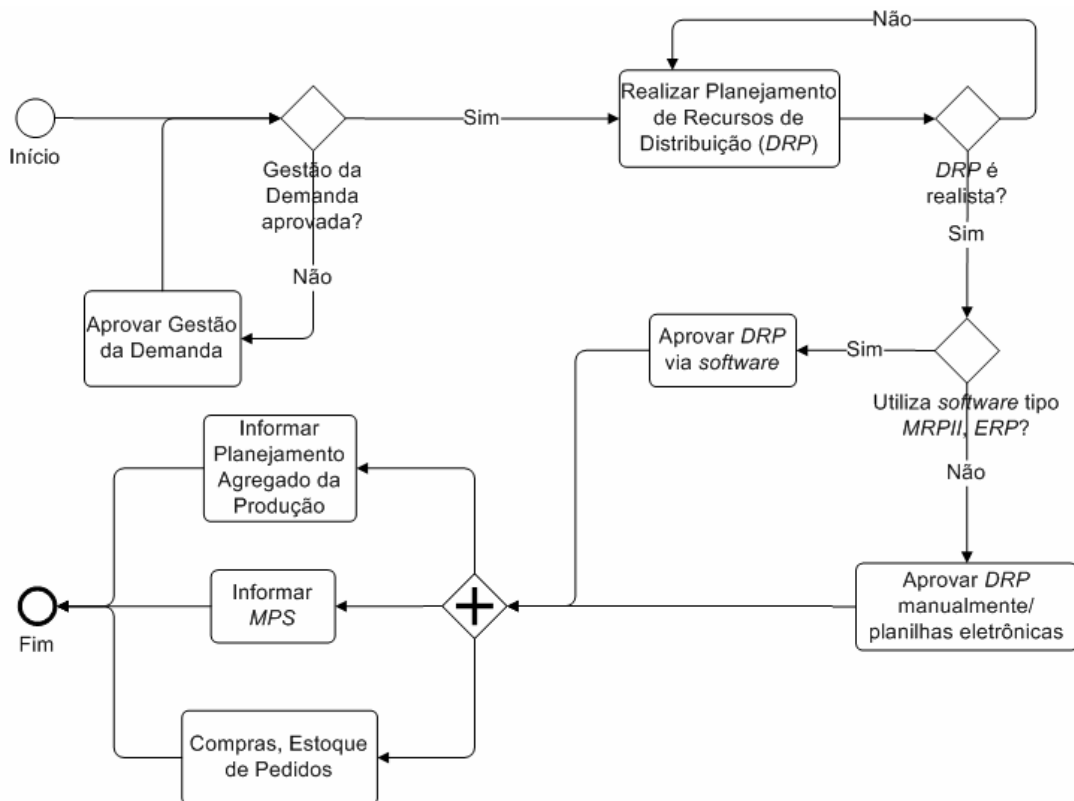


Figura 36 - Modelo 8: planejamento dos recursos de distribuição (DRP)
 Fonte: Adaptado pelo autor, (PROUD, 1999).

Modelo 9: Controle da Produção - *JIT/Kanban*

O Modelo 9: Controle da Produção - *JIT/Kanban* na figura 37 destaca os processos relacionados à integração do sistema *MRP* e a filosofia *JUST IN TIME/KANBAN*, mais especificamente no que se refere ao controle interno da Produção. O processo de entrada do sistema *MRPII* neste modelo é o plano mestre da produção, que por meio do programa de montagem da fábrica e carteira de pedidos controla a montagem final. O planejamento mestre da produção supre de informação o planejamento das necessidades de materiais e capacidade emitindo ordens de compra.

A montagem final realiza o processo de “puxar a produção” através dos cartões *Kanban* de produção e transporte. No mecanismo de hibridismo dos sistemas *MRPII* e *JUST IN TIME - KANBAN* são utilizados os recursos de “itens fantasmas” e “*backflushing*”.

Nas situações em que sistema *JIT-Kanban* administre materiais que fazem parte da estrutura de produtos da base de dados do *MRPII*, conforme Corrêa et al (2001), o *MRP* pode gerar as ordens de compra de componentes e matérias primas, a partir de uma lista de material simplificada, na qual os itens controlados pelo *Kanban* seriam marcados como “itens fantasmas”.

Backflushing são mecanismos que possibilitam que os registros de estoques se mantenham corretos e atualizados na medida em que os produtos finais são retirados da linha sem necessidade de dar baixa ou informação ao sistema de cada etapa do processo produtivo.

Essa técnica é utilizada como um dos aspectos para permitir o uso do mecanismo de “puxar a produção” característica do *JIT* no *MRP II*.

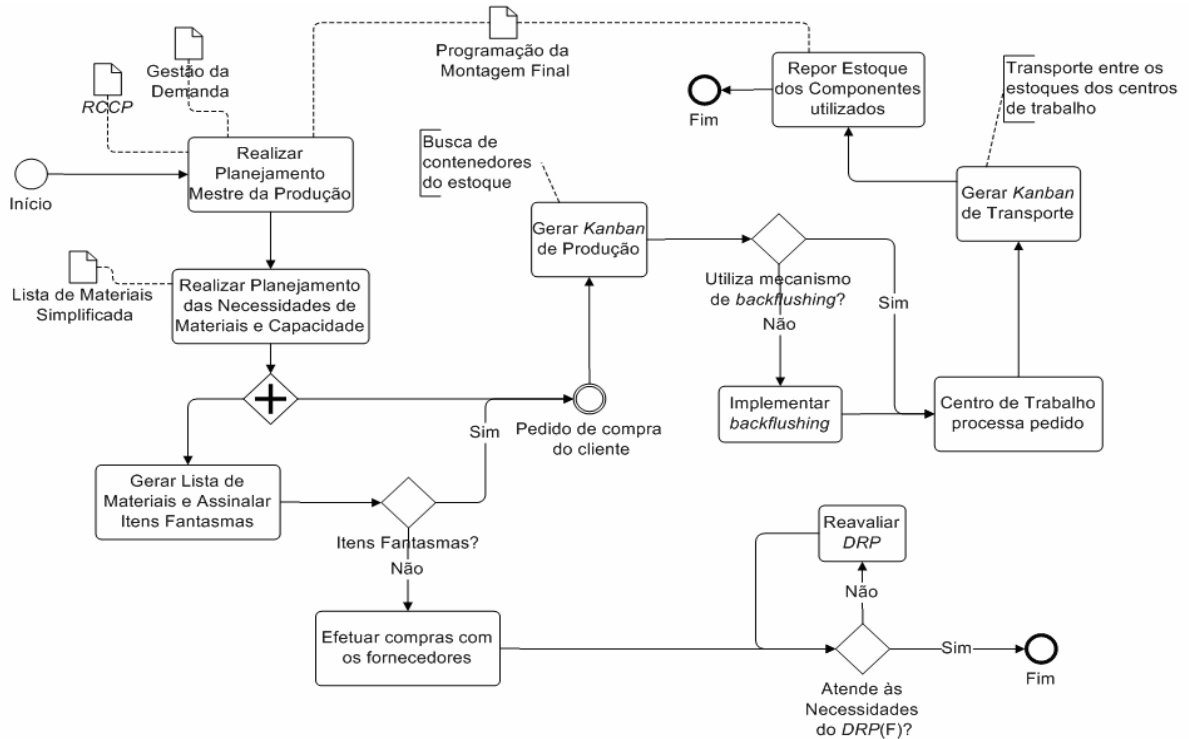


Figura 37 - Modelo 9: controle da produção - JIT/Kanban
 Fonte: Adaptado pelo autor, (CORRÊA, 1998).

4.4.3 Modelagem dos processos – modelo de referência *INCOME*

A segunda etapa designada modelagem propriamente dita, corresponde à conversão dos processos relativos ao sistema *MRP II/JIT – Kanban* dispostos em modelos de referência na ferramenta computacional VISIO para modelos com o formalismo das redes de petri, através da ferramenta *INCOME PROCESS DESIGNER*. Nesta situação cabe uma análise comparativa: se o fluxograma permite um melhor entendimento de um processo pela possibilidade de inserção de várias informações complementares, entretanto por meio de uma representação gráfica estática, de outra forma através do formalismo das RdP é possível a modelagem e análise em uma forma dinâmica do fluxo do processo, porém com restrições de informações na tela, haja vista o interesse maior pelo fluxo dinâmico dos processos. Apresenta-se a seguir como exemplo na figura 38, a tela principal da modelagem do Modelo1: Sistema Híbrido *MRP II / JIT – Kanban*. No apêndice B é apresentado um roteiro para utilização da etapa de modelagem no *software Income*.

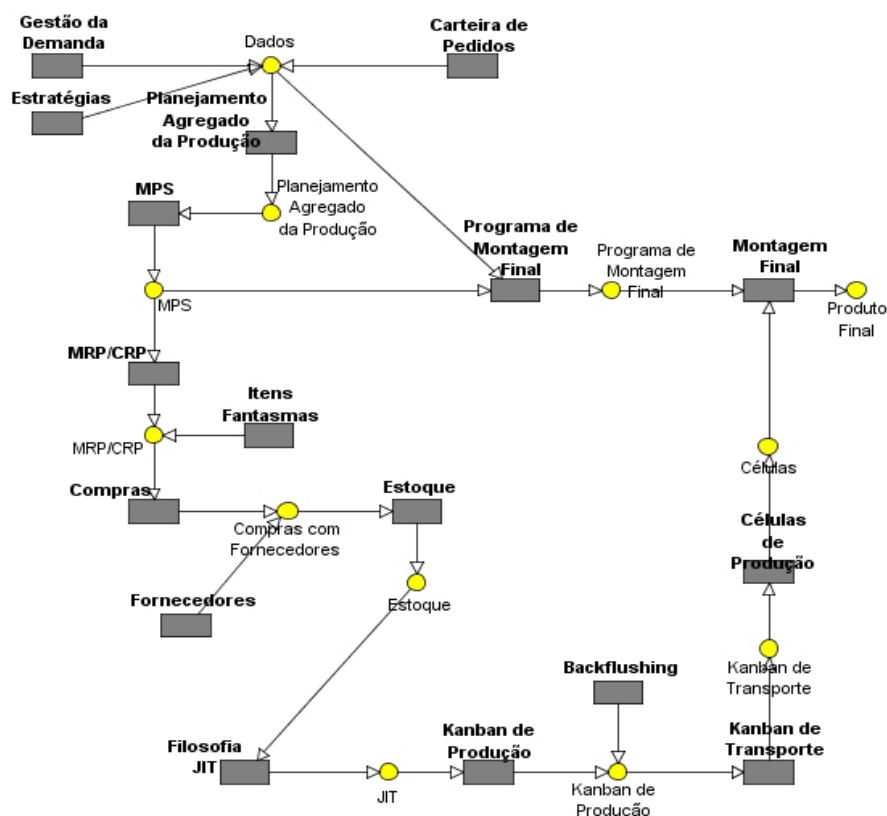


Figura 38 - Modelo 1 (MRP II JIT) no software Income
 Fonte: O autor, (2008).

No APÊNDICE A – MODELAGEM DOS PROCESSOS NO *SOFTWARE INCOME* são apresentadas as telas principais dos modelos abaixo listados correspondente as figuras 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65 respectivamente.

Modelo1: Sistema Híbrido *MRP II / JIT – Kanban*.

Modelo2: Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional.

Modelo3: Planejamento Agregado da Produção.

Modelo4: Gestão da demanda e DRP (Cliente).

Modelo5: Previsão da demanda.

Modelo6: Planejamento mestre da produção.

Modelo7: Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade.

Modelo8: Planejamento dos Recursos de Produção.

Modelo9: Controle da produção - *JIT/Kanban*

A terceira etapa que corresponde a análise da modelagem dos processos, prevista no ciclo de desenvolvimento dos processos será descrita no tópico 6 que compreende a análise dos resultados.

4.5 SOFTWARES DE APOIO AO MAPEAMENTO E MODELAGEM

4.5.1 Software Microsoft VISIO

O software *Microsoft VISIO* é uma ferramenta destinada à elaboração de desenhos técnicos, diagramação, possui um módulo específico para desenho de fluxograma, que permite a utilização da mais variada gama de símbolos, padronizados pela ISO 9000 e *BPMN*. Suas características mais vantajosas são: uma interface amigável e de fácil utilização, “*templates*” com objetos para diversos tipos de diagramas, organogramas e modelos *IDEF*, *TQM*, etc.

4.5.2 Software INCOME Process Designer

Income Process Designer é uma ferramenta (aplicativo) desenvolvida pela empresa *Get Process AG*; localizada na Suíça, *Hagmattstrasse 11 CH - 4123 Allschwil / Basel*; que se aplica na modelagem, avaliação e gestão de Processos de Negócios, com características que permitem facilmente representar os processos de negócios através de modelos. (Utilizado sob licença pela PUC-PR)

Na modelagem dos processos utilizam-se elementos gráficos simples, estando disponíveis em vários idiomas, possibilitando o trabalho conjunto de processos de negócios em diversos ambientes da empresa.

Com o auxílio da ferramenta de simulação é possível provar a funcionalidade e eficiência dos processos de negócios. Os blocos básicos do *software Income*. estão dispostos na figura 39 a seguir.

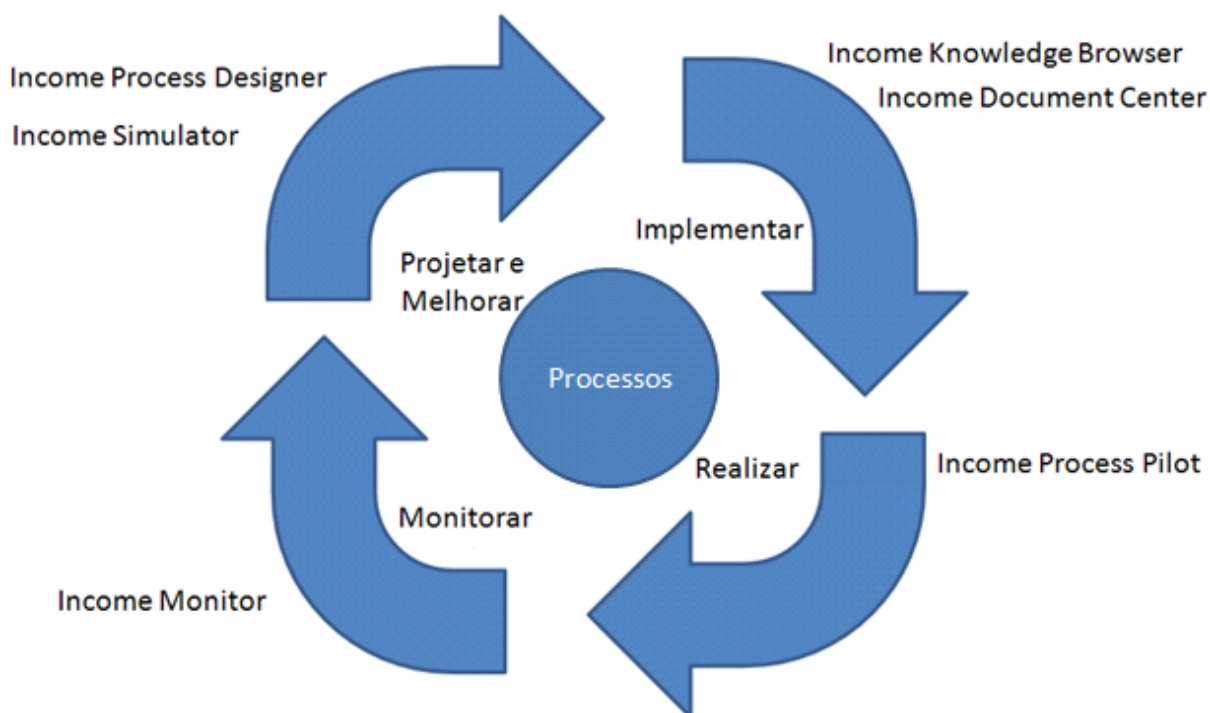


Figura 39 - O software *Income*
 Fonte: Adaptado pelo autor, (Get Process AG, 2008).

O *software Income Suite* é a combinação de seis ferramentas de *software* para auxiliar a empresa a construir um sistema de gerenciamento de processos de negócios unificado.

Income Process Designer – é o núcleo do *Income Suite* e é utilizado para documentar e modelar processos como comentado anteriormente.

Income Simulator – trabalha com representação dinâmica e otimização de processos internos e externos da empresa. A verificação de variabilidade dos processos pode ser simulada e os resultados podem ser comparados entre si. A capacidade habitual de recursos, a quantidade de dados processados em um determinado espaço de tempo, os custos e o valor adicionado podem ser examinados, enquanto que gargalos e pontos fracos também podem ser determinados por análise de teste de stress.

Income Knowledge Browser- fornece ao usuário final uma clara e intuitiva interface web para os modelos documentados pelo *Income Process Designer*. O usuário é capaz de navegar por meio de vários processos usando suas próprias tecnologias.

Income Document Center – é um sistema de gerenciamento de documento que permite acesso rápido para compreensão do fluxo de documentos da empresa.

Income Process Pilot – baseado no *Oracle Workflow Engine* – suporta a implementação de processos de negócios baseados em *Workflow*. Os processos são automaticamente controlados e executados, enquanto que os fins de prazos são

constantemente superVISIONados de acordo com as regras de negócios definidas no modelo do processo.

Income Monitor – é usado na construção de gerenciamento de processos orientados por painel de monitoramento e de sistemas de sinalizações e alarmes (sinalizações antecipadas)

Income – Redes de Petri

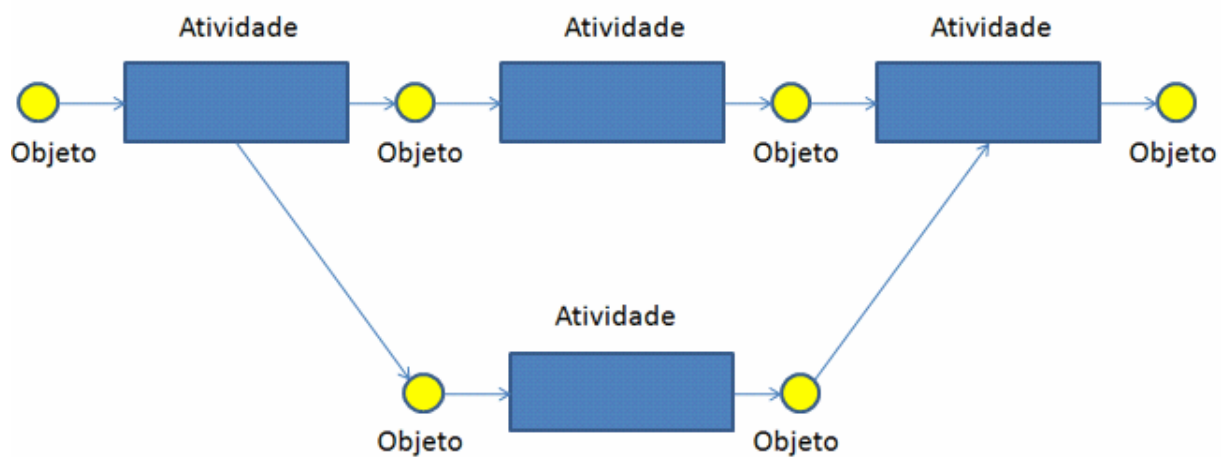


Figura 40 - Redes de Petri no *software Income*
 Fonte: Adaptado pelo autor, (Get Process AG, 2008).

As redes de Petri empregadas no *software INCOME* figura 40, mostram a representação das atividades e do objeto (lugar) na forma como se apresentam na tela principal de modelagem dos processos.

5 APLICAÇÃO DO MODELO *MRPII/ JIT-KANBAN* EM UM *SURVEY*

5.1 INTRODUÇÃO

O trabalho de pesquisa de campo utiliza um *survey*, operacionalizado por meio de um questionário de pesquisa, objetivando explorar a ocorrência de um fato, ou seja, a utilização; por pequenas e médias empresas atuantes nos ramos de plásticos, eletro=eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico na cidade de Curitiba e região metropolitana; de um sistema híbrido de planejamento e controle da produção designado *MRPII/JIT-Kanban*, Os dados obtidos passam a ser quantificados e passíveis de análise estatística.

5.2 METODOLOGIA DO *SURVEY* – LEVANTAMENTO DE DADOS

A pesquisa exploratória envolve uma tentativa de determinar se um fenômeno existe ou não. Ela é utilizada para responder perguntas do tipo “O fato X acontece?”. Neste caso a pesquisa exploratória foi realizada através de um levantamento de dados, o qual se caracteriza pelo resultado de análises qualitativas e quantitativas de fenômenos, através da interpelação direta das empresas. Os dados foram coletados de maneira estruturada, sistêmica e transformados em uma massa consistente de informações passíveis de classificação, caracterização e generalização. A partir de dados extraídos dos modelos de referência do sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII/JIT- Kanban*, elaborou-se um questionário de pesquisa, o qual foi aplicado às PMEs atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e região metropolitana.

5.3 PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

O estudo de pesquisa de modelagem do sistema PCP híbrido *MRPII/JIT – Kanban* e a exploração de sua utilização pelas PMEs de Curitiba e Região Metropolitana, também procura

oferecer oportunidade de análise e obter melhor conhecimento sobre estas organizações. Isto se deve a pequena participação das universidades e centros de pesquisa em Engenharia de Produção tanto no debate quanto no apoio às PMEs. O suporte em geral, tem se dado de forma indireta, descontínua e, muitas vezes, pouco adequada. Isto ocorre devido ao fato de que o desenvolvimento da Engenharia de produção, tanto no Brasil quanto no exterior tem como referência empírica principal as grandes empresas mundiais. (HECKSHER, DUARTE, 2003)

As pequenas e médias empresas têm sido motivo de estudo devido a sua vantagem, potencial de geração de renda e emprego. Em contrapartida essas empresas apresentam uma grande desvantagem que torna difícil a implementação de políticas de inovação a elas destinadas em face da heterogeneidade que apresentam. Em particular no Brasil, as PMEs têm dificuldades na obtenção de empréstimo, competição acirrada e acentuada pela grande quantidade de empresas, sendo submetidas a uma carga tributária insuportável, além da inacessibilidade a *softwares* confiáveis.

De modo geral, às PMEs apresentam baixa capacitação gerencial, devido estas empresas serem em sua maioria familiares, além disso, o tamanho reduzido das empresas faz com que seus proprietários/administradores tenham um horizonte de planejamento de curto prazo. Apresenta-se a seguir, na figura 41 e figura 42, organogramas de empresas de pequeno e médio porte respectivamente, praticado pela maioria das PMEs brasileiras. Pode-se destacar nas médias empresas a alocação de um órgão específico para tratar das atividades relacionadas ao sistema de planejamento e controle da produção, o que via de regra inexistente nas pequenas empresas.

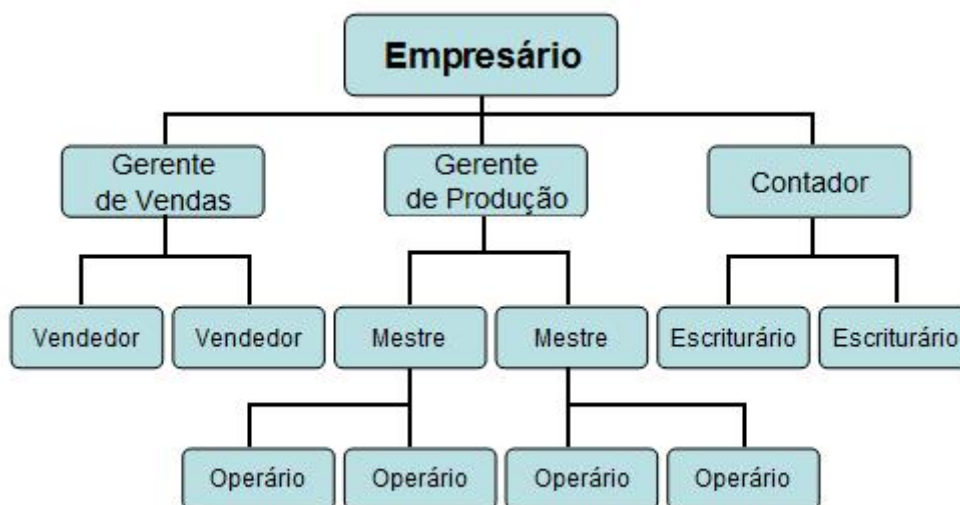


Figura 41 - Estrutura típica de uma pequena empresa de manufatura
Fonte: Russomano, (1995).

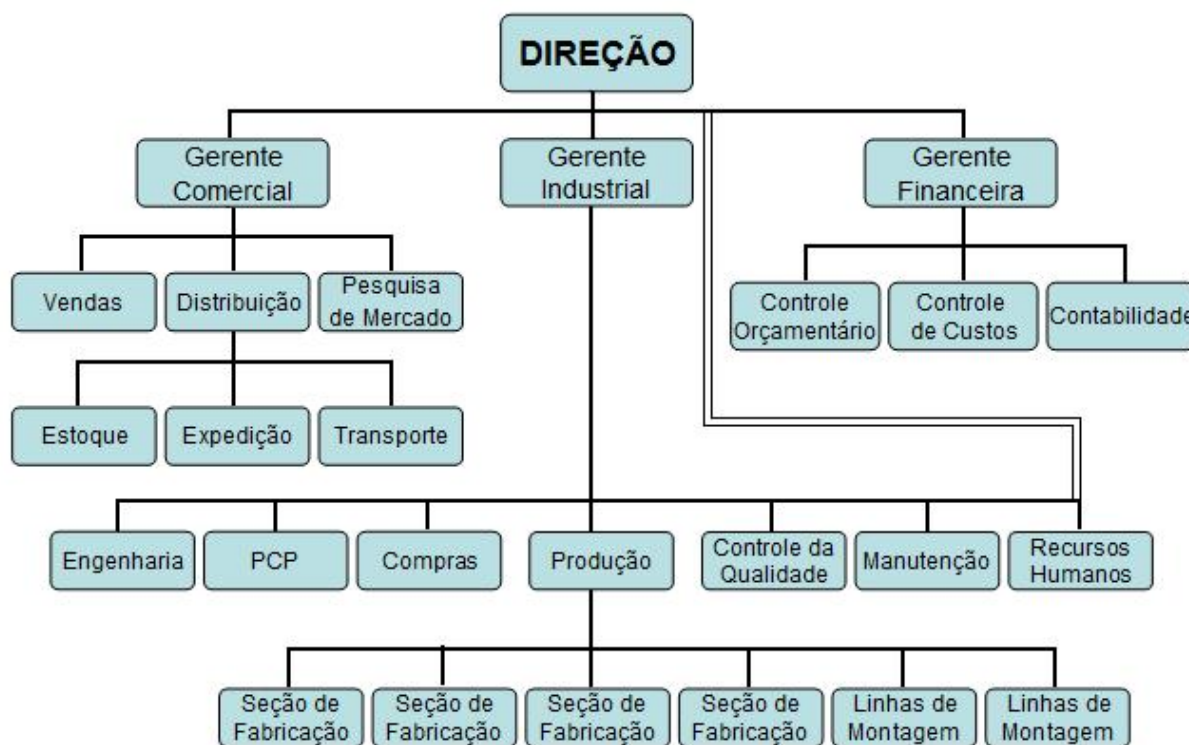


Figura 42 - Organização típica de uma empresa industrial de porte médio
Fonte: Russomano, (1995).

5.4 EMPRESAS PESQUISADAS E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

O critério de seleção das empresas que participaram da pesquisa seguiu a proposição definida no projeto de pesquisa de estudar o comportamento de PMEs em face de mudança de cenário ocorrido com a instalação na década de 1990 de empresas do setor automobilístico na região metropolitana de Curitiba. Estas empresas reconhecidamente aplicam tecnologia de última geração e participam de um mercado altamente competitivo e globalizado requerendo de seus fornecedores em grande parte PMEs produtos e serviços de alta qualidade com prazos reduzidos e compromissos que estão aliadas às mais modernas técnicas de gestão da manufatura. Os ramos de atividades atrelados ao fornecimento de peças, materiais e serviços para as grandes indústrias automobilísticas estão relacionados aos setores de plásticos, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico, Por meio de um levantamento de dados entre empresas associadas aos sindicatos e associações procedeu-se à seleção de empresas que atendiam aos requisitos de PMEs conforme classificação do Serviço de Apoio às Micro Pequenas Empresas- SEBRAE, atuantes nos ramos de: plásticos, eletro-eletrônico, metal-

mecânico e metalúrgico e sediadas em Curitiba e Região Metropolitana. Relacionamos a seguir sindicatos e associações que representam as empresas selecionadas:

- ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica;
- SIMPEP – Sindicato da Indústria de Material Plástico no Estado do Paraná;
- SINAEES – Sindicato das Indústrias de Aparelhos Elétricos, Eletrônicos e Similares do Estado do Paraná;
- SINDIMETAL – Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico do Estado do Paraná.

Dentre a lista de todas as empresas que atenderam os requisitos anteriormente citados também foram desconsideradas as empresas prestadoras de serviços, pois o interesse do trabalho é avaliar o procedimento de planejamento e controle da produção de empresas de manufatura produtora de bens.

5.5 OPERACIONALIZAÇÕES DA PESQUISA

5.5.1 Instrumentos de pesquisa

Para a execução do estudo exploratório foi utilizado como instrumento de pesquisa um questionário para avaliar a forma de elaborar, aplicar e conduzir o processo de planejar e controlar a produção em sistemas produtivos de manufatura tendo como modelo de referência o sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII/JIT-Kanban*. A escolha pela opção de envio pelo correio do questionário de pesquisa se deve aos seguintes fatos:

1 – As PMEs selecionadas, principalmente as pequenas empresas, em muitos casos não dispunham de endereços eletrônicos disponíveis.

2 – Aparentemente há uma rejeição natural das pessoas (empresas) pelo preenchimento de questionários via correio eletrônico, pois em muitos casos é tratado como “lixo eletrônico”.

3 – Encaminhar a correspondência com o destinatário previamente definido; Ex: Diretor Industrial, Gerente de Produção, etc.; permite uma aproximação mais profissional

O formulário de pesquisa foi dividido em duas seções. A primeira compreende a identificação da empresa e do responsável pelo preenchimento do questionário. Já a segunda constitui-se do questionário de pesquisa propriamente dito, sendo que o questionário de pesquisa é composto por três partes: Planejamento Agregado da Produção, Planejamento Mestre da Produção e Sistema Híbrido *MRPII/JIT* – Controle da Produção. O questionário foi elaborado com questões objetivas, com respostas do tipo sim/não, que evidenciam a existência ou não do processo. Também houve questões graduadas com cinco níveis:

- 1 - Inexistente;
- 2 - Pouco desenvolvido;
- 3 - Desenvolvido;
- 4 - Bem desenvolvido;
- 5 - Altamente desenvolvido.

A graduação das questões obedeceu à escala de Likert que especifica o nível de concordância com uma afirmação.

A ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Tendo como objetivo a elaboração de um formulário de pesquisa que dispusesse de um número adequado de questões, limitou-se e selecionaram-se as perguntas que abrangesse os níveis de planejamento agregado da produção, o planejamento mestre da produção e o controle da produção referente ao sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban*. O formulário de pesquisa foi dividido em duas seções. A primeira seção compreende a identificação da empresa e do responsável pelo preenchimento do questionário. Já a segunda seção constitui-se do questionário de pesquisa propriamente dito, sendo que o questionário de pesquisa é composto por três partes: Planejamento Agregado da Produção, Planejamento Mestre da Produção e Sistema Híbrido *MRPII/JIT* – Controle da Produção. Descreve-se a seguir uma resumida explicação sobre as questões apresentadas no formulário de pesquisa, as quais estão numeradas de forma correspondente ao Instrumento de pesquisa apresentado no apêndice D.

PARTE 1 - PLANEJAMENTO AGREGADO DA PRODUÇÃO

- 1-a) Missão: esta pergunta visa confirmar a existência ou não de uma missão da empresa.
- 1-b) Realização do Planejamento: esta questão trata da existência de processo de realização do Planejamento Agregado da Produção nas empresas.
- 1-c) Realização manual: trata da forma de realização do planejamento, se manualmente ou com auxílio de planilhas eletrônicas do tipo *Microsoft Excel*.
- 1-d) Realização por *software* S&OP: trata da forma de realização do planejamento, se por meio de *software* de Planejamento de Vendas e Operação tipo *S&OP-MRP II*.
- 1-e) Horizonte de 12 meses: caso haja realização do Planejamento Agregado da Produção, esta pergunta busca saber se o horizonte de planejamento é de no mínimo 12 meses.
- 1-f) Gestão da Demanda e planos funcionais: esta pergunta trata da existência de aprovação prévia dos planos de produção, financeiro, marketing e Gestão da Demanda para a aprovação do Planejamento Agregado da Produção.
- 2-a) Estratégias corporativas: trata do grau de desenvolvimento e formulação de estratégias corporativas.
- 2-b) Estratégias competitivas: trata do grau de desenvolvimento e formulação de estratégias competitivas.
- 2-c) Estratégias funcionais: trata do grau de desenvolvimento e formulação de estratégias funcionais por meio de planos financeiro, de produção e de marketing.
- 2-d) Reunião executiva com alta direção: trata do grau de desenvolvimento do processo de aprovação do Planejamento Agregado da Produção por meio de reunião executiva com participação da alta direção (presidente e diretores).
- 2-e) Revisão mensal: trata do processo de revisão mensal do Planejamento Agregado da Produção depois de aprovado.
- 2-f) Gerenciamento da Demanda: trata do grau de desenvolvimento do processo de realização do gerenciamento da demanda, por meio da Previsão da Demanda, promessa de prazos, controle de estoque e carteira de pedidos.

PARTE 2 - PLANEJAMENTO MESTRE DA PRODUÇÃO - MPS

Esta segunda parte avalia a forma de realização do Planejamento Mestre da Produção, incluindo suas inter-relações com o Planejamento Agregado da Produção, Planejamento das

necessidades de Materiais e Capacidade *MRP/CRP*, carteira de pedidos e previsão de vendas. A seguir as questões são detalhadas:

3-a) Realização do *MPS*: esta questão trata da existência de um processo de realização do Planejamento Mestre da Produção na empresa.

3-b) Realização manual: trata da forma de realização do planejamento, se manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas.

3-c) Realização por *software MRPII/ERP*: trata da forma de realização do planejamento, seja por meio de *softwares* tipo *MRPII/ERP*.

3-d) Aprovação do Planejamento Agregado da Produção: trata da existência de uma aprovação prévia do Planejamento Agregado da Produção para a elaboração do *MPS*.

4-a) Realização do *MPS* experimental: esta questão trata do grau de desenvolvimento da técnica de tentativa e erro através de um *MPS* experimental (inicial) com revisão até a aprovação do Planejamento Mestre da produção.

4-b) Viabilidade do *MRP/CRP*: esta questão avalia de forma gradual a existência de um processo de consulta do Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade (*MRP/CRP*) quanto à sua viabilidade, para a aprovação do *MPS*.

4-c) Consulta ao *RCCP*: esta questão trata do grau de desenvolvimento do processo de consulta ao Planejamento da Capacidade de Médio Prazo (*RCCP*).

4-d) Consulta à Gestão da Demanda: esta pergunta avalia, de forma gradual, se para a elaboração e aprovação do *MPS* é consultada previamente a Gestão da Demanda.

4-e) Consulta ao estoque: esta pergunta avalia, de forma gradual, se para a elaboração e aprovação do *MPS* é consultada previamente a posição de estoques.

4-f) Consulta à carteira de pedidos: esta pergunta avalia, de forma gradual, se para a elaboração e aprovação do *MPS* é consultada previamente a carteira de pedidos.

PARTE 3 - SISTEMA HÍBRIDO MRPII/JIT – CONTROLE DA PRODUÇÃO

Esta terceira parte explora o tipo de controle da produção que é aplicado na empresa, podendo ser: “empurrado” – Tradicional’, “puxado” – *Just in Time/JIT*’, ‘*OPT* (Tecnologia da Produção Otimizada)’, ‘Híbrido *MRPII / JIT – Kanban*’. , sendo que o preenchimento das respostas das questões subsequentes está condicionado à utilização do sistema Híbrido *MRPII/JIT-Kanban*. Abaixo uma descrição das questões propostas:

6-a) *MRP/CRP* tradicional: esta questão busca saber se o processo de elaboração do Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade segue a orientação do sistema *MRP*.

6-b) Controle da produção por *Kanban*: investiga se o controle da produção é efetuado por cartão *Kanban*.

6-c) *Kanban* de dois cartões: pergunta sobre a utilização do sistema *Kanban* de dois cartões (produção e transporte).

6-d) Ordens de produção via *MPS*: questiona se as ordens de produção são emitidas pelo programa *MPS* e administradas pelo programa de montagem final.

6-e) Itens Fantasmas: trata da existência de processo de geração de lista de itens fantasmas, que são itens da estrutura de produto que o usuário marca para que o *MRPII* não gere ordens de produção para os mesmos, criando listas de material de padrão *JIT*.

6-f) *Backflushing*: trata da existência de mecanismo para dar baixa automática nas quantidades padrão de recursos (mão-de-obra, materiais, tempo de máquina) requeridos para a execução de uma ou mais operações, para uma ordem de produção específica, depois que a ordem é completada. Esta técnica é utilizada também para permitir o uso do mecanismo de “puxar a produção” característica do *JIT* quando do uso no sistema híbrido com o *MRPII*.

7-a) Filosofia *JIT*: esta questão avalia de forma gradual se a adoção da filosofia *Just in Time* é incentivada pela alta direção.

7-b) Programa de qualidade total: trata da existência de algum programa de qualidade total implantado na empresa (*PDCA*; *CEP*; *CCQ*; *SW2H*; *5S*; *MASP*; *QFD*; *FMEA*).

7-c) Programa de melhoria contínua: trata da existência de algum programa de melhoria contínua dos processos (*Kaizen*).

7-d) Filosofia de eliminação de desperdícios: trata da existência de uma filosofia de eliminação de desperdícios (superprodução, produtos defeituosos, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação) implantada na empresa.

7-e) Programa de manutenção produtiva: trata da existência de um Programa de Manutenção Produtiva Total (*TPM*) em operação na empresa.

7-f) Treinamento de funcionários: trata da existência de um processo de treinamento de funcionários para atividades multifuncionais.

7-g) Arranjo celular: trata da disposição física das instalações fabris, se segue um arranjo celular.

7-h) Medidas para a redução do *set-up*: trata da existência de um conjunto de medidas para reduzir o *set-up* (troca rápida de ferramentas, ferramentas ou matrizes em dispositivos padrões, facilidade de carga e descarga).

5.5.2 Aplicação da pesquisa

5.5.2.1 Teste piloto

Em uma primeira fase o formulário de pesquisa foi submetido a um teste piloto com relação aos aspectos de entendimento, clareza das questões, abrangência do assunto, consistência técnica e outros requisitos. Seis professores do programa de Pós graduação em Engenharia de Produção e Sistemas avaliaram o questionário e apresentaram diversos comentários e sugestões que foram incorporados ao mesmo.

Em uma segunda fase o formulário de pesquisa foi apresentado e testado por vinte alunos do curso de especialização em engenharia de produção, que da mesma forma apresentaram comentários e sugestões. Neste caso as dúvidas eram pertinentes a questões que faziam referência ao uso das expressões ‘Itens fantasmas ‘ e “*Backflushing*” para as quais foram introduzidas alterações e maior esclarecimento. Após esta etapa, os questionários foram considerados aprovados para envio às empresas selecionadas.

5.5.2.2 Envio e recebimento dos questionários de pesquisa

O endereço e pessoa de contato das empresas que fizeram parte do processo de pesquisa foram extraídos dos *sites* da internet referentes a associações e sindicatos, de onde as respectivas empresas foram selecionadas. Foram realizadas confirmações de endereços, quando houveram dúvidas de localização da empresa.

Adotou-se como critério para garantir a devolução da maior quantidade de formulários preenchidos, a estratégia de envio pelo correio do envelope do questionário de pesquisa lacrado juntamente com um envelope adicional devidamente preenchido (etiquetado) com

endereço de retorno do remetente e destinatário, também devidamente selado, ou seja, artifícios que reduzissem os possíveis inconvenientes para preenchimento e devolução do questionário de pesquisa. Os campos relativos à identificação da empresa estavam devidamente preenchidos, sendo que em doze casos ocorreram telefonemas para o aplicador da pesquisa, solicitando informações sobre o questionário e motivos para a sua empresa ter sido escolhida para a pesquisa.

Decorridos quinze dias do envio do questionário de pesquisa, encaminhou-se e-mail informando do envio pelo correio do questionário de pesquisa e alertando da importância do preenchimento e prazo para devolução do mesmo (vide cópia apêndice B). Depois do prazo de trinta dias do envio dos questionários de pesquisa para cento e quarenta e quatro (144) empresas, cinquenta e uma (51) empresas efetuaram a devolução pelo correio, sendo considerado encerrado o processo de recebimento dos questionários preenchidos. Decorridos sessenta (60) dias do envio dos questionários houve recebimento de mais dois questionários preenchidos, os quais foram desconsiderados, já que os cálculos estatísticos já estavam concluídos. Este fato comprovou que aguardar um prazo maior que 30 dias não conduz a resultados significativos para este tipo de modalidade de pesquisa.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados compreende a avaliação do trabalho de modelagem do sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII/JIT- Kanban* e a análise estatística referente ao levantamento dos dados apurados na aplicação do questionário de pesquisa entre as pequenas e médias empresas atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e região metropolitana. Prosseguindo na análise dos resultados, realiza-se um confronto entre os dados obtidos no *survey* e os dados constantes dos modelos de referência.

6.1 ANÁLISE DA MODELAGEM

Os processos selecionados e relacionados ao sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII/JIT-Kanban*, modelados sob uma abordagem de processos de negócio e do formalismo das redes de Petri, através do *software Income Process Designer*, apresentaram correto funcionamento pelas seguintes observações:

- 1- Visualização do fluxo lógico dos processos (durante a simulação do modelo);
- 2- Verificações das propriedades das RdP de alcançabilidade e vivacidade, ou seja, não ocorrência de *deadlocks* (Atividade morta), reversibilidade (propriedade de retorno ao início) e outras propriedades inerentes ao pleno funcionamento da rede;
- 3- Foram realizadas simulações com verificação estrutural do fluxo dos processos para todos os modelos mapeados, sendo que um relatório de simulação é mostrado abaixo na **Figura 43 - Simulação do Modelo 1: Sistema Híbrido MRP II / JIT** como exemplo. Verifica-se no modelo acima mencionado que todas as atividades (processos) previstas, relacionadas e descritas no modelo foram alcançadas, denotando um correto funcionamento da rede.

No APÊNDICE C – RELATÓRIO DE RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL LÓGICA DOS PROCESSOS (MODELOS) , verifica-se nas figuras: figura 67, figura 68, figura 69, figura 70, figura 71, figura 72, figura 73, figura 74 e figura 75, que correspondem a todos os modelos de referência aplicados ao *software Income Process Designer*, o registro de que todas as atividades (processos) previstas, relacionadas e

descritas nos modelos foram alcançadas, denotando um correto funcionamento da rede para todos os modelos.

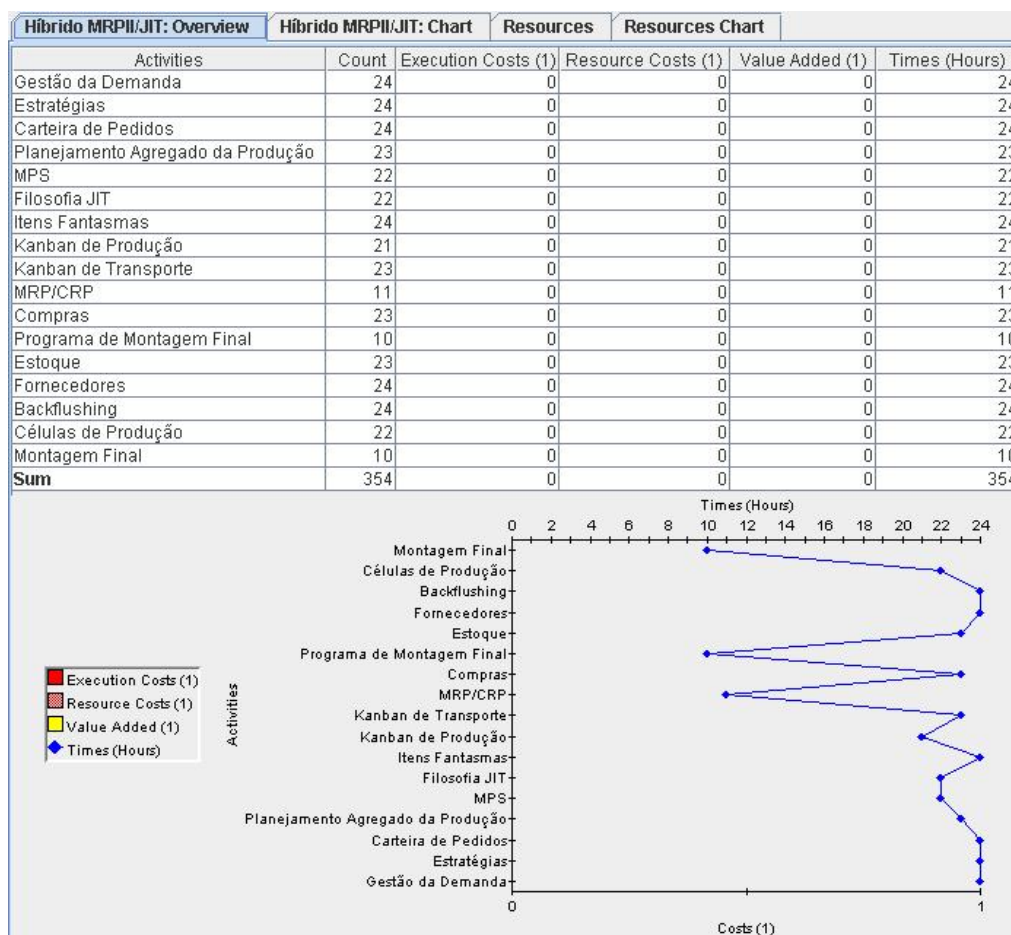


Figura 43 - Simulação do Modelo 1: Sistema Híbrido *MRP II / JIT*
Fonte: O autor, (2008).

O escopo do projeto desta pesquisa procura verificar a modelagem dos processos, seus fluxos, interações e não contempla a alocação de recursos, tempo, custo, pessoas e outros fatores de análise, diagnóstico e desempenho previsto no *software*, por motivos de delimitação do tema.

Portanto os processos do planejamento e controle da produção do sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban* modelados no *software Income Process Designer*, sob uma abordagem de processos de negócios e utilizando o formalismo das Redes de Petri, atenderam os requisitos de consistência e verificação estrutural previstos na simulação dos modelos.

6.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DO LEVANTAMENTO DE DADOS

O formulário de pesquisa é composto de duas seções:

- A primeira seção compreende a identificação da empresa e do responsável pelo preenchimento do questionário;
- A segunda seção constitui-se do questionário de pesquisa propriamente dito. O questionário é constituído basicamente de três partes, abrangendo questões sobre: o Planejamento Agregado da Produção, o Planejamento Mestre da Produção e o Sistema Híbrido *MRPII/JIT* – Controle da Produção.

6.2.1 Identificação da empresa e do entrevistado

As informações básicas da empresa, tais como nome, endereço e ramo de atividade foram preenchidas pelo pesquisador.

6.2.1.1 Cargo do responsável pelo preenchimento do questionário

O resultado apurado sobre o cargo ocupado pelo responsável pelo preenchimento do questionário está disposto abaixo, na figura 44:

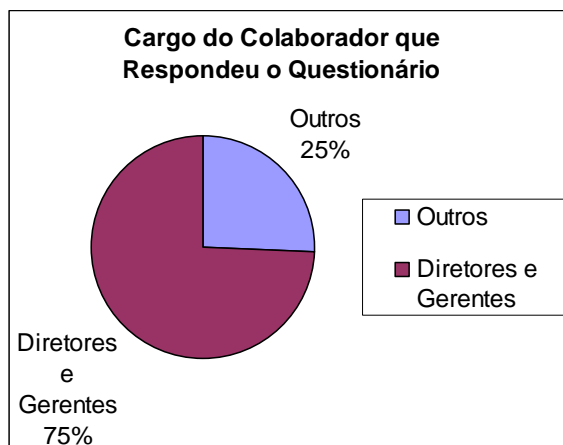


Figura 44 - Cargo desempenhado pelo entrevistado.
Fonte: O autor, (2008).

6.2.1.2 Tamanho da empresa

Nesse trabalho adotou-se a classificação segundo o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) para definição do porte da empresa:

- 0 a 19 colaboradores – micro empresa;
- 20 a 99 colaboradores – pequena empresa;
- 100 a 499 colaboradores – média empresa;
- acima de 500 – grande empresa.

Pode-se verificar, em seguida, o perfil das empresas consultadas, conforme figura 45:

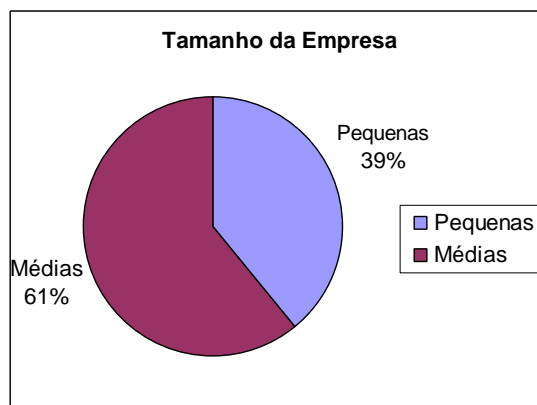


Figura 45 - Tamanho da empresa.
Fonte: O autor, (2008).

6.2.1.3 Tipo da empresa

Os resultados a seguir informam o tipo da empresa, se matriz, filial ou estabelecimento único, com os seguintes dados obtidos e demonstrados na figura 46:

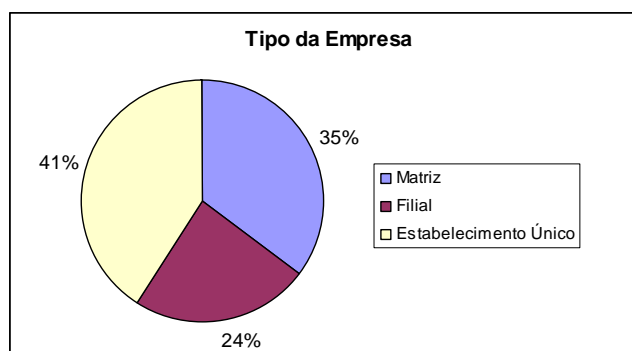


Figura 46 - Tipo da empresa.
Fonte: O autor, (2008).

6.2.2 ANÁLISE DESCRITIVA

A estatística descritiva organiza e descreve os dados através de tabelas, gráficos e de medidas descritivas, cujo objetivo básico é sintetizar uma série de valores de mesma natureza, permitindo uma visão global da variação desses valores, ou seja, seu objetivo principal é informar, prevenir e esclarecer.

A análise descritiva dos resultados será efetuada em conformidade com o questionário de pesquisa em três etapas, abrangendo o Planejamento Agregado da Produção, Planejamento Mestre da Produção e o Sistema Híbrido *MRPII/JIT-Kanban* de controle da produção e ainda sob o aspecto de questões objetivas e graduadas.

Em um total de 144 empresas pesquisadas, foram obtidas respostas de 51 empresas que preencheram os questionários.

6.2.2.1 Planejamento agregado da produção

A seguir, efetua-se uma análise descritiva das respostas obtidas do questionário de pesquisa para as questões afetas ao primeiro grupo, ou seja, do planejamento agregado da produção.

6.2.2.1.1 Questões objetivas

A figura 47 a seguir mostra os resultados obtidos para as questões objetivas, os quais serão analisados e descritos em seguida, observando-se que a numeração dos tópicos coincide com a numeração do questionário de pesquisa.

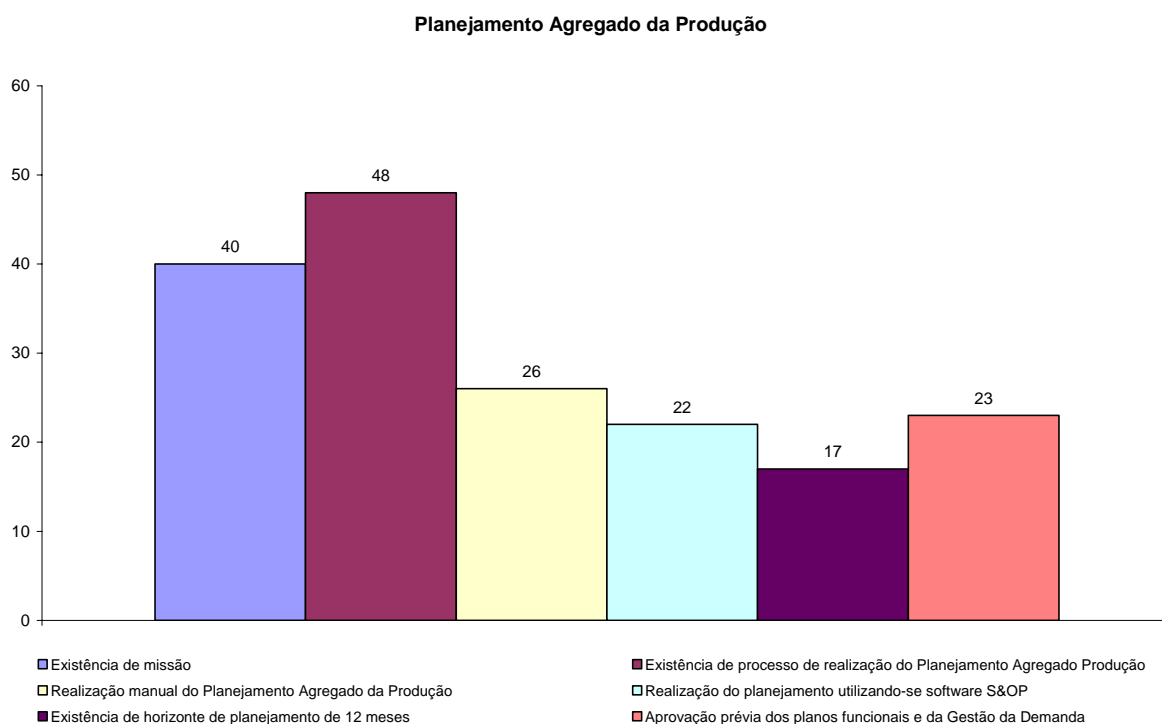


Figura 47 - Resultados das perguntas objetivas do planejamento agregado da produção.
Fonte: O autor, (2008).

- 1-a) 40 apresentam existência de missão, ou seja, 78,43%;
- 1-b) 48 apresentam existência de processo de realização do Planejamento Agregado da Produção, ou seja, 94,12%;
- 1-c) 26 apresentam realização manual do Planejamento Agregado da Produção, ou seja, 50,98%;
- 1-d) 22 apresentam realização do planejamento utilizando-se *software S&OP*, ou seja, 43,14%;
- 1-e) 17 apresentam existência de horizonte de planejamento de 12 meses, ou seja, 33,33% ;
- 1-f) 23 apresentam aprovação prévia dos planos funcionais e da Gestão da Demanda, ou seja, 45,10%.

6.2.2.1.2 Questões graduadas

Na figura 48, são mostrados os resultados para as questões do tipo graduadas, os quais serão analisados e descritos em seguida, observando-se que a numeração dos tópicos coincide com a numeração do questionário de pesquisa.

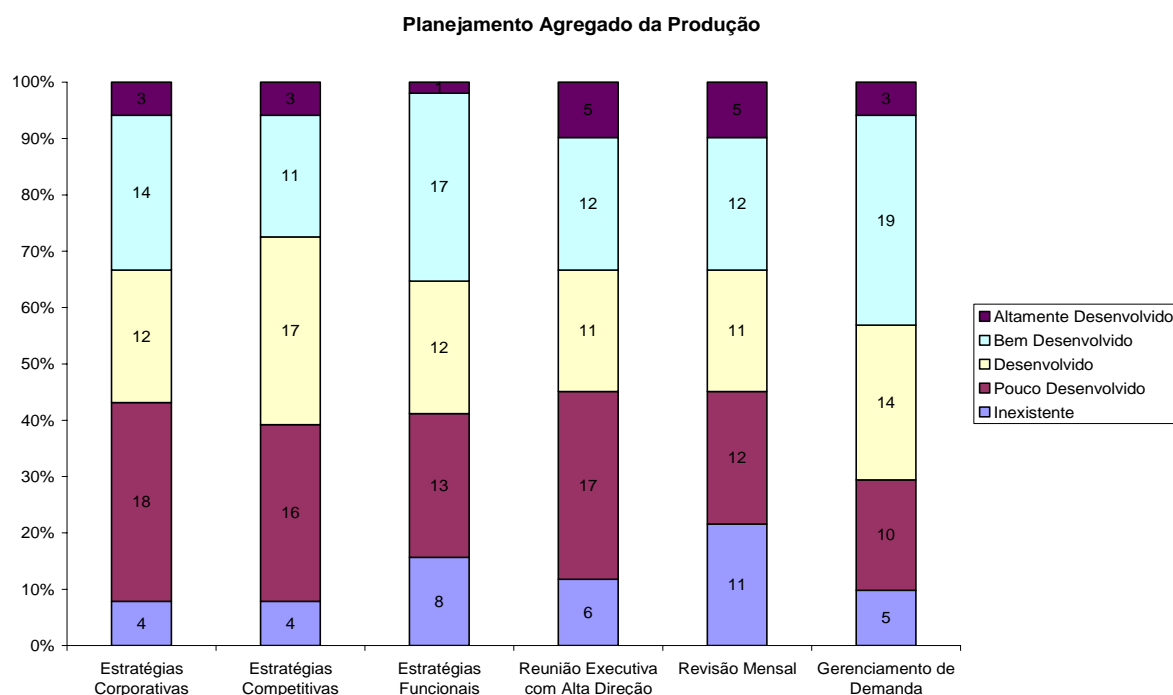


Figura 48 - Resultados das perguntas graduadas do planejamento agregado da produção
Fonte: O autor, (2008).

2-a) A empresa possui um processo de definição e formulação de estratégias corporativas?

- 4, ou seja, 7,84% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 18, ou seja, 35,29% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 12, ou seja, 23,23% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 14, ou seja, 27,45% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 3, ou seja, 5,88% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

2-b) A empresa possui um processo de definição e formulação de estratégias competitivas?

- 4, ou seja, 7,84% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 16, ou seja, 31,37% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 17, ou seja, 33,33% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 11, ou seja, 21,57% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 3, ou seja, 5,88% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

2-c) A empresa possui uma formulação de estratégias funcionais por meio dos planos financeiro, de produção e de marketing?

- 8, ou seja, 15,69% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 13, ou seja, 25,49% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 12, ou seja, 23,23% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 17, ou seja, 33,33% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 1, ou seja, 1,96% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

2-d) A empresa possui processo de aprovação do Planejamento Agregado de Produção por meio de reunião executiva, com participação da alta direção (presidente e diretores)?

- 6, ou seja, 11,76% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 17, ou seja, 33,33% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 11, ou seja, 21,57% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 12, ou seja, 23,23% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 5, ou seja, 9,80% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

2-e) A empresa possui um processo de revisão mensal do Planejamento Agregado da Produção depois de aprovado?

- 11, ou seja, 21,57% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 12, ou seja, 23,23% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;

- 11, ou seja, 21,57% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 12, ou seja, 23,23% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 5, ou seja, 9,80% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

2-f) Para a elaboração do Planejamento Agregado da Produção, a empresa possui um processo de realização do gerenciamento da demanda por meio da Previsão da Demanda, promessa de prazos, controle de estoque e carteira de pedidos?

- 5, ou seja, 9,80% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 10, ou seja, 19,60% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 14, ou seja, 27,45% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 19, ou seja, 37,25% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 3, ou seja, 5,88% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

6.2.2.2 Planejamento mestre da produção

A seguir, efetua-se uma análise descritiva das respostas obtidas do questionário de pesquisa para as questões afetas ao segundo grupo, ou seja, do planejamento mestre da produção.

6.2.2.2.1 Questões objetivas

A figura 49 a seguir mostra os resultados obtidos para as questões objetivas, os quais serão analisados e descritos em seguida, observando-se que a numeração dos tópicos coincide com a numeração do questionário de pesquisa.

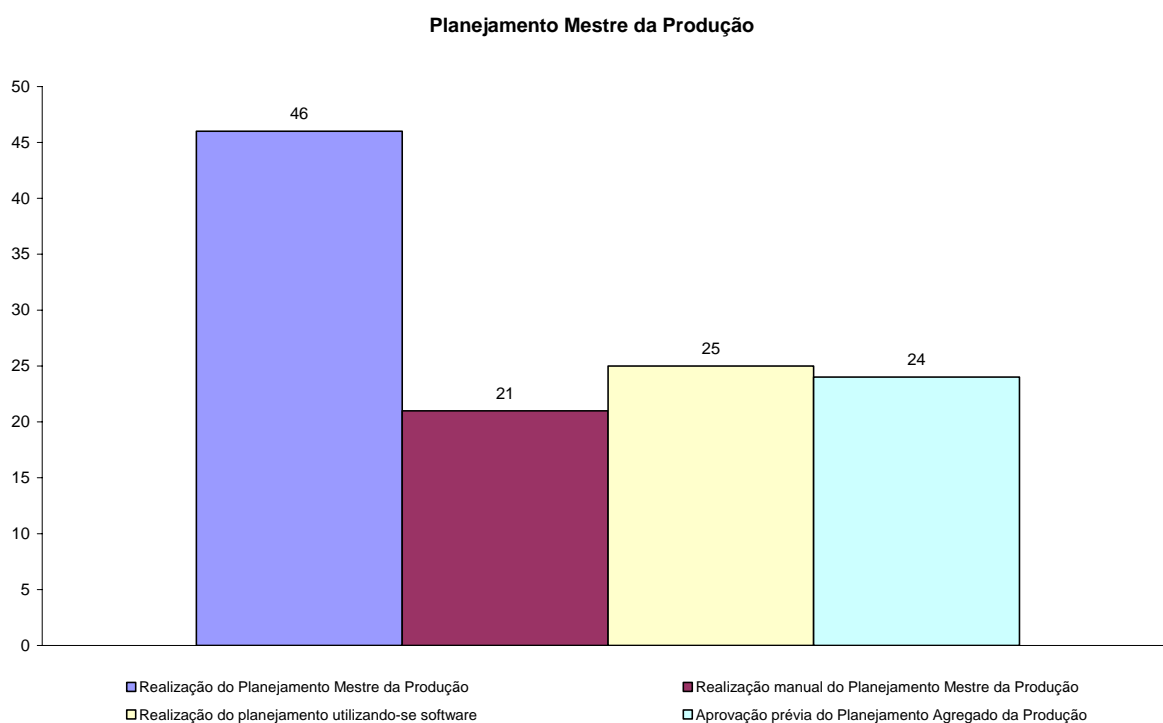


Figura 49 - Resultados das perguntas objetivas do planejamento mestre da produção
Fonte: O autor, (2008).

3-a) 46, ou seja, 90,20% realizam o Planejamento Mestre da Produção;

3-b) 21, ou seja, 41,18% realizam manualmente o Planejamento Mestre da Produção;

3-c) 25, ou seja, 49,02% realizam o planejamento utilizando *software*;

3-d) 24, ou seja, 47,06 requerem aprovação prévia do Planejamento Agregado de Produção.

6.2.2.2.2 Questões graduadas

Na próxima figura 50, são mostrados os resultados para as questões do tipo graduadas, os quais serão analisados e descritos em seguida, observando-se que a numeração dos tópicos coincide com a numeração do questionário de pesquisa:

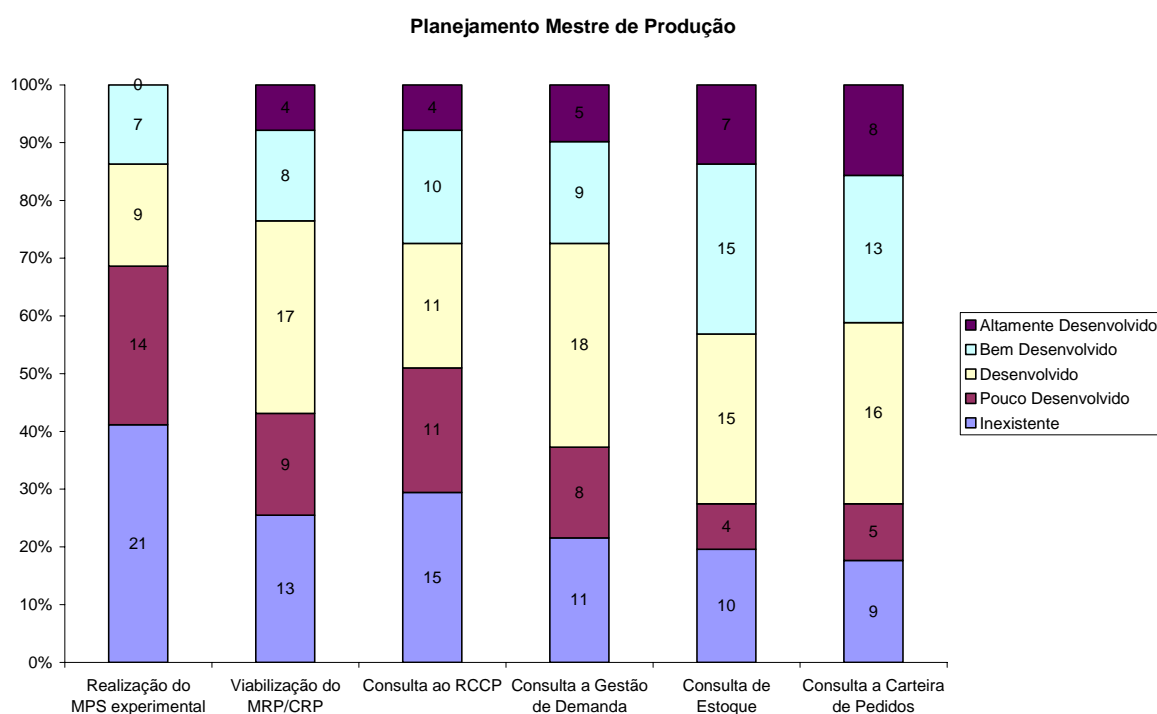


Figura 50 - Resultados das perguntas graduadas do planejamento mestre da produção
Fonte: O autor, (2008).

4-a) Na construção do *MPS*, é empregada a técnica de tentativa e erro através de um *MPS* experimental (inicial), com revisão, até sua aprovação final?

- 21, ou seja, 41,184% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 14, ou seja, 27,45% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 9, ou seja, 17,65% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 7, ou seja, 13,73% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

4-b) No processo de elaboração do *MPS* é verificada, anteriormente à sua aprovação a viabilidade do Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade?

- 13, ou seja, 25,50% das empresas responderam que o processo é inexistente;

- 9, ou seja, 17,65% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 17, ou seja, 33,33% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 8, ou seja, 15,69% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 4, ou seja, 7,84% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

4-c) No processo de elaboração do *MPS* é consultado e considerado como previamente aprovado o Planejamento da Capacidade de Médio Prazo (*RCCP*)?

- 15, ou seja, 29,41% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 11, ou seja, 21,57% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 11, ou seja, 21,57% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 10, ou seja, 19,61% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 4, ou seja, 7,84% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

4-d) Para a elaboração e aprovação do *MPS* é consultada previamente a Gestão da Demanda?

- 11, ou seja, 21,57% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 8, ou seja, 15,69% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 18, ou seja, 35,29% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 9, ou seja, 17,65% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 5, ou seja, 9,80% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

4-e) Para a elaboração e aprovação do *MPS* é consultada previamente a posição de estoques?

- 10, ou seja, 19,61% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 4, ou seja, 7,84% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 15, ou seja, 29,41% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 15, ou seja, 29,41% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 7, ou seja, 13,73% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

4-f) Para a elaboração e aprovação do *MPS* é consultada previamente a carteira de pedidos?

- 9, ou seja, 17,65% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 5, ou seja, 9,80% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 16, ou seja, 31,37% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 13, ou seja, 25,49% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 8, ou seja, 15,69% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

6.2.2.3 Sistema de planejamento e controle da produção

A seguir, efetua-se uma análise descritiva das respostas obtidas do questionário de pesquisa para as questões afetas ao terceiro grupo, ou seja, do sistema PCP híbrido *MRPII/JIT-Kanban*.

6.2.2.3.1 Questões objetivas

A figura 51 a seguir mostra os resultados obtidos para as questões objetivas, os quais serão analisados e descritos em seguida, observando-se que a numeração dos tópicos coincide com a numeração do questionário de pesquisa.

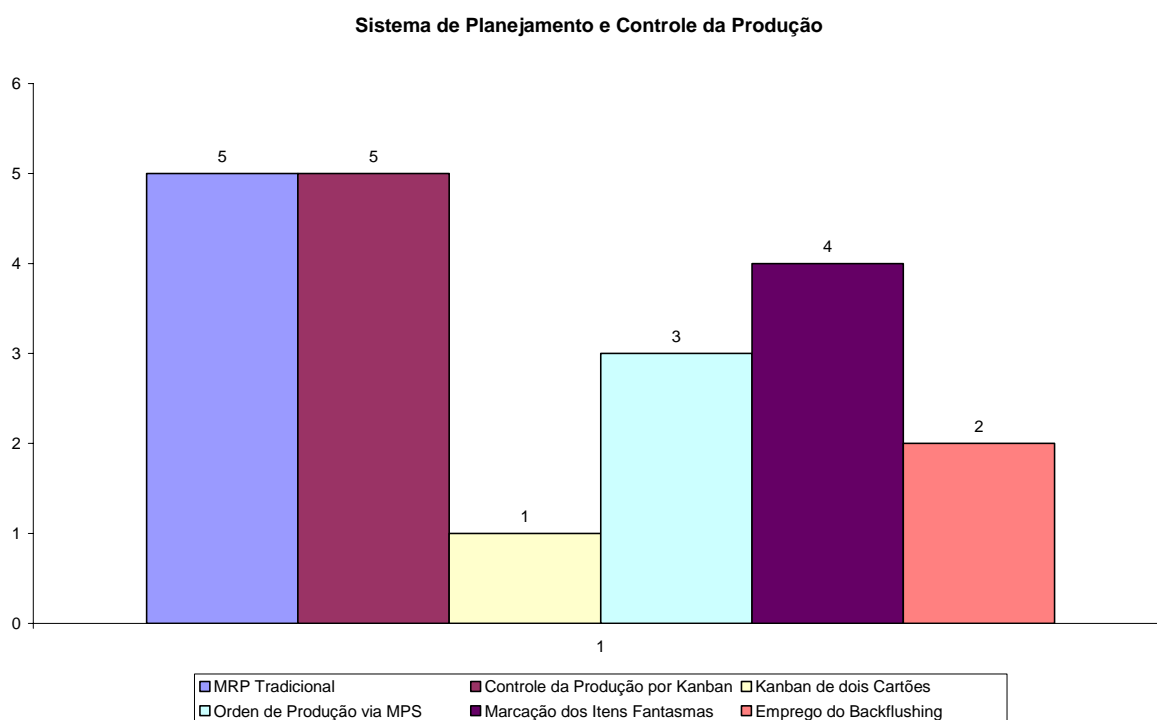


Figura 51 - Resultado das perguntas objetivas do sistema de PCP.
Fonte: O autor, (2008).

- 6-a) 5, ou seja, 100% utilizam *MRP* Tradicional;
- 6-b) 5, ou seja, 100% utilizam controle da produção por meio de cartões *Kanban*;
- 6-c) 1, ou seja, 20% utilizam *Kanban* de dois cartões;
- 6-d) 3, ou seja, 60% emitem ordem de produção via *MPS*;
- 6-e) 4, ou seja, 80% assinalam os itens-fantasmas;
- 6-f) 2, ou seja, 40% empregam mecanismo de *backflushing*.

6.2.2.3.2 Questões graduadas

Na figura 52, são mostrados os resultados para as questões do tipo graduadas, os quais serão analisados e descritos em seguida, observando-se que a numeração dos tópicos coincide com a numeração do questionário de pesquisa.

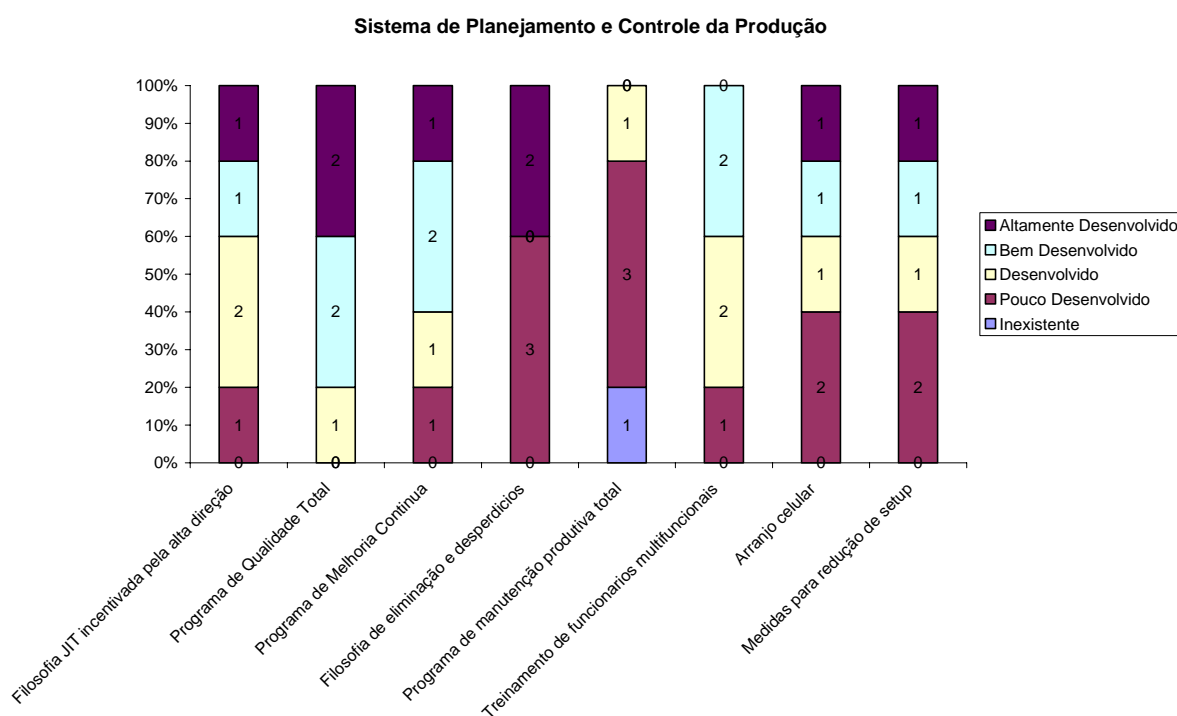


Figura 52 - Resultado das perguntas graduadas do sistema de PCP.
Fonte: O autor, (2008).

Dentre as cinco empresas com sistema PCP híbrido *MRPII/JIT-Kanban*, tem-se:

7-a) O processo de adoção da filosofia *Just in Time* é incentivado pela alta direção?

- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

7-b) Há algum programa de qualidade total - *TQC* (PDCA - Plan, Do, Check, Action; CEP; Controle Estatístico de Processo; CCQ; SW2H; 5S; MASP; QFD; FMEA) implantado?

- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

7-c) Há implantado um Programa de Melhoria Contínua dos processos (*Kaizen*)?

- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

7-d) Há uma filosofia de eliminação de desperdícios (superprodução, produtos defeituosos, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação) implantada?

- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 3, ou seja, 60,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

7-e) Há ,em operação, um Programa de Manutenção Produtiva Total (*TPM*)?

- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 3, ou seja, 60,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

7-f) Há um processo de treinamento de funcionários para atividades multifuncionais?

- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

7-g) A disposição física das instalações fabris segue um arranjo celular?

- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

7-h) Há implantado um conjunto de medidas para reduzir o *set-up* (troca rápida de ferramentas, ferramentas ou matrizes em dispositivos padrões, facilidade de carga e descarga)?

- 0, ou seja, 0,00% das empresas responderam que o processo é inexistente;
- 2, ou seja, 40,00% das empresas responderam que o processo é pouco desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é bem desenvolvido;
- 1, ou seja, 20,00% das empresas responderam que o processo é altamente desenvolvido.

6.2.2.4 Estatística descritiva adicional

Embora o *survey*, através do questionário de pesquisa estivesse explorando o uso pelas PMEs, do sistema híbrido de PCP designado *MRPII/JIT-Kanban*, o preenchimento das questões pelas empresas forneceu dados adicionais sobre os tipos de sistemas de PCP praticados, os quais estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Estatística descritiva

ESTATÍSTICA DESCRITIVA ADICIONAL		
Sistema de Planejamento e Controle da Produção	TOTAL DE EMPRESAS = 51	
	Pequenas empresas = 20	Médias empresas = 31
Sistema PCP “empurrado”	13	10
Sistema PCP “empurrado” com elementos <i>JIT</i>	4	10
Sistema PCP “puxado”	2	5
Sistema PCP OPT		2
Sistema PCP híbrido	1	4
Sist. De planej. <i>MRPII</i> e controle <i>JIT/Kanban</i>	1	4
Utiliza <i>Kanban</i>	1	5
<i>Kanban</i> de dois cartões		1

Fonte: O autor, (2008).

6.2.3 ANÁLISE INFERENCIAL

A análise inferencial é um método que torna possível a estimativa de uma característica de uma população ou a tomada de uma decisão referente à população com base somente em resultados de amostras (LEVINE; BERENSON; STEPHAN, 1998). Ela se dá por análises multivariadas sendo identificado nesta pesquisa um tipo de distribuição que se aproxima de uma distribuição normal, requerendo e sendo utilizada uma análise do tipo não paramétrica denominada χ^2 .

6.2.3.1 O teste das hipóteses

O trabalho de pesquisa está fundamentado na construção de três hipóteses relacionadas à forma de realização do planejamento agregado da produção, planejamento mestre da produção e tipo de sistema de planejamento e controle da produção utilizados pelas empresas. Primeiramente, será efetuado um teste das hipóteses formuladas para o trabalho de pesquisa por meio de simples verificação e contagem das respostas às questões diretamente ligadas às hipóteses. Logo em seguida, serão realizados testes de aderência e teste de independência para confirmar, de forma estatística, a validade dos referidos testes.

O teste de aderência verifica se os dados levantados fazem parte de uma distribuição normal, o que significa que os dados estão bem delineados e as respostas (comprovação das hipóteses) serão mais precisas.

6.2.3.1.1 Teste da hipótese do planejamento agregado da produção

Esta hipótese está relacionada ao modo de realização do Planejamento Agregado da Produção nas pequenas e médias empresas.

Hipótese H_1 : Empresas que geram o Planejamento Agregado da Produção em *software* tipo *S&OP* são de médio porte e empresas que não têm formalizada a sistemática de fazer o Planejamento Agregado da Produção ou realizam manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

A Tabela 3 abaixo mostra os resultados obtidos dos questionários respondidos:

Tabela 3 - Dados obtidos das respostas dos questionários para o planejamento agregado da produção.

Planejamento Agregado da Produção	TOTAL DE EMPRESAS = 51	
	Pequenas empresas = 20	Médias empresas = 31
Não faz Planejamento Agregado	2	1
Planejamento Agregado manualmente	13	13
Planejamento Agregado por <i>software</i>	5	17

Fonte: O autor, (2008).

Com esses dados obtidos elaborou-se um gráfico a fim de verificar a validade da hipótese, como segue na figura 53:

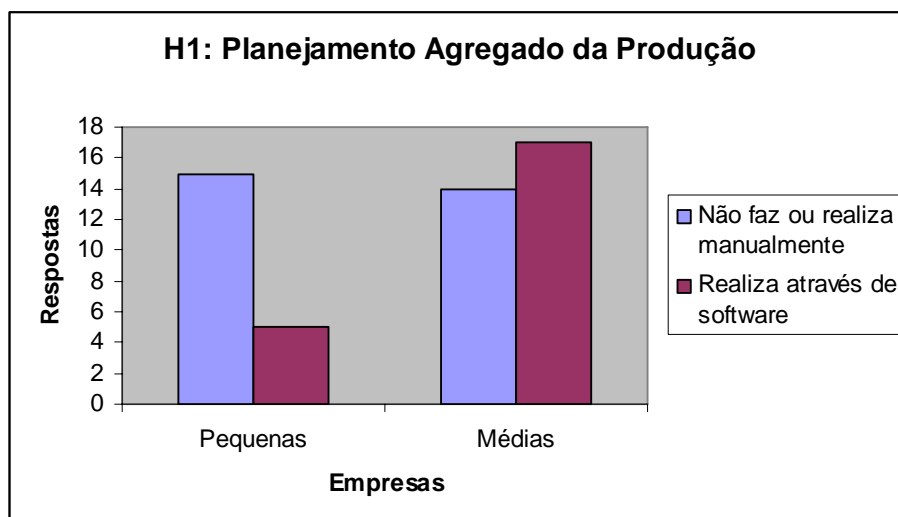


Figura 53 - Verificação da hipótese H_1 sobre planejamento agregado da produção.
Fonte: O autor, (2008).

Pode-se observar que a hipótese foi confirmada pois, dentre as pequenas empresas, a grande maioria não tem sistematizado ou realiza de forma manual o Planejamento Agregado da Produção. Além disso, com respeito às médias empresas, a maioria realiza o planejamento com auxílio de *software* tipo *S&OP*.

Teste de aderência de H_1

O teste de aderência das hipóteses é uma ferramenta para a comprovação da validade das hipóteses, de modo que se possa aceitá-las ou rejeitá-las. Existem dois testes “clássicos” de aderência: o teste do qui-quadrado e o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os testes de aderência pertencem à categoria dos “testes não-paramétricos”, pois a hipótese testada refere-se à forma da função, não aos seus parâmetros (CHWIF e MEDINA, 2006). Para os testes das hipóteses deste trabalho, será utilizado o método do qui-quadrado visto ser o mais empregado e atender os padrões solicitados.

A Tabela 4 a seguir apresenta os dados necessários para o teste de aderência da hipótese H_1 – Planejamento Agregado da Produção (vide item 2.3.3):

Tabela 4 - Dados observados e esperados para o Planejamento Agregado da Produção

Variáveis Dependentes	Empresas				
	Pequenas		Médias		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Não faz Planejamento Agregado ou faz manualmente	15	11,4	14	17,6	29
Planejamento Agregado por <i>software</i>	5	8,6	17	13,4	22
Total	20		31		51

Fonte: O autor, (2008).

A tabela 4 foi preenchida com os dados Observados (Apurados) e a obtenção do valor Esperado foi calculado conforme a equação 1.

$$VE = (TO \times TP) / T; \quad (1)$$

VE – Valor esperado.

TO – Total observado no porte da empresa.

TP – Total de empresas conforme a forma de realizar o planejamento agregado da produção.

T – Total de empresas avaliadas.

Exemplo para o Primeiro Valor: $(20 \times 29) / 51 = 11,4$.

Apresenta-se a seguir o método de cálculo do qui-quadrado, por meio da equação 2:

Notação: O- Observado; E- Esperado (vide Tabela 4)

Cálculo do χ^2

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad (2)$$

$$\chi^2 = \frac{(15 - 11,4)^2}{11,4} + \frac{(14 - 17,6)^2}{17,6} + \frac{(5 - 8,6)^2}{8,6} + \frac{(17 - 13,4)^2}{13,4} = 4,37$$

χ^2 obtido = 4,37

Valor crítico de χ^2 com 3 graus de liberdade = 7,81

Sendo $7,81 > 4,37$, não se tem evidências para rejeitar a hipótese H_1 .

Conclui-se então que a distribuição do número de empresas que realizam o Planejamento Agregado da Produção não difere da distribuição normal, podendo ser comprovada a hipótese com 95% de confiança.

Teste de independência de H_1

Busca-se saber se a utilização do Planejamento Agregado da Produção independe do tamanho da empresa, conforme Tabela 4.

Tratando-se de uma tabela de contingência 2 x 2,

$$G1 = (L-1)(C-1). \quad (3)$$

Nesse caso, $GL = (2-1)(2-1) = 1$.

$\chi^2_{0,05} = 3,84$ (com 5% de significância ou 95% de confiança)

Uma vez que o valor obtido de χ^2 no teste de aderência foi $4,37 > 3,84$, conclui-se que a utilização do Planejamento Agregado da Produção e o tamanho da empresa não são independentes. Portanto a forma de realizar o planejamento é dependente do tamanho da empresa.

Notação: GL- graus de liberdade, L- linha , C -coluna

6.2.3.1.2 Teste da hipótese do planejamento mestre da produção

Esta hipótese está relacionada ao modo de realização do Planejamento Mestre da Produção nas pequenas e médias empresas.

Hipótese H_2 : Empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção - *MPS* através de *softwares* tipo *MRPII*, *ERP*, são de médio porte e empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção - *MPS* manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

A Tabela 5 abaixo mostra os resultados obtidos:

Tabela 5 - Dados obtidos das respostas dos questionários para o planejamento mestre da produção.

Planejamento Mestre da Produção	TOTAL DE EMPRESAS = 51	
	Pequenas empresas = 20	Médias empresas = 31
Não faz Planejamento Mestre	3	2
Planejamento Mestre manualmente	9	12
Planejamento Mestre por <i>software</i>	8	17

Fonte: O autor, (2008).

Assim, obtém-se um gráfico para a verificação da validade da hipótese, que é representado na figura 54 a seguir:

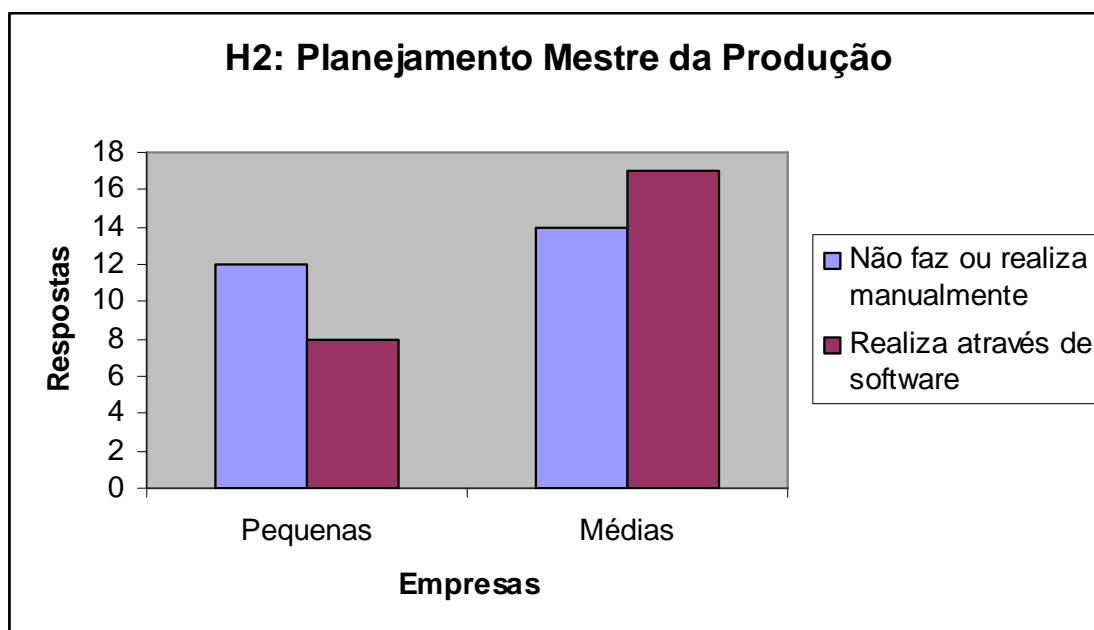


Figura 54 - Verificação da hipótese H₂ sobre planejamento mestre da produção.

Fonte: O autor, (2008).

Observa-se que o resultado foi semelhante à primeira hipótese, pois dentre as pequenas empresas a maioria realiza o Planejamento Mestre da Produção manualmente ou não tem sistematizado um processo de realização do planejamento, enquanto nas médias empresas a maioria realiza o planejamento com auxílio de *software* tipo *MRP II-ERP*.

Teste de aderência de H₂

A Tabela 6 abaixo apresenta os dados necessários para o teste de aderência da hipótese H₂ – Planejamento Mestre da Produção (vide item 2.3.3):

Tabela 6 - Dados observados e esperados para o planejamento mestre da produção

Variáveis Dependentes	Empresas				
	Pequenas		Médias		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Não faz Planejamento Mestre ou faz manualmente	12	10,2	14	15,8	26
Planejamento Mestre por <i>software</i>	8	9,8	17	15,2	25
Total	20		31		51

Fonte: O autor, (2008).

A tabela 6 foi preenchida com os dados Observados (Apurados) e a obtenção do Valor Esperado foi calculado conforme a equação 3 abaixo, já referida anteriormente

$$VE = (TO \times TP) / T;$$

VE – Valor esperado

TO – Total observado no porte da empresa

TP – Total de empresas conforme a forma de realizar o planejamento mestre da produção

T – Total de empresas avaliadas.

Cálculo de qui-quadrado (realizado conforme a equação 2)

$$\chi^2 = \frac{(12 - 10,2)^2}{10,2} + \frac{(14 - 15,8)^2}{15,8} + \frac{(8 - 9,8)^2}{9,8} + \frac{(17 - 15,2)^2}{15,2} = 1,07$$

$$\chi^2_{\text{obtido}} = 1,07$$

Valor crítico de χ^2 com 3 graus de liberdade = 7,81

Sendo 7,81 > 1,07, não há evidências para rejeitar a hipótese H₂.

Conclui-se então que a distribuição do número de empresas que realizam o Planejamento Mestre da Produção não difere da distribuição normal, comprovando com um nível de 95% de confiança esta hipótese.

Teste de independência de H₂

Busca-se saber se a utilização do Planejamento Mestre da Produção independe do tamanho da empresa, conforme a Tabela 6.

Tratando-se de uma tabela de contingência 2 x 2, $GL = (L-1)(C-1)$.

No caso, $GL=(2-1)(2-1) = 1$.

$$\chi^2_{0,05} = 3,84$$

Uma vez que o valor obtido do teste χ^2 foi $1,07 < 3,84$, a utilização do Planejamento Mestre da Produção e o tamanho da empresa, são independentes. Isto foi observado, já que pequenas empresas também utilizam o MPS mesmo de forma manual.

Obs: GL- graus de liberdade, L- linha , C -coluna

6.2.3.1.3 Teste da hipótese do sistema de planejamento e controle da produção

Esta hipótese está relacionada ao tipo de Sistema de Planejamento e Controle da Produção utilizado nas pequenas e médias empresas pesquisadas.

Hipótese H₃: Utilizam sistema híbrido *MRP/JIT* com planejamento via *MRP* e controle da produção por meio de cartão *Kanban* (vide item 2.3.3)

A seguir são mostrados os resultados obtidos das empresas na Tabela 7:

Tabela 7 - Dados obtidos das respostas dos questionários para o sistema de PCP.

Sistema de Planejamento e Controle da Produção	TOTAL DE EMPRESAS = 51	
	Pequenas empresas = 20	Médias empresas = 31
Sistema PCP empurrado	13	10
Sistema PCP empurrado com elementos <i>JIT</i>	4	10
Sistema PCP puxado	2	5
Sistema PCP OPT		2
Sistema PCP híbrido	1	4

Fonte: O autor, (2008).

A partir desses dados foi gerado um gráfico para melhor visualização dos resultados, conforme figura 55:

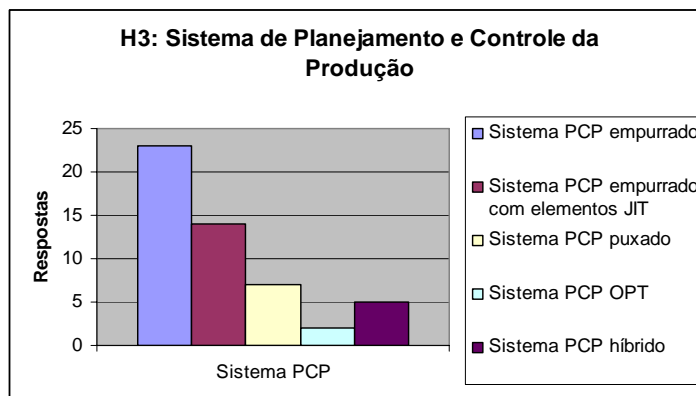


Figura 55 - Verificação da hipótese H3 sobre sistema de PCP.
Fonte: O autor, (2008).

A respeito dessa terceira hipótese, a mesma não foi comprovada, pois se verificou que a utilização do Sistema Híbrido *MRPII/JIT* pelas empresas que responderam a pesquisa foi pequena, apenas cinco de um total de 51, independentemente de serem pequenas ou médias empresas nesse caso.

Teste de aderência de H₃

A Tabela 8 a seguir apresenta os dados necessários para o teste de aderência da hipótese H₃ – Sistema de Planejamento e Controle da Produção (vide item 2.3.3):

Tabela 8 - Dados observados e esperados para o sistema de PCP

Variáveis Dependentes	Empresas				
	Pequenas		Médias		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Sistema PCP híbrido	1		4		5
Total	1		4		5

Fonte: O autor, (2008).

Nada se pode afirmar estatisticamente a respeito da hipótese da utilização de um Planejamento e Controle da Produção híbrido *MRPII/JIT-Kanban* por parte das pequenas e médias empresas, em função da quantidade de itens respondidos sobre este requisito.

Os resultados apenas apontam para uma tendência de utilização do Sistema PCP híbrido por parte das médias empresas (8% das entrevistadas).

6.2.3.2 Análise de correlações

Um coeficiente de correlação é uma medida padronizada do grau de associação entre séries de dados e indica se existe alguma associação linear entre elas. O conhecido coeficiente de correlação de Pearson (AFIFI e CLARK, 1996; CRONBACH, 1967; FERGUSON, 1976, GUILFORD e FRUCHTER, 1973; WHERRY, 1984) quantifica em uma escala adimensional que, em valor absoluto, vai de zero à unidade, o grau de inter-relacionamento entre duas variáveis (quanto maior o módulo do coeficiente, mais intensa é a associação linear entre as duas variáveis), ou seja, quando uma variável aumenta, por exemplo, a outra acompanha. Na verdade, o coeficiente de correlação de Pearson constitui-se em uma medida quase universal de relação entre duas variáveis, pois, em módulo, apresenta-se na forma de invariante, frente às transformações lineares em qualquer das variáveis. (NUNNALLY, 1978; SILVEIRA, 1993). É usual representá-lo pela letra R, indexada com os símbolos das variáveis ($R_{Y,X}$), sendo os cálculos neste trabalho realizados através do *software* Statgraphics.

6.2.3.2.1 Planejamento agregado da produção

Abaixo, são mostradas as correlações entre as respostas graduadas para o planejamento agregado da produção:

Observa-se na Tabela 9 que qualquer uma das variáveis apresenta correlações positivas com os demais. As correlações são bastante homogêneas entre os grupos de resposta, sendo que para avaliar as estratégias, as correlações foram as mais altas, situando-se entre 0,72 e 0,86. Nos demais grupos, a variação foi de 0,66 a 0,81. É visto que a fraca correlação se deu entre as variáveis “Reunião executiva com a alta direção” e “Gerenciamento de demanda”, indicando uma falta de entrosamento entre as classes hierárquicas que provavelmente não participam das estratégias. Outra indicação neste sentido é dada pela correlação entre o gerenciamento da demanda e as demais estratégias.

Tabela 9 - Correlações entre as respostas graduadas do planejamento agregado da produção.

	Estratégias Corporativas	Estratégias Competitivas	Estratégias Funcionais	Reunião Executiva com Alta Direção	Revisão Mensal	Gerenciamento de Demanda
Estratégias Corporativas	1	*	*	0,614726	0,669629	0,527359
Estratégias Competitivas	*	1	*	0,625694	0,653745	0,589095
Estratégias Funcionais	*	*	1	0,701213	0,685759	0,561939
Reunião Executiva com Alta Direção	0,614726	0,625694	0,701213	1	*	*
Revisão Mensal	0,669629	0,653745	0,685759	*	1	*
Gerenciamento de Demanda	0,527359	0,589095	0,561939	*	*	1

Fonte: O autor, (2008).

6.2.3.2.2 Planejamento mestre da produção

Apresentam-se na Tabela 10, as correlações entre as respostas graduadas para a segunda parte do questionário. Para no planejamento mestre da produção, as respostas ao requisito “consultas” demonstraram uma fraca correlação com o item “Realização” (de 0,39 a 0,52). Tal fato pode representar uma deficiência na qualidade das informações quando da realização do planejamento.

Tabela 10 - Correlações entre as respostas graduadas do planejamento mestre da produção.

	Realização do MPS Experimental	Viabilização do MRP/CRP	Consulta ao RCCP	Consulta a Gestão de Demanda	Consulta de Estoque	Consulta a Carteira de Pedidos
Realização do MPS Experimental	1	*	0,524291	0,405529	0,418651	0,391591
Viabilização do MRP/CRP	*	1	0,928193	0,809297	0,768717	0,727912
Consulta ao RCCP	0,524291	0,928193	1	*	*	*
Consulta a Gestão de Demanda	0,405529	0,809297	*	1	*	*
Consulta de Estoque	0,418651	0,768717	*	*	1	*
Consulta a Carteira de Pedidos	0,391591	0,72791	*	*	*	1

Fonte: O autor, (2008).

6.2.3.2.3 Sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban* controle da produção

Abaixo são apresentadas, na Tabela 11, as correlações obtidas entre as respostas graduadas para a terceira parte do questionário de pesquisa:

Para o sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban*, verificou-se para as empresas que adotam este sistema, uma forte correlação entre os itens consultados variando de 0,85 no tocante aos programas de manutenção e os demais itens a 0,99, indicando que as empresas consultadas estão estruturadas para a utilização deste sistema.

Tabela 11 - Correlações entre as respostas graduadas do sistema de PCP

	Filosofia <i>JIT</i> incentivada pela alta direção	Programa de Qualidade Total	Programa de Melhoria Contínua	Filosofia de eliminação de desperdícios	Programa de manutenção produtiva total	Treinamento de funcionários multifuncionais	Arranjo celular	Medidas para redução de setup
Filosofia <i>JIT</i> incentivada pela alta direção	1*	0,9605075*	0,9601415*	0,9739326*	0,8752352	0,9938506	0,9918852	0,9918852
Programa de Qualidade Total	0,9605075*	1*	0,9473728*	0,9110961*	0,9079014	0,9669430	0,9600032	0,9600032
Programa de Melhoria Contínua	0,9601415*	0,9473728*	1*	0,9523658*	0,9652041	0,9555602	0,9532218	0,9532218
Filosofia de eliminação de desperdícios	0,9739326	0,9110961	0,9523658	1	0,8541508	0,9650045	0,9824619	0,9824619
Programa de manutenção produtiva total	0,8752352	0,9079014	0,9652041	0,8541508	1	0,8893494	0,8551178	0,8551178
Treinamento de funcionários multifuncionais	0,9938506	0,9669430	0,9555602	0,9650045	0,8893494	1	0,9811399	0,9811399
Arranjo celular	0,9918852	0,9600032	0,9532218	0,9824619	0,8551178	0,9811399	1	1
Medidas para redução de setup	0,9918852	0,9600032	0,953221	0,9824619	0,8551178	0,9811399	1	1

Fonte: O autor, (2008).

6.2.3.2.4 Teste de consistência estatística confiabilidade – estimativa alfa de Cronbach

Hayes (2001) define confiabilidade como "o grau com que as medições estão isentas de erros aleatórios". A estimativa alfa de Cronbach é uma medida de consistência interna que mostra como os itens da escala estão inter-relacionados e é dada a seguir:

$$r_{xx} = (K / (K - 1)) * (1 - [(\Sigma X_{ii}) / (\Sigma X_{ii} + \Sigma X_{ij})]) \quad (4)$$

Onde:

K – número de itens dentro de determinada dimensão

X_{ii} e X_{ij} - elementos da matriz de correlação

As estimativas de alfa de Cronbach asseguram grau de confiabilidade entre as correlações das respostas obtidas nos questionários, validando as mesmas. Os indicadores alfa de Cronbach foram calculados neste trabalho, avaliando um grupo de respostas com outro grupo. Quanto maior a consistência do questionário, maior o índice de correlação. Na prática, significa que o questionário como um todo está medindo a variável de forma coerente.

Aplicando-se o teste utilizando-se dos dados coletados, conforme as tabelas de correlações apresentadas anteriormente foram obtidas as seguintes estimativas de correlação Alfa de Cronbach:

a) A estimativa de correlação Alfa de Cronbach, calculada a partir da Tabela 9 referente ao Planejamento Agregado da Produção, utilizando-se a equação 4 obtem-se:

$$K = 3 \text{ (K Estratégias = K Procedimento)}$$

$$\Sigma X_{ii} = 3 \text{ (}\Sigma X_{ii} \text{ Estratégias = } \Sigma X_{ii} \text{ Procedimento)}$$

$$\Sigma X_{ij} \text{ Estratégias} = 4.778 \quad i \diamond j$$

$$\Sigma X_{ij} \text{ Procedimento} = 4.511 \quad i \diamond j$$

$$r_{xx} \text{ (Estratégias)} = 0.9215$$

$$r_{xx} \text{ (Procedimento)} = 0.9009$$

A forma de cálculo através da equação 4 já referenciada anteriormente:

$$R_{xx} = (k/(k-1))*(1-[(\Sigma X_{ii})/(\Sigma X_{ii}+ \Sigma X_{ij})])$$

Onde:

$$\Sigma x_{ii} = (0,868754+0,727407+0,792618+0,868754+0,727407+0,792618+0,868754)=4,778$$

$$\Sigma x_{ii} = (0,783233+0,661679+0,810,354+0,783233+0,661679+0,810354)=4,511$$

$$R_{xx} = 3/2X (1-[(3/(3+4,778))] = 0,9215$$

$$R_{xx} = 3/2X (1-[(3/(3+4,511))] = 0,9009$$

Nota:

O termo “estratégias” refere-se ao agrupamento de estratégias corporativas, competitivas e funcionais.
O termo “procedimento” refere-se ao agrupamento de procedimentos em reunião executiva com alta direção, revisão mensal, gerenciamento de demanda.

Com base nos dados apresentados e destacados na cor vermelha (marcados com asterísco) na Tabela 9, conclui-se que para avaliar as estratégias (corporativas, competitivas e funcionais) e os procedimentos (reunião executiva com alta direção, revisão mensal e gerenciamento da demanda), a consistência interna do questionário é adequada, sendo a estimativa de Cronbach maior que 0,75 (índice aceitável de Cronbach). Para essas dimensões pode-se concluir sobre a pesquisa, pois, apresentam uma escala com alta confiabilidade, o que permite uma melhor identificação de relações significativas entre variáveis verdadeiramente relacionadas entre si.

b) A estimativa de correlação Alfa de Cronbach, calculada a partir da Tabela 10 referente ao Planejamento Mestre da Produção e utilizando-se a equação 4; obtem-se

$$K = 2 \text{ (K Viabilidade e K Realização)}$$

$$K = 4 \text{ (K Utilização)}$$

$$\Sigma X_{i1} = 2 \text{ (}\Sigma X_{ii} \text{ Viabilidade)}$$

$$\Sigma X_{i2} = 4 \text{ (}\Sigma X_{ii} \text{ Utilização)}$$

$$\Sigma X_{ij} \text{ Viabilidade} = 1,133 \quad i \diamond j$$

$$\Sigma X_{ij} \text{ Utilização} = 7,6476 \quad i \diamond j$$

$$\mathbf{r_{xx} \text{ (Viabilidade/Realização)} = 0.7230}$$

$$\mathbf{r_{xx} \text{ (Utilização)} = 0.9890}$$

A forma de cálculo através da equação 4 já referenciada anteriormente;

$$R_{xx} = (k/(k-1)) * (1 - [(\sum x_{ii}) / (\sum x_{ii} + \sum x_{ij})])$$

No caso acima:

$$R_{xx} = 2/1 * (1 - [(2/(2+1,133))] = 0,7230$$

$$R_{xx} = 4/3 * (1 - [(4/(4+7,6476))] = 0,9890$$

Nota:

Viabilidade e realização = relacionada à viabilidade do *MRP/CRP* e realização do *MPS* experimental.

O termo “utilização” refere-se ao agrupamento de:

Utilização = consulta ao *RCCP*, gestão de demanda, de estoque e consulta à carteira de pedidos.

Para a dimensão Viabilidade do Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade e realização do *MPS* com relação às demais variáveis de consulta a *RCCP*, gestão da demanda, estoque e carteira de pedidos, apresentados na cor verde (marcados com asterisco) na Tabela 10, a confiabilidade apresentou-se um pouco abaixo, sendo recomendável a busca das causas da baixa confiabilidade, que podem estar relacionadas a:

(1) Número de itens na escala – quanto maior, maior a amostra, menor o erro;

(2) Amostras das empresas – para se obter estimativas com alta confiabilidade, a amostra de empresas deve ser heterogênea no que diz respeito ao conceito que está sendo medido, ou seja, os valores verdadeiros deverão variar entre essas empresas.

c) A estimativa de correlação Alfa de Cronbach, calculada a partir da Tabela 11 referente ao Sistema Híbrido de PCP *MRPII / JIT-Kanban*, utilizando-se a equação 4, obtém-se:

$$K = 4 \text{ Filosofia / Programa}$$

$$K = 4 \text{ Treinamento / Celular / Set-up / Manutenção}$$

$$\sum X_{i1} = 4 (\sum X_{ii} \text{ Filosofia / Programa})$$

$$\sum X_{i2} = 4 (\sum X_{ii} \text{ Treinamento / Celular / Set-up/Manutenção})$$

$$\sum X_{ij} \text{ Filosofia / Programa} = 11.410 \quad i \diamond j$$

$$\sum X_{ij} \text{ Treinamento / Celular / Set-up/ Manutenção} = 11.123 \quad i \diamond j$$

$$r_{xx} \text{ Filosofia / Programas} = 0.9847$$

$$r_{xx} \text{ Treinamento / Celular / Set-up / Manutenção} = 0.9782$$

A forma de cálculo através da equação 4 já referenciada anteriormente;

$$R_{xx} = (k/(k-1)) * (1 - [(\sum x_{ii}) / (\sum x_{ii} + \sum x_{ij})])$$

No Caso acima

$$\sum X_{ij} = (0,9605075+0,9601415+0,9739326+0,9473728+0,9110961+0,9523658) \times 2 = 11,410$$

$$\sum X_{ii} = (0,8893494+0,8551178+0,8551178+0,9811399+0,9811399+1) \times 2 = 11,123$$

$$R_{xx} = 4/3 * (1 - [4/(4+11,410)]) = 0,9847$$

$$R_{xx} = 4/3 * (1 - [4/(4+11,123)]) = 0,9782$$

Obs.

Filosofias/Programas = relacionada ao agrupamento de Filosofia JIT, Programa de Qualidade total, Programa de melhoria contínua, Filosofia de eliminação de desperdícios.

O termo Treinamento/ Celular/ Set up/ Manutenção refere-se ao agrupamento de = Treinamento funcionários multifuncionais, arranjo celular, reduzir set up, Programa de Manutenção Produtiva total.

Conforme observado nos índices registrados na cor azul (marcados com asterisco) na Tabela 11, conclui-se que para avaliar as variáveis Filosofia/Programas e Treinamento/Celular/Set UP, a consistência interna do questionário é adequada, sendo a estimativa de Cronbach maior que 0,75 (índice aceitável de Cronbach). Para essas dimensões pode-se concluir sobre a pesquisa, pois, apresentam uma escala com alta confiabilidade, o que permite uma melhor identificação de relações significativas entre variáveis verdadeiramente relacionadas entre si.

6.2.3.3 Análise de agrupamentos (cluster)

A Análise de Agrupamentos é uma técnica distinta dos métodos de classificação (Análise Discriminante, Regressão Logística). Na classificação, tem-se um número de grupos conhecidos. Agrupar é uma técnica mais primitiva, no sentido de que nenhuma suposição é feita quanto ao número de grupos ou estrutura de agrupamentos. O método utilizado é o do

agrupamento hierárquico. Neste método, no início existem tantos grupos quanto objetos (itens). Diversos objetos semelhantes são agrupados primeiro; estes grupos iniciais são fundidos de acordo com suas similaridades; eventualmente, relaxando no critério de similaridade, os subgrupos de similaridade vão se unindo a outros subgrupos, até formar um grupo único.

A análise de *cluster* foi realizada no *software* estatístico 'R' (pacote gratuito disponível nas universidades). No dendrograma a seguir observa-se, no eixo das abscissas as empresas (1 a 51), que responderam o questionário e no eixo das ordenadas estão dispostas as hipóteses formuladas.

Hipótese (H1) - Planejamento Agregado da Produção

Empresas que geram o Planejamento Agregado da Produção em *software* tipo S&OP são de médio porte e empresas que não têm formalizada a sistemática de fazer o Planejamento Agregado da Produção ou realizam manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

Hipótese (H2) - Planejamento Mestre da Produção

Empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção - *MPS* através de *softwares* tipo *MRPII*, ERP, são de médio porte e empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção - *MPS* manualmente ou com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

Hipótese (H3) - Sistema de Planejamento e Controle da Produção

Pequenas e médias empresas que utilizam sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban* efetuam planejamento via *MRPII* e controle da produção por meio das técnicas *JIT-Kanban*.

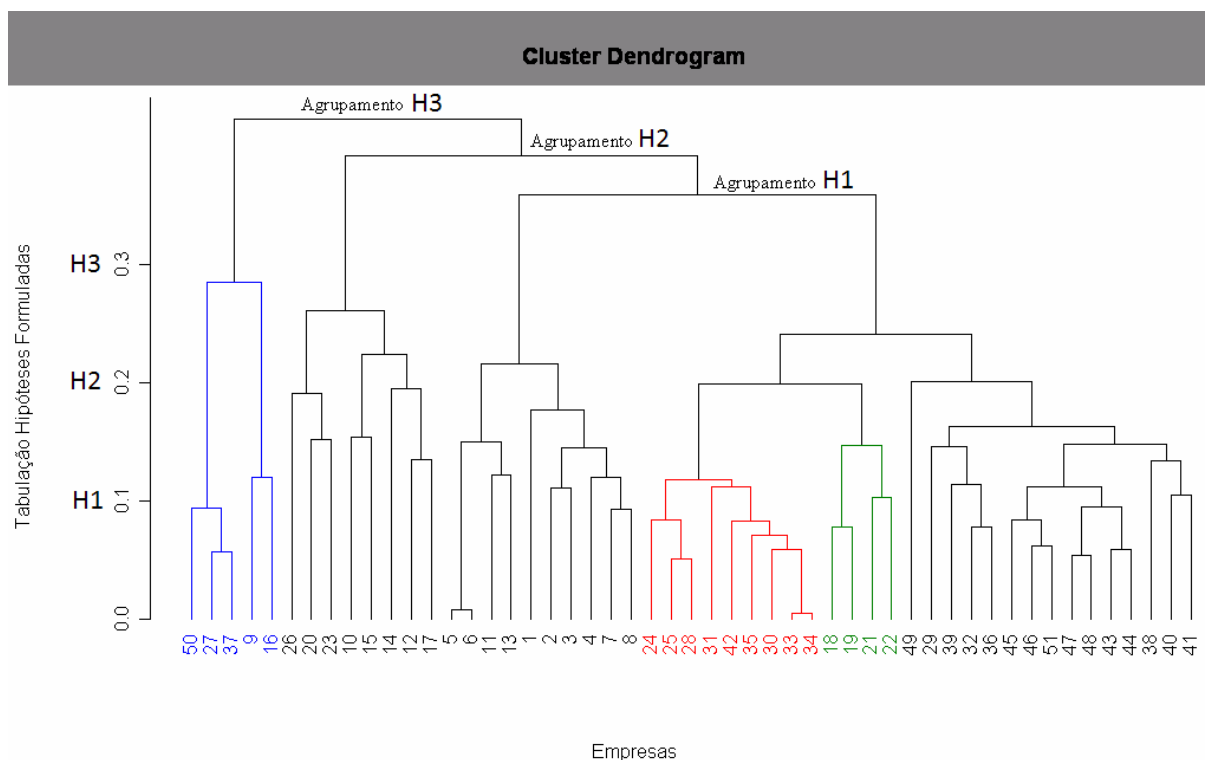


Figura 56 - Dendrograma do agrupamento
Fonte: O autor, (2008).

De acordo com o diagrama de *cluster*, mostrado na figura 56 acima, elaborado a partir do questionário enviado às empresas, observa-se que:

- As pequenas e médias empresas agrupam-se para a hipótese 1, já que independentemente de serem pequenas ou médias elas podem utilizar sistemas manuais / planilhas eletrônicas ou *softwares* específicos. Mas como observado nas empresas pequenas, 44 e 47 que se agruparam com as médias 43 e 48 respectivamente, existem algumas empresas que diferem do padrão, isso devido às pequenas empresas utilizarem *software* para realizar o planejamento agregado.
- As empresas, independentemente de serem pequenas ou médias, também se agrupam quanto à hipótese dois, já que elas podem realizar o planejamento mestre da produção manualmente / planilhas eletrônicas ou com *software* específico. Para esta hipótese, observa-se que existe uma pequena empresa (23) que difere das demais, isso porque esta utiliza *software* para planejamento mestre da produção, tornando-a mais próxima das demais.

- As empresas agrupam-se em relação à hipótese três, ou seja, utilizam o sistema híbrido de PCP, em que uma empresa de pequeno porte (37) e quatro empresas de médio porte (50, 27, 9, 16) agruparam-se em um mesmo grupo.

6.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO COM O MODELO DE REFERÊNCIA

Com respeito aos resultados obtidos no *survey* (levantamento de dados) efetuado por meio de um questionário de pesquisa entre 144 empresas atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e região metropolitana, em que 51 empresas responderam o questionário e, confrontando-se os dados obtidos com o estabelecido na literatura e constantes dos modelos de referência, constataram-se as seguintes observações:

- As questões formuladas no instrumento de pesquisa foram, na totalidade, adequadamente respondidas pelas empresas pesquisadas, demonstrando que os processos de PCP estabelecidos na literatura, e dispostos nos modelos de referência, são conhecidos e entendidos pelos responsáveis do gerenciamento das empresas.
- Não há indícios (pela análise das respostas obtidas) de que quaisquer processo ou atividades previstas nos modelos de referência, por exemplo, possam ser excluídos devido ao fato de na prática não serem utilizados.
- Constata-se na prática, por informações difundidas generalizadamente, que as PMEs se dedicam a uma administração de curto prazo por diversas razões. Assim sendo, estima-se que apliquem mecanismo de gerenciamento que permita a sua sobrevivência, entretanto há disponível poucas informações quanto ao gerenciamento do planejamento da produção de longo prazo.
- Desta forma analisa-se com maior detalhe a parte do questionário referente ao planejamento agregado da produção ou planejamento de longo prazo (estratégico). De um total de 51 empresas que responderam o questionário, somente três empresas afirmaram que não tem formalizado um processo de elaborar o planejamento agregado de produção, portanto, de alguma forma (manual/planilhas ou *softwares* específicos), estes planos são realizados.

Na condição de desmembramento e análise dos processos e atividades que compõem o planejamento agregado da produção, tais como: formulação de estratégias corporativas, competitivas, funcionais e gestão da demanda, verifica-se pelas respostas obtidas que, em média, 40% das empresas que responderam ao questionário afirmam que estes processos são pouco desenvolvidos. Concluímos então que há limitada prática de utilização de ferramentas de *software*, que impedem a realização de um planejamento agregado da produção nos moldes estabelecidos pelos modelos de referência (literatura) nas PMEs pesquisadas.

Assim sendo, a pesquisa ratificou as informações generalizadas da pequena atenção dedicada pelas PMEs ao planejamento agregado da produção (estratégico) ou de longo prazo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo apresenta as considerações finais e recomendações extraídas do estudo realizado. As considerações finais refletem o confronto e análise dos dados obtidos na pesquisa de campo com a revisão teórica, o desenvolvimento do trabalho e os objetivos definidos para a pesquisa.

Também são apresentadas as limitações do trabalho de pesquisa e formuladas sugestões para trabalhos futuros de interesse e relacionados aos objetivos desta pesquisa.

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta pesquisa foi realizar um estudo de modelagem do sistema de planejamento e controle da produção híbrido *MRPII/JIT – Kanban*, abordando aspectos de processos de negócio e fundamentando no formalismo das redes de Petri.

As empresas, para se posicionarem frente aos aspectos cruciais, tais como: o atendimento das necessidades dos clientes cada vez mais exigentes, a competição e as mudanças impulsionadas pelo desenvolvimento tecnológico e a tecnologia da informação, requerem alterações na forma de atuação dos sistemas produtivos e de gerenciamento das empresas. Os conceitos de gerenciamento dos processos de negócio e de modelagem dos processos de negócio configuram-se como de grande importância para adquirir visibilidade sobre os processos existentes, promover melhorias dos processos e obter cenários para processos futuros. A procura por sistemas híbridos de PCP, em que objetiva-se retirar proveitos das vantagens de cada sistema (*MRP* e *JIT*), também se apresenta como oportunidade de implementar melhorias e tornar a manufatura mais eficiente.

O primeiro objetivo estabelecido de mapeamento e reconhecimento dos processos existentes no sistema híbrido *MRPII/JIT – Kanban* efetuou-se através da identificação dos processos chaves, sub processos e atividades do sistema híbrido, dispostos na literatura e em aplicativos comerciais utilizando várias técnicas, citando, por exemplo, *5W2H* e *SIPOC*.

O segundo objetivo foi alcançado pela representação dos processos em fluxogramas na notação *BPMN – Business Process Management Notation*, através da ferramenta

computacional VISIO que facilitou a visualização e compreensão dos processos, subprocessos e atividades.

Os fluxogramas transformaram-se em nove modelos de referência, os quais traduzem os processos que compõem o sistema híbrido *MRPII/JIT – Kanban*.

O terceiro objetivo procurou desenvolver os modelos de referência do sistema híbrido *MRPII/JIT – Kanban* em uma ferramenta de modelagem sob uma abordagem de processos de negócio e do formalismo das redes de Petri. A etapa de modelagem foi realizada através da representação dos modelos de referência no *software INCOME PROCESS DESIGNER*. A modelagem dos processos do sistema Híbrido de PCP mostrou-se ser apropriada pela possibilidade de visualização do fluxo lógico, fácil compreensão do encaminhamento dos processos, melhor entendimento da interação entre os processos, simulações com verificações estruturais do funcionamento da rede e emissões de relatórios de acompanhamento das atividades.

O quarto objetivo refere-se à realização de *Survey* entre PMEs de Curitiba e região metropolitana, operacionalizado através de um questionário de pesquisa, em que os dados apurados são tabulados e estudados nos seguintes aspectos principais: Verificação das Hipóteses formuladas, análise geral dos dados e uma análise específica de fato destacado (Planejamento agregado da produção ou planejamento estratégico).

Verificação das Hipóteses formuladas

A análise dos dados apurados demonstrou que duas hipóteses formuladas descritas abaixo H1 e H2 foram confirmadas:

Hipótese (H1) - Planejamento Agregado da Produção

Empresas que geram o Planejamento Agregado da Produção em *software* tipo S&OP são de médio porte e empresas que não têm formalizada a sistemática de fazer o Planejamento Agregado da Produção ou realizam manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

Hipótese (H2) - Planejamento Mestre da Produção

Empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção (*MPS*) através de *softwares* tipo *MRPII*, ERP, são de médio porte e empresas que geram o Planejamento Mestre da Produção - *MPS* manualmente ou com auxílio de planilhas eletrônicas são de pequeno porte.

Com respeito à terceira hipótese que explora a utilização do sistema híbrido *MRP II/JIT - Kanban* no qual o sistema *MRP II* controla o planejamento global, e o *JIT-Kanban* realizam o controle interno da produção a referida hipótese H3 não se confirmou.

Hipótese (H3) - Sistema de Planejamento e Controle da Produção

Pequenas e médias empresas que utilizam sistema híbrido *MRP II/JIT-Kanban* efetuam planejamento via *MRP II* e controle da produção por meio das técnicas *JIT-Kanban*.

Análise Geral dos dados apurados

Com respeito aos dados gerais apurados na pesquisa, podem-se descrever os seguintes resultados:

- Correto preenchimento das questões pelas empresas;
- Questionários preenchidos em quantidade suficiente para o tipo de instrumento de pesquisa adotado (questionário enviado pelo correio para 144 empresas obtendo-se 51 questionários devolvidos preenchidos);
- Questionários preenchidos em 75% das empresas por funcionários de alta direção (gerentes e diretores);
- Os testes estatísticos de verificação das hipóteses (aderência e independência) descritos no (capítulo 6, item 6.2.3.1.1.) referente à análise dos resultados, mostraram a validade do teste das hipóteses;
- Os testes estatísticos de consistência (confiabilidade) – Estimativa Alfa de Cronbach - aplicados ao Teste de correlação (Capítulo 6, item 6.2.3.2), mostrou índices atestando que o questionário como um todo mediu as variáveis de forma coerente;
- A análise de cluster realizada mostra que as empresas agruparam-se de forma correta para as hipóteses formuladas (capítulo 6, item 6.2.3.3).

Assim sendo, pode-se concluir que o questionário de pesquisa está elaborado corretamente. A verificação dos testes estatísticos mostra que os resultados obtidos estão coerentes, representando o conjunto de empresas pesquisadas.

Análise específica dos dados apurados (Planejamento agregado da Produção)

Por meio dos dados apurados na pesquisa, verifica-se um pequeno comprometimento das pequenas empresas na realização do planejamento de longo prazo (estratégico) ou também planejamento agregado da produção. Esta constatação resulta entre outros prejuízos e comprometimentos, desperdiçar oportunidade valiosa de efetuar integração vertical do alto nível (proprietário) com o nível gerencial operacional e de propiciar melhorias na integração horizontal entre funções (vendas, produção, finanças) em prol de um direcionamento comum.

Os resultados verificados reforçam os dados de que as pequenas empresas dedicam maior atenção ao curto prazo, talvez por razões históricas de que no passado, altos níveis de inflação faziam com que todo o esforço da organização fosse direcionado para o dia a dia. Todavia, o panorama precisa ser alterado, para possibilitar que as pequenas empresas se ajustem para atender consumidores cada vez mais exigentes e um mercado altamente competitivo e globalizado.

Pode-se resumir este quarto objetivo concluindo que as pequenas empresas utilizam limitados recursos de *softwares* específicos para realizar o PCP, dedicam pequena atenção a elaboração de planejamento estratégico (longo prazo), se apresentando de certa forma em condições desfavoráveis de competitividade e necessitando desenvolver um gerenciamento de PCP mais eficiente, e ágil para um melhor subsídio à tomada de decisão.

Por outro lado, embora a filosofia *JUST IN TIME* avance com grande utilização por empresas ao redor do mundo (*Lean Production*, Produção Enxuta) é pouquíssimo praticada pelas pequenas e médias empresas atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e Região Metropolitana.

7.2 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

As contribuições para o gerenciamento da produção que resultaram deste trabalho de pesquisa podem ser assim enumeradas:

- 1- A abordagem do gerenciamento de processos de negócio – *BPM*, aplicado ao sistema de planejamento e controle da produção, ou seja, tratar o PCP como um processo, resulta na oportunidade de realizar o mapeamento e modelagem dos processos, conduzindo a:

- Uma melhor visualização e entendimento dos processos.
- Corrigir falta de vínculo entre os níveis de planejamento (curto médio e longo prazo).
- Incrementar o uso de *softwares* e o impacto positivo sobre o PCP.
- Proceder à melhoria dos processos.

2- A criação de nove modelos de referência sobre o sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII / JIT-Kanban* configura-se como uma base de estudo, possibilitando desenvolvimento de modelos específicos e aprofundamento de análise sobre este sistema de gerenciamento da manufatura.

3- O *survey* realizado entre as pequenas e médias empresas atuantes nos ramos de plástico, eletro-eletrônico, metal-mecânico e metalúrgico de Curitiba e Região Metropolitana extraiu informações importantes sobre a elaboração do PCP e os tipos de sistemas de PCP praticados. Os dados apurados irão servir de novas frentes de estudo relacionadas a sistemas híbridos de planejamento e controle, utilização de *softwares* específicos e adequação das PMEs quanto às novas técnicas de gerenciamento eficientes e ajustadas a realidade do mercado.

7.3 LIMITAÇÕES DE PESQUISA

O estudo de modelagem do sistema híbrido de Planejamento e Controle da Produção *MRPII/JIT – Kanban* procurou verificar nas fases de mapeamento, os processos chaves, com seus fluxos de informação de entrada e saída, fornecedores e clientes, sem detalhamentos e alocações de recursos, tais como custo e tempo, para não extrapolar os objetivos definidos para a pesquisa.

Os modelos de referência do sistema PCP híbrido *MRPII / JIT – Kanban*, embora amparados pelo disposto na literatura, são modelos parciais que funcionam como uma base de discussão para a elaboração de modelos específicos, estando direcionados para PMEs e contendo aspectos relacionados a um questionário de pesquisa, aplicado na forma de um *survey* nas PMEs de Curitiba e Região Metropolitana.

A devolução de somente 51 questionários preenchidos, de um total de 144 questionários enviados, constituiu-se em uma limitação, visto que a obtenção de um maior número de questionários preenchidos permitiria uma análise estatística com maior qualidade e detalhamento.

7.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Relacionam-se algumas sugestões para trabalhos futuros:

1- No processo de modelagem do sistema de PCP híbrido *MRPII / JIT-Kanban* por meio do *software Income Process Designer*, efetuar alocação de recursos custo, tempo, pessoas às atividades descritas nos processos modelados. Adotando tal procedimento é possível efetuar a avaliação e diagnósticos dos processos verificando a eficiência com que os mesmo são realizados. Este procedimento permitirá atender a etapa de diagnóstico prevista no ciclo de vida dos processos. Esta situação também auxiliará e proverá condições aos gestores para efetuar melhorias nos processos e tomar decisões com maior conhecimento sobre os processos praticados.

2- Estender a modelagem por meio do conceito de *BPM* e do *software Income Process Designer* para analisar outros tipos de sistema de PCP, efetuando-se comparações com o sistema *MRPII / JIT – Kanban* estudado.

3- Explorar a modelagem de uma estrutura híbrida *MRPII / JIT-Kanban* para outros grupos de PMEs de outros ramos de atividade da manufatura para extrair informações que permitam confrontar com os resultados obtidos para os tipos de empresas ora estudadas.

4- Explorar a utilização da estrutura híbrida *MRPII / JIT-Kanban* para empresas de grande porte para verificar resultados e efetuar comparações com os resultados obtidos neste trabalho.

5- Desenvolver estudo de caso em empresas de mesmo porte que adotam o sistema híbrido *MRPII/JIT-Kanban* e de empresas que adotam sistema tradicional puxado, para análise de desempenho comparativo.

7.5 CONCLUSÃO

Realizadas as etapas de mapeamento e modelagem dos processos do sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII / JIT- Kanban* e aplicado o *survey* nas PMEs de Curitiba e região metropolitana conforme proposição dos objetivos, desenvolvimento dos trabalhos e da metodologia definidos na parte primeira desta dissertação, obteve-se as seguintes conclusões:

1- A utilização da abordagem do gerenciamento de processos de negócio - *BPM* - e do formalismo das Redes de Petri, aplicados através do *software INCOME PROCESS DESIGNER*, mostrou-se indicada pela facilidade de visualização do fluxo lógico, fácil compreensão do encaminhamento dos processos, melhor entendimento da interação entre os processos, simulações com verificações estruturais do funcionamento da rede e emissões de relatórios de acompanhamento das atividades.

2- Os resultados obtidos no *survey* realizado entre 144 PMEs mostraram uma reduzida utilização do sistema híbrido *MRPII / JIT - Kanban* e uma limitada aplicação de *softwares* específicos para elaboração do planejamento agregado e do planejamento mestre da produção pelas pequenas empresas.

A realização do *survey* propiciou oportunidade de prestar maior atenção ao segmento das pequenas e médias empresas através do estudo dos sistemas de planejamento e controle da produção praticados, considerando-se que a escolha, implantação e funcionamento adequado do PCP constituem parte essencial para resultar em um eficiente desempenho da empresa e propiciar tomada de decisão segura e apropriada por meio dos responsáveis pelo gerenciamento da manufatura.

As PMEs de Curitiba e região metropolitana demonstram necessidade de maior uso de *softwares* específicos para o PCP e de uma atenção especial no que se refere a realização do planejamento de longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALST, W.M.P. van der; HEE, V.K. **Workflow management: models, methods and systems** – Cambridge, MIT Press, 2002.
- AALST, W. M. P. van der. **The Application of Petri nets to workflow management** – The Journal of Circuits, Systems and Computers, v. 8, n. 1, p. 1-53, 1998.
- AFIFI, A. A.; CLARK, V. **Computer-aided multivariate analysis** – London: Chapman & Hall, 1996
- ALSÈNE, E. **The computer integration of the enterprise** – IEEE Transactions on Engineering Management, V. 46, n.1, p. 26-35, 1999.
- AMARAL, D. C.; ROZENFELD, H. **Modelagem de Empresas. NUMA – Núcleo de Manufatura Avançada** – Grupo de Pesquisa USP/SP. Disponível em: http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/Modelagemv1.html. Acesso em 26 abr. 2008.
- AZZOLINI JÚNIOR, W. **Uma análise da evolução histórica da estrutura funcional do planejamento e controle da produção** – Revista UNIARA, Araraquara, v. 9, p. 21-36, 2001.
- BALDAM, R.; VALLE, R.; PEREIRA, H.; HILST, S.; ABREU, M.; SOBRAL, V. **Gerenciamento de Processos de Negócios** – São Paulo, Editora d'an: 2007.
- BARBOSA, F. A. **Um estudo da implantação da filosofia da manufatura *Just-in-time* em uma empresa de grande porte e a sua integração ao MRP II** – Dissertação de mestrado em engenharia de produção – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos. 1999.
- BASTOS, A. & CAMEIRA, R. (2000) - Ferramentas de apoio à engenharia de processos de negócios: critérios de classificação e método de análise de adequação a um projeto. In: ENEGEP, 20., São Paulo. **Anais Eletrônicos**. ABEPRO. 1 CD. Rio de Janeiro.
- BERTO, R.M.V.S.; NAKANO, D.N. **Metodologia da pesquisa e a engenharia da produção** – In, Escola Politécnica, USP, 1998.
- BOLWIJN, P.T.; KUMP, T. **Manufacturing in the 90's – Productivity, Flexibility and Innovation** – Long Range Planning, p. 44-57, vol. 23, n. 4, Great Britain. 1990.
- CARDOSO, J.; VALETTE, R. **Redes de Petri** – Florianópolis, Editora da UFSC, 1997.
- CERQUEIRA NETO, E.P. **Reengenharia do Negócio** – 3. ed. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1994.
- CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica** – 5. ed. São Paulo, Prentice Hall, 2002.
- CHWIF, L.; MEDINA, A.C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos, Teoria & Aplicações** – São Paulo, 2006.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP: Conceitos, uso e implantação** – São Paulo, Gianesi Corrêa & associados, Atlas: 2001.

CRONBACH, L.J. **Coefficient alpha and the internal structure of tests** – In: MEHRENS, W.A. e EBEL, R.L. (org.) **Principles of educational and psychological measurement** – Chicago: Rand McNally, 1967

CRUZ, T. **Workflow. A tecnologia que vai Revolucionar Processos** – São Paulo, Atlas: 1998.

DAFT, R.L. **Teoria e Projetos das Organizações** – 6 ed. Rio de Janeiro: LTC editora: 1999.

DAMIJ, N. **Business process modeling using diagrammatic and tabular techniques** – Business Process Management Journal, V.13, No.1, 70-90, 2007.

D'ASCENÇÃO, L.C.M. **Organização, sistemas e métodos: análise, redesenho e informatização de processos administrativos** – São Paulo, Atlas: 2001.

DAVENPORT, T.H. **Reengenharia de Processo** – 5. ed. São Paulo, Campus: 1995.

DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. **Fundamentos da administração da produção** – 3 ed. Porto Alegre. Bookman: 2001.

De SORDI, J.O. **Gestão por processos: uma abordagem da moderna administração** – 1. ed. São Paulo. Saraiva: 2005.

DONG, M.; CHEN, F.F. **Petri net-based workflow modeling and analysis of the integrated manufacturing business process** – International Journal Manufacturing Technology – V.26, 1163 –1172, 2005

FERGUSON, G.A. **Statistical analysis in psychology and education** – Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, 1976.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações** – 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GALBRAITH, J.R. **Designing Organizations: an executive briefing on strategy, structure and process** – San Francisco: Jossey-Bass, 1995.

GALVÃO, C.A.C.; MENDONÇA, M.M.F. **Fazendo acontecer na qualidade total: Análise e melhoria de processos** – 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1996

GUILFORD, J.P.; FRUCHTER, B. **Fundamental statistics in psychology and education** – New York: McGraw-Hill, 1973.

HAMMER, M.; CHAMP, Y.J. **Reengenharia** – 4 ed. São Paulo: Editora Erica, 1994.

HARRINGTON, J. **Gerenciamento total da melhoria contínua** – 1 ed. São Paulo: Makron Books, 1997.

HECKSHER, S. DUARTE, F.J.C.M. **A Diversificação de produtos e o PCP em PMEs: estudo de caso em uma indústria de embalagens** – ENEGEP 2003, XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003, p1-8.

JÓIA, L.A. **Reengenharia e Tecnologia da Informação** – 1 ed. São Paulo: Pioneira, 1994.

KANITZ, S. **O fim das pequenas empresas** – Revista Veja, São Paulo, 2004, ed. 1835, ano 37, n.11. Disponível em <http://www.kanitz.com.br/veja/empresa.asp>. Acesso em: 13 Nov. 2007.

KENWORTHY, J. **Planning and control of manufacturing operations** – John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, 1997.

KOPAK, S.C. **Uma contribuição à gestão da produção pelo uso da teoria das restrições** – Dissertação de mestrado em engenharia de produção e sistemas – PUCPR, Curitiba. 2003.

KURSTEDT, H.A. **Management Systems Theory, Applications, and Design** – Author, Blacksburg, VA, 2000.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica** – 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** – 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Sistemas de Informação** – 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

LEVINE, D.M.; BERENSON, M.L.; STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e Aplicações** – Rio de Janeiro, LTC Editora, 1998.

LORINO, Philippe. **El control de gestión estratégico. La gestión por actividades.** Santafé de Bogotá, Colômbia: Alfaomega Grupo Editor, 2000.

LUCIANO, M.E. **Reutilização de informações e conhecimentos para apoio ao projeto de material de atrito** – Tese de doutorado (Doutorando em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, p.143, 2005.

MARTINS. P.G.; LAUGENI. F.P. **Administração da Produção** – 6.ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2002

MERZ, M. et al. **Workflow modeling and execution with coloured Petri net in COSM.** In: **Workshop on Applications of Petri Net to Protocols within the International Conference on Application and Theory of Petri Net**, 16. Turin: Italy, June 26-30. Proceedings Lecture Notes in Computer Science 935 Springer 1995, ISBN 3-540-60029-9, 1995. p. 1-12.

MOURA, R.A. **Kanban – A simplicidade do controle da produção** – 1 ed. São Paulo. Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais. IMAM, 1989.

MURATA, T. **Petri Net: properties, analysis, and applications** – Proc IEEE, v.77, p. 541 – 580, 1989.

NAKANO, D.N.; FLEURY, A.C.C. **Métodos de pesquisa na engenharia da produção** – Escola Politécnica, USP, 1996

NETO, A.S.; ALLIPRANDINI, D.H. **Raciocínio sistêmico e gerência de processos :uma proposta para identificá-los nos sistemas de gestão integrada da produção** – Encontro nacional de engenharia de produção- Enegep 1998.Anais V1 art. 004.

NUNNALLY, J.C. **Psychometric theory** – New York: McGraw-Hill, 1978

OKAYAMA, B.K. **Modelagem e análise dos processos de negócios em uma empresa do ramo automotivo através do formalismo das Redes de Petri** – Dissertação de mestrado em engenharia de produção – PUC-PR. Curitiba, 2007.

PADUA, S.I.D.; SILVA, A.R.Y.D.; PORTO, A.; INAMASU, R.Y. **O potencial das RdP em modelagem e análise de processos de negócio** – Gest. Prod., jan./abr. 2004, vol.11, no.1, p.109-119. ISSN 0104-530X.

PIDD, M. **Modelagem Empresarial, Ferramentas para Tomada de Decisão** – Porto alegre: Bookman, 1998.

PINHEIRO L.E. **Uma modelagem organizacional baseada em elemento de natureza comportamental** – Tese de doutorado (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação de Produção, UFSC, Florianópolis, p. 46-58, 2001.

PORTER, M.E. **Vantagem Competitiva** – Rio de Janeiro: Editora Campos, 1999.

PROUD, J.F. **Master Scheduling** – 2. ed. John Wiley & Sons, Inc. 1999.

DAN REID, R.; SANDERS, N.R. **Gestão de operações** – Rio de Janeiro: Editora LTC, 2002.

REZENDE, D.A.; ABREU, A.F. **Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informação Empresariais** – 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

RITZMAN, L.P.; KRAJEWSKI, L.J. **Administração da Produção e Operações** – 1. ed. São Paulo: Pearson Education, 2004.

RITZMAN, L.P.; KRAJEWSKI, L.J; MOURA, R. **MRP, MRP II, MRP III (MRP + JIT com Kanban)** - 2. ed. São Paulo: IMAN, 1996.

ROSEMANN, M. **Potential Pitfalls of Process Modeling: part A** – Business Process Management Journal, V.12, No.2, 249-254, 2006

ROTONDARO, R.G. **Gestão de Operações** - . ed. São Paulo: Edgard Blücher: 1998.

RUBIO, A.L. **O Planejamento e a Programação da Produção: Entendendo os conceitos e técnicas utilizados nos diversos ambientes de produção** – 1. ed. São Paulo. Editora STS, 2001.

RUMMLER, G.A.; BRACHE, A.P. **Melhores desempenhos das empresas** – 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

RUSSOMANO, V.H. **Planejamento e controle da produção** – 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

SALERNO M.S. **Projeto organizacional de produção integrada, flexível e de gestão democrática: processos, grupos e espaço de comunicação-negociação** – Tese (Livredocência) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

SALIMIFARD, S.; WRIGHT, M. **Petri Net based modeling of workflow systems: an overview** – European Journal of Operational Research, v.134, p. 664-676, 2001.

SCHONBERGER, R.J. **Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade** – 2.ed. São Paulo, Pioneira, 1987.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção** – 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, A.V. **Modelagem de processos para implementação de *workflow*: Uma avaliação crítica** – Dissertação de mestrado em ciências em engenharia de produção – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

SIPPER, D.; BULFIN, R. **Production: Planning, Control and Integration** – 1 ed. Singapore. McGraw-Hill, 1998.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção** – 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

SMITH, H.; FINGAR, P. **Business Process Management** – 1 ed. Megan-Kiffer Press. Tampa, FL, EUA, 2002.

SOARES, L.F.G. **Modelagem e simulação discreta de sistemas** – 1. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

SOR, R. **Information technology and Organizational structure: vindicating theories from the past. Management Decision** – v. 42, n. 2, p. 316-329, 2004.

SUCUPIRA, C. **Historia e evolução do MRP** – Disponível em www.cesar.sucupira.com.br/artigo13.htm, acessado em 24 de agosto de 2008, às 12:27

TUBINO, D.F. **Manual de planejamento e controle da produção** – 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VERNADAT, F.B. **Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications** – London: Chapman & Hall.1996.

VOLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C.; JACOBS, F.R. **Sistemas de Planejamento & controle da produção** – 5 ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.

WALLACE, T.F.; STAHL, R.A. **Planejamento moderno da produção** – 1 ed. São Paulo. Instituto IMAM, 2003.

WESKE, M.; VAN DER AALST, W.M.P.; VERBEEK, H.M.W. **Advances in Business Process Management - Data & Knowledge Engineering**. v. 50, p. 1 - 8, 2004.

WHERRY, R.J. **Contributions to Correlational Analysis** - London: Academic Press, 1984.

ZARIFIAN, P. **Organização e sistema de gestão: à procura de uma nova coerência. Gestão e Produção** - São Carlos, v.4, n.1, p 76-87, abr. 1997.

ZILBOVICIUS, M. **Modelos para a produção, produção de modelos: gênese, lógica e difusão do modelo japonês de organização da produção** - São Paulo: FAPESP: Annablume, 1999.


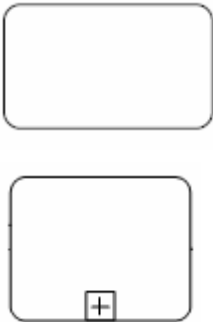

ZISMAN, M.D. **Representation, specification and automation of office procedures** - 1977. Tese (Doutorado) – University of Pennsylvania Wharton School of Business, Pennsylvania.

ANEXO I – SIMBOLOGIA DO (BPMN)


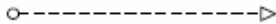
Simbologia do Business Process Modeling Notation (BPMN)


A Simbologia do *BPMN* é formada por quatro categorias básicas de elementos. Esses serão descritos nas tabelas que seguem.

- Objetos de Fluxo

	Descrição	Figura
Evento	É algo que acontece durante um processo do negócio. Estes eventos afetam o fluxo do processo e têm geralmente uma causa (trigger) ou um impacto (result). Há três tipos de eventos, baseados sobre quando afetam o fluxo: Start, Intermediate, e End.	
Atividade	É um termo genérico para um trabalho executado. Os tipos de atividades são: Tarefas e sub-processos. O sub-processo é distinguido por uma pequena cruz no centro inferior da figura.	
Gateway	É usado para controlar a divergência e a convergência da seqüência de um fluxo. Assim, determinará decisões tradicionais, como juntar ou dividir trajetos.	



- Objetos de Conexão

Objeto	Descrição	Figura
Fluxo de seqüência	É usado para mostrar a ordem (seqüência) com que as atividades serão executadas em um processo.	
Fluxo de mensagem	É usado para mostrar o fluxo das mensagens entre dois participantes diferentes que os emitem e recebem.	

Associação	É usada para associar dados, texto, e outros artefatos com os objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades.	
------------	--	---

- Swimlanes

Funcionam como um mecanismo de organização das atividades em categorias visuais separadas.

Objeto	Descrição	Figura
Pool	Um <i>pool</i> representa um participante em um processo. Ele atua como um container gráfico para dividir um conjunto de atividades de outros <i>pools</i> , geralmente no contexto de situações de B2B.	
Lane	Uma <i>lane</i> é uma subdivisão dentro de um <i>pool</i> usado para organizar e categorizar as atividades.	

Pools são utilizados quando o diagrama envolve duas entidades de negócio ou participantes que estão separados fisicamente no diagrama. especifica o "que faz o que" colocando os eventos e os processos em áreas protegidas, chamados de *pools*



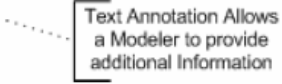
Os objetos do tipo *lanes* são utilizados para separar as atividades associadas para uma função ou papel específico

Um *pool* representa uma organização e uma *lane* representa tipicamente um departamento dentro dessa organização.

- Artefatos (Artefacts)

Ilustram as entradas e as saídas das atividades no processo

Objeto	Descrição	Figura
--------	-----------	--------

Objetos de dados	O objeto de dado é um mecanismo para mostrar como os dados são requeridos ou produzidos por atividades. São conectados às atividades com as associações.	
Grupo	Um grupo é representado por um retângulo e pode ser usado para finalidades de documentação ou de análise.	
Anotações	As anotações são mecanismos para fornecer informações adicionais para o leitor de um diagrama <i>BPMN</i> .	

APÊNDICES

APÊNDICE A – MODELAGEM DOS PROCESSOS NO *SOFTWARE INCOME*

Apresenta-se a seguir, a tela principal da modelagem dos processos referentes a todos os modelos de referência, os quais estão a seguir listados.

Modelo1: Sistema Híbrido *MRP II / JIT – Kanban*.

Modelo2: Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional.

Modelo3: Planejamento Agregado da Produção.

Modelo4: Gestão da demanda e DRP (Cliente).

Modelo5: Previsão da demanda.

Modelo6: Planejamento mestre da produção.

Modelo7: Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade.

Modelo8: Planejamento dos Recursos de Produção.

Modelo9: Controle da produção - *JIT/Kanban*

Os citados modelos de referência, modelados no *software Income Process Designer* correspondem às figuras: figura 57, figura 58, figura 59, figura 60, figura 61, figura 62, figura 63, figura 64, figura 65 respectivamente. Observa-se que o modelo *MRPII/JIT –Kanban* aqui neste apêndice registrado como figura 57, também está disposto no item 4.4.3 – Modelagem dos processos – modelo de referência *Income* - com a numeração de **figura 38**.

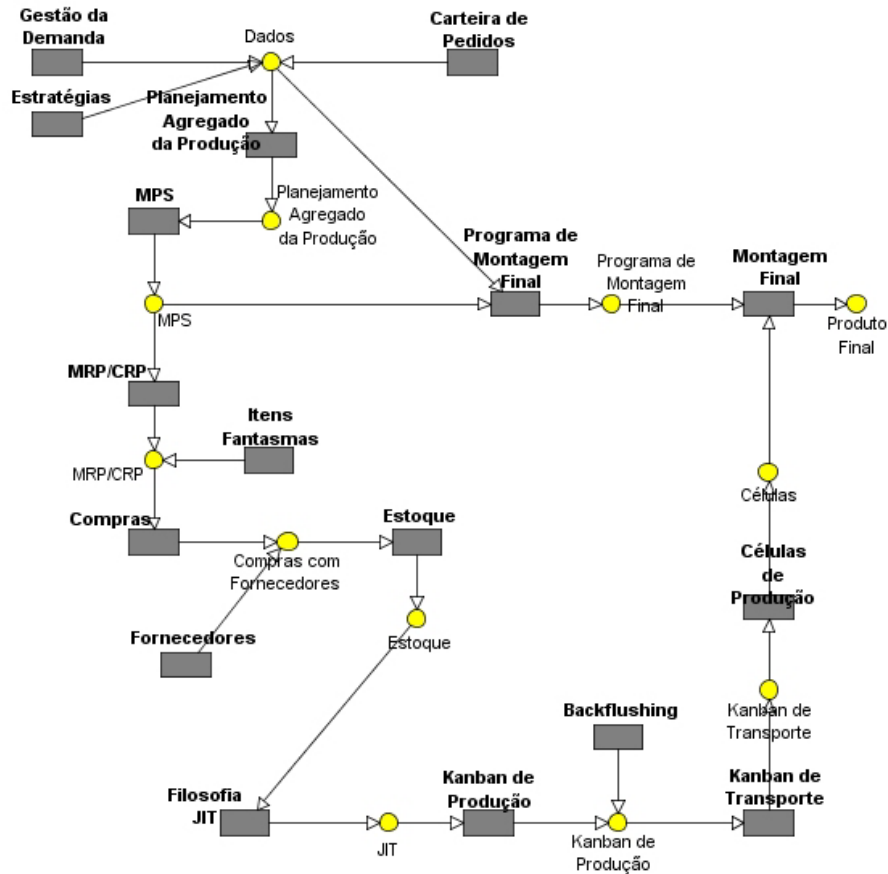


Figura 57 - Modelo 1 (MRP II JIT) no software *Income*
 Fonte: O autor, (2008).

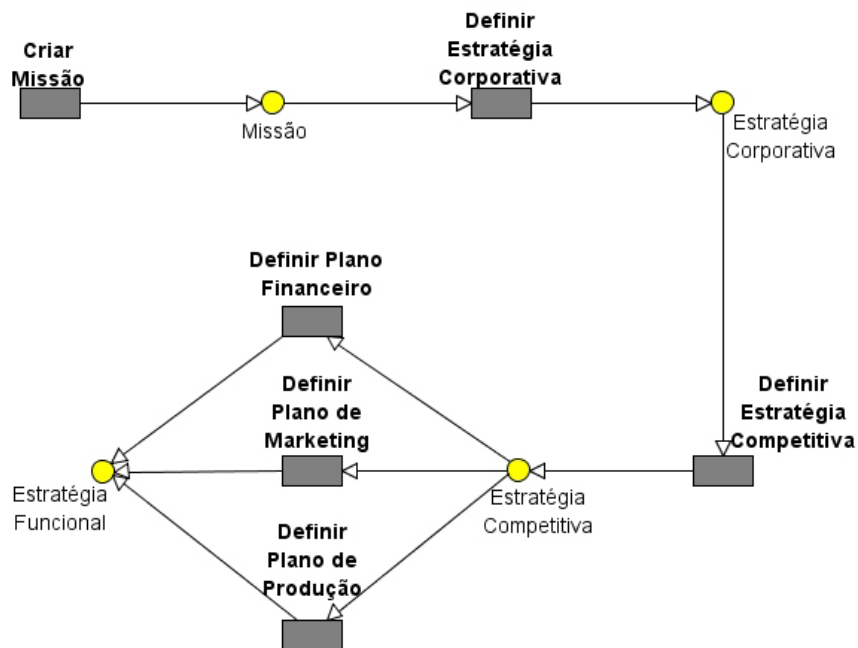


Figura 58 - Modelo 2 (Estratégias Corporativa, Competitiva e Funcional) no software *Income*
 Fonte: O autor, (2008).

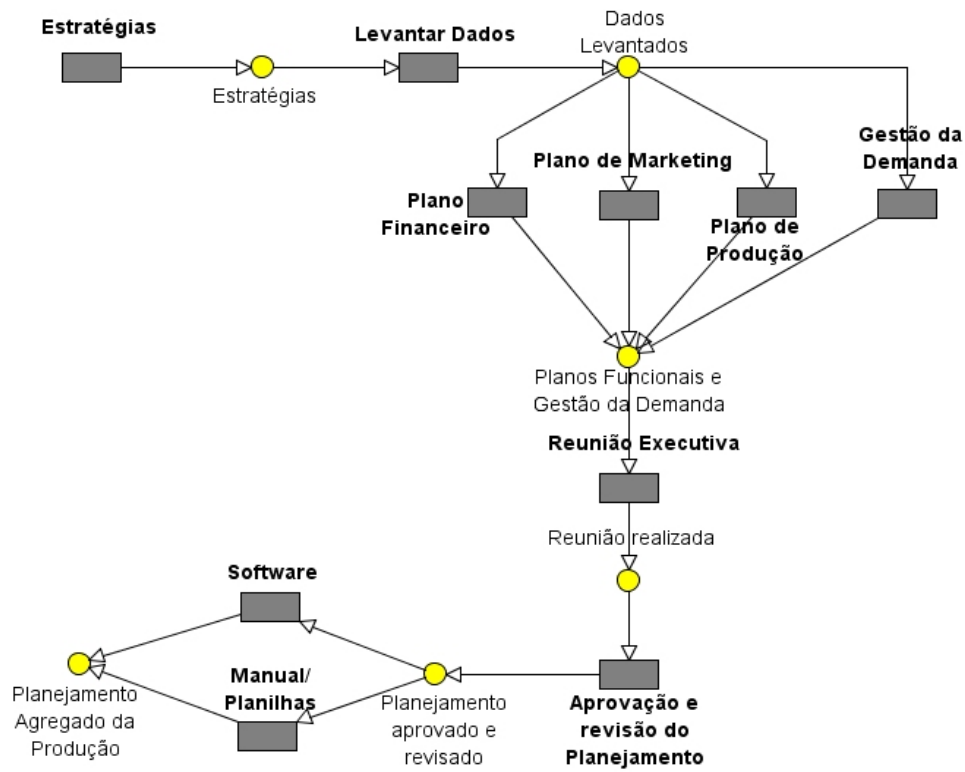


Figura 59 - Modelo 3 (planejamento agregado da produção) no *software Income*
 Fonte: O autor, (2008).

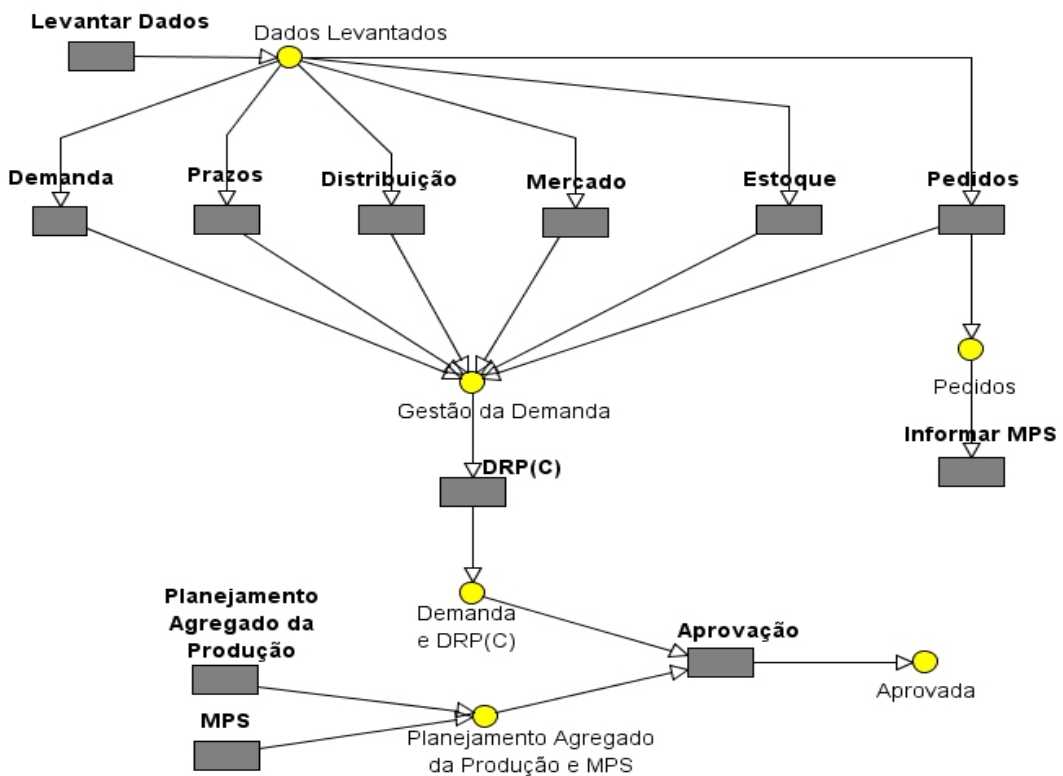


Figura 60 - Modelo 4 [gestão da demanda e DRP (Cliente)] no *software Income*

Fonte: O autor, (2008).

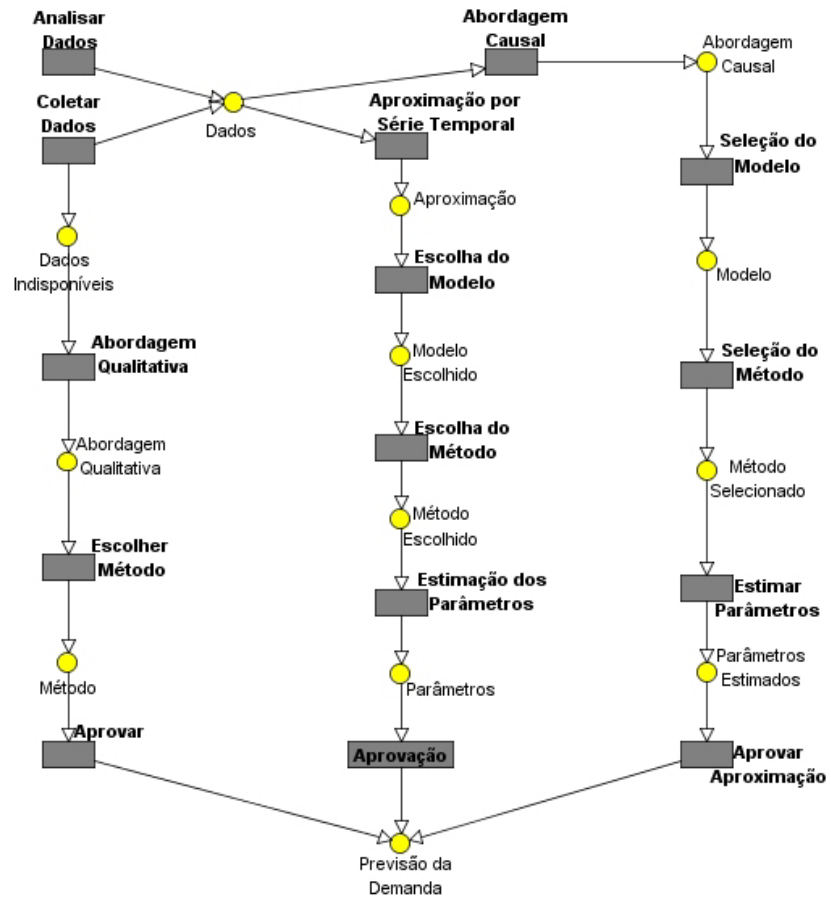


Figura 61 - Modelo 5 (previsão da demanda) no *software Income*
 Fonte: O autor, (2008).

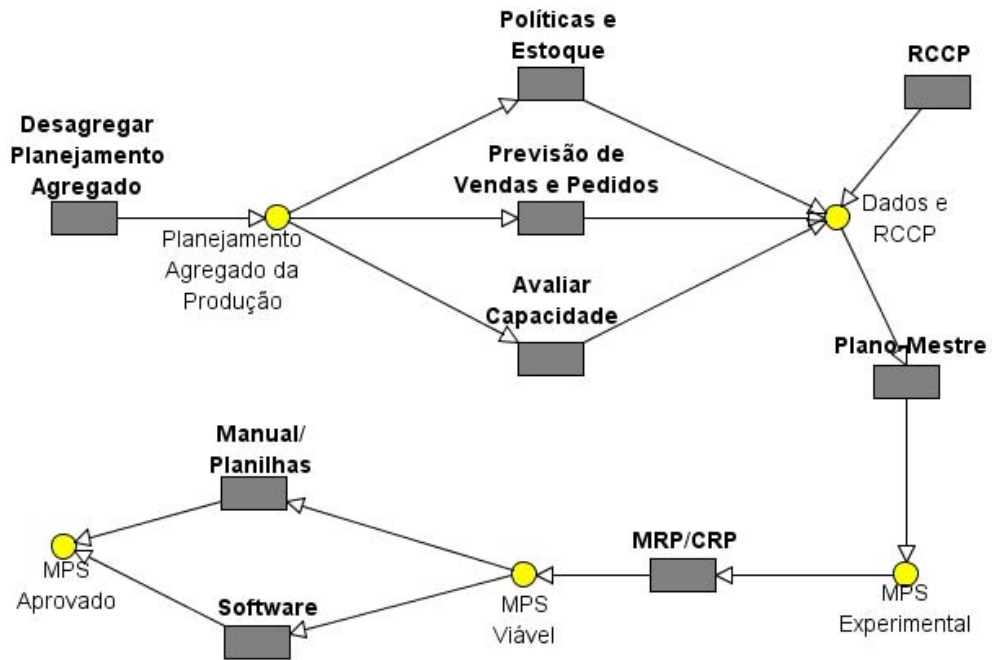


Figura 62 - Modelo 6 (planejamento mestre da produção) no *software Income*
 Fonte: O autor, (2008).

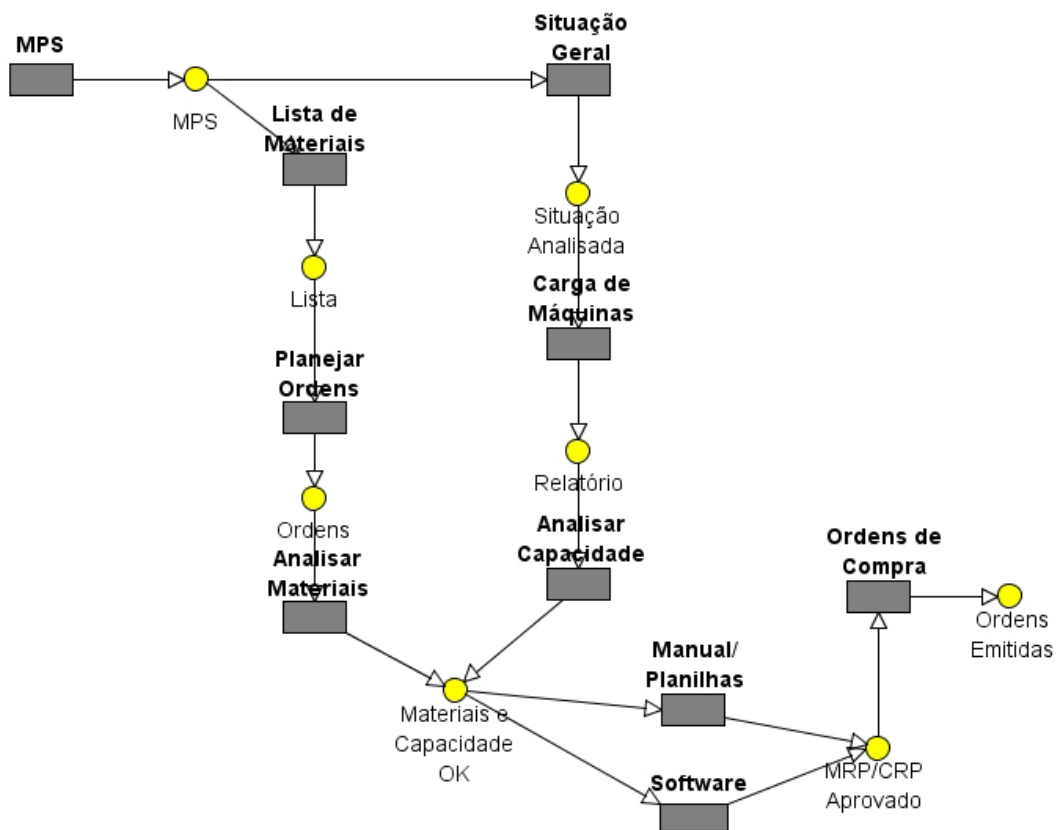


Figura 63 - Modelo 7 (planejamento das necessidades de materiais e capacidade) no *software Income*
 Fonte: O autor, (2008).

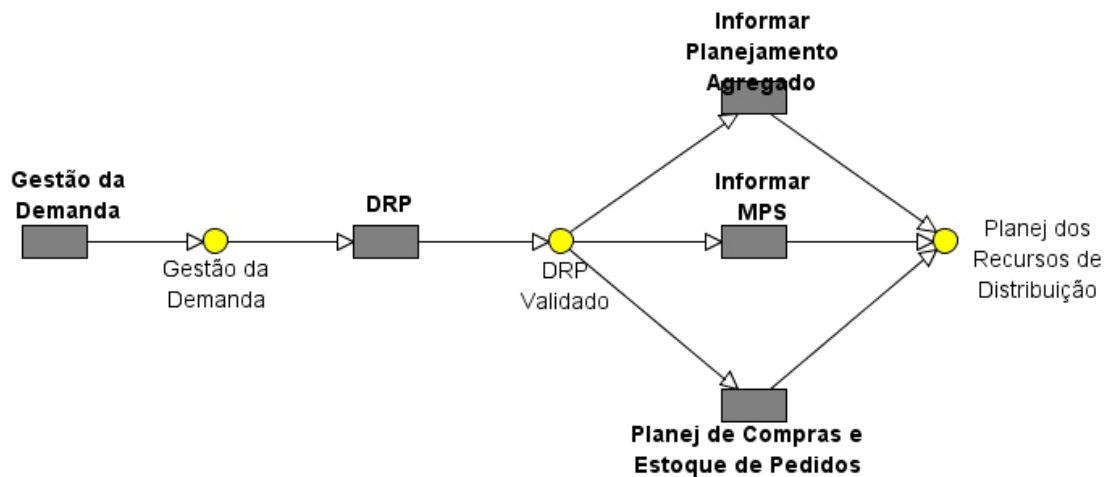


Figura 64 - Modelo 8 [planejamento dos recursos de distribuição (DRP)] no *software Income*
 Fonte: O autor, (2008).

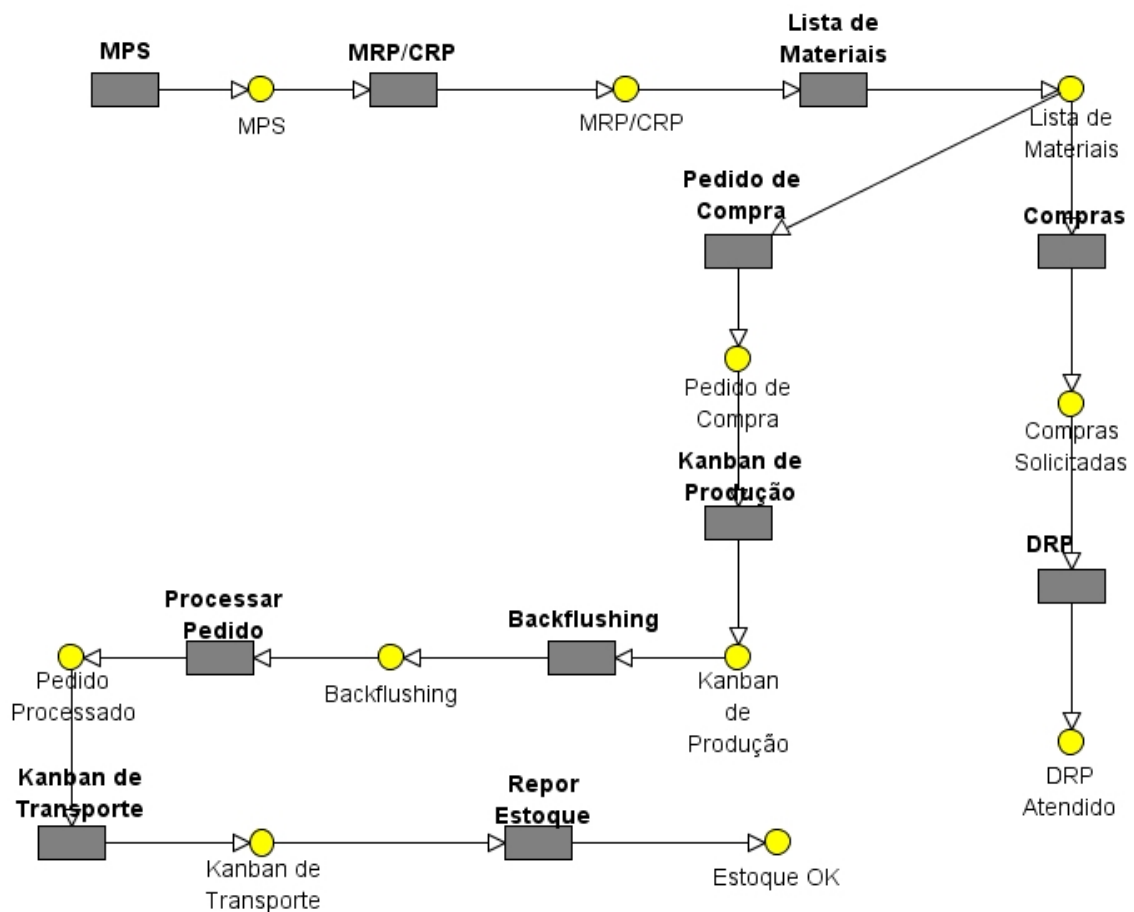


Figura 65 - Modelo 9 (controle da produção - JIT/Kanban) no *software Income*
 Fonte: O autor, (2008).

APÊNDICE B – ROTEIRO PARA MODELAGEM NO *SOFTWARE INCOME*

Roteiro para Modelagem dos Processos no *Software Income*

A etapa de modelagem de processos na ferramenta *INCOME PROCESS DESIGNER*, cuja tela principal está disposta abaixo na figura 66, apresenta-se descrita em roteiro “passo-a-passo” a seguir.

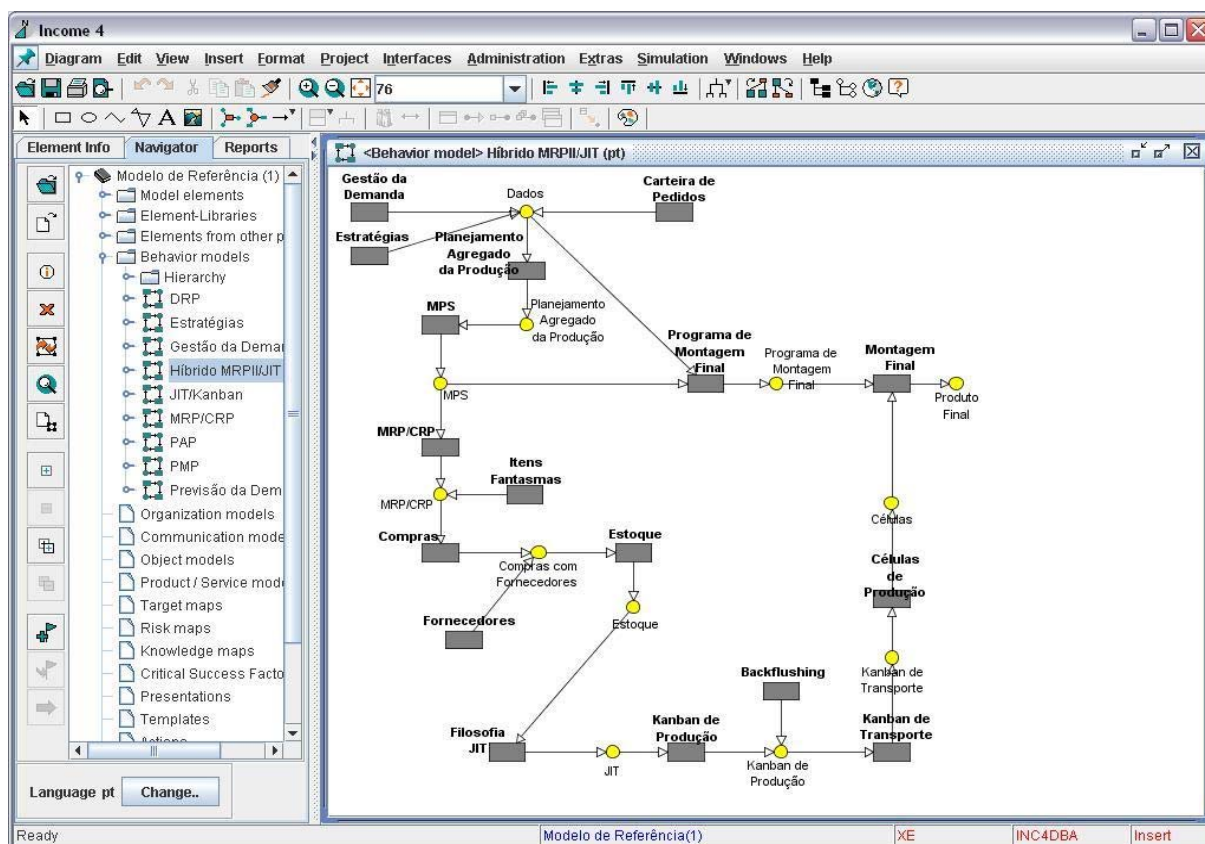


Figura 66 - Tela de modelagem - *Income*
 Fonte: Adaptado pelo autor, (Get Process AG, 2008).

Passo 1:

Para a modelagem de um novo processo no *Income* deve-se iniciar com a criação de um novo projeto, nesse caso nomeado “Modelo de Referência”.

Passo 2:

Em seguida surge a tela do novo projeto, em que se incluem novos elementos ou modelos ao processo desejado.

Passo 3:

Nessa modelagem foram utilizados modelos comportamentais ou Behavior models.

Para criar os modelos, clicar com o botão direito em Behavior models e escolher new diagram. Estará disponível uma janela para o preenchimento do nome e descrição do novo modelo, além de parâmetros adicionais.

Passo 4:

Na seqüência uma tela em branco aparecerá para a colocação dos blocos de atividades, armazenamento e suas interconexões.

Passo 5:

Para inserir uma atividade, clicar em *Insert activity* e em seguida no lugar onde se deseja que o bloco permaneça. Surgirá uma janela para inserir o nome da atividade, descrição e outros parâmetros referentes às atividades, como tempo, custo, execução, entre outros. Em seguida clicar em *OK* para que a atividade seja definida.

Passo 6:

O procedimento para inserção dos blocos de armazenamento ou *Object store* é semelhante ao descrito anteriormente. Assim, é suficiente adaptar o modelo formulado no *software VISIO* ao *Income*, considerando que a notação de redes de Petri exige um local de armazenamento após cada transição de atividades.

Passo 7:

Para conectar uma atividade a um local de armazenamento, e vice-versa, utiliza-se uma seta de conexão, que se situa ao lado dos botões de atividade e armazenamento, designada *Insert Connection*. Depois de clicar nesse botão basta clicar na fonte do fluxo, e em seguida no seu destino para estabelecer o correto fluxo de dados.

Passo 8:

Encerrada essa etapa da modelagem, salva-se esse digrama e vai a *Simulation>New Simulation>Run*. Designa-se um nome para essa simulação e clica-se em *OK*. Neste instante abre-se uma tela para visualizar a simulação, com as "fichas" sendo distribuídas pelo processo.

Passo 9:

É possível alterar alguns parâmetros da animação, como por exemplo, a velocidade.

Clicando em *Animation Control*. Para começar a simulação clica-se em *Start animation*.

Surgirá na barra superior o andamento da animação “ *Animation progress* “ que mostrará o desenvolvimento do processo em porcentagem.

Passo 10:

Depois de encerrada esta etapa pode-se visualizar um relatório com dados sobre a simulação realizada, clicando em *Open overview*. Aparecerá, por exemplo, um gráfico de como se sucederam o alcance das atividades e aspectos relacionados à alocação de recursos tais como, custos, tempo de execução, pessoas (não previstos neste trabalho de pesquisa).

Passo 11:

Em uma etapa final, podem-se salvar os recursos dessa simulação, fechar a tela e adicionar um novo diagrama, conforme existirem modelos restantes para modelagem do processo em questão.

APÊNDICE C – RELATÓRIO DE RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL LÓGICA DOS PROCESSOS (MODELOS)

Apresenta-se a seguir, os relatórios dos resultados da simulação com verificação estrutural lógica do fluxo dos processos para os modelos do sistema híbrido de planejamento e controle da produção *MRPII/JIT –Kanban* destacados nas figuras 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74 e 75. Observa-se que o relatório referente ao modelo *MRPII/JIT –Kanban* aqui neste apêndice registrado como figura 67, também está disposto no item 6.1 – Análise da modelagem – com a numeração de **figura 43**.

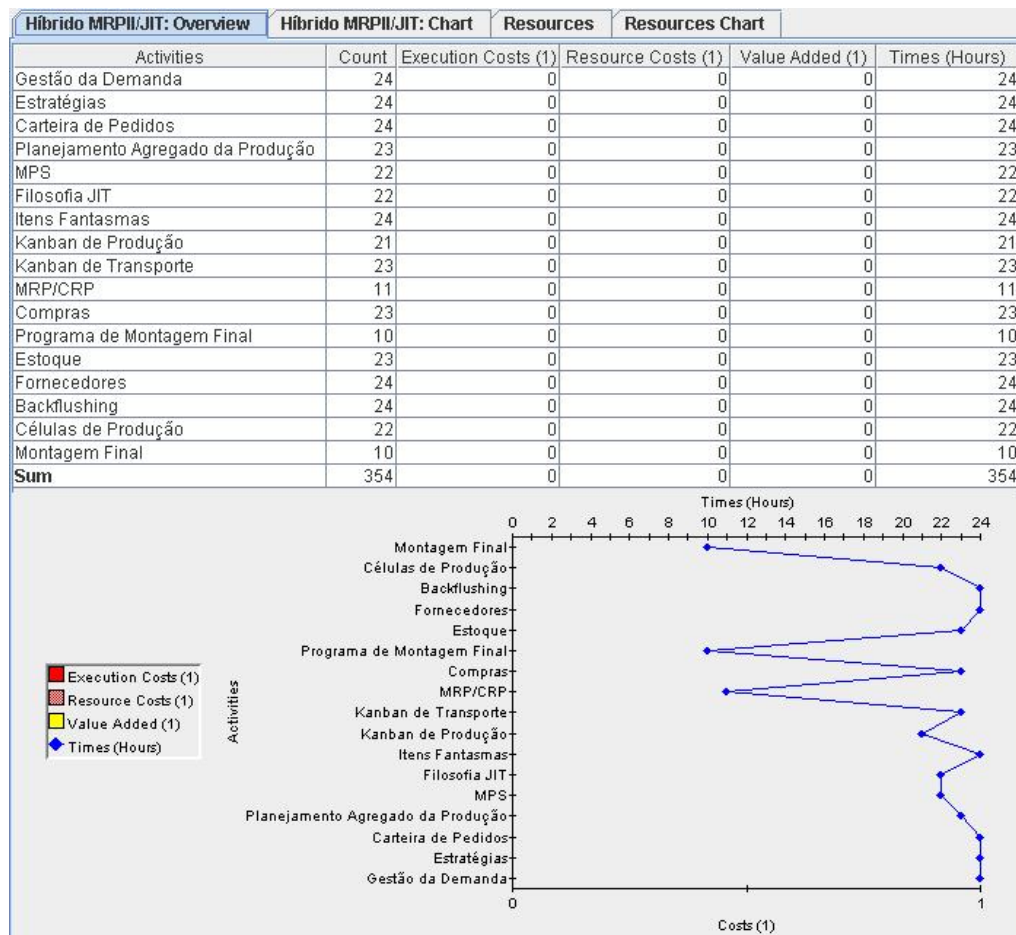


Figura 67 - Simulação do modelo 1: sistema híbrido *MRP II / JIT*

Fonte: O autor, (2008).

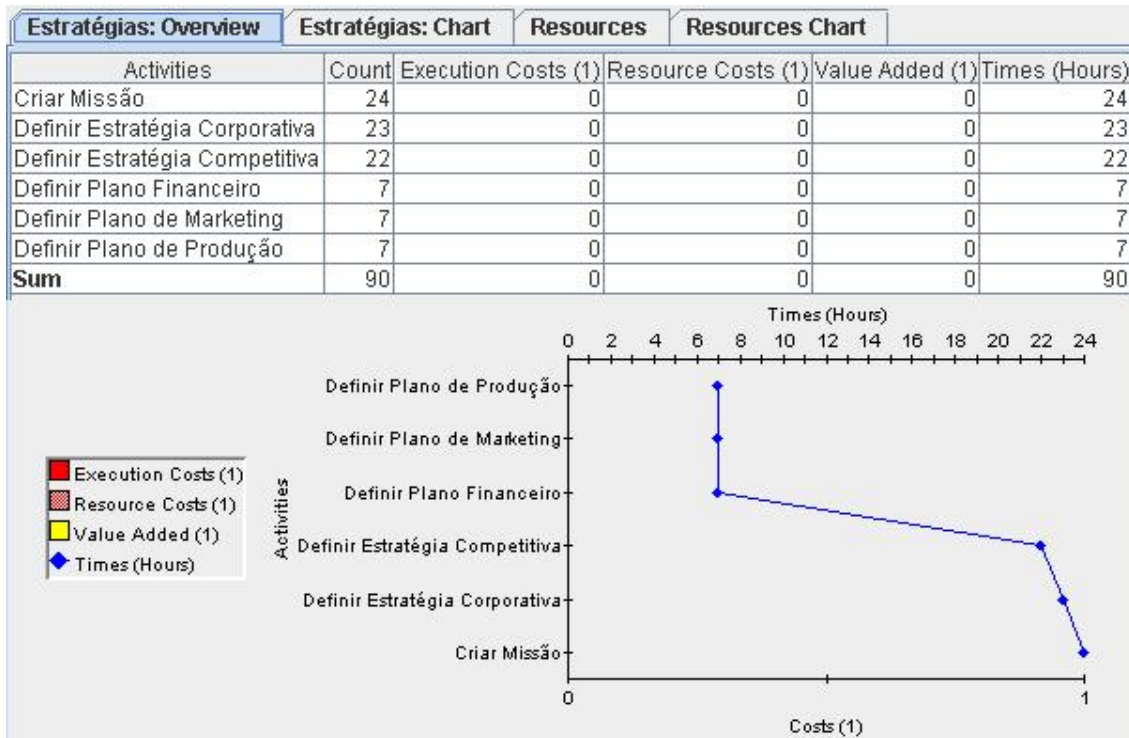


Figura 68 - Simulação do modelo 2: estratégias corporativa, competitiva e funcional
 Fonte: O autor, (2008).

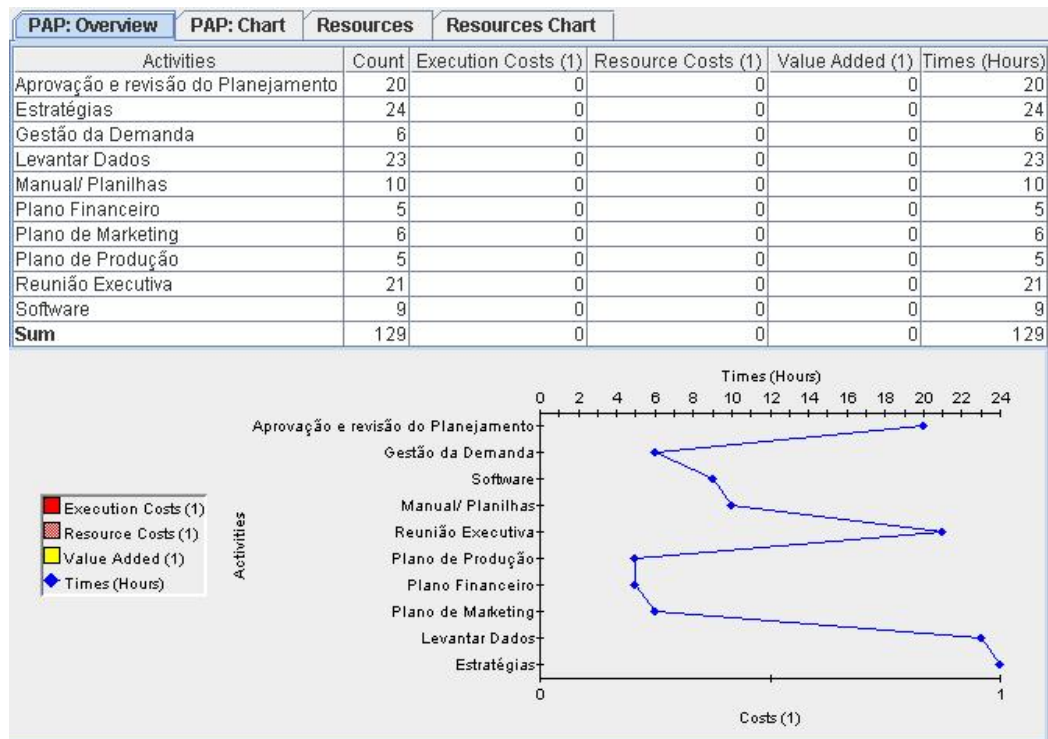


Figura 69 - Simulação do modelo 3: planejamento agregado da produção
 Fonte: O autor, (2008).

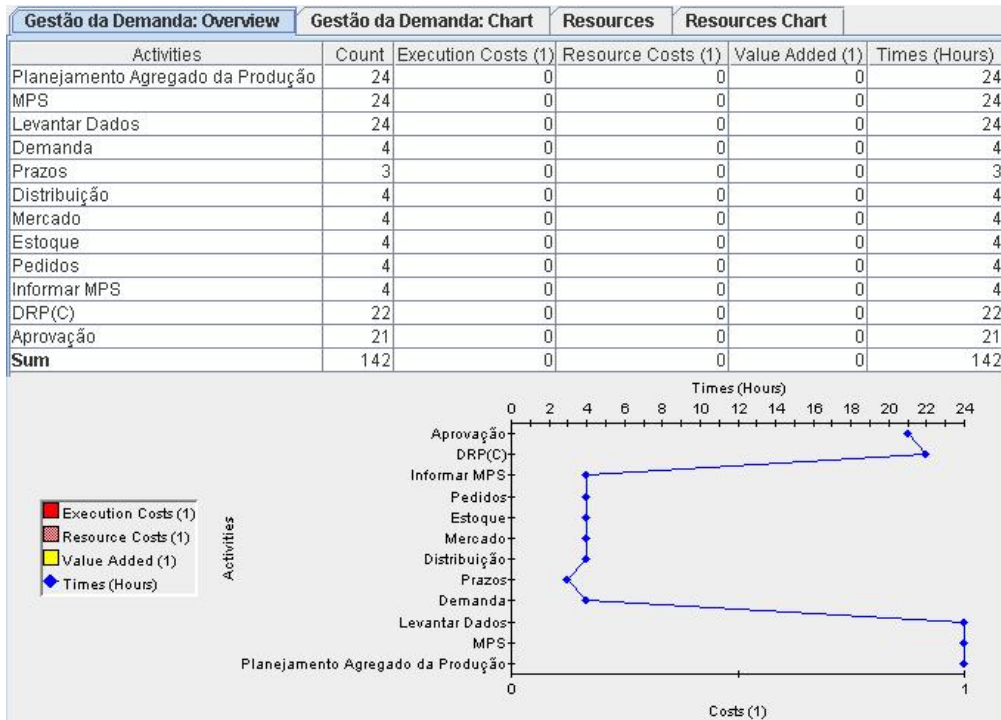


Figura 70 - Simulação do modelo 4: gestão da demanda e DRP (Cliente)
 Fonte: O autor, (2008).

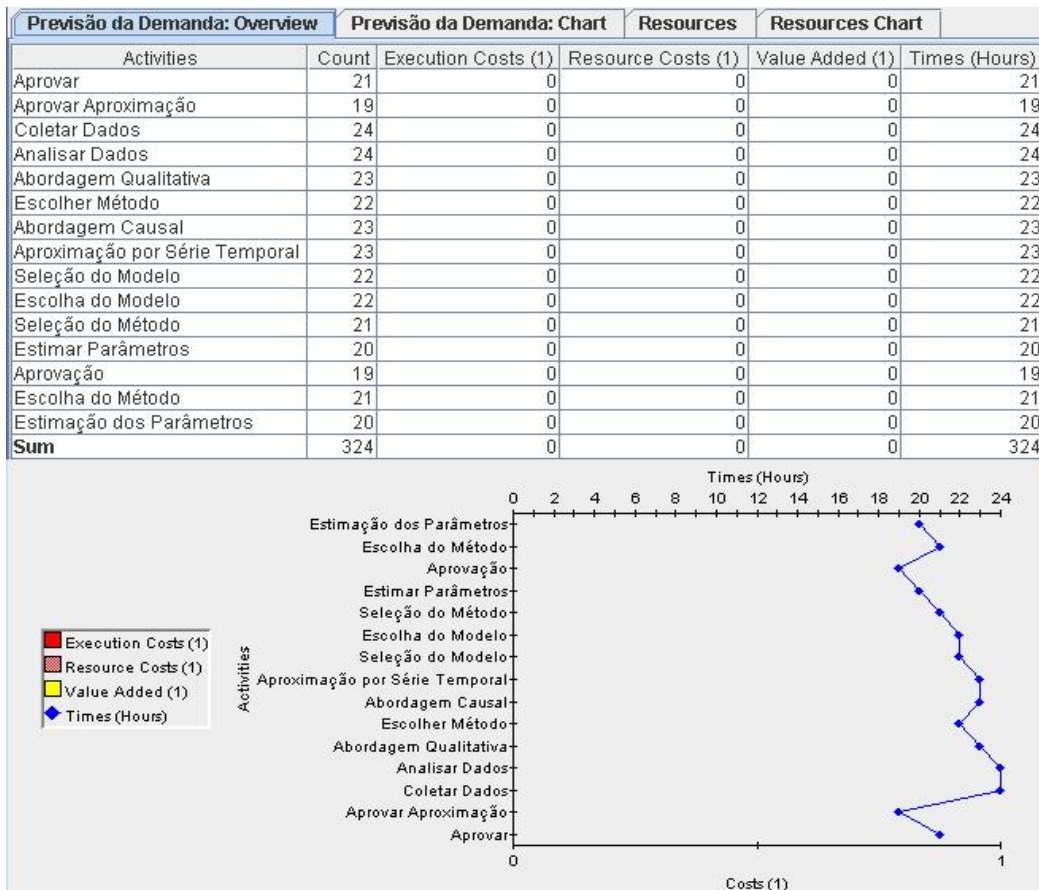


Figura 71 - Simulação do modelo 5: previsão da demanda
 Fonte: O autor, (2008).

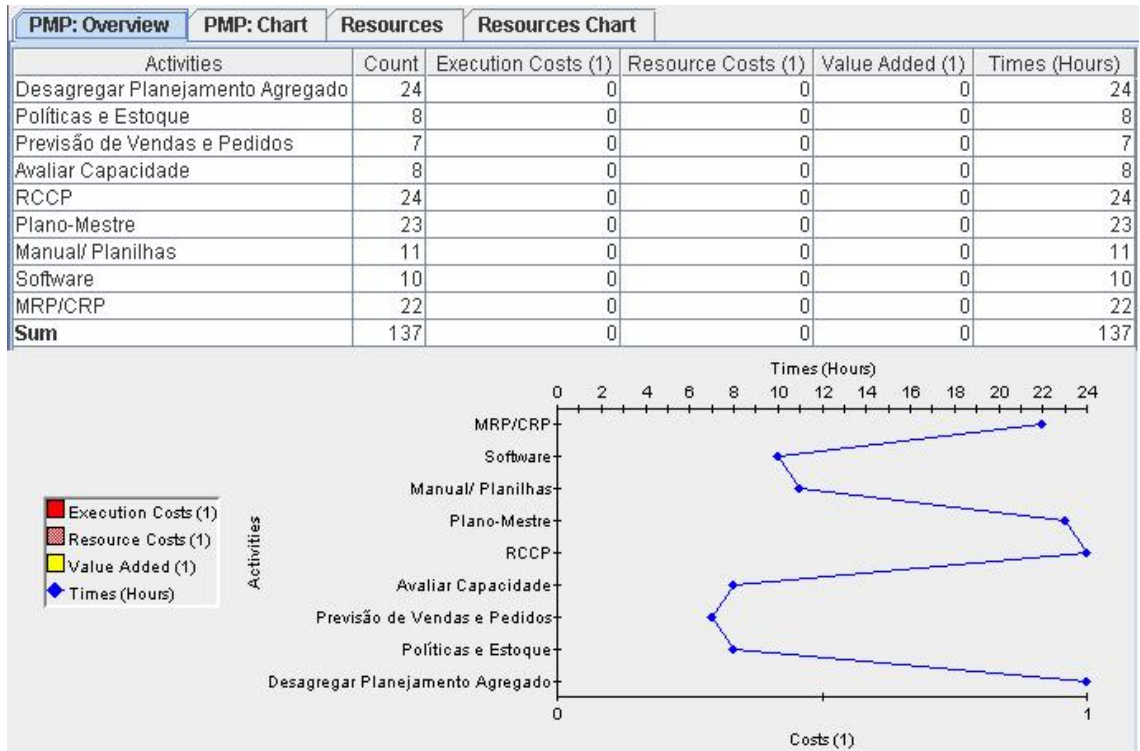


Figura 72 - Simulação do modelo 6: planejamento mestre da produção
 Fonte: O autor, (2008).

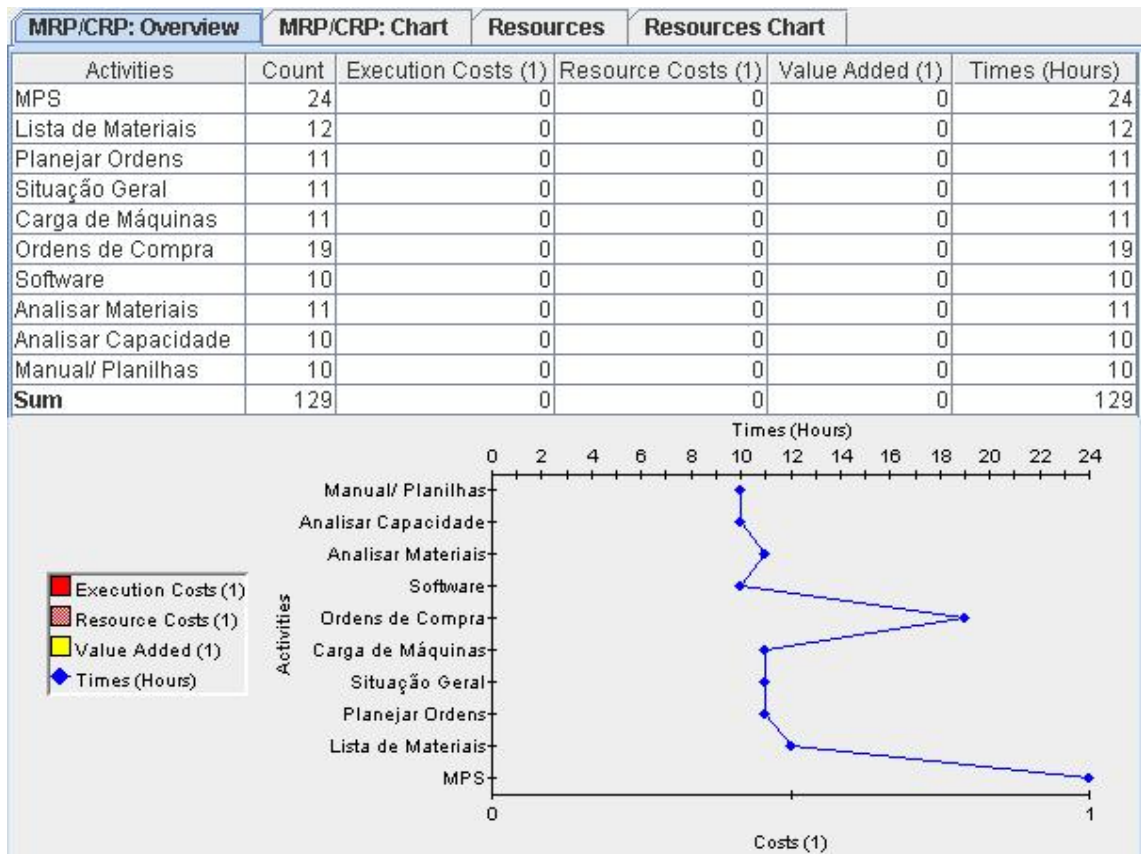


Figura 73 - Simulação do modelo 7: planejamento das necessidades de materiais e capacidade
 Fonte: O autor, (2008).

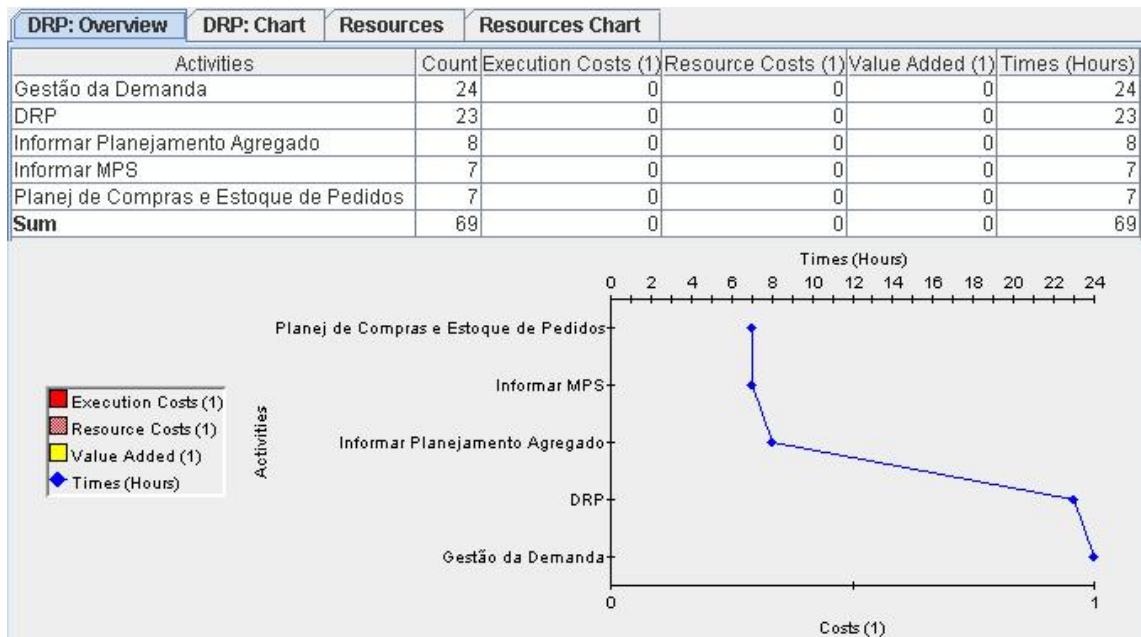


Figura 74 - Simulação do modelo 8: planejamento dos recursos de distribuição (DRP)
 Fonte: O autor, (2008).

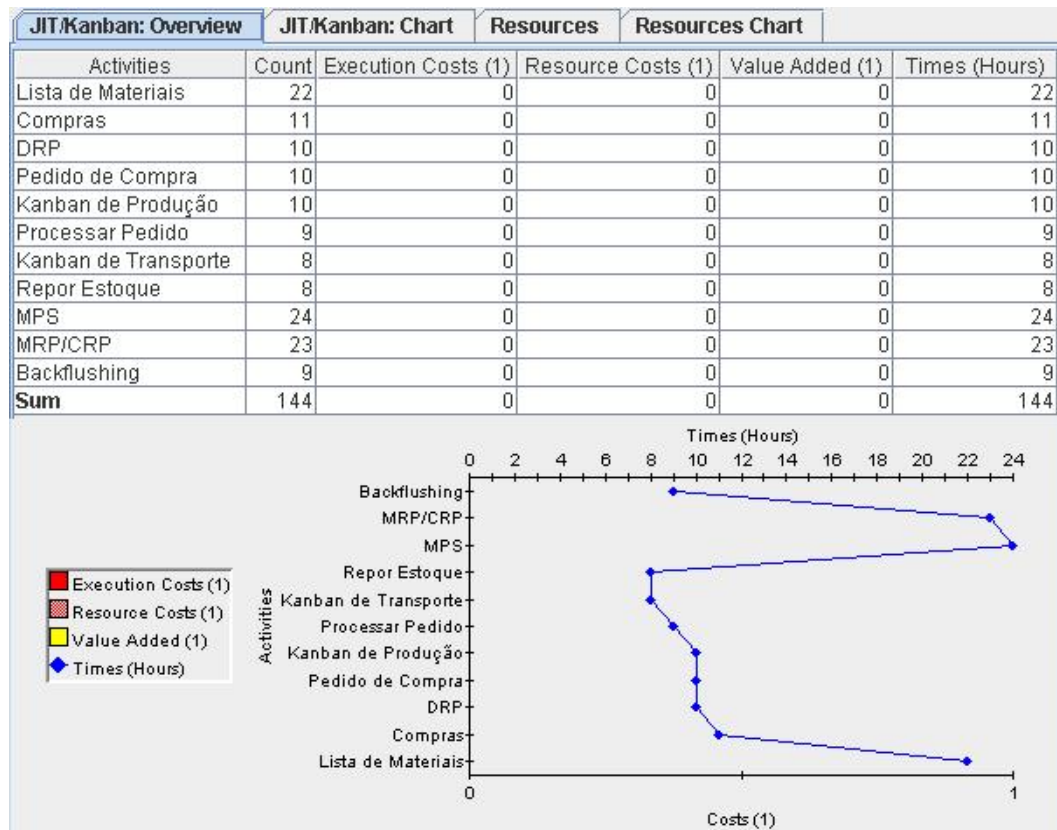


Figura 75 - Simulação do modelo 9: controle da produção - JIT/Kanban
 Fonte: O autor, (2008).

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Questionário de Avaliação sobre o Sistema de Planejamento e Controle da Produção - PCP	
<p>Prezados Senhores, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS da Pontifícia Universidade Católica do Paraná realiza estudos em sistemas produtivos de manufatura através de grupo de pesquisa em "Modelagem de Processos de Negócios".</p> <p>Realizamos esta pesquisa entre as pequenas e médias indústrias de Curitiba e Região Metropolitana, atuantes nos ramos de plásticos, eletro-eletrônicos, metal-mecânico e metalúrgico, para avaliar de que forma é conduzido o processo de planejamento e controle da produção - PCP.</p> <p>Solicitamos a participação da sua empresa em nossa pesquisa, preenchendo o questionário anexo e devolvendo-o à nossa instituição no envelope que o acompanha. O envelope já está devidamente selado e com os campos "destinatário" e "remetente" preenchidos, para sua comodidade. Estima-se um período de dez minutos para preenchimento das questões "marcação de X" as quais são na totalidade objetivas. Recomendamos o preenchimento por profissional da área de PCP / Gerência Industrial / Gerência de Produção ou cargo correlato mais adequado da sua empresa. Apreciaríamos se os questionários pudessem retornar até 30/05/2008.</p> <p>As informações obtidas serão utilizadas, única e exclusivamente para fins acadêmicos, ficando a identidade da empresa guardada em absoluto sigilo.</p> <p>Esclarecemos ainda que V. S.^{as} terão acesso privilegiado aos resultados da pesquisa. As informações fornecidas também serão relevantes para estudos acadêmicos e práticos de modelagem, utilizando <i>softwares</i> que reverterão em benefícios futuros para sua empresa, comunidade, região, estado e o país.</p> <p>Colocamo-nos à sua disposição no endereço eletrônico e através do telefone para esclarecimento de quaisquer dúvidas. Antecipadamente, agradecemos sua atenção.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p style="display: flex; justify-content: space-between;"> Marco Antônio Busetti de Paula Diretor do PPGEPS Mestrando Vilson Roiz G. Rebelo da Silva (vilroiz@eletrica.ufrpr.br) Tel.: 3361-3687 - Cel. 9135-1030 </p>	

Identificação do Perfil da Organização e do Entrevistado		
Nome da Empresa: EMPRESA PESQUISADA		
Endereço:		Cidade/Estado: C.E.P.:
Ramo de Atividade da Empresa: RAMO DA EMPRESA PESQUISADA		
a) Qual o cargo desempenhado pelo colaborador que responde este questionário:	b) Indique o número atual total de colaboradores:	c) Tipo da empresa:
<input type="checkbox"/> Diretor Geral <input type="checkbox"/> Gerente Geral <input type="checkbox"/> Diretor Comercial <input type="checkbox"/> Gerente Industrial <input type="checkbox"/> Gerente de Produção <input type="checkbox"/> Outros	<input type="checkbox"/> 0 - 19 <input type="checkbox"/> 100 - 499 <input type="checkbox"/> 20 - 99 <input type="checkbox"/> acima de 500	<input type="checkbox"/> Matriz <input type="checkbox"/> Filial <input type="checkbox"/> Estabelecimento único

<p>INTRODUÇÃO</p> <p>Este questionário procura avaliar a forma de elaborar, aplicar e conduzir o processo de planejar e controlar a produção em sistemas produtivos de manufatura. O questionário está dividido em três partes principais: planejamento de longo prazo ou Planejamento Agregado da Produção, Planejamento Mestre da Produção e Sistema Híbrido <i>MRPII/JIT</i> – Controle da Produção.</p> <p>Procura-se explorar a utilização, pelas pequenas e médias empresas da Região Metropolitana de Curitiba, de uma estrutura híbrida de sistema de Planejamento e Controle da Produção, designado <i>MRPII/JIT-Kanban</i>, que reúne as vantagens do sistema <i>MRP</i> (sistema "empurrado") e a simplicidade da filosofia e técnica do sistema <i>Just in Time</i> (sistema "puxado") no controle da produção.</p> <p>A seguir, apresentamos um glossário com siglas utilizadas no questionário.</p> <p>GLOSSÁRIO</p> <p><i>MRP</i> – Planejamento das Necessidades de Materiais (<i>Material Requirements Planning</i>)</p> <p><i>MRP II</i> – Planejamento dos Recursos de Manufatura (<i>Manufacturing Resource Planning</i>)</p> <p><i>ERP</i> – Planejamento dos Recursos Empresariais (<i>Enterprise Resource Planning</i>)</p> <p><i>CRP</i> – Planejamento das Necessidades de Capacidade (<i>Capacity Requirements Planning</i>)</p> <p><i>MPS</i> – Planejamento Mestre da Produção (<i>Master Plan Scheduling</i>)</p> <p><i>JIT</i> – Justo no Tempo (<i>Just in Time</i>)</p> <p><i>S&OP</i> – Planejamento de Vendas e Operações (<i>Sales and Operation Planning</i>)</p> <p><i>PDCA</i> – <i>Plan, Do, Check, Action</i></p> <p>CEP – Controle Estatístico de Processo</p> <p>CCQ – Círculo de Controle de Qualidade</p> <p>SW2H – Por quê? O quê? Como? Onde? Quando? Quem? Quanto?</p> <p>5S – Senso de Utilização, de Ordenação, de Limpeza, de Saúde, de Autodisciplina</p> <p>MASP – Método de Análise e Solução de Problemas</p> <p>QFD – Desdobramento da Função Qualidade</p> <p>FMEA - Análise do Modo e Efeitos da Falha</p> <p><i>Set-up</i> – tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote.</p>

PARTE 1 - Planejamento Agregado da Produção

1) Esta questão avalia a forma de realização do planejamento de longo prazo ou Planejamento Agregado da Produção, incluindo suas inter-relações com a missão, estratégias e a Gestão/Previsão da Demanda. Indique com 'sim' ou 'não' às sentenças abaixo, conforme o referido planejamento é realizado em sua organização.

a)	Existe declaração de missão da empresa?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
b)	Existe processo de realização do Planejamento Agregado da Produção?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
c)	O Planejamento é realizado manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas tipo <i>Microsoft Excel</i> ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
d)	O Planejamento Agregado da Produção é realizado utilizando-se <i>software</i> de Planejamento de Vendas e Operação tipo <i>S&OP - MRPII</i> ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
e)	Se sua empresa realiza o Planejamento Agregado da Produção, o horizonte de planejamento é de no mínimo 12 meses?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
f)	O processo de aprovação do Planejamento Agregado da Produção requer a aprovação prévia dos planos de produção, financeiro, marketing e Gestão da Demanda?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

2) Esta questão avalia em forma de escala a realização do Planejamento Agregado da Produção, graduando conforme o desenvolvimento. Indique com o número da escala que você entende ser mais adequado para a empresa.

	1	2	3	4	5			
	Processo inexistente	Processo pouco desenvolvido ou utilizado parcialmente	Processo desenvolvido (implantado)	Processo bem desenvolvido (implantado e funcionando)	Processo altamente desenvolvido (efetivamente utilizado com melhorias constantes)			
	Processos			Inexistente	Pouco Desenvolvido	Desenvolvido	Bem Desenvolvido	Altamente Desenvolvido
a)	A empresa possui um processo de definição e formulação de estratégias corporativas?			1	2	3	4	5
b)	A empresa possui um processo de definição e formulação de estratégias competitivas?			1	2	3	4	5
c)	A empresa possui uma formulação de estratégias funcionais por meio de planos financeiro, de produção e de marketing?			1	2	3	4	5
d)	A empresa possui processo de aprovação do Planejamento Agregado de Produção por meio de reunião executiva com participação da alta direção (presidente e diretores)?			1	2	3	4	5
e)	A empresa possui um processo de revisão mensal do Planejamento Agregado da Produção após aprovado?			1	2	3	4	5
f)	Para a elaboração do Planejamento Agregado da Produção a empresa possui um processo de realização do gerenciamento da demanda por meio da Previsão da Demanda, promessa de prazos, controle de estoque e carteira de pedidos?			1	2	3	4	5

PARTE 2 - Planejamento Mestre da Produção - MPS

3) Esta questão avalia a forma de realização do Planejamento Mestre da Produção, incluindo suas inter-relações com o Planejamento Agregado da Produção, Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade *MRP/CRP*, carteira de pedidos e previsão de vendas. Indique com 'sim' ou 'não' às sentenças abaixo, conforme o referido planejamento é realizado em sua organização.

a)	Existe um processo de realização do Planejamento Mestre da Produção?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
b)	O Planejamento é realizado manualmente com auxílio de planilhas eletrônicas tipo <i>Microsoft Excel</i> ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
c)	O Planejamento Mestre da Produção é realizado utilizando-se <i>software MRPII/ERP</i> ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
d)	O processo de elaboração do <i>MPS</i> requer uma aprovação prévia do Planejamento Agregado da Produção?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

4) Esta questão avalia em forma de escala a realização do Planejamento Mestre da Produção, graduando conforme o desenvolvimento. Indique com o número da escala que você entende ser mais adequado para a empresa.

	1	2	3	4	5			
	Processo inexistente	Processo pouco desenvolvido ou utilizado parcialmente	Processo desenvolvido (implantado)	Processo bem desenvolvido (implantado e funcionando)	Processo altamente desenvolvido (efetivamente utilizado com melhorias constantes)			
	Processos			Inexistente	Pouco Desenvolvido	Desenvolvido	Bem Desenvolvido	Altamente Desenvolvido
a)	Na construção do <i>MPS</i> é empregada a técnica de tentativa e erro através de um <i>MPS</i> experimental (inicial) com revisão até sua aprovação final?			1	2	3	4	5
b)	No processo de elaboração do <i>MPS</i> é verificada anteriormente à sua aprovação a viabilidade quanto ao Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade?			1	2	3	4	5
c)	No processo de elaboração do <i>MPS</i> é consultado e considerado como previamente aprovado o Planejamento da Capacidade de Médio Prazo (<i>RCCP</i>)?			1	2	3	4	5
d)	Para a elaboração e aprovação do <i>MPS</i> é consultada previamente a Gestão da Demanda?			1	2	3	4	5
e)	Para a elaboração e aprovação do <i>MPS</i> é consultada previamente a posição de estoques?			1	2	3	4	5
f)	Para a elaboração e aprovação do <i>MPS</i> é consultada previamente a carteira de pedidos?			1	2	3	4	5

PARTE 3 - Sistema Híbrido <i>MRP/II/JIT</i> - Controle da Produção							
5) Esta questão procura identificar qual sistema de Planejamento e Controle da Produção é aplicado em sua empresa. Responda conforme sua situação.							
<input type="checkbox"/>	Empurrado - Tradicional	<input type="checkbox"/>	<i>OPT</i> (Tecnologia da Produção Otimizada), abordagem nos gargalos da produção				
<input type="checkbox"/>	Puxado - <i>Just in Time/JIT</i>	<input type="checkbox"/>	Híbrido <i>MRP/II/JIT</i> - <i>Kanban</i>				
6) Se na questão anterior (5) você respondeu sistema Híbrido <i>MRP/II/JIT</i> , responda esta questão que avalia a forma de realização do processo de planejamento e controle da produção através do Sistema Híbrido <i>MRP/II/JIT</i> . Indique com 'sim' ou 'não' às sentenças abaixo.							
a)	O processo de elaboração do Planejamento das Necessidades de Materiais e Capacidade segue a orientação do sistema <i>MRP</i> ?	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
b)	O controle da produção é efetuado por cartão <i>Kanban</i> ?	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
c)	O controle da produção utiliza sistema <i>Kanban</i> de dois cartões (produção e transporte)?	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
d)	As ordens de produção são emitidas pelo programa <i>MPS</i> e administradas pelo programa de montagem final?	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
e)	Na geração da lista de materiais são assinalados os Itens Fantasmas, que são itens da estrutura de produto que o usuário marca para que o <i>MRP II</i> não gere ordens de produção para os mesmos, criando listas de material de padrão <i>JIT</i> ?	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
f)	Emprega-se o <i>backflushing</i> para dar baixa automática das quantidades padrão de recursos (mão-de-obra, materiais, tempo de máquina) requeridos para a execução de uma ou mais operações, para uma ordem de produção específica, depois que a ordem é completada? Esta técnica é utilizada para permitir o uso do mecanismo de "puxar a produção" característico do <i>JIT</i> no <i>MRP II</i> .	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
7) Se na questão anterior (5) você respondeu Sistema Híbrido <i>MRP/II/JIT</i> ou Sistema Puxado - <i>Just in Time</i> , responda esta questão que avalia em forma de escala o tipo de controle da produção no Sistema Híbrido <i>MRP/II/JIT-Kanban</i> conforme o grau de desenvolvimento. Indique com o número da escala que você entende ser mais adequado para a empresa.							
	1	2	3	4	5		
	Processo inexistente	Processo pouco desenvolvido ou utilizado parcialmente	Processo desenvolvido (implantado)	Processo bem desenvolvido (implantado e funcionando)	Processo altamente desenvolvido (efetivamente utilizado com melhorias constantes)		
	Processos		Inexistente	Pouco Desenvolvido	Desenvolvido	Bem Desenvolvido	Altamente Desenvolvido
a)	O processo de adoção da filosofia <i>Just in Time</i> é incentivado pela alta direção?		1	2	3	4	5
b)	Há algum programa de qualidade total - <i>TQC</i> (<i>PDCA</i> - <i>Plan, Do, Check, Action</i> ; <i>CEP</i> ; <i>Controle Estatístico de Processo</i> ; <i>CCQ</i> ; <i>SW2H</i> ; <i>5S</i> ; <i>MASP</i> ; <i>QFD</i> ; <i>FMEA</i>) implantado?		1	2	3	4	5
c)	Há implantado um Programa de Melhoria Contínua dos processos (<i>Kaizen</i>)?		1	2	3	4	5
d)	Há uma filosofia de eliminação de desperdícios (superprodução, produtos defeituosos, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação) implantada?		1	2	3	4	5
e)	Há em operação um Programa de Manutenção Produtiva Total (<i>TPM</i>)?		1	2	3	4	5
f)	Há um processo de treinamento de funcionários para atividades multifuncionais?		1	2	3	4	5
g)	A disposição física das instalações fabris segue um arranjo celular?		1	2	3	4	5
h)	Há implantado um conjunto de medidas para reduzir o <i>set-up</i> (troca rápida de ferramentas, ferramentas ou matrizes em dispositivos padrões, facilidade de carga e descarga).		1	2	3	4	5

APÊNDICE E – E-MAIL DE SOLICITAÇÃO DE RESPOSTA À PESQUISA

De: Vilson Roiz

Enviada em: segunda-feira, 16 de junho de 2008 11:30

Para:

Assunto: Questionário de Pesquisa Sistema PCP

Prezado Senhor

Recentemente encaminhamos via correio (At: Diretor Industrial) um questionário de pesquisa entre as pequenas e médias indústrias de Curitiba e região metropolitana atuantes nos ramos de plásticos, eletro-eletrônicos, metal-mecânico e metalúrgico da região metropolitana de Curitiba, informações extraídas do site da internet (Sindimetal, Simpep, Abinee, Sinaees, dentre as quais vossa empresa foi selecionada) para avaliar de que forma é realizado e conduzido o processo de Planejamento e Controle da Produção.

Este estudo faz parte de um trabalho de pesquisa do programa de mestrado em Engenharia de Produção da PUC-PR.

O envelope para devolução do questionário já está selado e devidamente preenchido com os campos remetente e destinatário para retorno à nossa instituição.

Solicitamos o preenchimento do referido questionário, já que o mesmo é parte principal do trabalho de pesquisa, sem o qual o trabalho não poderá ser concluído.

O referido questionário está sendo re-enviado por arquivo anexo. Por gentileza no arquivo capa pesquisa atualizar endereço, preencher número de empregado e o cargo de quem preenche.

O arquivo intro pesquisa é só informativo

O arquivo do questionário é somente de respostas objetivas sim / não e graduadas.

Se por questões de sigilo, embora não haja solicitação de respostas de estratégias de negócio ou algo parecido V.S.^a pode imprimir e postar o arquivo para o endereço abaixo, caso contrário pode ser respondido pelo próprio e-mail.

Secretaria do PPGEPS
Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR
Parque Tecnológico, 2º andar, bloco 3-CCET
Rua Imaculada Conceição, 1155-Prado Velho
80215-901-Curitiba Paraná.

Grato

Vilson

APÊNDICE F – TABELA DE APURAÇÃO DE DADOS DAS EMPRESAS

TABELA DE DADOS DAS EMPRESAS				
EMPRESA	CARGO DE QUEM RESPONDEU	TAMANHO	TIPO DE EMPRESA	SISTEMA PCP
1	Outros	Médio	Matriz	Empurrado com Elementos JIT
2	Diretor Comercial	Pequeno	Matriz	Empurrado
3	Diretor Geral	Médio	Estabelecimento Único	Empurrado
4	Outros	Médio	Estabelecimento Único	Empurrado com Elementos JIT
5	Diretor Comercial	Médio	Matriz	OPT
6	Gerente Geral	Médio	Filial	Empurrado com Elementos JIT
7	Gerente Industrial	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
8	Gerente de Produção	Médio	Filial	Empurrado com Elementos JIT
9	Outros	Médio	Estabelecimento Único	Sistema Sistema Híbrido MRPII/JIT MRPII/JIT
10	Gerente de Produção	Pequeno	Matriz	Empurrado
11	Outros	Médio	Estabelecimento Único	Empurrado
12	Gerente Industrial	Médio	Matriz	Empurrado
13	Diretor de Operações	Médio	Estabelecimento Único	Empurrado
14	Gerente Geral	Pequeno	Matriz	Empurrado com Elementos JIT
15	Gerente Industrial	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
16	Gerente Industrial	Médio	Matriz	Sistema Híbrido MRPII/JIT
17	Outros	Pequeno	Matriz	Empurrado com Elementos JIT
18	Diretor Geral	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
19	Diretor Geral	Pequeno	Matriz	Puxado
20	Outros	Médio	Filial	Empurrado
21	Gerente Geral	Pequeno	Filial	Empurrado
22	Diretor Geral	Pequeno	Matriz	Empurrado com Elementos JIT
23	Gerente Industrial	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
24	Diretor Industrial	Médio	Filial	Empurrado
25	Gerente Industrial	Médio	Matriz	Empurrado
26	Gerente Industrial	Médio	Estabelecimento Único	Empurrado com Elementos JIT
27	Gerente Industrial	Médio	Estabelecimento Único	Sistema Híbrido MRPII/JIT
28	Gerente Industrial	Médio	Filial	Empurrado com Elementos JIT
29	Gerente Industrial	Médio	Estabelecimento Único	Puxado
30	Outros	Médio	Estabelecimento Único	Empurrado com Elementos JIT
31	Diretor Geral	Médio	Matriz	Empurrado
32	Outros	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
33	Diretor Geral	Médio	Matriz	Empurrado com Elementos JIT
34	Diretor Geral	Médio	Matriz	Empurrado com Elementos JIT
35	Gerente de Desenv. e Logística	Médio	Matriz	Puxado
36	Outros	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
37	Gerente Industrial	Pequeno	Filial	Sistema Híbrido MRPII/JIT
38	Outros	Médio	Estabelecimento Único	Empurrado com Elementos JIT
39	Outros	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
40	Outros	Médio	Filial	Puxado
41	Gerente Geral	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado com Elementos JIT
42	Gerente Industrial	Médio	Filial	Empurrado com Elementos JIT
43	Gerente de Produção	Médio	Filial	Empurrado
44	Gerente Geral	Pequeno	Matriz	Empurrado
45	Gerente de Produção	Médio	Filial	OPT
46	Gerente Industrial	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado
47	Diretor Geral	Pequeno	Estabelecimento Único	Puxado
48	Gerente Geral	Médio	Matriz	Empurrado com Elementos JIT
49	Gerente de Produção	Médio	Matriz	Puxado
50	Outros	Médio	Filial	Sistema Híbrido MRPII/JIT
51	Gerente Geral	Pequeno	Estabelecimento Único	Empurrado

APÊNDICE H – ESTATÍSTICA DA VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

ESTATÍSTICA DE VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES		
	TOTAL DE EMPRESAS = 51	
	Pequenas empresas = 20	Médias empresas = 31
Planejamento Agregado da Produção		
Não faz Planejamento Agregado	2	1
Planejamento Agregado manualmente	13	13
Planejamento Agregado por <i>software</i>	5	17
	8	15
Planejamento Mestre da Produção		
Não faz Planejamento Mestre	3	2
Planejamento Mestre manualmente	9	12
Planejamento Mestre por <i>software</i>	8	17
Requer aprovação do Planejamento Agregado	10	14
Sistema Híbrido MRPII/JIT Controle da Produção		
Sist. de planej. <i>MRPII</i> e controle <i>JIT/Kanban</i>	1	4